



PROJETO CTPETRO
Tendências Tecnológicas

NOTA TÉCNICA 14

**PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA: METODOLOGIAS E EXPERIÊNCIAS
NACIONAIS E INTERNACIONAIS**

JANEIRO/2003



INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA

Av. Venezuela, 82 - anexo 4
Centro Rio de Janeiro RJ
20081-310 Brasil
Tel.: (21) 2206-1293
Telefax: (21) 2206-1058
e-mail: tendencias@tendencias.int.gov.br
www.tendencias.int.gov.br

NOTA TÉCNICA 14

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA: METODOLOGIAS E EXPERIÊNCIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Executor: Turbulência Consultoria Técnica Ltda. Estratégias de Comunicação

Equipe

Coordenadora da Equipe:
Gilda Massari Coelho

Equipe Técnica:

Pesquisadora:
Gilda Massari Coelho

Estagiário
Daniel Massari de Souza Coelho

APRESENTAÇÃO

Coordenado pela Agência Nacional do Petróleo - ANP e sediado no Instituto Nacional de Tecnologia - INT, o **Projeto CTPETRO - Tendências Tecnológicas** foi estruturado com o objetivo de fornecer subsídios à aplicação dos recursos do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor de Petróleo e Gás Natural - CTPETRO, através da elaboração de termos de referência de estudos a serem conduzidos, identificação e contratação, para sua realização, de grupos de especialistas em estudos variados (estratégicos, de prospecção tecnológica, planejamento e gestão, formulação e avaliação de programas), que comporão o corpo final do projeto e a identificação de tendências tecnológicas para o Setor no país.

Para alcançar seus objetivos o **Projeto Tendências** vem realizando diversas atividades e já conta com alguns produtos. Com esta série de Notas Técnicas, incluindo a presente, encomendadas a equipes de especialistas com expressivas contribuições ao Setor O&G, o **Projeto Tendências** deseja consolidar mais ainda a sua posição de **facilitador** do processo de revisão das atividades prioritárias, enunciadas nos anexos da Portaria 552/99, que resultarão em novos critérios para a definição de investimentos prioritários em P&D, concernentes ao CTPETRO, relativo ao período 2000-2004, e de **coordenador** dos estudos para a ANP.

- NT01 - Visão de Futuro do Setor de Óleo e Gás no Brasil – Horizonte 2010.
- NT02 - Panorama Internacional dos Investimentos em P&D no Setor O&G.
- NT03 - Mapeamento Tecnológico - Tendências Internacionais da Cadeia de O&G: Exploração, Produção, Refino e Gás Natural.
- NT04 - Déficit Externo do Setor de O&G – uma Mensuração Qualitativa.
- NT05 - Política de Compras da Indústria de O&G e Capacitação dos Fornecedores no Brasil.
- NT06 - Sistemas Produtivos e Inovativos Locais na Indústria de O&G – Análise da Experiência dos Campos Marginais do Recôncavo Baiano.
- NT07 - Capacidade Inovativa do Segmento Refino.
- NT08 - Refino: Regulação e Gestão de Risco.
- NT09 - Refino Nacional: Análise Estratégica e Tecnológica.
- NT10 - Gás Natural: Dinâmica da Indústria no Brasil e Tecnologias Emergentes de Transporte Distribuição e Estocagem.
- NT11 - Tendências Tecnológicas da Indústria de O&G Ditadas por Condicionantes Regulatórios Ambientais.
- NT12 - Identificação e Análise dos Gargalos Tecnológicos da Indústria de O&G na área de Meio Ambiente.
- NT13 - Impactos Sociais da Atividade de Exploração e Produção de Petróleo nas Baixadas Litorâneas e Norte Fluminense.
- NT14 - Prospecção Tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais.
- NT15 - Programa como solução – Planejamento e Implementação de investimentos em C&T
- NT16 - Sistema de Avaliação Ex-Post de Projetos Tecnológicos: uma Proposta para o CTPETRO.

SUMÁRIO

1	Introdução	1
2	Objetivo	4
3	Metodologia	5
4	Definição.....	6
4.1	Future Studies, Foresighing, Forecasting.....	6
4.2	Futuribles, La Prospective, Veille Technologique.....	8
4.3	Estudos do Futuro, Prospecção, Prospecção Tecnológica.....	9
5	Evolução da prospecção tecnológica.....	11
6	Métodos de prospecção	14
6.1	Monitoramento & Sistemas de Inteligência	16
6.1.1	Inteligência Competitiva Tecnológica	16
6.2	Análise de tendências	18
6.2.1	Regressão.....	19
6.2.2	Curvas S	20
6.2.3	Equações de Lotka-Volterra	20
6.3	Opinião de Especialistas.....	21
6.3.1	Delphi.....	21
6.3.2	Painel de especialistas	24
6.3.3	Tecnologias críticas	24
6.3.4	Surveys	24
6.3.5	Avaliação individual	24
6.3.6	Comitês, Seminários, Conferências, Workshops	25
6.4	Cenários.....	25
6.4.1	Godet e La Prospective	26
6.4.2	GBN	26
6.4.3	SWOT	28
6.5	Métodos computacionais e ferramentas analíticas	28
6.5.1	Modelagem	28
6.5.2	Simulação	29
6.5.3	Análises multicritérios	30
6.5.4	Data mining, text mining, cientometria e bibliometria.....	30
6.6	Criatividade	34
6.6.1	Análise morfológica	34
6.6.2	Análise de Impacto	34
6.6.3	Brainstorming.....	35
6.6.4	Focus Group	35
6.6.5	Metáforas e analogias	35
6.6.6	Ficção científica	35
6.7	Métodos, técnicas e ferramentas emergentes.....	35
6.7.1	Scenario Management.....	35
6.7.2	TRIZ	36
7	Ponto Positivos e Limitações dos métodos.....	37

8	Experiências Internacionais.....	40
8.1	Millenium Project (Nações Unidas).....	45
8.2	IPTS e o Futures Project (União Européia).....	46
8.2.1	Futures Project.....	48
8.3	Prospectiva Tecnológica (Espanha).....	48
8.4	Foresight Programme (Reino Unido).....	50
8.4.1	Energy and Environment Panel.....	52
8.5	Technologies Clés (França).....	53
8.6	Delphi/Futur (Alemanha).....	55
8.6.1	Tecnologia no Início do Século XXI.....	56
8.6.2	O Primeiro Estudo Delphi 93.....	56
8.6.3	O Mini-Delphi.....	57
8.6.4	O Segundo Estudo Delphi 98.....	57
8.6.5	FUTUR – A Nova Abordagem Alemã.....	59
8.7	NISTEP Delphi (Japão).....	60
8.8	AEPI (Estados Unidos).....	62
8.9	Royal Dutch Shell (Holanda).....	63
9	Experiências Nacionais.....	65
9.1	BRASIL 2020.....	65
9.1.1	Síntese do futuro desejado: Cenário Diadorim.....	67
9.2	Prospectar.....	71
9.2.1	Concepção e Objetivos do Estudo Prospectar.....	73
9.2.2	Processo de construção da lista final de tópicos tecnológicos.....	73
9.2.3	Revisão da metodologia: a rede institucional.....	74
9.3	Prospectiva.....	74
9.4	Projeto Tendências.....	76
9.4.1	Visão de Futuro do Setor de O&G do Brasil – Horizonte 2010.....	80
9.5	Energia (CGEE).....	81
10	Conclusões e Recomendações.....	84

1 INTRODUÇÃO

Desde os tempos dos antigos gregos muitos esforços para prever o futuro foram feitos. O famoso Oráculo de Delfos foi um testemunho desses esforços. No mundo atual, a possibilidade de ter ao menos uma idéia aproximada do que pode ocorrer ou de que maneira determinado evento ocorrerá constitui não apenas um desejo mas um requisito essencial para conferir uma vantagem competitiva a uma organização ou país: a capacidade para antecipar ameaças ou oportunidades que se apresentem.

Nas últimas décadas o mundo passou por uma revolução radical, com impactos nas áreas política, econômica, tecnológica e social. Para os países que não atingiram o desejado nível de desenvolvimento, estes impactos levaram a um crescente gap em relação ao dito "primeiro mundo". Embora o Brasil ainda seja considerado como pertencendo ao "grupo dos países em desenvolvimento", não está condenado a se perpetuar nesta situação. Nos últimos quinze anos, as iniciativas inovadoras desenvolvidas no país mostraram avanços consideráveis na construção de um futuro melhor para a nação.

A questão a ser respondida é: quais são os melhores caminhos que irão permitir que nossa economia seja mais competitiva nos mercados globais, estabelecendo novos e melhores níveis de desenvolvimento social, econômico, cultural e tecnológico para o país e contribuir de forma efetiva para a sustentabilidade da nossa economia?

A chave para a construção do caminho rumo a uma melhor sustentabilidade e fortalecimento da capacidade do país para aproveitar as oportunidades futuras numa economia global assenta suas raízes na construção de uma visão orientada para o futuro. Na área tecnológica, essencial para qualquer projeto de desenvolvimento do país, a necessidade de estudos prospectivos é evidente. As profundas mudanças tecnológicas ocorridas, particularmente nas duas últimas décadas, indicam que ainda temos muitas alterações por vir o que torna necessária a compreensão das forças que irão orientar o futuro.

Embora o futuro seja incerto, há evidências de que as tentativas sistemáticas de ganhar perspectiva sobre o presente e possíveis situações futuras têm sido úteis. A fim de poder lidar com a natureza contingencial do futuro, muitos futuristas tentam definir que elementos do futuro são pré-determinados. Prospecções de curto prazo de desenvolvimentos tecnológicos específicos são razoavelmente exatas, enquanto projeções de condições sociais dificilmente o são. Por outro lado, futuristas enfocam a questão de expandir os modelos mentais de tal forma que as condições futuras possam ser melhor interpretadas e conformadas. É nesse sentido que se define prospecção como sendo um modo de pensar o futuro baseado na ação e não na pré-determinação.

O termo prospecção tecnológica designa atividades de prospecção centradas nas mudanças tecnológicas, em mudanças na capacidade funcional ou no tempo e significado de uma inovação. Visa incorporar informação ao processo de gestão tecnológica, tentando prever possíveis estados futuros da tecnologia ou condições que afetam sua contribuição para as metas estabelecidas.

A gestão tecnológica necessita saber como sua capacidade pode aumentar ao longo do tempo. Os decisores, da mesma forma, precisam entender a emergência, crescimento e

difusão de tecnologias competitivas para antecipar quão rapidamente novas tecnologias poderão substituir as velhas. Isto é particularmente importante para corporações que dependem de tecnologias, sejam elas maduras ou novas.

A prospecção tecnológica está relacionada com a prospecção econômica e social. Compartilham diversas características em comum e as mudanças em um domínio afetam os outros.

A prospecção econômica é, com certeza, altamente relevante para a gestão tecnológica: os decisores devem usar os poucos recursos disponíveis em suas corporações para produzir, usar ou comercializar uma tecnologia. Para isto devem conhecer o custo da tecnologia, capital humano e recursos e o preço e infra-estrutura que envolverá, bem como entender as forças que orientam o mercado.

A prospecção social também é necessária: a tecnologia mais poderosa não tem valor se o ambiente social, político ou regulatório impedir que seja produzida, usada ou vendida com lucro. Pode-se citar como exemplo a indústria de energia nuclear.

A prospecção visa o apoio ao processo decisório, sendo usada particularmente para:

- Maximizar os ganhos e minimizar perdas devido a ações/acontecimentos internos ou externos à organização.
- Orientar a alocação de recursos.
- Identificar e avaliar oportunidades ou ameaças no mercado.
- Orientar o planejamento de pessoal, da infra-estrutura ou recursos financeiros.
- Desenvolver planos administrativos, estratégias ou políticas, incluindo a análise de risco.
- Auxiliar a gestão de P&D.
- Avaliar novos processos ou produtos.

Dada a incerteza inerente ao futuro, as expectativas colocadas na prospecção devem ser realistas. Não se pode esperar que sejam perfeitamente exatas ou altamente precisas. Por outro lado, devem contribuir para delimitar a extensão da incerteza, estabelecer vetores corretos de mudança e prover informação valiosa para o gestor. A prospecção deve indicar níveis de possibilidades futuras e não valores pontuais.

A prospecção – seus objetivos, métodos, terminologia e usos – será moldada no futuro, como o foi no passado, pelas necessidades das instituições públicas e privadas e órgãos governamentais. O seu futuro também dependerá da visão coletiva sobre o progresso tecnológico, competição econômica e o papel do governo no desenvolvimento.

Prospecção não é a mesma coisa que prognóstico ou previsão. Traz implícita a idéia de se ter uma participação ativa na conformação do futuro. Um resultado possível é que nossas expectativas de hoje sejam falsas no futuro em decorrência de um redirecionamento. Tentativas anteriores de planejar o futuro e desenvolver modelos heurísticos do futuro (no sentido de futurologia) foram baseadas na crença de que o futuro é pré-definido como uma continuação linear das tendências do presente. Esses enfoques não foram bem sucedidos porque eram muito simplistas. Alguns deles incluíam diferentes variáveis para combinar com a complexidade ou dinâmica dos desenvolvimentos social, econômico e tecnológico reais.

No entanto, alguns desses estudos provocaram uma grande discussão sobre o futuro, o que foi muito positivo para a área. (Cuhls & Grupp, 2001),

Os novos enfoques da prospecção podem ter vários objetivos, segundo Cuhls & Grupp (2001). No contexto do estabelecimento de políticas públicas, os mais importantes são:

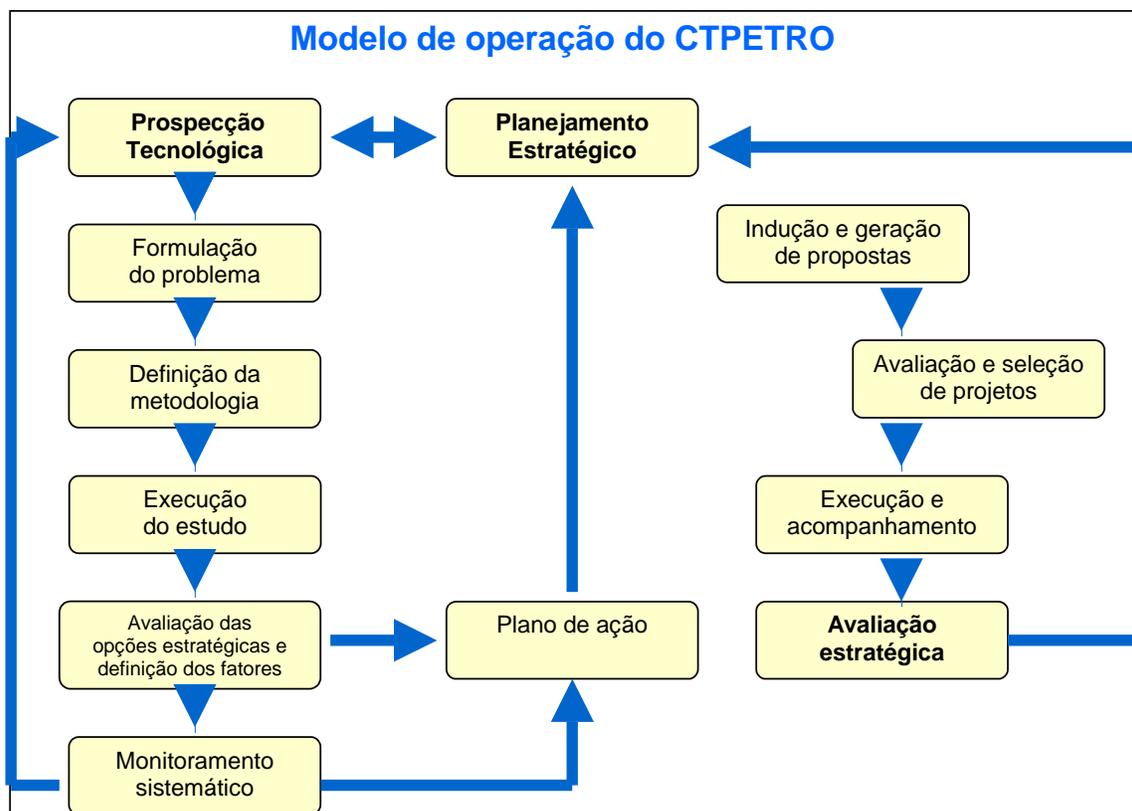
- Ter mais ampla escolha de oportunidades para estabelecer prioridades e avaliar impactos e possibilidades.
- Prospectar os impactos das pesquisas atuais e da política tecnológica.
- Descobrir novas demandas, novas possibilidades e novas idéias.
- Focar seletivamente as áreas econômica, tecnológica, social e ecológica, bem como iniciar o monitoramento e pesquisa detalhados nesses campos.
- Definir os futuros desejáveis e indesejáveis.
- Iniciar e estimular o processo de discussão contínua.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar as metodologias, métodos e técnicas utilizados na prospecção de tecnologia, bem como experiências de estudos prospectivos nacionais e internacionais, visando encorajar as reflexões sobre o futuro e ampliar o uso dos instrumentos existentes no processo de tomada de decisão.

Baseado no modelo geral de operação do CTPETRO, um objetivo específico é buscar a inserção, de forma sistemática, da prospecção tecnológica como uma ferramenta de apoio ao planejamento estratégico e tomada de decisão no âmbito dos fundos setoriais, conforme apresentado na figura 1.

Figura 1: Inserção da prospecção tecnológica no modelo de operação do CTPETRO



3 METODOLOGIA

A metodologia usada na elaboração do trabalho abrangeu:

- Revisão da literatura, nacional e internacional, disponível sobre o tema.
- Complementação do estado-da-arte através de informações obtidas em viagem de estudos ao exterior, realizada em 2001.
- Correspondência com especialistas nacionais e internacionais, na área.

Foi feita uma análise comparativa das diversas metodologias, métodos e técnicas citadas pelos especialistas da área, buscando a identificação daqueles mais utilizados. Buscou-se, também, o estabelecimento de um padrão para seu enquadramento, o que foi bastante dificultado pela grande divergência entre os diversos autores estudados. Concluímos pela adoção da proposição do grupo liderado pelo prof. Alan Porter (Georgia Institute of Technology, (EUA), complementada por estudo feito por especialistas do Battele Research Institute (EUA) e por proposições nossas, conforme apresentados no capítulo 6. O prof. Alan Porter está iniciando uma nova pesquisa, em colaboração com especialistas de diversos países, que deverá trazer melhor compreensão sobre o tema.

Como toda área de desenvolvimento recente, a prospecção tecnológica ainda é objeto de muitas discussões sobre sua configuração e os resultados deste trabalho refletem esta situação.

4 DEFINIÇÃO

A primeira questão que surge quando se fala em prospecção é terminológica: no Brasil, vêm sendo empregados os termos *prospecção*, *estudos do futuro*, *prospectiva*. Em inglês, os termos mais empregados são *forecast(ing)*, *foresight(ing)* e *future studies*. Na França vêm sendo usados *Veille Technologique*, *Futuribles* e *La Prospective*. Muitas vezes, a palavra *cenários/scenarios* é usada com o mesmo sentido, mas a maioria dos autores enquadra cenários como uma das metodologias ou métodos usados na realização de estudos prospectivos ou do futuro.

4.1 Future Studies, Foresighting, Forecasting

Future studies constitui um termo amplo que abranje "toda atividade que melhora a compreensão sobre as conseqüências futuras dos desenvolvimentos e das escolhas atuais" (Amara & Salanik, 1972).

Constituem um campo multi-disciplinar e estão relacionados a uma variada gama de visões sobre os futuros possíveis, prováveis ou preferenciais. (Assakul, 2003)

Foresighting pode ser definido como o esforço de avaliar as condições futuras baseado nas condições atuais e tendências. Está implícita no termo a noção de que o futuro é incerto e não diretamente previsível, portanto o foco deve ser mais relacionado às condições gerais do que em eventos específicos. (Skumanich & Silbernagel, 1997)

De acordo com Martin, apud Cuhls and Grupp (2001), *foresighting* é "a tentativa sistemática de olhar no futuro a longo prazo da ciência, tecnologia, economia e sociedade, com o objetivo de identificar as áreas de pesquisa estratégica e as tecnologias genéricas emergentes capazes de trazer os maiores benefícios econômicos e sociais".

Gavigan (1999) afirma que *foresight*, no sentido amplo de pensamento antecipatório, não é nem novo, nem particularmente esotérico, mas é uma característica natural e essencial da estratégia e do planejamento das atividades políticas conduzidas por órgãos públicos ou privados.

No entanto, a *foresight* toma uma forma mais explícita e reconhecível quando certos métodos e procedimentos são empregados para estruturar e facilitar as dimensões antecipatórias e conjunturais do planejamento.

Segundo Gavigan (1999), "nos últimos 30 anos, muitas atividades relacionadas à definição de estratégias e planejamento de políticas foram desenvolvidas, em nível mundial, de forma estruturada, na maioria das vezes sem o uso explícito da palavra *foresight*, pelo menos até recentemente. Isto porque em certos domínios (algumas empresas, a área militar etc) o uso de certas técnicas de prospecção estruturadas tornou-se uma parte rotineira do planejamento. Em outros casos, o uso do termo foi propositadamente evitado por causa da associação com *forecasting*, que, em determinados momentos, foi mal visto no círculo do planejamento."

Segundo Coates, apud Zackiewicz & Salles-Filho (2001) *foresight* é “um processo pelo qual pode-se chegar a um entendimento mais completo das forças que moldam o futuro a longo prazo e que devem ser levadas em consideração na formulação de políticas, planejamento e tomada de decisão. *Foresight* inclui meios qualitativos e quantitativos para monitorar pistas e indicadores das tendências de desenvolvimento e seu desenrolar, e é melhor e mais útil quando diretamente ligado à análise de políticas e suas implicações”.

Essas definições auxiliam a compreender porque o termo *foresighting* é o mais usado nos estudos de prospecção realizados em nível nacional.

As definições de *forecasting* coincidem bastante com as de *foresighting*. Buscando uma diferenciação entre os termos Skumanich & Silbernagel (1997) afirmam que “embora tanto *foresighting* quanto *forecasting* envolvam a tentativa de tentar estimar as condições futuras baseadas no presente, o segundo termo inclui, também, a conotação de previsibilidade; à medida que os métodos se aprimoram, *forecasting* deve se tornar cada vez mais preciso na estimativa de estados futuros. Em contraste, um tema recorrente em *foresighting* é que muitos aspectos relacionados ao futuro não são previsíveis e, portanto, a “precisão” torna-se um conceito menos relevante”.

Amara & Salanik (1972) apresentam uma definição progressiva para *forecasting*, relacionada ao grau de precisão que os estudos podem apresentar:

- uma indicação sobre o futuro.
- uma indicação probabilística sobre o futuro.
- uma indicação probabilística, razoavelmente definitiva sobre o futuro.
- uma indicação probabilística, razoavelmente definitiva sobre o futuro, baseada em uma avaliação de possibilidades alternativas.

Alguns autores consideram que *future studies* e *foresighting* estariam mais correlacionados a estudos classificados como mais intuitivos baseados em opinião de especialistas, cobrindo um espectro mais amplo de aplicações, enquanto *forecasting* estaria mais fundamentado em técnicas quantitativas. Quando se analisa um pouco mais detalhadamente o uso dos termos, a conclusão é que *foresighting* e *forecasting* vêm sendo usados por diversos autores com o mesmo significado. É bastante comum a mesclagem dos termos num mesmo trabalho. Isto é corroborado pela afirmação feita por Coates et al (2001) quando diz que “não se pretende fazer nenhuma distinção entre “technological forecasting”, “technology forecasting” ou “technology foresight”, exceto quando especificamente descrito no texto”. Um outro exemplo do uso dos dois termos com o mesmo sentido está no Japão, onde embora os estudos sejam de caráter nacional (teoricamente *foresighting*) chamam-se *forecasting*.

Technological forecasting inclui “todos os esforços para projetar potencialidades tecnológicas e prever a invenção e a propagação de inovações tecnológicas” (Ascher, apud Porter et al. 1991), ou seja, é a vertente tecnológica do *foresighting* e *forecasting*.

Para Porter et al. (1991) *technological forecasting* designa as atividades de prospecção que têm o foco nas mudanças na tecnologia. Normalmente está centrada nas mudanças na

capacidade funcional e no tempo e significado de uma inovação. Para prospectar tecnologias, deve-se entender como uma tecnologia se desenvolve e amadurece. *Technological forecasting* lida com elementos causais de todo tipo: sociais, econômicos ou tecnológicos. No entanto, os centros de interesses são as novas tecnologias ou mudanças incrementais ou descontinuidades nas tecnologias existentes. O *technological forecasting* deve ser seguido pelo *impact assessment* que identifica os elementos causais responsáveis pelo impacto da tecnologia e seu desenvolvimento e difusão.

Ascher, apud Porter et al. (1991), sugere que os seguintes fatores devem ser considerados quando se faz *technological forecasting*:

- Dependência em rupturas científicas básicas.
- Limites físicos da taxa de desenvolvimento.
- Maturidade da ciência e aplicações da tecnologia.
- Sensibilidade do ritmo de inovação para altos níveis de decisão política.
- Relevância para financiamentos de P&D.
- Extensão da possibilidade de substituição por outros produtos ou inovações paralelas.
- Relevância da difusão.
- Oportunidades para se apropriar de avanços de tecnologias relacionadas.

4.2 Futuribles, La Prospective, Veille Technologique

Futuribles: o termo foi criado por Bertrand de Jouvenel (apud Jouvenel, H., 2000) e está relacionado aos “futuros possíveis”.

La Propective: o termo data de 1957, quando Gaston Berger o empregou em um artigo (Bouvier, 2002). Seu grande teórico, no entanto, é Michel Godet (2000), segundo o qual a tradução que mais se aproxima de *prospective* é *foresighting*, embora, segundo ele, a noção de pró-atividade esteja menos presente neste último. *Prospective* não é apenas um enfoque exploratório (antecipação estratégica), mas representa também um enfoque normativo (desejado). Seguindo a tradição do planejamento estratégico e da administração estratégica, a *prospective stratégique* enfatiza a importância da inserção do pensamento alternativo e de longo prazo no processo decisório. Segundo Godet, a *prospective* é o espaço “onde os sonhos fertilizam a realidade, onde o desejo é a força produtiva do futuro, onde a antecipação ilumina o pré-ativo e o pró-ativo. Para qualquer organização, *prospective* não é filantropia, mas sim reflexão com vistas a clarificar a ação, especialmente a ação de natureza estratégica”. Dadas as características dos métodos empregados pela *prospective* poderíamos dizer que são *cenários estratégicos*, onde a ação estratégica se define a partir da visão do futuro, obtida a partir de métodos intuitivos, complementada por ferramentas, sempre que necessário.

Veille technologique: é a observação e análise da evolução científica, técnica, tecnológica e dos impactos econômicos reais ou potenciais correspondentes, para identificar as ameaças e as oportunidades de desenvolvimento da sociedade (Jakobiak, 1997).

4.3 Estudos do Futuro, Prospecção, Prospecção Tecnológica

Em português, examinando, inicialmente, a definição das palavras no dicionário, verificamos que:

Prospecção, s. f., origina-se do latim *prospectione* que significa “visão sobre o futuro”. (Dicionário Universal da Língua Portuguesa, 2001)

No entanto, as definições da palavra, encontradas tanto no Dicionário Universal da Língua Portuguesa (2001) quanto no Novo Aurélio Século XXI (1999), ainda se referem apenas à prospecção geológica e geotécnica, não dando sua nova utilização que está relacionada à origem latina do termo.

Prospectivo, adj., do latim. *Prospectivu*, que faz ver adiante ou ao longe. (Dicionário Universal da Língua Portuguesa, 2001).

1. que faz ver adiante, ou ao longe. 2. concernente ao futuro: crítica prospectiva; visão prospectiva. (Novo Aurélio Século XXI, 1999)

Prospectiva, s. f., neol., designação dada ao conjunto de investigações que dizem respeito à evolução da humanidade. (Dicionário Universal da Língua Portuguesa, 2003).

A literatura disponível sobre o tema em português é extremamente reduzida, assim sendo as definições abaixo refletem, sobretudo a nossa percepção pessoal, baseada no estudo da literatura estrangeira e nos trabalhos que vêm sendo desenvolvidos no Brasil:

Estudo do futuro é o termo geral que abrange todos os tipos de estudos relacionados à tentativa de antecipar ou construir o futuro.

Prospecção são estudos conduzidos para se obter mais informação sobre eventos futuros de tal forma que as decisões de hoje sejam mais solidamente baseadas no conhecimento tácito e explícito disponível. É um termo usado para se referir a tipos bastante diferentes de análises, que vão desde as de curto prazo, focadas em análises de setores específicos, até as de longo prazo, de avaliação mais ampla das mudanças sociais, políticas, econômicas e tecnológicas.

A prospecção é o “processo que se ocupa de procurar, sistematicamente, examinar o futuro de longo prazo da ciência, da tecnologia, da economia e da sociedade, com o objetivo de identificar as áreas de pesquisa estratégica e as tecnologias genéricas emergentes que têm a propensão de gerar os maiores benefícios econômicos e sociais” (Cuhls & Grupp, 2001).

Prospecção tecnológica é o termo aplicado aos estudos que têm por objetivo antecipar e entender as potencialidades, evolução, características e efeitos das mudanças tecnológicas, particularmente a sua invenção, inovação, adoção e uso. (adaptado de Coates et al, 2001)

Segundo Zackiewicz & Salles-Filho (2001), o processo envolve o reconhecimento explícito que os desenvolvimentos tecnológicos e científicos dependem de escolhas feitas pelos atores no presente, isto é, não estão determinados apenas por alguma lógica intrínseca, nem acontecem de maneira independente e aleatória. O exercício de prospecção consiste em tentar antecipar-se a estes avanços e posicionar-se de modo a influenciar na orientação das trajetórias tecnológicas, o que do ponto de vista evolucionista significa lançar-se à frente e garantir a competitividade e sobrevivência das instituições de pesquisa e, por extensão, dos usuários de seus resultados.

De um modo mais amplo, pode-se inferir que a prospecção tecnológica não só age como ferramenta de comunicação e análise do Sistema Nacional de Inovação, ou parte deste, como também atua como mecanismo fortalecedor de suas conexões, o que já a torna uma prática extremamente valiosa, no mínimo por este aspecto.

Deve ser destacado que a prospecção tecnológica é:

- é um processo e não somente um conjunto de técnicas;
- concentra-se em criar e melhorar o entendimento dos possíveis desenvolvimentos futuros e das forças que parecem moldá-los;
- assume que o futuro não pode ser cientificamente demonstrado a partir de certas premissas. O ponto central é tratar quais as chances de desenvolvimento e quais as opções para a ação no presente;
- não se espera um comportamento passivo frente ao futuro, mas um posicionamento ativo. O futuro será criado pelas escolhas que forem feitas hoje.

5 EVOLUÇÃO DA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

Desde quando concebidas nos anos 50, nos Estados Unidos, as metodologias de prospecção sofreram múltiplas adaptações para servir a estudos nacionais ou de empresas, até chegar aos complexos projetos multinacionais do presente. Os projetos prospectivos para grandes regiões constituem o desafio metodológico atual mais sensível, porque tentam combinar interesses nacionais nem sempre convergentes.

Nos últimos 50 anos, de variada experimentação, talvez nunca se tenha feito tantos estudos com metodologias de prospecção tecnológica em nível nacional, como nos anos 90, que assistiram ao fantástico crescimento dessas metodologias, em países ricos e em países em desenvolvimento.

Transformada em ferramenta para uso no planejamento de longo prazo, cada vez mais empresas e países lançam mão desses estudos para fortalecer sua capacidade competitiva. Dois exemplos precursores notabilizaram a metodologia pela regularidade e persistência do seu uso, em décadas seguidas: a Royal Dutch Shell e o Japão, para citar dois marcos de empresa e país. A concluir por esses exemplos e pela adesão de inúmeros seguidores, entre os quais o Brasil e Vietnã que são novos membros de um clube em expansão, tudo indica que essas atividades terão grande impacto no século XXI.

O termo *foresight* foi usado pela primeira vez num vocabulário inglês em 1591. Até o início do século XIX *foresight* era usado muitas vezes nos títulos de sermões e comédias. Samuel Coleridge colocou-o no título de seu livro publicado em 1816 - *The Statesman's Manual, or The Bible the Best Guide to Political Skill and Foresight: A Lay Sermon* – no sentido de habilidades políticas uma vez que, naquela época, *foresight* estava incluído no vocabulário emergente das ciências políticas. No século XX, a palavra ampliou o seu significado, tendo sido usada em várias áreas do conhecimento:

1917 – Usado na área de administração.

1939 – Usado na economia, no contexto da econometria, desenvolvimento econômico, modelos de investimento e política econômica.

1961 – Foi publicado o livro de Stephen Toumin: *Foresight and understanding an inquiry into the aims of science*.

1968 – O termo foi usado no mesmo sentido de *forecasting*.

1975 - O significado de *foresight* como habilidade política dos grandes estadistas desapareceu e o termo passou a ser usado cada vez mais freqüentemente no contexto da econometria, planejamento estratégico e gestão.

1983 – Usado o termo *forecasting* na área de negócios.

1984 – Foi publicado o livro de John Irvine e Ben Martin – *Foresight in science: picking the winners* – onde o termo é usado pela primeira vez no contexto das políticas e gestão de C&T.

1984 – Começou a ser publicado, mensalmente, *Foresight*, sobre tendências e temas emergentes.

1989 – Outro livro de John Irvine e Ben Martin: *Research Foresight*.

1991 – Publicado o livro de Alan Porter: *Forecasting and Management of Technology*.

1994 – A partir desta data foi publicado um número crescente de livros com “*technology foresight*” no título. Estão relacionados à prospecção em nível nacional ou regional, empresarial ou setorial. No entanto, a maior parte é sobre prospecção nas áreas de administração, economia ou política.

A prospecção tecnológica moderna tem suas raízes no planejamento militar, antes e depois da Segunda Guerra Mundial. Na década de 50, uma nova comunidade de prospecção apareceu fora da comunidade de ciência e tecnologia nos países ocidentais mais avançados. Em 1966, um relatório da OCDE identificou projetos de prospecção tecnológica em 13 países ocidentais e no Bloco Soviético. A falha em prever o choque do petróleo em 1973, levou a um considerável pessimismo em relação à validade e utilidade da prospecção e o crescimento da futurologia, que havia começado em meados da década de 60, acabou no final da década de 70, quando muitas empresas desistiram de planejamento empresarial a longo prazo. (Irvine & Martin, apud Kozlowski, 2003).

O relato da experiência da Royal Dutch Shell relacionada à crise de 1973, no entanto, é um exemplo claro de experiência bem sucedida. O que aconteceu foi que a simples futurologia e as prospecções puramente tecnológicas deram lugar a estudos com visão mais abrangente das questões, baseadas em processos intuitivos combinados com métodos quantitativos, mais estruturados.

Na década de 90, houve uma mudança em favor dos estudos prospectivos, conduzindo a uma pletera de estudos sobre prospecção tecnológica pelo setor público, com ou sem o uso implícito do rótulo “*foresight*”. Em muitos países, as atividades foram apoiadas pelo governo, particularmente os ministérios ligados à pesquisa. Todos os modelos de prospecção tentaram implementar sistemas de comunicação que integrassem os diferentes atores do sistema de inovação.

Segundo Gavigan (1999) os impulsionadores dessa tendência foram:

- A natureza pervasiva da tecnologia para o crescimento econômico e prosperidade: a crescente globalização e a competição econômica tornaram a inovação uma necessidade e levaram à priorização dos investimentos em C&T, isto é, concentrar os recursos disponíveis em opções estratégicas selecionadas.
- O processo de decisão e o trabalho em equipe, cada vez mais descentralizados, as alianças estratégicas e o estabelecimento de visões compartilhadas tornaram-se críticos face à crescente complexidade, custo e riscos dos projetos de P&D, mais a taxa de *turnover* e obsolescência da geração de tecnologia.

- As mudanças no sistema de produção do conhecimento, que se tornou muito mais multidisciplinar e heterogêneo, necessitando de mais comunicação, trabalho em rede, parcerias e colaboração entre pesquisadores e usuários da pesquisa.
- A pressão para cortes nos gastos públicos e o declínio ou estagnação dos recursos de C&T em função das receitas decrescentes e custos crescentes (particularmente em saúde e previdência).

Acrescentamos à relação de Gavigan, a velocidade das mudanças que se acentuou nas duas últimas décadas, particularmente na área tecnológica, o aumento da incerteza e o processo de globalização que tornou as economias extremamente interdependentes.

A interpretação desses implusionadores pelos responsáveis em executar os estudos em grande parte define os objetivos específicos da prospecção. Podem variar de medir o nível de consenso na comunidade científica sobre a importância e taxa de desenvolvimento científico de um determinado país ao estabelecimento de um amplo processo para desenvolver estratégias e prioridades voltadas para a ação.

Por sua vez a mistura de objetivos específicos e restrições orçamentárias, temporais etc., determinarão que metodologias e técnicas podem ser mais bem empregadas. Em decorrência dessa forte dependência, diferentes opções metodológicas nos estudos de prospecção correspondem a diferentes tipos de objetivos e restrições específicas.

Recentemente a Internet passou a ser usada em muitos projetos de prospecção, como uma importante ferramenta de apoio ao processo empregado, disseminando informações, recebendo informações dos diferentes atores e facilitando a discussão. Nos programas Futur, da Alemanha, e Foresight, do Reino Unido, lançados em 1999 e 2002, respectivamente, os instrumentos e facilidades proporcionados pela rede aspiram tornarem-se o principal atributo de todo o processo. Em princípio, os métodos disponíveis na rede tornaram possível o envolvimento de um número muito maior de pessoas interessadas e atores no processo de discussão.

Os estudos do futuro e a prospecção vêm atraindo um crescente número de especialistas e pessoas interessadas. Já há várias revistas, manuais, sociedades e, inclusive, um curso de mestrado na Leeds Metropolitan University. A partir de 1990, a prospecção foi incluída nas atividades de várias instituições internacionais, como a UNIDO, União Européia, OCDE, ESTO. Apesar da crescente disseminação, alguns pontos cruciais ainda permanecem nebulosos, como por exemplo: a terminologia da área (conforme mostramos no capítulo anterior), a estruturação das metodologias usadas; sua evolução; estrutura interna dos exercícios contemporâneos; conexões entre os estudos nacionais de prospecção e processos políticos e sociais mais amplos; ligação entre a prospecção e outras ferramentas de inteligência estratégica.

6 MÉTODOS DE PROSPECÇÃO

O final do século 20 presenciou o advento de muitos métodos novos de prospecção e novas combinações entre eles. Muitas das experiências em organizar experimentos aplicando várias iniciativas de prospecção relacionadas a tendências futuras na ciência, tecnologia e sociedade foram avaliadas de forma positiva.

Inúmeros modelos têm sido propostos para classificar os métodos de prospecção tecnológica. Todos contêm ambigüidades, nenhum é inteiramente satisfatório. Uma das classificações é de métodos exploratórios ou normativos, ou seja, se estendem tendências presentes para o futuro ou se desenha o futuro desejado para determinar os desenvolvimentos necessários para atingir suas metas. (Godet & Roubelat, 1996).

Martino (1983) indica que uma previsão tecnológica inclui quatro elementos: a época da previsão ou a data futura quando a previsão dever ser realizada, a tecnologia que está sendo prospectada, as características da tecnologia ou das potencialidades funcionais da tecnologia, e uma indicação sobre a probabilidade. Prever uma tecnologia é uma tarefa difícil "cercada de perigos". Alguns destes perigos incluem: "a incerteza e a falta de confiabilidade dos dados, a complexidade de interações com o mundo real, a tentação de pensar apenas de forma otimista ou emocional, a atração fatal da ideologia, dos perigos de forçar fatos um tanto flexíveis em um padrão preconcebido". Para contrabalançar a ambigüidade e a incerteza inerentes à prospecção, foram desenvolvidas algumas metodologias que auxiliam na tarefa. Em geral, quando uma tecnologia sai de seu estágio inicial de desenvolvimento em laboratório para ampla aceitação no mercado, as metodologias de prospecção que são mais apropriadas deslocam-se das técnicas qualitativas para as quantitativas.

Como regra geral, quanto mais complementares forem as formas que uma prospecção pode ser feita, mais confiáveis são seus resultados. Antes de se implementar a estratégia de prospecção os métodos devem ser avaliados. A estratégia para selecionar a metodologia está no sistema de pesquisa a ser usado para realizar o estudo. Sistemas de pesquisa podem variar de científicos a dialéticos e globais, baseados num enfoque filosófico da geração do conhecimento, conforme quadro 1.

Na prospecção, normalmente se utilizada uma combinação de estratégias formais e informais, gerando informações qualitativas e quantitativas. Alguns métodos formais são: entrevistas estruturadas, análises morfológicas, discussões organizadas sobre questões pré-determinadas, Delphi, construção e análise de cenários. Como exemplos de métodos informais: comitês de especialistas em discussões desestruturadas (workshops).

Os métodos também podem ser classificados em quantitativos, geralmente emergindo de técnicas estatísticas (por exemplo, extrapolação de tendências) ou qualitativos, na maioria das vezes envolvendo a opinião de especialistas (Delphi, painel de especialistas etc.).

Ressaltando a dificuldade de se categorizar os métodos e técnicas usados na prospecção e a variedade de propostas apresentadas pelos diferentes especialistas da área, optamos por

adotar uma combinação da proposta de Porter et al (1991)¹ e de Skumanich & Silbernagel (1997)², introduzindo algumas propostas nossas e dividindo os métodos de prospecção em 6 famílias: *monitoramento & sistemas de inteligência* constituem a fonte básica de informação relevante, portanto, são quase sempre utilizados; *opinião de especialistas, análise de tendências, e modelos computacionais e ferramentas analíticas* dependem da existência, de especialistas, boas séries de dados, boas estruturas e compreensão da modelagem e da tecnologia da informação. *Cenários* são uma excelente opção quando faltam outras técnicas e - mesmo quando outras técnicas são usadas – constituem uma forma de integração com outras informações úteis e excelentes veículos para comunicar os resultados aos usuários em geral. A *criatividade* deve estar presente nos estudos do futuro, pois busca eliminar as visões preconcebidas dos problemas ou situações e encoraja um novo padrão de percepção.

Essas seis categorias de métodos têm algumas características em comum:

- Monitoramento & sistemas de inteligência e análise de tendências enfatizam o grau de dependência da avaliação das condições futuras baseadas nas condições presentes.
- Opinião de especialistas, criatividade e cenários enfatizam a participação humana no processo.
- Modelos computacionais e ferramentas analíticas enfatizam o uso da tecnologia da informação.

Quadro 1: Enfoques filosóficos da geração do conhecimento

Enfoque	Descrição	Mais adequado para problemas
A priori	Modelos formais através dos quais se têm percepções / intuições sobre o mundo, com pouca ou nenhuma necessidade de dados brutos.	bem definidos conceitualmente.
Empírico	Começam com a coleta de dados, constroem-se modelos empíricos para explicar o que está ocorrendo.	bem definidos e com dados disponíveis.
Sintético	Combina os enfoques “a priori” e “empírico” de tal forma que as teorias são baseadas em dados e a coleta de dados é estruturada pela pré-existência de uma teoria ou modelo.	mais complexos e mal estruturados.
Dialético	Interpretações contraditórias de um conjunto de dados são confrontadas em um debate ativo, buscando soluções criativas.	mal estruturados e quando há conflito.
Global	Uma ampliação holística da pesquisa é feita questionando enfoques e suposições.	não estruturados e que necessitam de um raciocínio reflexivo.

Fonte: Baseado em Mitroff & Turoff, apud Porter et al (1991)

¹ Classificação de Porter: Estímulo à Criatividade; Monitoramento; Extrapolação de Tendências; Opinião de Especialistas; Simulação; Cenários; Prospecção Econômica. Porter (1991) apresenta, também, a classificação de Porter e Rossini (1987): Monitoramento; Opinião de Especialistas; Extrapolação de Tendências; Modelagem; Cenários.

² Classificação de Skumanich & Silbernagel: Opinião de Especialistas; Cenários; Modelagem; Análise Morfológica; Monitoramento/Vigilância.

6.1 Monitoramento & Sistemas de Inteligência

Monitoramento é processo de monitorar o ambiente em busca de informação sobre o tema da prospecção. As fontes de informação são identificadas, a informação é coletada, analisada e estruturada para uso. Funciona como um método de emissão de “sinais fracos” de mudanças no ambiente.

Segundo Porter et al (1991), estritamente falando, o monitoramento não é uma técnica de prospecção. No entanto, é a mais básica e amplamente utilizada porque provê o pano de fundo necessário no qual a prospecção se baseia. Assim sendo, é fundamental para qualquer prospecção. Pode ser usado para buscar todas as fontes de informação e produzir um rico e variado conjunto. As principais fontes em que se baseia são as de natureza técnica (revistas, patentes, catálogos, papers etc). Além disso, podem ser feitas entrevistas com especialistas e outras informações não literárias podem ser coletadas.

Monitorar significa observar, checar e estar atualizado com os desenvolvimentos numa área de interesse bem definida para uma finalidade bem específica. Coates, apud Porter et al, 1991). Alguns objetivos possíveis do monitoramento incluem:

- Identificar eventos científicos, técnicos ou sócio-econômicos importantes para a organização.
- Definir ameaças potenciais para a organização, implícitas nesses eventos.
- Identificar oportunidades para a organização envolvidas nas mudanças no ambiente.
- Alertar a direção sobre tendências que estão convergindo, divergindo, ampliando, diminuindo ou interagindo.

Coates et al (2001) apontam para a emergência, durante a década de 90, de uma nova forma de prospecção - a inteligência competitiva tecnológica -, que vem substituindo o monitoramento, ampliando sua abrangência e atuação.

6.1.1 *Inteligência Competitiva Tecnológica*

Inteligência competitiva é um processo sistemático de coleta, gestão, análise e disseminação da informação sobre os ambientes competitivos, concorrencial e organizacional, visando subsidiar o processo decisório e atingir as metas estratégicas da organização. A inteligência competitiva constitui a coleta ética e o uso da informação pública e publicada disponível, sobre tendências, eventos e atores, fora das fronteiras da empresa. É um método para identificar as necessidades de informação da empresa; coletar, sistematicamente, a informação relevante; e, em seguida, processá-la analiticamente transformando-a em elemento para tomada de decisão. O produto final da inteligência competitiva é a informação analisada, de interesse para os tomadores de decisão, sobre o meio ambiente, presente e futuro, no qual a organização opera. (Coelho, 2001)

Dentre os muitos benefícios aportados pelos sistemas de inteligência competitiva destacam-se:

- Olhar mais longe, no futuro.

- Reduzir a incerteza na tomada de decisão.
- Evitar surpresas.
- Prever as grandes mudanças estruturais da indústria e prevenir surpresas tecnológicas.
- Ter melhor perspectiva da capacidade atual e futura do concorrente e de suas intenções.
- Avaliar de forma objetiva sua posição competitiva atual e futura.
- Identificar ameaças e oportunidades.
- Ganhar vantagem competitiva pela redução do tempo de reação.
- Melhorar o planejamento de curto, médio e longo prazo.
- Agir em vez de reagir.

A *inteligência competitiva tecnológica* é o processo de identificar ameaças e oportunidades baseadas na tecnologia e tem seu foco no monitoramento permanente da tecnologia de interesse da organização, acompanhando os concorrentes, o estágio atual e futuro da tecnologia, a possibilidade de inovações incrementais ou de ruptura, o surgimento de novos atores etc.

A inteligência competitiva emergiu com força na década de 90, sendo usada mais intensamente pelas grandes empresas intensivas em ciência e tecnologia, particularmente as empresas farmacêuticas, químicas e eletrônicas, embora outras empresas que não desenvolvem as suas próprias tecnologias também a usem.

O interessante nos sistemas de inteligência é que, numa atividade de prospecção eles constituem o início e o fim do processo:

- O início porque qualquer estudo prospectivo deve ter como base o monitoramento.
- O fim porque a prospecção bem feita deve indicar as áreas prioritárias para o monitoramento sistemático, que é o que vai permitir à organização ou país ter uma vantagem através do poder de antecipação.

As etapas do processo de inteligência competitiva são apresentadas na figura 2:

Figura 2: Sistema de Inteligência Competitiva



6.2 Análise de tendências

A análise de tendências é, segundo Millet, apud Skumanich & Silbernagel (1997), a forma mais simples de prospecção. Este método é baseado na hipótese de que os padrões do passado serão mantidos no futuro. A análise de tendências usa técnicas matemáticas e estatísticas para extrapolar séries temporais para o futuro. Coleta-se informação sobre uma variável ao longo do tempo e, em seguida, ela é extrapolada para um ponto no futuro.

Observações de fenômenos naturais levaram ao reconhecimento de leis científicas que descrevem o processo de crescimento. Essas leis também moldam os processos de crescimento tecnológico ou inovação. Diferentemente de outros processos naturais, o crescimento da tecnologia está ligado a sistemas sócio-econômicos complexos. Os seres humanos desenvolvem padrões de comportamento baseados em suas experiências e esses padrões permitem aos cientistas sociais antecipar eventos de uma maneira análoga às previsões dos físicos. Embora as relações sociais sejam mais complexas e incertas que as físicas, o passado é uma rica fonte de informação sobre o futuro.

Uma hipótese crítica está na base das extrapolações de tendências de mudanças tecnológicas: os atributos técnicos muitas vezes avançam de uma maneira razoavelmente ordenada e previsível. Um outro princípio afirma que uma complexa mistura de influências diminui a descontinuidade, ou seja, o acúmulo de muitas pequenas contribuições resultará num padrão previsível de desvios em torno de um valor central.

Em sua forma mais simples a extrapolação de tendências pode ser baseada em projeções lineares ou diretas. Outras formas mais sofisticadas de extrapolação de tendências incluem curvas S e curva de aprendizado, entre outras. Todos esses métodos, no entanto, partem do mesmo princípio básico: o futuro seguirá algum padrão baseado no passado. E a sofisticação do método não assegura uma prospecção válida: a validade é seriamente limitada pela qualidade dos dados disponíveis.

A extrapolação de tendências tecnológicas depende muito de análise direta de séries temporais. Isto implica em se assumir a natureza e permanência do contexto e estrutura. Os métodos de análises de tendências podem produzir projeções válidas quando os mecanismos de sustentação e de competição do ambiente permanecem constantes ao longo do tempo da prospecção ou quando as mudanças nesses mecanismos se equilibram. Mesmo na ocorrência dessas condições apropriadas, as extrapolações de tendências devem ser acompanhadas por métodos de prospecção complementares, especialmente opinião de especialistas e monitoramento & sistemas de inteligência.

Uma estratégia que muitas vezes é eficaz é mostrar as tendências extrapoladas a especialistas e ver como reagem; fazer perguntas específicas sobre as influências externas identificadas e verificar como poderiam alterar as tendências; pedir aos especialistas para identificar outros fatores que poderiam alterar a tendência.

As etapas na análise de tendências são as seguintes:

- Identificação do modelo apropriado: Curva S (Fisher-Pry, Gompertz), Curva de Aprendizado; Regressão etc.
- Adequar o modelo aos dados.
- Usar o modelo para projetar graficamente ou matematicamente.
- Fazer a análise e interpretação das projeções estabelecendo intervalos de confiança e considerando fatores externos.

6.2.1 Regressão

A análise de tendências tecnológicas é baseada na hipótese que os avanços da tecnologia tendem a seguir um processo exponencial de melhoria. A técnica usa dados referentes às melhorias para estabelecer a taxa de progresso e extrapolar a taxa para projetar o nível de progresso no futuro. Os resultados obtidos por essa técnica são basicamente quantitativos. Na prática, é tipicamente utilizada para projetar desenvolvimentos com velocidade de operação, nível de desempenho, redução de custos, melhoria da qualidade e eficiência operacional. Os modelos básicos de extrapolação são aplicados normalmente a projeções de curto prazo.

Algumas técnicas específicas são:

Regressão linear: provê a ferramenta essencial para determinar equações para relações diretas. Essas equações podem ser usadas para extrapolar o futuro e também para

enquadrar relações não-lineares se essas relações puderem ser transformadas em formas lineares. Permitem melhor compreensão das causalidades a serem desenvolvidas, olhando nas relações entre variáveis independentes e dependentes.

Regressão múltipla: é similar à regressão simples, mas usa múltiplas variáveis ao mesmo tempo. A regressão múltipla muitas vezes dá uma explicação mais adequada do comportamento passado da variável e uma base melhor para prever seus níveis futuros.

6.2.2 *Curvas S*

A conhecida curva S descreve muitos fenômenos naturais e também se adequa ao processo de evolução tecnológica. Este processo de crescimento tem a propriedade de um estágio de introdução lento, seguido por um crescimento acentuado e por uma queda à medida que o tamanho se aproxima do limite.

Fisher-Pry: é uma técnica matemática usada para projetar a taxa de adoção pelo mercado de uma nova tecnologia e, quando apropriado para projetar a perda de mercado por tecnologias que estão ficando obsoletas. A técnica é baseada no fato de que a adoção de novas tecnologias normalmente segue o padrão conhecido como “curva de logística”. Esse padrão é definido por dois parâmetros: um determina o tempo em que a adoção começa e outro a taxa na qual a adoção ocorrerá. Esta técnica é usada para fazer projeções como, por exemplo, a velocidade de adoção de um novo processo químico de produção ou a taxa de substituição dos equipamentos de medição analógicos por digitais nas refinarias de petróleo etc.

Gompertz: é bastante similar ao conceito de Fisher-Pry, exceto que se adequa mais à adoção de modelos impulsionada pela superioridade tecnológica da nova tecnologia. Os consumidores, no entanto, não são penalizados se não adotarem a nova tecnologia num determinado tempo. As projeções na análise Gompertz são feitas, igualmente, através do uso de modelos matemáticos de dois parâmetros. Os resultados são quantitativos e usados para projetar a adoção de produtos de consumo como televisão de alta definição, novos modelos de automóvel etc.

Limite de crescimento: utiliza formulações matemáticas para projetar o padrão pelo qual tecnologias maduras se aproximarão dos limites de desenvolvimento. Isso pode ser útil na análise de tecnologias maduras, no estabelecimento de metas de pesquisa viáveis e na determinação de gastos com desenvolvimentos adicionais. Pode, também, ser útil na determinação de novos enfoques para superar limites técnicos aparentes.

Curvas de aprendizado: são baseadas no fato de que à medida que novos itens são produzidos o preço de produção tende a decrescer numa taxa previsível. A técnica pode ser usada para estabelecer preços e metas de desempenho técnico para tecnologias em desenvolvimento, particularmente em seu estágio intermediário.

6.2.3 *Equações de Lotka-Volterra*

Esse modelo foi proposto pelo matemático Vito Volterra para modelar as mudanças populacionais dos peixes no Mar Adriático, no início do século XX. Desde essa data, o modelo se expandiu e tem sido usado nos campos da demografia e ecologia. As equações de Lotka-Volterra auxiliaram, da mesma forma, muitos estudos de prospecção tecnológica

de longo prazo. Pode ser usado para descrever a maioria das situações de desenvolvimento tecnológico; na extrapolação de tendências que fornecem hipóteses claramente definidas sobre a natureza da evolução tecnológica; na análise da competição num sistema tecnológico; no estabelecimento de elos entre a extrapolação de tendências e a simulação, modelagem e sistemas dinâmicos.

6.3 Opinião de Especialistas

Opinião de especialistas foi definida por Millet, apud Skumanich & Silbernagel (1997), como uma visão do futuro “baseada na informação e lógica de indivíduos com extraordinária familiaridade com o tema em questão”. Embora esta definição inclua a teoria da intuição bem como percepções de “gurus futuristas”, há um método estruturado baseado na opinião de especialistas que vem sendo usado, com sucesso, há muito tempo na prospecção: o método Delphi, sobre o qual falaremos mais detalhadamente a seguir. Além do Delphi, são usados também o painel de especialistas, entrevistas, encontros, surveys, entre outros.

Os métodos que usam a opinião de especialistas são considerados métodos qualitativos. Devem ser usados sempre que a informação não puder ser quantificada ou os quando os dados históricos não estão disponíveis ou não são aplicáveis. Mesmo quando há dados históricos, como foi visto na análise de tendências, a opinião de especialistas pode e deve ser usada como uma forma de complementar as informações obtidas e de garantir a qualidade da prospecção.

Um ponto importante é a escolha daqueles que irão participar do estudo. Lipinski & Loveridge, apud Porter et al (1991) sugerem que se considere os seguintes tipos de especialistas:

- Generalistas com uma gama de interesses e percepções que lhes dá um alto nível de percepção do contexto geral.
- Especialistas com conhecimento particular e profundo em campos específicos.
- Pessoas cuja ação ou posição, presente ou futura, pode afetar a área ou tecnologia em estudo.

Visões do futuro podem ser baseadas na avaliação de um único especialista ou representar o consenso de um grupo de especialistas, considerando a informação que eles acreditam que irá influenciar o assunto de interesse e combinando suas conclusões.

6.3.1 Delphi

O método Delphi foi desenvolvido por Olaf Helmer e N. Rescher, na RAND, nos EUA, na década de 50, para obter consenso em um grupo de especialistas. Posteriormente, foi apresentado de forma estruturada por Helmer, em 1968. Representa uma técnica que utiliza as diversas informações identificadas e obtidas pelo julgamento intuitivo das pessoas, com a finalidade de delinear e realizar previsões. (Oliveira, 2001)

O método Delphi, cujo nome é uma referência ao oráculo da cidade de Delfos na Antiga Grécia, começou a ser idealizado em 1948 por Dalkey, Gordon, Helmer e Kaplan que produziram 14 documentos considerados o preâmbulo do método.

Esse método procura a efetiva utilização do julgamento intuitivo, com base nas opiniões de especialistas, que são refinadas em um processo interativo e repetido algumas vezes até se alcançar o consenso interdisciplinar e correspondente à redução do viés individual, idiosincrasias e situações de respostas que evidenciem ignorância sobre o assunto abordado. (Helmer, apud Oliveira, 2001)

“O Delphi pode ser caracterizado como um método para estruturar um processo de comunicação de um grupo, de modo que o processo seja efetivo em permitir que este, como um todo, lide com um problema complexo”. (Linstone & Turoff, apud Zackiewicz & Salles-Filho, 2001)

O método Delphi explora a experiência coletiva dos membros de um grupo em um processo interativo, evitando várias das armadilhas das conferências presenciais ao estruturar a comunicação em um único formato. Segundo Oliveira (2001), apresenta as seguintes características básicas:

- Anonimato entre os integrantes do grupo, o que permite reduzir a influência de um sobre o outro, uma vez que eles não se comunicam durante a realização do processo. Além disso, os membros, podem mudar de opinião sem ficarem constrangidos.
- Interação com *feedback* controlado, que consiste na condução do processo em etapas e a comunicação aos participantes de um resumo da etapa precedente, reduzindo o ruído, ou seja, o coordenador fornece ao grupo aquilo que se refere aos objetivos e metas do seu estudo evitando, assim, que se desvie dos pontos centrais do problema.
- Respostas estatísticas do grupo que reduzem a pressão do mesmo na direção da conformidade, evitando, ao fim do exercício, uma dispersão significativa das respostas individuais.

A base do método envolve um questionário que é elaborado por uma equipe de coordenação (monitores ou facilitadores) e enviado a um grupo de especialistas participantes previamente selecionados. Assim que estes retornam, a equipe coordenadora contabiliza as respostas, elabora um novo questionário e envia os resultados e as questões revisadas aos mesmos participantes para uma nova interação. Os especialistas têm então a oportunidade de rever suas opiniões à luz das de outros participantes, em anonimato, fornecendo um novo julgamento, agora revisado. O processo se repete até que se atinja um “estado estacionário”, isto é, o consenso (Webler et al, apud Zackiewicz & Salles-Filho, 2001).

Atualmente se reconhece que as razões apresentadas por participantes que se mantêm como não concordantes também trazem informações importantes; assim opiniões dissidentes também são levadas em consideração, em detrimento ao imperativo do consenso (Georghiu, apud Zackiewicz & Salles-Filho, 2001).

Segundo Zackiewicz & Salles-Filho (2001), a seleção dos participantes envolve dois aspectos: identificar os especialistas e selecionar quais devem participar. Enquanto erros do questionário forem sendo corrigidos rodada a rodada, um grupo incapacitado ou sub-representado poderá comprometer todo o processo. Para se atingir resultados legítimos é importante que todos os pontos de vista relacionados estejam representados. Deve-se estar atento a diferenças culturais e de caráter cognitivo. Os questionários inevitavelmente carregam um alto grau de subjetivismo, e se os especialistas não compartilharem da mesma cultura, as questões poderão ser interpretadas diferentemente. Para aliviar estas distorções, deve-se assegurar a diversidade na composição do grupo de participantes, para que elas se cancelem mutuamente.

Também se deve cuidar para que o grupo de coordenação não seja tendencioso, fato que também pode comprometer todo o processo. A coordenação encontra-se em posição privilegiada, ao compor o questionário inicial e suas subseqüentes versões pode incorporar informações falaciosas, alterando o julgamento dos participantes. A coordenação também está sujeita a interpretações subjetivas e vieses culturais quando analisa os resultados e tira suas conclusões.

O método Delphi tem sido usado para solucionar incertezas sobre condições e tendências futuras, revelando relações de causalidade e explorando cenários plausíveis. Sua aplicabilidade é maior em casos envolvendo questões científicas e tecnológicas e valores sociais, que são dificilmente tratáveis simultaneamente por outras abordagens. O método não fornece uma resposta analítica, precisa, mas sim um apanhado sistemático de opiniões de uma amostra relevante de especialistas, ainda que induza a um consenso que muitos autores julgam artificial. Isto colaborou para uma certa descrença no uso do Delphi como ferramenta de predição de tendências, sendo acusado de inconsistente do ponto de vista teórico, por ser de reprodutibilidade questionável e por levar a resultados contingenciais. Entretanto, num contexto de *foresight* estas preocupações tornam-se secundárias em relação às vantagens que pode oferecer a comunicação estruturada pelo método. Os processos de *foresight* foram, desta forma, responsáveis pela atual recuperação do interesse no uso do Delphi.

É importante destacar que não existem fórmulas prontas para se executar um bom exercício de Delphi. A prática mostra que é essencial uma boa amostra de especialistas, cuidadosamente elaborada; um grupo de coordenação com boa capacitação e entendimento do assunto tratado, mas com postura de máxima neutralidade; a qualidade e precisão do questionário inicial são fundamentais, sem isso o processo pode se desviar de seus objetivos, prolongar-se demasiadamente e/ou sofrer evasão dos participantes. A experiência e o estudo de casos são as melhores formas de se conduzir processos Delphi com sucesso. (Zackiewicz & Salles-Filho, 2001).

Web Delphi

Com o advento da Internet, o correio eletrônico e os sites institucionais vêm sendo crescentemente utilizados para captar informações de especialistas e até mesmo do público em geral, no caso de estudos nacionais mais abrangentes. Podemos citar como exemplos o Futur, na Alemanha, e o Foresight, no Reino Unido.

O Programa de Estudos do Futuro da Universidade de São Paulo – USP, coordenado pelo Prof. James Wright, desenvolveu uma ferramenta chamada Web Delphi para uso do método Delphi através da Internet. (Wright, 2002)

O Web Delphi é uma ferramenta para prospecção de futuro e formulação de estratégias, em grupo, por meio da Internet. É indicado para situações de mudanças estruturais, inexistência de dados históricos ou horizontes de tempo muito longos. A pesquisa é interativa, caracterizada pelo *feedback* e convergência a uma visão representativa dos especialistas consultados.

A ferramenta foi aplicada pelo Projeto Tendências na identificação e análise de gargalos ambientais no setor de Oléo e Gás.

6.3.2 Painel de especialistas

O painel de especialistas constitui uma forma interessante de obter percepções de especialistas e vêm sendo crescentemente utilizados na prospecção de caráter nacional. Os painéis têm a vantagem de permitir uma grande interação entre os participantes e de garantir uma representatividade mais equilibrada de todos os segmentos interessados: empresas, academia, terceiro setor, governo. Os painéis devem investigar e estudar os temas determinados e dar suas conclusões e recomendações. Devem ter a mesma integridade e conduta de outros estudos científicos e técnicos e devem buscar o consenso, mas não a ponto de eliminar todas as discordâncias.

6.3.3 Tecnologias críticas

Este método consiste em identificar tecnologias usando um conjunto de critérios racionais através do qual a importância ou criticidade de uma tecnologia pode ser avaliada. Muitas vezes o *benchmarking* é usado para fazer comparações com outros países ou regiões. Na maioria das vezes, a motivação desses estudos é definir prioridades de pesquisa e desenvolvimento em áreas específicas, especialmente quando se identificam forças no país em questão. Um exemplo é o modelo de “Technologies Clés” adotado pela França.

6.3.4 Surveys

Survey é o método mais comum de solicitar informações de grupos de especialistas quando encontros pessoais são difíceis. O método é popular porque é relativamente rápido razoavelmente fácil e barato. O survey tem alguns pressupostos básicos: a avaliação do grupo tem maior probabilidade de ser correta do que as opiniões individuais. Pressupõe-se que a informação vai cancelar a informação incorreta. Essa técnica também assume que as perguntas devem ser formuladas de forma clara, concisa, sem ambigüidades e num vocabulário conhecido pelos que vão responder. Geralmente, pelo menos algumas perguntas devem ser abertas, permitindo que quem responda use suas próprias palavras.

6.3.5 Avaliação individual

A avaliação individual pode ser obtida pessoalmente, por telefone ou por correio eletrônico. A consulta tipicamente envolve uma série de entrevistas pessoais. As entrevistas podem ser estruturadas, não estruturadas ou focadas (dirigidas a pessoas que conhecimento pertinente ao tema). A Internet está abrindo novas possibilidades para que isso seja feito on-line, possibilitando o aumento do nível de participação através do acesso remoto.

6.3.6 Comitês, Seminários, Conferências, Workshops

Essa técnica de grupo requer que os especialistas estejam no mesmo lugar ao mesmo tempo. A formalidade do evento aumenta com o número de participantes, enquanto as possibilidades de interação diminuem.

6.4 Cenários

“Cenários representam uma descrição de uma situação futura e do conjunto de eventos que permitirão que se passe da situação original para a situação futura... O futuro é múltiplo e diversos futuros potenciais são possíveis: o caminho que leva a um futuro ou outro não é necessariamente único. A descrição de um futuro potencial e a progressão em direção a ele representa um cenário”. (Godet & Roubelat, 1996).

Os trabalhos pioneiros sobre cenários foram realizados na década de 50 por Hermann Kahn e Olaf Helmer ao mesmo tempo em que Bertrand de Jouvenel propunha o conceito bastante próximo de “futuribles”. O termo, entretanto, foi consolidado por Khan e Wiener, em 1967, no livro “O ano 2000: uma estrutura para especulação sobre os próximos trinta e três anos”. Na década de 80, cenários tornaram-se populares com a publicação da história de sucesso da Royal Dutch Shell, por Pierre Wack. Subsequentemente passaram a constar de livros de administração, incluindo-se o de M. Porter sobre vantagem competitiva, o de P. Senge sobre organizações que aprendem e H. Mintzberg sobre planejamento estratégico. (Godet et al, 2000)

Schwartz, apud Oliveira (2001), define cenários como “instrumento para ordenar percepções sobre ambientes futuros alternativos, sobre as quais as decisões atuais se basearão. Na prática, cenários se assemelham a um jogo de histórias, escritas ou faladas, construídas sobre enredos desenvolvidos cuidadosamente”.

Segundo Rattner (1979) “a construção de cenários visa a um procedimento sistemático para detectar as tendências prováveis da evolução, numa seqüência de intervalos temporais, e procura identificar os limites da tensão social nos quais as forças sociais poderiam alterar essas tendências. Essas atitudes envolvem juízos sobre que estruturas e parâmetros são importantes e que objetivos e metas inspiram e motivam essas forças sociais”.

Para Godet & Roubelat (1996), os cenários podem ser classificados em possíveis (tudo o que se pode imaginar), realizáveis (tudo o que se pode conseguir) e desejáveis (todos os imagináveis, mas não realizáveis). Além disso, podem se classificar, segundo sua natureza ou probabilidade, em:

Cenários exploratórios procuram analisar possíveis futuros alternativos, com base numa montagem técnica de combinações plausíveis de condicionantes e variáveis. Normalmente, não embutem desejos ou preferências de seus formuladores. Indicam, sobretudo, as diferentes alternativas de evolução futura da realidade dentro de limites de conhecimento antecipáveis. Partem de tendências passadas e presentes e levam a um futuro condizente com elas.

Cenário desejado ou normativo, ao contrário, é a expressão do futuro baseada na vontade de uma coletividade, refletindo seus anseios e expectativas e delineando o que se espera alcançar num horizonte dado. Entretanto, como deve ser descrição de um futuro plausível, o cenário desejado não pode ser a mera expressão incondicionada dos sonhos ou utopias de um grupo, mas antes um futuro que pode ser realizado como um desejo viável. Assim, o cenário desejado deve ser também uma descrição consistente de uma visão que leve em conta o contexto histórico e os recursos mobilizáveis pela coletividade.

6.4.1 Godet e La Prospective

Michel Godet é um defensor ardoroso da análise qualitativa e criou seu método em 1983 denominado “*La Prospective*”. Segundo Godet “*La prospective* não é nem *forecasting* nem futurologia. É um modo de pensar baseado na ação e não na pré-determinação usando métodos específicos como cenários”. (Godet, 1986)

Sete idéias chave constituem a base do enfoque de *La Prospective* e do método de cenários.

- Clarear as ações presentes à luz do futuro.
- Explorar futuros múltiplos e incertos.
- Adotar um enfoque global e sistemático.
- Levantar em consideração fatores qualitativos e as estratégias dos atores.
- Lembrar sempre que a informação e a prospecção não são neutras.
- Optar por uma pluralidade e complementariedade de enfoques
- Questionar idéias pré-concebidas sobre prospecção e sobre quem trabalha na área.

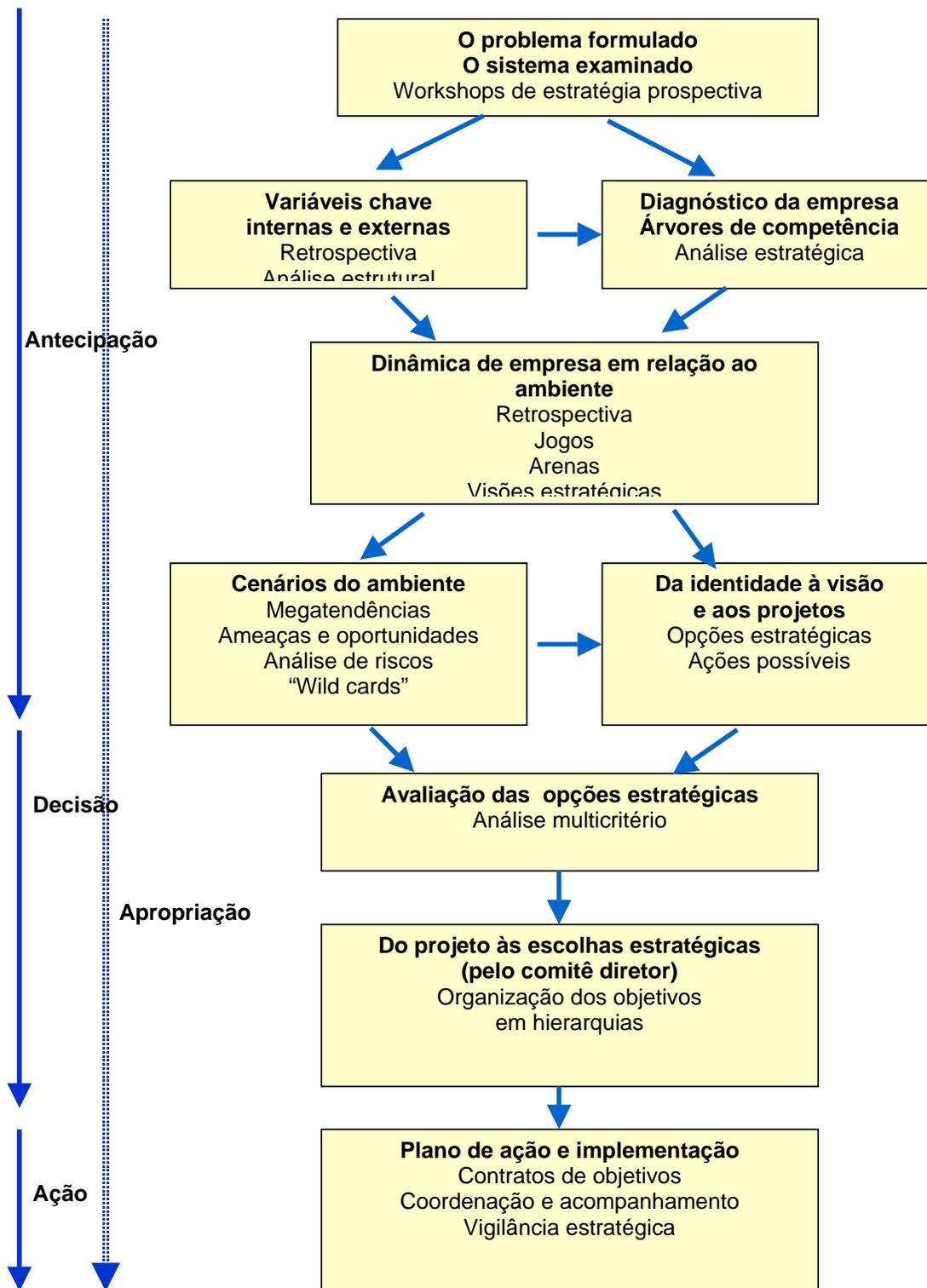
O processo completo do método de cenários concebido por Godet é apresentado na figura 3.

6.4.2 GBN

A Global Business Network - GBN é uma empresa americana, criada em 1988 por Peter Schwartz, ex-funcionário da Royal Dutch Shell, onde trabalhava com planejamento estratégico baseado em cenários. Para Schwartz (1992), “cenários são ferramentas para melhorar o processo decisório tendo como pano de fundo os possíveis ambientes futuros. Não devem ser tratados como previsões capazes de influenciar o futuro, mas também não são histórias de ficção científica preparadas para instigar a imaginação”.

Sua metodologia para elaboração de cenários compõe-se de oito etapas:

Figura 3: Planejamento de cenários - Processo completo



Fonte: Godet, 2000

- Identificação da questão principal.
- Identificação das principais forças do ambiente local (fatores chave)
- Identificação das forças motrizes (macroambiente)
- Ranking por importância e incerteza.
- Seleção das lógicas dos cenários.
- Descrição dos cenários.
- Análise das implicações e opções.
- Seleção dos principais indicadores e sinalizadores.

6.4.3 SWOT

SWOT significa Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats (Forças, Fraquezas, Ameaças e Oportunidades). A matriz SWOT foi usada em alguns estudos de prospecção – muitas vezes de forma implícita - realizados em nível nacional, como um orientador básico do estudo. No caso da Áustria, a análise SWOT foi usada de forma explícita como uma atividade básica para identificar forças e fraquezas e auxiliar a seleção dos tópicos a serem examinados no Delphi.

6.5 Métodos computacionais e ferramentas analíticas

Muitos métodos usados, atualmente, se valem das facilidades aportadas pela tecnologia da informação utilizando modelagem, simulações e se apropriando de grandes quantidades de dados disponíveis de forma eletrônica para identificar tendências através de processos de “mineração de dados”. O próprio método Delphi se vale hoje da utilização da Internet para a coleta de opiniões e em seguida de sistemas computadorizados para tratar os dados obtidos. Alguns métodos baseados fortemente na tecnologia da informação tiveram seus conceitos estabelecidos há muito tempo (bibliometria e cientometria, por exemplo), mas sua aplicação em prospecção é relativamente recente e seu uso ainda restrito.

6.5.1 Modelagem

Pode ser definida como qualquer tipo de prospecção que usa algum tipo de equação para relacionar variáveis, juntamente com uma estimativa de quais variáveis estarão no futuro. Envolve o uso de técnicas analíticas formais para desenvolver retratos do futuro. Um modelo é uma representação simplificada da estrutura e dinâmica de alguma parte do mundo real. A dinâmica de um modelo pode ser usada para prever o comportamento de sistema que está sendo modelado.

Árvores de relevância

O método da árvore de relevância é conhecido como um método “normativo”. Esse tipo de método se baseia nos métodos de análise de sistemas. Inicia-se com problemas e necessidades futuras e, então, identifica-se o desempenho tecnológico necessário para satisfazer essas necessidades. As árvores de relevância são usadas para analisar situações em que se podem identificar diferentes níveis de complexidade ou hierarquia. Cada nível inferior, sucessivamente, envolve uma distinção ou subdivisões mais elaboradas. Podem ser usados para identificar problemas, soluções, deduzir necessidades de desempenho de

tecnologias específicas, determinar a importância relativa dos esforços para se aumentar o desempenho tecnológico. Este método foi usado pelo Delphi alemão em 1993.

AHP – Analytica Hierarchy Process

O AHP foi criado por Thomas Saatu, que se especializou na modelagem de problemas de decisão não estruturada. Executa essa tarefa em quatro estágios básicos (Porter et al, 1991):

- Sistematizar o julgamento em hierarquia ou árvore.
- Fazer comparações elementares de pares.
- Sintetizar esses julgamentos de pares para chegar a julgamentos gerais.
- Checar se os julgamentos combinados são razoavelmente consistentes entre si.

Embora o AHP tenha sido criado fundamentalmente para auxiliar o processo decisório, seu autor também o aplicou a questões relacionadas à visualização do futuro. É baseado no foco, onde nada ocorre de maneira totalmente espontânea, mas devido às posições, comportamento ou decisões de múltiplos atores, que convergem na direção do futuro. Essa técnica dá uma perspectiva de causalidade dos processos que fazem parte da construção de cenários.

6.5.2 Simulação

Simulações representam uma tentativa de identificar certas variáveis e criar um modelo computacional ou jogo em que se pode visualizar como essas variáveis podem interagir umas com as outras ao longo do tempo. Computadores ou pessoas ou ambos podem ser envolvidos. Com os computadores, pode-se fazer o jogo do “e se...”, onde se fazendo determinadas escolhas pode-se ver as consequências que se seguem.

Matriz de Impactos Cruzados – MIC

Esse método engloba uma família de técnicas que visam avaliar a influência que a ocorrência de determinado evento teria sobre as probabilidades de ocorrência de outros eventos. O método leva em conta a interdependência de várias questões formuladas, possibilitando que o estudo que se está realizando adquira um enfoque mais global, mais sistêmico e, portanto, mais de acordo com uma visão prospectiva. (Marcial & Grumbach, 2002).

Essas matrizes foram desenvolvidas 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. Essa técnica é usada como um meio de analisar o futuro à luz de outros futuros possíveis. A análise de impacto cruzado é uma técnica altamente qualitativa e dependente da opinião de especialistas para identificar estimativas significativas da probabilidade da ocorrência de um evento.

KSIM

É um modelo de simulação determinística desenvolvido por Kane, apud Porter et al (1991). KSIM estende os conceitos da matriz de impactos cruzados para produzir uma simulação dinâmica, fácil de usar e, ao mesmo tempo, suficientemente poderosa para possibilitar análises significativas de muitos problemas. O modelo mantém os conceitos de impacto mútuo de eventos característico da MIC. Esse conceito, no entanto, é casado com uma equação diferencial que retrata um crescimento em curva S ou declínio das variáveis sendo modeladas. Essa equação confere as características de continuidade e dinâmica do KSIM. Uma vez que a magnitude dos impactos é estimada subjetivamente o KSIM usa entradas objetivas e subjetivas. Isso é uma adequada implementação dos pressupostos de Kane que experiência, opinião e julgamento controlam o processo decisório.

Sistemas dinâmicos

Sistemas dinâmicos representam um enfoque de simulação quantitativo usado para prospectar e modifica o comportamento de importantes sistemas humanos. Os sistemas dinâmicos incorporam a filosofia de causalidades físicas e humanas que é centrada em sistemas que são complexos, não-lineares e agregados e que envolvem coleta e transferência de informação, funções de produtos e tempo. As variáveis que caracterizam a operação desses sistemas possuem séries históricas compostas de combinações complexas de tendências, oscilações e variações randômicas.

Jogos

A criação de jogos envolve a construção de um conjunto realista de regras e, em seguida, observação do comportamento dos jogadores que ou competem ou cooperam para atingir um determinado objetivo, dentro dos limites das regras. Jogos constituem um método poderoso para tratar temas complexos e ambíguos

6.5.3 Análises multicritérios

É um conjunto de técnicas e métodos cujo objetivo é facilitar as decisões referentes a um problema, quando se tem que levar em conta múltiplos pontos de vista. Sua aplicação permite priorizar, ou reduzir, os vários fatores que devem ser levados em consideração. A análise multicritérios vem sendo usada em apoio aos métodos de construção de cenários, tecnologias chave, Delphi.

6.5.4 Data mining, text mining, cientometria e bibliometria

Muitas ferramentas novas ou potenciais resultaram de avanços na tecnologia da informação e na ciência da informação. A cientometria e a bibliometria, isto é, a contagem de publicações e citações, são ferramentas utilizadas tradicionalmente pela ciência da informação para medir a produtividade científica e identificar redes de cooperação na ciência e tecnologia. Hoje, ambos os princípios são usados na prospecção tecnológica, aliados a sistemas computacionais de *data* e *text mining* que permitem garimpar a informação estratégica em milhares ou milhões de dados, identificando tendências tecnológicas, redes, atores, estágio de evolução da tecnologia etc.

As técnicas de *data e text mining* devem agregar a opinião de especialistas na interpretação dos resultados obtidos.

Data Mining

Segundo o Gartner Group, *data mining* é o processo de descobrir novas correlações, padrões e tendências significativas garimpando em grandes quantidades de dados armazenados em repositórios, usando tecnologias de reconhecimento de padrões, assim como técnicas estatísticas e matemáticas.

Pode ser definido, também, como uma atividade de extração da informação cujo objetivo é descobrir fatos ocultos contidos em bases de dados. Usando uma combinação de tecnologia da informação, análise estatística, técnicas de modelagem e tecnologia de bases de dados, o *data mining* identifica padrões e relações sutis entre os dados e infere regras que permitem prever resultados futuros. Aplicações típicas incluem segmentação de mercado, perfil do consumidor, detecção de fraudes, avaliação de promoções, análise de risco de crédito, prospecção tecnológica.

O processo de *data mining* consiste em três estágios básicos: exploração, construção do modelo ou definição do padrão e validação/verificação. Idealmente, se a natureza dos dados disponíveis permite, é repetido iterativamente até que um modelo "robusto" seja identificado.

O conceito de *data mining* está ficando crescentemente popular como uma ferramenta de gestão da informação de negócios onde se espera que revele estruturas do conhecimento que podem orientar decisões em condições de certeza limitada. Têm atraído grande interesse devido à possibilidade de resolver parte do problema de "excesso de informação", localizando o conhecimento útil a partir de grandes quantidades de dados.

A maturidade dos algoritmos e o desenvolvimento de ferramentas comerciais possibilitaram a infra-estrutura necessária para a aplicação desta tecnologia. Por outro lado, está claro que o *data mining* feito aleatoriamente pode ser uma prática perigosa, portanto é necessário desenvolver metodologias para descobrir o conhecimento útil. Segundo Feldens (1998), ferramentas de *data mining* podem ser instrumentos poderosos na tomada de decisão, gestão das relações com os clientes, *database marketing*, controle de qualidade e muitas outras aplicações relacionadas à informação. Estas ferramentas são capazes de "aprender com bases de dados", descobrindo o conhecimento útil e estrategicamente interessante, que está "escondido" em grandes quantidades de dados.

Alguns exemplos de descobertas que podem ser feitas com *data mining*:

- Regras sobre o comportamento dos clientes: Quem compra que produtos? Que produtos constituem vendas casadas?
- Que situações podem causar atrasos ou problemas de qualidade?
- Qual o estágio de uma determinada tecnologia? Quais as instituições líderes em determinado campo do conhecimento? Que inovações estão surgindo?

Text Mining

As ferramentas de *text mining* podem ser definidas como a aplicação de técnicas de tratamento automático de linguagem natural, de classificação automática e de

representação gráfica do conteúdo cognitivo e fatural dos dados bibliográficos, segundo definição de Polanco (1998).

Com relação ao *text mining*, é importante ressaltar que quando se trata de informação estratégica é necessário iniciar por buscas em bases de dados bibliográficas bastante abrangentes que permitam a recuperação de informações em diversos níveis, tanto as já consolidadas quanto as que representam as novidades da área.

Segundo Dou (1995), quando buscamos informações em nível operacional, o ponto de partida são muitos descritores, que levam à recuperação de poucas informações, com alta pertinência; para informações estratégicas, são poucos descritores que levam à recuperação de muitas informações, que devem ser filtradas automaticamente a fim de que se possa ter o quadro de tendências tecnológicas, associações e especialistas etc. (Ver figura 4)

Figura 4: Estratégica para recuperação da informação visando a prospecção



O CRRM – Centre de Recherche Retrospective de Marseille desenvolveu os softwares Dataview e Datalist, que permitem o tratamento estatístico de qualquer conjunto de informações recuperadas em bases de dados bibliográficas, através de técnicas próximas às usadas no tratamento de pesquisas (Rostaing, 1993). Permite, também, obter uma apresentação das referências bibliográficas de forma tabulada para posterior análise dos dados.

O conjunto de softwares do CRRM, bem como aqueles desenvolvidos pelo Georgia Institute of Technology (TOAS/Vantage Point³), pelo INIST (NEURODOC,SDOC), pela Ecole de Mines (Leximape) são baseados em princípios bibliométricos e se adequam à análise automática de informações estruturadas.

Estas ferramentas objetivam tratar grandes quantidades de informação, elaborar quadros e gráficos, que facilitem a tarefa do analista e agilizem a transformação da informação em inteligência.

As análises resultantes podem dar informações sobre uma tecnologia emergente: quem está fazendo o quê, mapear como os subtópicos se interrelacionam e realizar análises de tendências em publicações, patentes, citações etc. Outras aplicações do *text mining* podem fornecer respostas imediatas a uma série de questões ligadas à gestão tecnológica. Podem fazer o benchmark de uma tecnologia, identificar os concorrentes e suas competências, localizar especialistas em determinados tópicos.

Análise de patentes: É baseada no pressuposto de que o aumento do interesse por novas tecnologias se refletirá no aumento da atividade de P&D e que isso, por sua vez, se refletirá no aumento de depósito de patentes. Assim, presume-se que se pode identificar novas tecnologias pela análise dos padrões de pedidos de patentes em determinados campos. Os resultados são muitas vezes apresentados de forma quantificada, mas seu uso no processo decisório é baseado numa avaliação qualitativa.

Análise de conteúdo: É baseado no conceito de que a importância relativa dos eventos sociais, políticos, tecnológicos, comerciais e econômicos se refletem na atenção com que são contemplados pela mídia especializada ou geral. Assim pela medição ao longo do tempo do número de referências incluídas em bases de dados, espaço nos jornais, tempo de televisão, número de informações na Internet, pode-se prospectar a evolução, direção, natureza, e velocidade de uma mudança. Em áreas técnicas, pode ser usada para projetar avanços de novas tecnologias, crescente atratividade do mercado, ciclo de vida de produtos ou processos.

Cientometria: a cientometria, embora antiga, é citada por Coates et al (2000) como um método de prospecção emergente. A constatação que uma crescente porcentagem das inovações, atualmente, surge diretamente da pesquisa científica⁴ coloca um desafio para a cientometria que é encontrar ferramentas que identifiquem que áreas da ciência podem ser exploradas comercialmente. Isto normalmente é feito através da opinião de especialistas, havendo poucos métodos objetivos ou quantitativos para complementar. Modelos da

³ As técnicas de text mining e o Vantage Point foram usados pelo Projeto Tendências na elaboração do estudo "Mapeamento Tecnológico - Tendências Internacionais da Cadeia de O&G: Exploração, Produção, Refino e Gás Natural".

⁴ Segundo Coates et al (2001), "muitas pessoas hoje dizem que uma crescente porcentagem das inovações parece resultar imediata e diretamente da pesquisa científica. As indústrias intensivas em ciência, como identificado pela grande proporção de patentes, detidas por esse segmento, que citam artigos científicos, estão aumentando. Em 1960, menos de 10% das patentes, em qualquer segmento industrial, citavam artigos científicos. Hoje 90% das patentes nas indústrias baseadas na biologia, como a indústria farmacêutica, citam artigos científicos, da mesma maneira que 50% das patentes na indústria química e 35% das patentes nas indústrias baseadas na física, como computadores e telecomunicações. Quase todas as indústrias estão se tornando mais intensivas em ciência e novas formas de prospecção deverão aparecer para atender a essas necessidades".

estrutura da ciência vêm sendo usados pelas empresas para prospectar quando a ciência pode ser explorada, mas ainda há muito a ser feito.

6.6 Criatividade

A criatividade é um meio de ampliar a habilidade de visualizar futuros alternativos. Alguns métodos contribuem para aprimorar esta característica naqueles que trabalham com prospecção ou gestão de tecnologia. Guilford, apud Porter et al (1991), identifica 5 elementos chave na criatividade:

- Fluência: habilidade de gerar idéias em grande volume.
- Flexibilidade: habilidade de transformar conceitos familiares em novas formas ou mudar de velhos conceitos para novos.
- Originalidade: habilidade de ter idéias fora do comum.
- Percepção (*awareness*): habilidade de imaginar e perceber conexões e relações não óbvias.
- Vigor (*drive*): motivação e força para realizar.

Alguns métodos usados para ampliar a criatividade sejam de forma individual ou coletiva, podem ser usados na prospecção, possibilitando a identificação de futuros alternativos. A seguir descrevemos alguns desses métodos:

6.6.1 Análise morfológica

Funciona através da criação de listas de todas as combinações possíveis das características ou formatos de um determinado objeto para determinar as diferentes categorias de aplicação ou efeito. Representa um método para descobrir novos produtos e novas possibilidades dos processos. Os usuários determinam em primeiro lugar as funções essenciais do produto ou processo. Em seguida, listam os diferentes meios pelos quais cada uma dessas funções poderia ser satisfeita. Finalmente, usam a matriz para identificar novas e razoáveis combinações que poderiam resultar em novos produtos ou processos. Essa técnica pode ser usada para identificar novas oportunidades não óbvias para a empresa, bem como para produtos e processos que o concorrente pode estar desenvolvendo.

Segundo Godet (2000), o objetivo da análise morfológica é explorar de forma sistemática os futuros possíveis a partir do estudo de todas as combinações resultantes da decomposição de um sistema.

6.6.2 Análise de Impacto

Inclui os métodos que consideram o fato de que em uma sociedade complexa como a nossa, tendências, eventos e decisões muitas vezes têm conseqüências que não são desejadas nem percebidas com antecipação. Essa técnica combina o uso do pensamento emocional e racional para projetar impactos secundários, terciários dessas ocorrências. Os resultados são qualitativos e a técnica é usada, principalmente, para analisar conseqüências

potenciais dos avanços tecnológicos projetados ou determinar áreas para as quais os esforços de prospecção deveriam ser direcionados.

6.6.3 Brainstorming

É uma técnica de trabalho em grupo onde a intenção é produzir o máximo de soluções possíveis para um determinado problema. Serve para estimular a imaginação e fazer surgir idéias. Os membros de um grupo são convidados a opinar sobre um problema ou tema. A ênfase do processo está na geração de um grande número de idéias (fluência) e as críticas ao longo do processo são proibidas. Embora o brainstorming seja um conceito bastante antigo, ainda é amplamente usado.

6.6.4 Focus Group

Este método envolve a constituição de um grupo de pessoas para discutir um determinado tema. É frequentemente usado na área de pesquisa de mercado para identificar fatores mais qualitativos em relação à forma como um produto é percebido pelos usuários.

6.6.5 Metáforas e analogias

Metáforas são palavras ou frases aplicadas a conceitos ou objetos aos quais não estão diretamente relacionados. Analogias representam o reconhecimento de similaridades entre coisas de natureza diversa.

São técnicas baseadas na observação de que padrões de desenvolvimento tecnológico e de adoção pelo mercado de novas tecnologias são similares aos do passado. Aplicando esta técnica identificam-se as analogias apropriadas e se analisam as similaridades e diferenças. Normalmente é desejável identificar mais de um exemplo aplicável para minimizar a probabilidade de selecionar analogias falsas ou inapropriadas.

6.6.6 Ficção científica

A ficção científica não pretende prever o futuro, mas algumas vezes cientistas competentes, que dominam o assunto, intuitivamente escrevem sobre algo que posteriormente se torna realidade. Alguns casos são históricos como o de Júlio Verne, com inúmeras idéias que hoje fazem parte do cotidiano, Aldous Huxley com a engenharia genética, Arthur Clark com os satélites de comunicação.

6.7 Métodos, técnicas e ferramentas emergentes

Os crescentes desafios têm levado a novos enfoques para a prospecção tecnológica e avaliação de seus impactos. Uma nova geração de métodos, técnicas e ferramentas parece estar surgindo. Algumas delas são modificações de velhas técnicas e outras são adaptadas de disciplinas correlatas como a ciência política, gestão da inovação, ciétiometria e ciência da computação. Entre as novas ferramentas – ou novo ou maior uso das antigas – aparecem gestão de cenários, evolução de tecnologias e redes organizacionais, ciétiometria, análise bibliométrica e data mining, entre outras. Destacamos abaixo algumas dessas técnicas emergentes.

6.7.1 Scenario Management

Foi desenvolvido um processo computadorizado de gestão de cenários, particularmente bem adaptado para decisões empresariais. Permite a inclusão de perspectivas

organizacionais específicas de uma empresa no desenvolvimento de estratégias. Iniciando-se com uma avaliação do campo da decisão (*market share*, distribuição, lucro, funcionalidade) os cenários são desenvolvidos. Podem abranger entre 60 a 150 fatores de influência como, por exemplo, concorrentes, clientes, fornecedores, ambiente global. Cenários internos e externos podem ser criados. Uma matriz de influências ajuda a selecionar os fatores chave. Seus possíveis desenvolvimentos são projetados no futuro, usando análise de cluster. (Coates et al. 2001)

6.7.2 TRIZ

Durante as décadas de 50 e 60, foi desenvolvido, na União Soviética, um sistema chamado TRIZ. Usava a análise de centenas de milhares de patentes para deduzir padrões de inovação tecnológica e postular leis da evolução do sistema de tecnologia. Como foi publicado em russo, permaneceu durante muito tempo desconhecido no ocidente. Atualmente, novos desenvolvimentos vêm sendo feitos no TRIZ com ênfase na evolução direcionada da tecnologia. Esse processo permite a identificação pró-ativa de objetivos estratégicos e o desenvolvimento de plano tático para alcançá-los. O TRIZ tem alguns aspectos da análise morfológica proposta por Zwicky na década de 40, mas é mais normativo. (Coates et al. 2001)

7 PONTO POSITIVOS E LIMITAÇÕES DOS MÉTODOS

Os estudos prospectivos tentam esclarecer a natureza, o valor, a probabilidade e determinar o tempo de desenvolvimentos científicos e tecnológicos relevantes. Esses elementos podem ser oportunidades ou ameaças e podem ter um impacto potencial em uma única empresa ou em diversas empresas coletivamente. Podem ter um impacto na cadeia de fornecedores, em setores da indústria ou em mercados consumidores. É importante que os governos e organizações internacionais, tais como agências de saúde e ambientais, realizem atividades de prospecção. Estas atividades podem complementar o planejamento, o marketing ou e os estudos de prospecção formais ou informais realizados por associações de classe ou por companhias individuais. Um benefício extra dos estudos nacionais ou internacionais que são conduzidos em uma maneira participativa é que podem facilitar o networking entre companhias.

A tecnologia não pode ser considerada isolada dos fatores ambientais, sociais, econômicos e políticos e todos estes fatores podem afetar o desempenho de uma instituição. A qualidade da tomada de decisão no planejamento estratégico pode ser melhorada pela informação sobre esses fatores e pelo conhecimento e experiência obtidos a partir de tal informação.

Os estudos de forecasting e foresighting estendem e expandem os benefícios da inteligência de marketing e estimulam simultaneamente práticas de aprendizagem e melhoria. Muito do valor de as organizações se engajarem em atividades de prospecção está em trabalhar com os processos em si e não apenas na leitura dos resultados e dos relatórios formais resultantes do exercício.

A informação prospectiva dá legitimidade à visão. Uma razão comum para que uma empresa mude seu principal executivo é injetar uma visão nova na organização. Os exercícios de prospecção podem fornecer uma maneira alternativa de criar a visão nova; são menos dependentes do talento ou da inspiração de alguns indivíduos chaves. Uma representação ampla dos funcionários pode ser envolvida em prospecção, ou pode aprender com seus impactos e resultados. Isto tem benefícios diretos uma vez que a visão já foi comunicada e é mais bem compreendida na organização. Há também benefícios indiretos em termos de *empowerment*, motivação e aprendizagem.

As atividades de prospecção devem estar intimamente ligadas ao processo de formulação de políticas e estratégias das organizações, sejam elas privadas ou públicas. Não deve ser vista como uma atividade isolada nem deveria ter um caráter acadêmico, pois só assim os resultados dos estudos contribuirão para a melhoria do processo decisório.

Os estudos prospectivos devem ser uma atividade sistemática quando se pretende obter valor e real utilidade. A prospecção não necessita ser realizada continuamente ou freqüentemente, mas deve-se repetir em intervalos apropriados. O monitoramento / inteligência, idealmente, deve ser contínuo e integrado à filosofia e à cultura da organização.

Se os estudos prospectivos não são compreendidos claramente e bem estruturados podem consumir recursos consideráveis em termos de esforço e recursos. Antes de começar qualquer atividade de prospecção é importante rever a necessidade de olhar para o futuro e

adequar isso aos recursos disponíveis. A qualidade e utilidade dos resultados são muito dependentes da qualidade da informação obtida e da perícia com que é analisada e usada.

Os resultados das primeiras tentativas de estudos prospectivos podem ser decepcionantes. Por uma variedade de razões pode haver uma falta de convicção nos estágios iniciais de implantação do processo. Por exemplo: a informação pode não ser suficientemente detalhada ou relevante; novas fontes de informação têm que ser identificadas; novos contatos ou novas redes têm que ser estabelecidos; a relevância e o valor de técnicas diferentes têm que ser revistos. Entretanto, o processo não deve ser abandonado em seu estágio inicial. Um trabalho adicional levará a melhores resultados. A melhor maneira de aprender as habilidades e avaliar as fontes melhores e mais relevantes e os métodos mais úteis para cada companhia, é realmente fazendo: *learning by doing*.

Uma indicação da visão ou da missão ou a definição da competência essencial podem estreitar o foco dos estudos do futuro, mas deve-se ter cuidado para impedir que o foco torne-se demasiado estreito. O valor de qualquer estudo seria reduzido se os modelos mentais se tornarem demasiado estreitos ou fechados; as organizações sob tais circunstâncias não reconhecem a relevância potencial de determinados tendências e desenvolvimentos.

Quadro 2: Pontos fortes e fracos dos métodos apresentados*

Método	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Monitoramento & Sistemas de Inteligência	<p>Fornecer uma grande quantidade de informação, oriunda de um diversificado número de fontes.</p> <p>Pode ser usada no início da prospecção, como contextualização inicial do tema, e ao final, como forma de manter os temas críticos permanentemente atualizados.</p>	<p>Pode resultar no excesso de informação, não seletiva e não analisada.</p> <p>As informações por si, estão mais relacionadas ao passado e ao presente, portanto, só a análise pode dar a perspectiva do futuro.</p>
Tendências	<p>Fornecer previsões substanciais, baseadas em parâmetros quantificáveis.</p> <p>É particularmente precisa no curto prazo.</p>	<p>Requer dados históricos consistentes e coletados ao longo de um período razoável de tempo.</p> <p>Só funciona para parâmetros quantificáveis.</p> <p>É vulnerável a mudanças bruscas e descontinuidades.</p> <p>Pode ser perigosa quando se faz projeções de longo prazo.</p>
Opinião de Especialistas	<p>Permite a identificação de muitos modelos e percepções internalizados pelos especialistas que os tornam explícitos.</p> <p>Permite que a intuição encontre espaço na prospecção.</p> <p>Incorpora à prospecção aqueles que</p>	<p>Muitas vezes é difícil identificar os especialistas.</p> <p>Muitas vezes as projeções que fazem são erradas ou preconceituosas.</p> <p>Às vezes são ambíguas e divergentes entre especialistas da mesma área.</p>

	realmente entendem da área que está sendo prospectada.	
Cenários	<p>Apresentam retratos ricos e complexos dos futuros possíveis.</p> <p>Incorporam uma grande variedade de informações qualitativas e quantitativas produzidas através de outros métodos de prospecção.</p> <p>Normalmente incorporam elementos que permitem ao decisor definir a ação.</p>	<p>Algumas vezes são mais fantasia do que prospecção, quando se identifica o futuro desejado sem considerar as restrições e barreiras que se tem que ultrapassar para chegar até lá.</p>
Método	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Métodos computacionais e ferramentas analíticas	<p>Modelos podem exibir comportamento de sistemas complexos simplesmente pela separação de aspectos importantes dos detalhes desnecessários.</p> <p>Alguns sistemas oferecem possibilidade de incorporação do julgamento humano.</p> <p>Fornecem excelentes percepções e análises sobre o comportamento de sistemas complexos.</p> <p>Possibilitam o tratamento analítico de grandes quantidades de dados.</p>	<p>Técnicas sofisticadas podem camuflar falsos pressupostos e apresentar resultados de má qualidade.</p> <p>Alguns modelos e simulações contêm pressupostos essenciais que devem ser testados para ver sua aplicabilidade ao estudo.</p> <p>Todos os modelos requerem adaptações antes de serem usados e devem ser validados.</p> <p>O sucesso na previsão de um comportamento histórico não garante a previsão bem sucedida do futuro.</p> <p>As fontes de dados usadas em <i>data</i> e <i>text mining</i> devem ter um certo grau de padronização para que a análise não induza a erros.</p>
Criatividade	<p>Aumenta a habilidade de visualizar futuros alternativos.</p> <p>Diminui as visões preconcebidas dos problemas ou situações.</p> <p>Encoraja a criação de um novo padrão de percepção.</p> <p>É excelente para ser usado no início do processo.</p>	<p>O coordenador ou líder do grupo deve ter capacidade de condução do processo para evitar descaminhos.</p> <p>Se mal conduzido, pode leva à futurologia e descrédito do processo.</p>

Fonte: Coelho, 2003, baseado em Porter et al, 1991.

Gavigan (1999) fez uma comparação dos estudos de prospecção realizados em nível nacional e internacional, a partir de 1995, buscando caracterizá-los. A tabela 2 apresenta os resultados desse trabalho, tendo sido efetuadas as seguintes alterações no quadro original:

- A coluna 3 (data) originariamente apresentava a sigla do estudo e o ano de realização. Foi excluída a sigla, mantido o ano e a tabela foi reorganizada pela data do estudo.
- Foram incorporadas informações sobre os dois estudos de prospecção tecnológica realizados pelo Brasil: Prospectar e Prospeciva.

Tabela 2: Caracterização de estudos de prospecção realizados em nível nacional e internacional

Estados Unidos	White House Office of Science & Technology Policy - Critical Technologies, 1995	1995	TC	Sim	10-20	Benchmarking	Não	P&D governamental (federal)	Não	
França	Ministère d'Economie, Finances et Industrie - Technologies Clé	1995	Painel de especialistas e TC	Sim	5-10	Benchmarking	Não	P&D para a indústria, pública e privada	Programa de P&D, Campanha de divulgação	Painel de especialistas
Reino Unido	Office of Science and Technology – Partnership for Progress, 1995	1995	Painel de especialistas	Sim	10-20	Benchmarking	Cenários setoriais	Atores em C&T, infra-estrutura	Sim, amplas	Painel de especialistas, expert survey, eventos
Estados Unidos	George Washington University Delphi Survey, 1996	1996	Delphi	Não	10	Indicação do país líder	Não		Não	Expert survey
Itália	First Report on National Priorities of Industrial Research - Fondazione Rosselli, 1996	1996	Painel de especialistas e TC	Não	10	Estado-da-arte internacional	Não	P&D para a indústria	Não	Painel de especialistas, consultores
Austrália	Australian Science, Technology and Engineering Council, 1996	1997	Cenários	Sim	15	SWOT	Cenários setoriais	Priorização para C&T	Não	Consulta ampla, painel de especialistas
Japão	Science and Technology Agency and NISTEP Delphi, 1997	1997	Delphi	Sim	30	Necessidade de cooperação	Societal snapshot images	C&T em geral	Não	Expert survey
África do Sul	National Research and Technology Foresight Project (NRFT)	1998	SWOT e Cenários	Sim	10-20	SWOT		C&T em geral		Análise SWOT, consulta a especialistas



PROJETO CTPETRO
Tendências Tecnológicas

Alemanha	Delphi, 1998	1998	Delphi	Sim	30	Necessidade de cooperação	Megatendências	C&T em geral	Sim	Expert survey
Áustria	Delphi, 1998 - Ministry of Science and Transport - Institute of Technology Assessment of the Austrian Academy of Science	1998	Delphi	Sim	15	SWOT	Megatendências	Oportunidades de liderança	Sim, em alguns campos	Expert survey
Estados Unidos	New Force at Work - Industry views critical technologies - Office of Science and Technology Policy, Rand Critical Technologies Institute	1998	TC	Sim	5-20	Benchmarking	Não	P&D governamental (federal)	Não	Entrevistas
Holanda	Ministry of Economic Affairs - Technology Radar, 1998	1998	Painel de especialistas	Sim	10	Lista consolidada de tecnologias chave	Não	Cooperação empresas-institutos de pesquisa	Não	Entrevistas
Irlanda	Irish Council for Science, Technology and Innovation, Forfas, 1998	1998	Painel de especialistas	Sim	15	Totalmente implícita	Cenários setoriais	Atores em C&T, infra-estrutura	Sim	Painel de especialistas, workshops
Nova Zelândia	Ministry of Research, Science and Technology, 1998	1998	Cenários	Sim	15	Totalmente implícita	Cenários nacionais	Prioridades de financiamento para C&T	Sim, planejado	Consulta ampla, painel de especialistas
Espanha	First Report on Industrial Technological Foresight	1999	Delphi	Sim	15			P&D para a indústria		Expert survey



PROJETO CTPETRO
Tendências Tecnológicas

França	Observatoire de Science et Technologies, Technologies Clé, 2005	1999	Painel de especialistas e TC	Sim	5-10	Benchmarking	Não	P&D para a indústria, pública e privada		Painel de especialistas
Hungria	Hungarian Technology Foresight Programm	1999	Delphi e Painel de especialistas	Sim	15	Benchmarking	Cenários setoriais	C&T em geral		Expert survey, painel de especialistas
Itália	Second Report on National Priorities for Industrial Research - Fondazione Rosselli, 1999	1999	Painel de especialistas e TC	Sim				P&D para a indústria		Painel de especialistas
Reino Unido	UK Foresight Programme	1999	Painel de especialistas	Sim	10-20	Benchmarking	Cenários setoriais			
Suécia	Technology Foresight in Sweden	1999	Painel de especialistas	Sim	10-20					Painel de especialistas
Brasil	Ministério da Ciência e Tecnologia - Programa Prospectar	2000	Delphi e TC	Sim	10	Benchmarking	Não	Prioridades de financiamento para C&T	Planejada	Nova rodada Delphi prevista para 2003/4
Brasil	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio - Programa Brasileiro de Prospectiva Tecnológica	2000	Delphi e outros	Sim	10	Totalmente implícita	Cenários setoriais	Identificação de gargalos tecnológicos	Planejada	

Fonte: Gavigan (1999)

8.1 Millenium Project (Nações Unidas)

O Projeto foi criado através de um estudo de viabilidade de três anos, financiado pela Environmental Protection Agency dos Estados Unidos, o United Nations Development Program - UNDP e a UNESCO. Este estudo, no qual participaram cerca de 200 futuristas e acadêmicos de 50 países, concluiu que o objetivo do Projeto deveria ser apoiar a organização de pesquisas sobre o futuro, atualizar e aprimorar o pensamento global sobre o futuro e tornar esse pensamento disponível através da mídia para utilização na definição de políticas públicas, treinamentos avançados, educação pública e *feedback* para criar conhecimento acumulado sobre os futuros potenciais. Uma das metas do projeto é reduzir o *gap* entre as visões do futuro desejável e os futuros possíveis. Nesse sentido, as pesquisas sobre o futuro não são passivas. Elas facilitam o alinhamento entre as circunstâncias desejadas e possíveis.

A motivação inicial do Projeto Millenium foi apresentada pelo Futures Group à ONU e, em seguida, ao Smithsonian Institute. O projeto foi proposto para preencher a necessidade de um sistema internacional que pudesse dar coerência, *feedback* sistemático e continuidade ao conjunto de conhecimentos sobre estudos do futuro que estavam globalmente dispersos. Foi constatado que nenhuma organização isoladamente poderia executar esse trabalho.

O projeto Millenium está sendo conduzido pelo American Council para a United Nations University, em cooperação com o Smithsonian Institute e o Futures Group. Foi idealizado para ter uma função integradora em futuras pesquisas internacionais.

Atualmente, o Projeto cumpre essas finalidades conectando indivíduos e instituições em todo o mundo para colaborar nas pesquisas referentes a importantes desafios globais. O Projeto não é um estudo pontual sobre o futuro, mas provê uma capacidade permanente como um “think tank” geográfica e institucionalmente disperso. Foi selecionado entre as 100 Melhores Práticas pela UN Habitat, entre as 7 melhores organizações de prospecção pelo US Office of Energy, entre os 10 Melhores de 1997 pelo Future Survey e a revista internacional *Technological Forecasting & Social Change* dedica um volume por ano ao estado do futuro.

Até o momento, três fases foram completadas:

Fase 1 (1992): Foi um projeto piloto que identificava e conectava futuristas e acadêmicos em todo o mundo para avaliar aspectos relacionados à população e meio ambiente.

Fase 2 (1993/1994): Durante essa fase, duas tarefas foram completadas: um livro relacionado aos métodos de estudos do futuro e identificação de eventos de longo prazo importantes para a África.

Fase 3 (1994/1995): Resultou num estudo de viabilidade final que mostrou como um programa de estudos sobre o futuro globalmente cooperativo poderia ser implementado. O relatório relata as experiências das fases 1 e 2 e discute temas como a rede global, a coordenação dos estudos do futuro, disseminação dos resultados e avaliação.

O Projeto Millennium provê uma capacidade internacional para identificação de sinais fracos e análise de eventos globais oportunidades e estratégias de impacto no longo prazo.

Desde 1996, 1,015 futuristas, acadêmicos, decisores e planejadores de negócios distribuídos em cerca de 50 countries contribuem com suas percepções para o Projeto.

Os principais produtos do Projeto Millennium incluem:

- Avaliação das oportunidades e eventos de longo prazo mais significativos, bem como análise das políticas e agências a quem devem ser direcionadas.
- Rede de comunicação entre os futuristas e acadêmicos com sistema internacional de informação sobre pesquisas do futuro que provê acesso público.
- Relatório anual do Estado do Futuro (baseado na integração de outros estudos de prospecção e no próprio trabalho do Projeto, fundamentado no relatório do ano anterior).
- Estudos especiais, como: Eventos Futuros em Ciência e Tecnologia, Metodologia de Pesquisas do Futuro, Segurança Ambiental, Lições e Perguntas da História, Futuro da África.
- Treinamentos avançados na metodologia e análise de eventos críticos, oportunidades e desafios do futuro.

O projeto inclui um estudo específico sobre a área de ciência e tecnologia, cujo sumário executivo consta do Anexo 1. Em nível global esse é o estudo mais abrangente já feito.

O Projeto trabalha com organizações das Nações Unidas, governos, empresas, universidades e indivíduos. Para interconectar o pensamento global e local, onze nós (grupos de indivíduos ou instituições) foram estabelecidos para conduzir o projeto, localizados na Austrália (Brisbane), Europa Central (Praga), China (Beijing), Egito (Cairo), Índia (Madurai), Iran (Teerã), Itália (Roma), Japão (Tóquio), Rússia (Moscou), América do Sul (Buenos Aires) e Reino Unido (Londres). Para conectar a pesquisa à implementação, líderes políticos são entrevistados pelos nós do Projeto como parte da avaliação de ações propostas para direcionar eventos e oportunidades.

Alguns dos patrocinadores do Projeto Millennium são: Ford Motor Company, Monsanto Company, U.S. Environmental Protection Agency, Alan F. Kay and Hazel Henderson Foundation for Social Innovation, Motorola Corporation, US Army Environmental Policy Institute, Hughes Space and Communications, Shell International (Royal Dutch Shell), Pioneer Hi-Bred International, Foundation for the Future, Deloitte & Touche, General Motors and US Department of Energy.

8.2 IPTS e o Futures Project (União Européia)

O Institute of Prospective Technological Studies - IPTS é um dos sete Institutos do JRC – Joint Research Centre da União Européia, sendo o centro de referência europeu para as atividades de prospecção.

O IPTS foi estabelecido em Sevilha, em setembro de 1994, com o objetivo de tentar transpor a distância entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, baseado na observação que o

desenvolvimento tecnológico tem uma participação decisiva no processo de definição de estratégias e políticas.

A missão do IPTS é prover a União Europeia com análises sócio-econômicas para apoiar a tomada de decisão. Para isso monitora e analisa o desenvolvimento relacionado à ciência e a tecnologia, seus impactos setoriais, intersetoriais e suas inter-relações no contexto sócio-econômico e suas implicações para o futuro das políticas.

O objetivo principal do IPTS é contribuir e apoiar o desenvolvimento das políticas europeias com alto conteúdo científico e tecnológico, através de análises prospectivas técnico-econômicas multidisciplinares, especialmente considerando as tecnologias que possuem potencial de transformar a sociedade. Importantes esforços são devotados ao aumento do entendimento das complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

O IPTS atua basicamente em duas vertentes: fornecer informações para o desenvolvimento de políticas, ou seja, fornecer uma visão global coerente das mudanças da sociedade induzidas pelo progresso tecnológico; promover a interface entre programas onde uma abordagem multidisciplinar é requerida, considerando que a inovação usualmente ocorre como intersecção entre as trajetórias tecnológicas não relacionadas. Isto implica em criar espaços de debate e construir pontes entre os diferentes programas.

A maior parte dos trabalhos do IPTS é realizada em resposta a demandas específicas das Instituições da União Europeia (especialmente da Comissão Europeia e do Parlamento) mas também atua no terceiro setor e em organizações privadas, no seu campo de atividade e sob o mandato do JRC.

Em julho de 1995, a missão do IPTS foi ampliada e se incluiu em sua tarefa, a atividade de coletar informação sobre o desenvolvimento tecnológico e suas aplicações na Europa e no mundo, analisar e transmitir essas informações de forma sintética e com bom entendimento para os tomadores de decisão. Estes resultados são apresentados em forma de estudos, notas técnicas, relatórios e outras publicações (mais de 100 por ano).

Para cumprir esta proposta o IPTS, especialmente nos casos onde a neutralidade é importante de ser mantida, optou por atuar em duas perspectivas:

- foco em tecnologias emergentes
- foco em opções sócio-econômicas relevantes para as políticas, especialmente aquelas que possuem fortes componentes tecnológicos.

Ênfase particular é dada a campos chave de C&T, especialmente àqueles que possuem um papel de liderança e de transformação da sociedade, à compreensão das complexas interações entre tecnologia, economia e sociedade. São eles: as tecnologias para o desenvolvimento sustentável, ciências da vida, tecnologias da informação e comunicação e uma abordagem da tecnologia, emprego, competitividade e sociedade. Os tópicos cobertos incluem meio ambiente, energia e mudança climática, sociedade da informação, ciências da vida e biotecnologia, região mediterrânea e transporte e mobilidade.

Contando com mais de 100 pessoas, sendo cerca de 60% pesquisadores, o IPTS também utiliza consultores externos, tendo como colaboradores permanentes um pequeno grupo de renomados economistas.

Alguns exemplos da atividade de prospecção no IPTS são:

- IPTS Futures Project;
- Scenarios for Ambient Intelligence 2010;
- Emerging Thematic Priorities for European Research;
- Techno-Economic and Societal Impact of Enlargement.

8.2.1 Futures Project

O Futures Project é o principal projeto do IPTS. Visa analisar os impactos das direções tomadas nas políticas europeias de competitividade, emprego e tecnologia com um horizonte de referência em 2010 para o desenvolvimento de cenários.

Realizado ao longo de dois anos de investigação, pretende analisar as principais forças que irão mudar a face da União Europeia e do mundo, num horizonte de 10 anos. As forças relacionadas com a União Europeia incluem: *Enlargement, Euro, Deregulation, Demographic Ageing, Mosaic Society*. As forças globais incluem: Tecnologias da Informação e Comunicação, Biotecnologias, Desenvolvimento Sustentável.

O Futures Project é um estudo prospectivo em nível europeu, baseado em painéis de especialistas (envolvendo cerca de 200 especialistas), liderado pelo IPTS e apoiado pelo ESTO - European Science and Technology Observatory. O ESTO é a rede virtual que opera o IPTS que conta com a participação de 45 *think tanks* e Instituições de P&D (C&T); possui 20 membros natos e 25 membros associados. Atua em um processo de estratégias de políticas e decisão que incorpora as atividades de prospecção e avaliação (*ex-ante* e *ex-post*). Realiza estudos prospectivos em parceria com o IPTS e presta serviços à comunidade europeia em geral.

O Futures Project também atua no sentido de estimular a comunicação em rede com todos os países membros da UE e associados ao IPTS no sentido de compartilhar e comparar os resultados em projetos em parceria, workshops, seminários e conferências.

8.3 Prospectiva Tecnológica (Espanha)

O Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial - OPTI foi criado em dezembro de 1997, como uma fundação independente, vinculada ao Ministério da Indústria y Energia (MINER) e posteriormente ao Ministério de Ciencia y Tecnología. O objetivo de sua criação foi subsidiar o ministério e a tomada de decisões, utilizando técnicas de prospecção e vigilância tecnológica e disponibilização de informações adequadas para facilitar a definição de políticas e estratégias públicas e privadas.

O OPTI é uma instituição voltada ao programa de Prospectiva Tecnológica na Espanha. É a primeira experiência espanhola de amplo alcance, orientada essencialmente para o mundo industrial. A proposta considera que os estudos prospectivos podem auxiliar a reduzir a incerteza e pretende executar a atividade sistemática de observar a longo prazo o futuro da ciência, da tecnologia, da economia, e da sociedade com o propósito de identificar tecnologias emergentes. O corpo central de recursos humanos resume-se a poucas pessoas e atua através de uma rede de oito centros tecnológicos já existentes atuantes setorialmente e coordenados por um único centro integrador, a Escuela de Organización Industrial. Estes centros foram eleitos em função de sua especialização tecnológica e conhecimento, excelência reconhecida e facilidade de relação com os setores da indústria.

Os objetivos da OPTI são:

- Colocar à disposição da sociedade, das empresas e da administração pública uma base de informações e de conhecimentos comuns das tendências e previsões de futuro sobre o impacto e influência da tecnologia na indústria, no emprego e na competitividade.
- Servir de apoio para a tomada de decisão de caráter estratégico, tanto pelas empresas quanto pela administração, em temas em que os aspectos tecnológicos tenham uma importância evidente.
- Identificar tecnologias emergentes.

Suas principais atividades se concentram em:

- Estudos de Prospectiva Tecnológica como eixo fundamental;
- Vigilância Tecnológica;
- Análises da evolução tecnológica da indústria;
- Difusão de informação e sensibilização.

A prospecção nos diferentes setores foi realizada com base em uma mesma metodologia e atuação, definidas pelo próprio OPTI. A escolha da metodologia utilizada baseou-se em um estudo de viabilidade sobre metodologias e experiências de outros países, tais como Japão, França, Alemanha, Reino Unido e Austrália.

Para realização dos estudos prospectivos, foram selecionados oito setores relevantes para a indústria espanhola no que se refere à participação no PIB, geração de empregos e renda, impacto social e efeito dinamizador (agroalimentar, energia, meio ambiente, químico, TIC, transportes, básicos e transformadores e tradicionais).

É interessante notar que quando os representantes espanhóis justificam a escolha dos setores, ressaltam que aqueles tradicionais estão presentes em função de sua importante participação no PIB, a despeito de terem estas poucas possibilidades de realização de esforços tecnológicos.

Como informação de partida se determinou a situação atual de cada setor, identificando as tecnologias atuais em uso e os principais indicadores econômicos do setor, assim como as áreas científico-tecnológicas chave para o desenvolvimento futuro.

Questões determinantes para o processo foram: Objetivos políticos; Organismos Públicos relacionados; Entidades Operativas Executoras; Ações Temáticas/Setores; Metodologias e Recursos Econômicos.

O Programa de Prospectiva iniciou-se em 1998, sendo finalizado em 2001.

O exercício prospectivo foi definido em três fases:

- Pré-Prospectiva: envolve decisão estratégica, objetivos, temas e setores, metodologias e espaço temporal;
- Estudo: envolve os painéis de especialistas, os cenários e aplicação da metodologia Delphi.

- Pós-Prospectiva: envolve a exploração dos resultados, as recomendações e a difusão.

A metodologia utilizada compõe-se de:

- Seleção de temas;
- Painéis de especialistas;
- Cenários para identificar as megatendências;
- Tecnologias e acontecimentos associados;
- Questionários Delphi para seleção das tecnologias;
- Lista de Tecnologias críticas dentro de cada setor em horizontes de curto, médio e longo prazos;
- Elaboração de indicadores;
- Elaboração de recomendações.

Foram realizados 26 estudos em 6 setores industriais: Químico; Energia; Setores Tradicionais; Transporte; Agroalimentar; Setores Básicos e Transformadores. Envolveu também áreas de conhecimento de natureza transversal: Tecnologias da Informação e Comunicação; Meio Ambiente; Design; Materiais e Reciclagem.

Os resultados dos estudos foram colocados à disposição das empresas como uma base de informação e conhecimento das tendências e previsões de futuro sobre o impacto e influência das tecnologias objeto do estudo.

Os estudos foram realizados em um horizonte temporal de 15 anos, utilizando a metodologia Delphi, contando com 26 painéis de especialistas e tendo sido consultados 5000 especialistas (2000 respondentes).

Os grupos de trabalho foram essenciais para o processo de: identificação de mega tendências; identificação e seleção de tecnologias e acontecimentos associados; identificação de indicadores e elaboração de recomendações.

8.4 Foresight Programme (Reino Unido)

Coordenado pelo Office of Science and Technology do Department of Trade and Industry – DTI, do Reino Unido, o Foresight Programme iniciou suas atividades em 1994, visando aproximar pessoas chave, conhecimento e idéias para olhar além do horizonte de planejamento normal para identificar oportunidades potenciais da nova ciência e da tecnologia e ações que ajudem a tornar reais essas oportunidades .

O principal objetivo do Foresight Programme é desenvolver visões do futuro - olhando para as possíveis necessidades futuras, oportunidades e ameaças e decidindo o que poderá ser feito para estar pronto para enfrentar estes desafios, assegurando, ao mesmo tempo, vantagem competitiva em uma perspectiva de longo prazo e melhoria na qualidade de vida.

Construindo pontes entre negócios, ciência e governo, o Programa procura identificar os desafios para os próximos 10, 20 ou mais anos. Assim sendo, tenciona estimular uma mudança de cultura visando promover maior integração entre a indústria e a academia.

Até as mudanças introduzidas em 2002, os Painéis de Especialistas eram o coração do Foresight Programme. Cada painel era apoiado por um certo número de forças tarefa, que olhavam em maior detalhe as áreas específicas.

São dois tipos de painéis: Temáticos (focalizam tendências sociais e econômicas que possuem potencial de geração de riqueza e podem afetar a qualidade de vida no futuro) e, Setoriais (focalizam em setores de negócios ou em áreas de atividade visando reduzir os riscos dos investimentos e aumentar a taxa de retorno para os empreendedores, novas oportunidades de negócios, uma gestão de negócios mais efetiva e melhores planejamentos estratégicos).

A primeira fase do Programa cobriu o período 1994 -1999, com painéis para dezesseis áreas temáticas: Agricultura, Horticultura e Florestas; Químicos; Construção; Defesa e Espaço Aéreo; Energia; Serviços Financeiros; Meio Ambiente; Alimentação e Bebidas; Saúde e Ciências da Vida; Tecnologias da Informação, Eletrônica e Comunicação; Lazer e Aprendizado; Manufatura, Produção e Negócios; Ciências do Mar; Materiais; Marketing e Distribuição; Transportes.

Os painéis trabalharam com a técnica Delphi, que envolveu 10 mil respondentes, foram publicados 16 relatórios e este trabalho conseguiu influenciar a indústria, o governo e a academia.

A avaliação da primeira fase do Programa apontou para três pontos principais:

- o processo é tão importante quanto os resultados;
- a necessidade de expandir redes sociais que facilitem a integração entre diferentes áreas do conhecimento e que possam ir além dos limites tradicionais
- os resultados devem ser específicos e bem direcionados, de forma a permitir maior rapidez no debate entre os participantes.

Uma nova rodada de Foresight foi iniciada em abril de 1999. Buscou essencialmente desenvolver visões de futuro para serem utilizadas para melhorar a tomada de decisões; identificar novas oportunidades e novos mercados; construir pontes entre ciência, tecnologia, negócios e governo e ampliar o conjunto de especialistas e de conhecimento para incrementar a prosperidade nacional e o bem estar social.

Um terceiro objetivo se somou à busca da vantagem competitiva e melhoria da qualidade de vida: o desenvolvimento sustentável. Um ponto chave introduzido foi a abertura para maior participação, quer seja de profissionais mais jovens e dos intermediários dos processos. Envolveu equipes regionais e de negócios, particularmente as pequenas e médias empresas de todas as regiões incluindo a Escócia e o País de Gales. Foram realizados vários workshops, seminários e outros eventos regionais (mais de 150), 88 trabalhos já foram publicados e 13 relatórios de painéis já foram disponibilizados.

Esta 2ª rodada envolveu 10 painéis setoriais e 3 painéis temáticos (Envelhecimento, Manufatura e Prevenção aos Crimes). Os painéis consideraram particularmente: Educação, Habilidades e Treinamentos; e Desenvolvimento Sustentável.

Os painéis passaram a ser mais interativos entre si, em uma busca por maior diálogo visando a construção de uma perspectiva sistêmica. Foi também dada especial ênfase na área de disseminação dos resultados. Para isso, foi construído o Foresight Website, com o

objetivo de promover maior interação entre os participantes. Essa iniciativa não teve ainda o resultado esperado, talvez devido principalmente a questões culturais.

O OST acredita que o futuro do Programa deve estar focado nas seguintes atividades: uma análise dos desenvolvimentos recentes em C&T; construção de visões de futuro; impactos potenciais de C&T, tendências sociais e econômicas; cenários, recomendações para ação, e formação de redes.

Aparentemente, o Foresight Programme, por sua natureza institucional encontrou maiores facilidades de implementação tendo em vista a institucionalidade do setor de C&T no Reino Unido, ou seja, desde que o OST está contido no âmbito do DTI, a relação com o meio empresarial, industrial é mais forte e coesa, o que facilita a absorção e implementação dos resultados da prospecção.

Entre outros, alguns resultados devem ser ressaltados: 57 Projetos resultantes do estudo do Foresight foram apoiados em parceria de governo (47 milhões de libras) e indústria (83 milhões de libras).

Foram criados 4 centros de excelência em áreas consideradas prioritárias, em universidades do Reino Unido;

Houve uma decisão de se criar uma estratégia nacional para nanotecnologias e destinados mais recursos para apoiar a pesquisa básica e aplicada para prevenção de crimes.

Foram conduzidos 32 Programas Associados e muitos laços com as Associações de Comércio e Confederações de Indústrias já foram fortalecidos. Além disso, outros relatórios foram publicados e alguns resultados estão disponíveis no website.

O Programa foi completamente modificado e a atual rodada – lançada em abril de 2002 – opera através de um programa que olha 3 ou 4 áreas ao mesmo tempo. Cada projeto dura entre 9 a 15 meses. O ponto inicial de um projeto é um evento chave onde a ciência tem uma promessa de solução ou uma área limite da ciência onde as aplicações potenciais e as tecnologias ainda devem ser consideradas e articuladas. A participação é aberta e pode ser feita acessando o website do Programa. (www.foresight.gov.uk).

Cada projeto tem uma equipe dedicada no Foresight Directorate do DTI, auxiliada por especialistas. Essa equipe tem acesso às informações mais recentes sobre pesquisa e tem capacitação em técnicas de prospecção e estudos do futuro de forma a melhor captar e explorar ambientes futuros. Cada projeto recebe informações e percepções de uma rede de especialistas externos e cientistas e líderes em suas áreas de atividades.

8.4.1 Energy and Environment Panel

O Painel de Energia e Meio Ambiente é parte integrante do Programa Foresight e tem como principais objetivos: indicar oportunidades e desafios na oferta e demanda de energia e recursos naturais; aumentar a competitividade da Grã-Bretanha no setor energético; fomentar a colaboração entre academia, indústria, governo e outros setores; situar as discussões dentro de uma perspectiva de desenvolvimento sustentável, e identificar implicações no setor de educação e formação de recursos humanos.

O Painel identificou os principais forças-chave e tendências na área de energia e meio ambiente: crescimento populacional; aspirações sociais e estilo de vida, e crescimento econômico. Tais tendências possivelmente acarretariam, no futuro, escassez de água, exaustão dos recursos naturais, baixa qualidade do ar, perda da biodiversidade e aquecimento global.

Como pontos fundamentais para sustentabilidade foi indicada a necessidade de estabelecer um Programa de Tecnologias Sustentáveis para a Grã-Bretanha, com três sub-programas: i) estratégias e tecnologias para um mundo com escassez de água; ii) geração de energia com emissão próxima de zero, e iii) aumento na eficiência de produtos, processos de produção e uso.

Foram identificadas ações de curto, médio e longo prazo a serem implementadas em quatro recortes principais: design, produção e uso; indivíduos e instituições; contexto sócio-econômico, recursos naturais e meio ambiente.

Baseada em análise de cenários, foram identificados necessidades de desenvolvimento de P&D:

- emissões em sistemas distribuídos;
- eficiência de geração e uso final de tecnologias (carvão limpo, células combustíveis, biomassa e utilização de resíduos);
- atitudes e comportamento social;
- economia do hidrogênio, renascimento da pesquisa na área nuclear, e
- mecanismos de regulação adequados.

8.5 Technologies Clés (França)

O projeto Technologies Clés, coordenado pelo OTS - Observatoire des Technologies Strategiques do Ministério da Economia e Finanças francês, iniciou suas atividades em 1993.

Já foram realizados dois estudos, o primeiro deles em 1995 relativo às “100 tecnologias chave para a indústria francesa no horizonte de 2000” e o segundo, em 1999, sobre “Tecnologias Chave 2005”.

O objetivo do segundo estudo foi de:

- atualizar o primeiro estudo;
- responder a três questões: quais são as tecnologias importantes para a indústria francesa; qual a posição francesa em relação a estas; quais devem ser as prioridades tecnológicas;
- satisfazer a duas preocupações: ajudar as empresas a definir as tecnologias que devem desenvolver e dominar; e mobilizar os atores industriais em torno das tecnologias identificadas.

O trabalho foi desenvolvido em três fases: escolha dos especialistas de grupos de trabalho, a redação de dossiers temáticos etc; identificação, seleção das tecnologias e apreciação da posição francesa; seleção das tecnologias chave, definição de prioridades, elaboração da síntese e recomendações.

O processo do estudo foi muito importante. Coordenado pelo OTS, foi estabelecido um *Comité de Pilotage*, a instância superior de decisão do estudo e de proposição de recomendações, com um presidente e composto de 32 membros de empresas, instituições, como Anvar, OCDE etc.

No centro da execução, foi estabelecido o grupo de interação e qualidade, com um presidente e composto por 12 membros, cujos objetivos eram de garantir a qualidade e coerência do projeto; introduzir a noção de transversalidade entre os diferentes grupos de trabalho; conduzir uma reflexão sobre a interconexão entre as tecnologias; e assessorar os consultores.

Foram também constituídos oito grupos de trabalho em áreas selecionadas: tecnologias da vida, saúde e agroalimentar; tecnologias de informação e comunicação - TIC; materiais e química; ambiente e energia; construção, infra-estrutura e habitat; transporte, aeronáutica e espaço; bens e serviços de consumo; e tecnologias e métodos de concepção, produção e gestão.

Cada grupo foi formado por cerca de 12 pessoas. A limitação do número de pessoas nestes grupos para menos de 15, visando viabilizar os trabalhos, foi uma das estratégias utilizadas pelo OTS. Os grupos se reuniram por quatro períodos de meio dia, quando realizaram as escolhas de tecnologias e respectivas justificativas.

Para ampliar as opiniões, foi criado um fórum internet, para o qual a participação era livre. Este esforço não apresentou resultados significativos.

O projeto teve um período de realização de 15 meses.

A metodologia consistiu no recenseamento de tecnologias candidatas a serem chaves, seleção de tecnologias importantes em geral; nova seleção em função da avaliação das condições de sucesso destas tecnologias frente as especificidades francesas, ou seja, dar “nacionalidade às tecnologias”; avaliação das tecnologias chave propostas pelos grupos; definição final da lista geral de tecnologias chave pelo *Comité de Pilotage*.

Ressalta-se a importância do processo, da escolha da metodologia e de ter em conta as questões regionais e as PME.

Os principais resultados do projeto foram:

- reconhecimento da onipresença das TIC;
- a chegada sempre anunciada da biotecnologia, como uma tecnologia do futuro próximo, cuja efetivação não se dá, entre outros, por questões de patenteamento e problemas éticos;
- além das tecnologias organizacionais que já se identificavam como importantes, a noção da importância do cliente;
- as tecnologias “carrefours”, que servem para vários usos e se difundem por tudo, necessitando-se multicompetência; e
- um posicionamento científico satisfatório, um posicionamento industrial e comercial a ser aperfeiçoado.

Como principais recomendações, destaca-se a necessidade de se promover um diálogo entre pesquisa – indústria – coletividades territoriais e privilegiar uma abordagem europeia.

Também se considerou necessária a realização de trabalhos complementares em direção às regiões, no nível europeu e internacional. A importância de um foco regional se dá tendo em vista o papel cada vez mais importante destas no desenvolvimento tecnológico para promover as atividades econômicas regionais.

Por outro lado, a ausência da participação das PME nos resultados foi notada, tendo em vista que a participação no projeto se ateve a grande empresas e dos grandes centros de pesquisa e a sua visão tecnológica, sempre com a identificação de “macro-tecnologias”, as quais consideram que as PME não possuem chances de dominar. Com isso, considerou-se a importância da ênfase nas PME, que poderá se dar de melhor forma em nível regional. Com base nesses resultados, foi iniciada a caracterização das regiões por competências para cruzamento com as tecnologias chave.

8.6 Delphi/Futur (Alemanha)

Durante a década de 80, a política científica e tecnológica da Alemanha não era muito ativa em estudos prospectivos. Foi, predominantemente, uma década de forte apoio à pesquisa básica, principalmente em grandes centros, seguindo as recomendações de comitês consultivos científicos durante a década de 70 e no início da década de 80.

A crescente mudança tecnológica e a globalização dos mercados, bem como a situação especial após a reunificação da Alemanha, com suas sérias restrições orçamentárias, fez com que a situação mudasse.

Foram procuradas perspectivas e estratégias de longo prazo com vistas à melhor utilização dos recursos limitados. A seleção para o apoio e a priorização de certas tecnologias parecia ser uma necessidade incontornável. Por outro lado, o Estado tinha de ser cauteloso no sentido de não intervir demasiadamente no mercado e em suas forças autoreguladoras, nem no sistema de ciência auto-organizado. Assim, no início da década de 90, a Alemanha começou seus estudos prospectivos, com dois projetos de grande porte: Tecnologia no Início do Século XXI e o primeiro estudo Delphi alemão sobre desenvolvimento científico e tecnológico.

Iniciados como “projetos de risco” e tendo sido objeto de árduas críticas no início, os estudos prospectivos alemães posteriormente mostraram-se amplamente aceitos por aqueles que puderam utilizá-los. A mais recente abordagem prospectiva está apenas iniciando: o projeto FUTUR envolve não só especialistas, mas também pessoas interessadas, do público em geral.

A plataforma para intercâmbio de informação e discussão sobre o futuro, bem como para a criação de um banco de dados de pessoas que podem interagir num contexto de rede é a Internet (www.futur.de).

Além disso, em grupos de trabalho, a metodologia é aplicada para explorar e discutir tópicos do futuro. Os primeiros dois campos já em andamento são: “Mobilidade & Comunicação” e “Saúde & Qualidade de Vida”. O primeiro *workshop* ocorreu no mês de junho de 1999.

Os três métodos aplicados na Alemanha para estudos prospectivos de longo prazo cumprem as seguintes funções: Definição de direções; Determinação de prioridades; Inteligência antecipatória; Geração de consenso; Defesa/Promoção de uma causa, Comunicação e educação.

8.6.1 Tecnologia no Início do Século XXI

Tecnologia no início do Século XXI foi um projeto patrocinado pelo Ministério da Educação, Ciência, Pesquisa e Tecnologia da Alemanha – BMBF, denominado BMFT até 1994, iniciado em 1992 mediante um estudo da literatura internacional sobre prospecção tecnológica.

A principal motivação subjacente ao estudo era complementar os critérios de crescimento econômico com a idéia de crescimento usando-se novas tecnologias inteligentes. Em segundo lugar, aprendendo de fontes japonesas e americanas, pretendia-se testar uma nova metodologia, mais rigorosa e mais transparente.

A abordagem também visava à mobilização da *expertise* interna de gestores de pesquisa alemães para fins prospectivos.

O Instituto Fraunhofer de Pesquisa de Sistemas e Inovação (ISI), que assumiu a responsabilidade geral por essa tarefa, foi solicitado a conceber uma metodologia comparativamente nova e fundamentada em “árvores de relevância”.

O estudo concentrou-se nos seguintes pontos: seleção de tecnologias chave; critérios de avaliação dessas metodologias (árvores de relevância); inter-relação entre as tecnologias; escala de tempo. O horizonte do estudo foi a ano 2000.

8.6.2 O Primeiro Estudo Delphi 93

O primeiro estudo Delphi alemão utilizou as experiências prévias obtidas no Japão, onde se tem realizado um estudo Delphi de grande alcance a cada cinco anos desde 1971. A equipe do estudo Delphi alemão trabalhou com os 1.150 tópicos preparados para a quinta pesquisa japonesa e os traduziu para o alemão. O estudo alemão foi realizado, predominantemente, seguindo-se as mesmas diretrizes aplicadas à quinta pesquisa de prospecção tecnológica do Japão e ocorreu de setembro de 1992 a março de 1993.

O objetivo do estudo Delphi, que abrangeu o período de 1995-2020, consistiu em descobrir o grau de importância atribuído aos tópicos pelos especialistas, as principais restrições à realização ou razões para a não-realização, a precisão da determinação do tempo e a necessidade de cooperação internacional na busca do progresso tecnológico. Além disso, o grau de especialidade técnica dos participantes foi estimado pelos próprios participantes.

Conforme se esperava, não só a parte analítica do levantamento Delphi proporcionou informações importantes para a política de C&T alemã, como também houve um impacto sobre os participantes propriamente ditos. Ao responder as perguntas e comparar sua opinião frente a avaliações anônimas dos outros especialistas, ocorreu um efeito de aprendizado entre os participantes do estudo. Todos eles receberam as opiniões estimativas dos demais participantes no decorrer do estudo e puderam utilizar livremente as informações em seus laboratórios.

8.6.3 O Mini-Delphi

O Mini-Delphi foi um teste destinado a desenvolver suplementarmente o método Delphi, a fim de atender a crítica do primeiro levantamento Delphi alemão e obter dados mais específicos sobre algumas das áreas que são problemáticas na esfera internacional. O Mini-Delphi foi muito mais orientado para soluções técnicas para os campos problemáticos atuais ou emergentes, identificados como os mais importantes no estudo Delphi anterior. Comitês de especialistas no Japão e na Alemanha selecionaram os principais tópicos conjuntamente, em uma conferência realizada em Berlim, 1994, e em grupos virtuais. Entre a primeira e a segunda rodada, alguns dos tópicos tiveram de ser reformulados com maior precisão em razão de sugestões dos especialistas e foram introduzidos alguns novos tópicos.

Todo o procedimento do levantamento foi realizado em paralelo ao do Japão. Os parceiros de cooperação foram, uma vez mais, o Instituto Fraunhofer para Pesquisa de Sistemas e Inovação, na Alemanha, e o NISTEP - Instituto Nacional de Política Científica e Tecnológica, no Japão. Para cotejar cerca de 100 perguntas por tópico, foram contatados 2.300 especialistas na Alemanha na primeira rodada, identificados a partir de bancos de dados públicos, associações, catálogos de exposições comerciais, listas de participantes em conferências, literatura técnica, contatos pessoais, etc.

Uma das grandes metas desse estudo consistia em aperfeiçoar a metodologia. Foram incluídas perguntas não só sobre o nível de *expertise* estimada pelo respondente e o tempo de realização, como no levantamento anterior, mas também sobre soluções alternativas.

8.6.4 O Segundo Estudo Delphi 98

À medida que os estudos prospectivos ganharam mais atenção na Alemanha e a maioria das restrições mencionadas acima continuavam a existir, ficou evidente que a Alemanha precisava de novos conceitos para desenvolver o grau de eficácia necessário para o país poder dar saltos inovadores. Particularmente no que concerne aos programas de pesquisa ou às estratégias das empresas, a informação sobre o futuro é necessária para fundamentar decisões gerais sobre tais programas e estratégias. Portanto, as atividades prospectivas alemãs deveriam proporcionar mais informação sobre o futuro, no tocante, também, a todos os atores que não podem adquirir esse conhecimento por si sós (por exemplo, empresas de pequeno e médio porte, institutos de pesquisa, “o público”).

A segunda meta subjacente ao segundo estudo de grande alcance, iniciado em 1996, consistia em fazer com que os diferentes especialistas do sistema adquirissem consciência sobre o futuro, levando-os a pensar no longo prazo e a criar um certo compromisso de ações em diferentes campos.

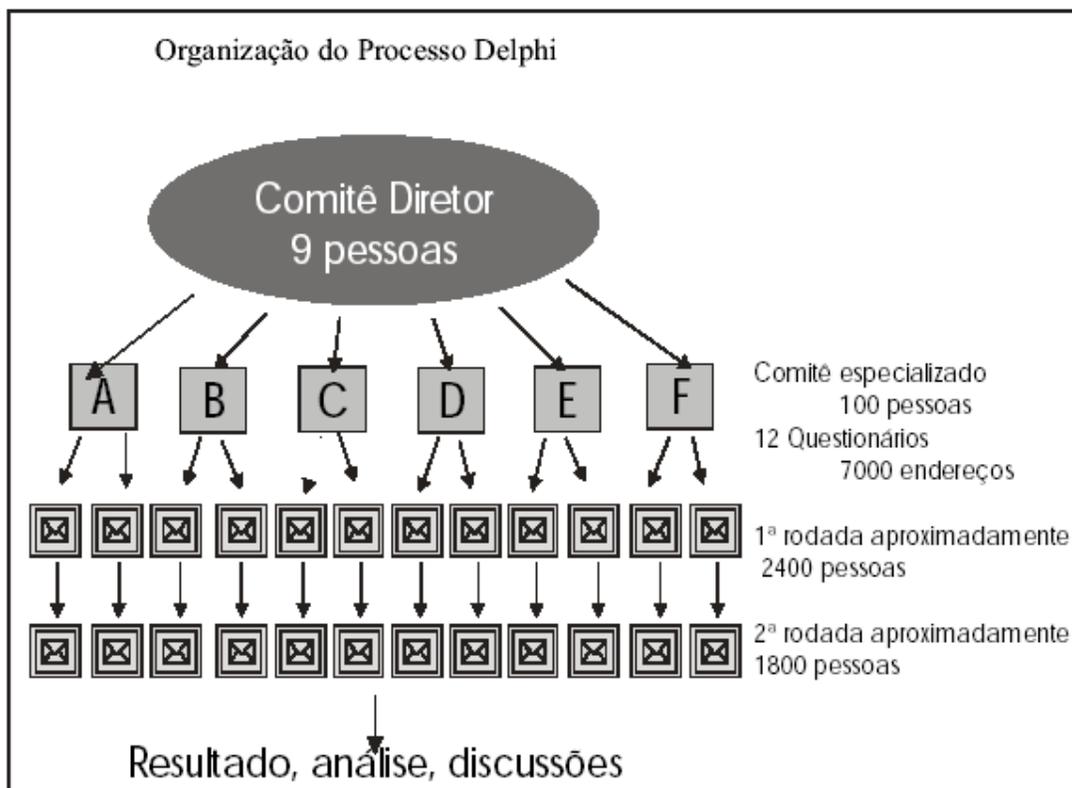
O Instituto Fraunhofer de Pesquisa de Sistemas e Inovação, uma vez mais, foi incumbido da tarefa de gerenciar esse projeto. O Ministro Federal criou um comitê diretor, constituído de membros proeminentes da área científica e industrial e dos meios de comunicação. Ao comitê coube a tarefa de assessorar o ministério em todas as decisões relativas à definição de importantes diretrizes de trabalho. A meta era responder às seguintes questões-chave – e, possivelmente, a outras questões que não haviam sido tratadas anteriormente de modo tão explícito.

- Em que áreas de inovação é possível esperar avanços significativos ao longo dos próximos 30 anos?

- Que conceitos de êxito estão vinculados a essas áreas?
- Que impacto esses avanços significativos podem ter sobre o desenvolvimento econômico?
- Em particular, que impacto é possível esperar sobre o trabalho e o emprego?
- Como a inovação tecnológica pode contribuir para a solução de problemas ecológicos?
- Como o desenvolvimento da sociedade será afetado pelos avanços em inovação?
- Quais países atualmente exibem o maior grau de desenvolvimento nas várias áreas de pesquisa e desenvolvimento?
- Que passos serão necessários para permitir que a Alemanha acompanhe ou se torne líder nessas áreas de P&D - nas quais ela atualmente é percebida como fraca - e como isso pode se traduzir em um êxito prático?
- Que problemas deverão surgir se as inovações previstas forem realizadas e utilizadas e se for necessário dispor dos produtos resultantes no futuro?
- Que resultados da pesquisa e do desenvolvimento produzirão o maior aumento do conhecimento humano?
- Dentro de que prazos os conceitos de sucesso e êxito nas áreas específicas atualmente em estudo poderão ser realizados/concretizados?

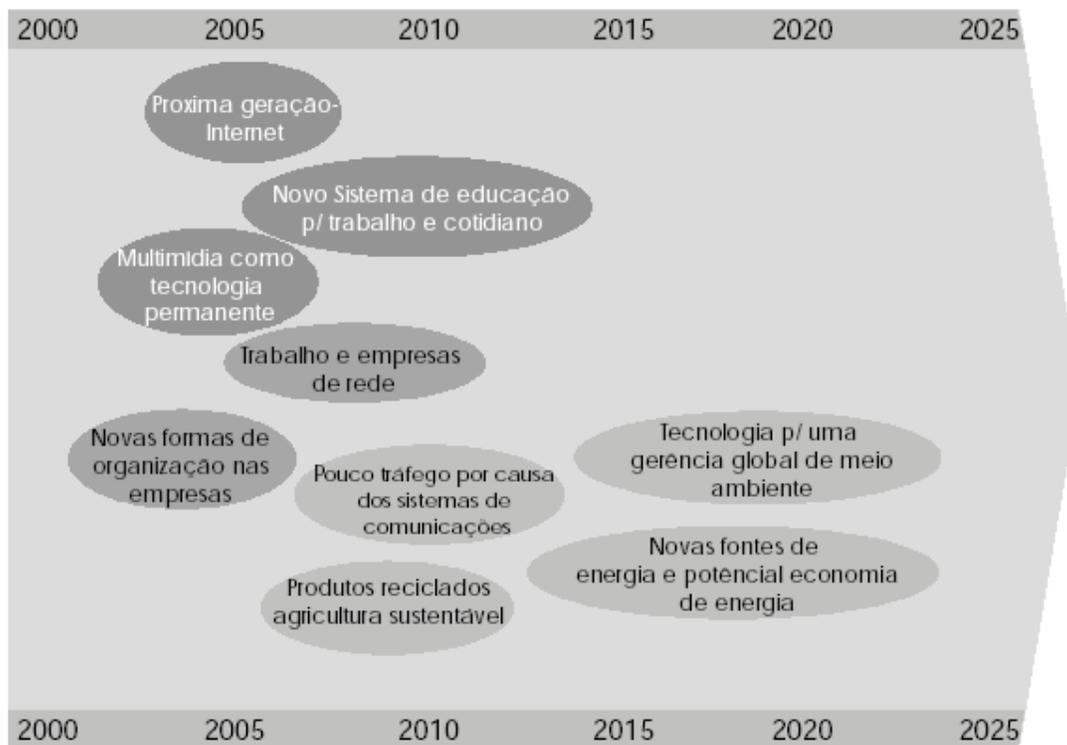
Para responder a essas perguntas, aplicou-se, novamente, o método Delphi, como apresentado na figura 5.

Figura 5: Organização do processo Delphi



Foram contatados grupos de especialistas compostos por mais de 100 indivíduos com conhecimento técnico especializado nessas áreas, representantes da indústria, instituições de educação superior e outras entidades. Eles foram responsáveis por coletar as informações mais importantes sobre os campos mencionados acima na área de pesquisa e desenvolvimento. Em seguida, foram formulados tópicos na forma de declarações, durante *workshops* e “reuniões virtuais”. Essas declarações sobre o futuro foram aperfeiçoadas repetidas vezes. Como requisito adicional, as inovações selecionadas foram vistas como propensas à realização dentro do horizonte de tempo aproximado dos próximos 30 anos, no máximo.

Figura 6: Horizonte de Tempo dos Campos de Inovação Mais Importantes



8.6.5 FUTUR – A Nova Abordagem Alemã

O processo de pesquisa exploratória do futuro de longo prazo não se entende como um processo que tem um fim pontual, mas sim como um processo necessariamente contínuo. Na conferência internacional “Pensamento Prospectivo: Chaves para o Futuro na Educação e Pesquisa”, realizada em junho de 1999, em Hamburgo, iniciou-se um processo denominado FUTUR.

O projeto FUTUR é a nova atividade alemã para a realização de estudos prospectivos e se fundamenta nos resultados dos estudos Delphi alemães, bem como nas experiências de

outros países. É um processo aberto e transparente, que inclui muitas partes interessadas do sistema de inovação e tem por objetivo prever desenvolvimentos futuros.

O projeto FUTUR é uma iniciativa do BMBF, na qual o Fraunhofer ISI também participa em aspectos de conceitualização. O componente de novidade é que o FUTUR envolve não apenas “especialistas”, mas também pessoas interessadas do público em geral. A plataforma para o intercâmbio de informações e para uma discussão sobre o futuro, bem como para a criação de um banco de dados de pessoas que podem interagir em uma rede, é a Internet. Além disso, nas equipes de trabalho, aplica-se uma metodologia para a exploração e discussão de tópicos futuros.

As metas mais amplas do FUTUR consistem em: prever desenvolvimentos futuros, desenvolver visões compartilhadas mediante um diálogo estratégico, e formular decisões que sejam tecnologicamente viáveis, socialmente aceitáveis, voltadas para o atendimento da demanda, além de economicamente adequadas e ecologicamente razoáveis. Entre os demais objetivos incluem-se: proporcionar informação sobre o futuro, agregar mais transparência aos desenvolvimentos futuros em ciência e tecnologia mediante o uso da Internet, receber contribuições de não-especialistas, bem como promover discussões motivadas sobre os desejos e as necessidades da sociedade. Portanto, serão examinadas não só a ciência e a tecnologia mas também a economia, a sociedade e outras áreas. Com o novo instrumento FUTUR, a meta é envolver as diferentes partes interessadas do sistema, ampliando a participação.

Equipes e grupos de trabalho estarão encarregados de acompanhar o processo. Nem todos os 12 campos temáticos do Delphi 98 serão discutidos ao mesmo tempo. Para adquirir experiência, foi selecionada uma área com um potencial de inovação bastante amplo: Mobilidade & Comunicação, à qual se seguirão outras áreas temáticas, à medida que aumentar a necessidade de tomada de decisão em ciência, na indústria e na política. O programa é apoiado por uma rede de especialistas e pessoas interessadas a fim de proporcionar acesso rápido a pessoas que dispõem de conhecimento sobre a matéria específica e facilitar a cooperação entre diferentes atores da área.

8.7 NISTEP Delphi (Japão)

No Japão há várias agências governamentais que fazem alguma forma de prospecção. A mais importante delas é o National Institute of Science and Technology Policy. – NISTEP, responsável pela realização de prospecção tecnológica em nível nacional a cada 5 anos.

O Japão é o pioneiro na realização desses estudos, tendo realizado o primeiro em 1971 e o sétimo e último em 2001. Os estudos utilizam o método Delphi e têm um horizonte de 30 anos.

Os objetivos do NISTEP são:

- Identificar tendências significativas na ciência e na tecnologia de forma a contribuir para o planejamento do governo e do setor privado.
- Construir um consenso sobre que tecnologias são essenciais para o Japão.

Como resultado, o Delphi não se direciona a nenhum alvo em particular nem para um objetivo específico. Segundo o NISTEP, o processo Delphi apresenta algumas vantagens:

- A comunidade de C&T é forçada periodicamente a pensar seriamente e em detalhe sobre as tendências significativas da ciência e tecnologia relativas a prioridades socio-econômicas importantes e obstáculos.
- A participação de especialistas da área de C&T fora do governo mantém o fluxo de informação no governo e melhora a capacidade de identificar demanda futuras da infra-estrutura nacional.
- O Delphi proporciona uma forma disciplinada de lidar com um amplo número de tópicos, inclusive novas áreas da ciência e tecnologias de ruptura.
- Os aspectos relativos à formação de consenso são importantes para a sociedade japonesa. Além disso, como é mantido o anonimato, não há problemas para aqueles que tiverem opiniões divergentes.

O processo é apoiado por uma equipe pequena e dirigido por um comitê composto por cerca de 15 especialistas em tecnologia de ponta. Cada um desses especialistas coordena um sub-comitê, composto por 10 a 15 pessoas, que é responsável pelo desenvolvimento das perguntas sobre as possíveis tecnologias de ruptura em setores específicos. Quando as perguntas estão prontas, o questionário é enviado em duas rodadas, sendo que a segunda inclui resultados da primeira.

O NISTEP vem fazendo uma avaliação dos resultados das previsões ao longo do tempo, identificando áreas onde houve um maior ou menor índice de acertos. A tabela 3 apresenta os tópicos classificados pelo tempo previsto de realização e foi calculada a taxa de realização para cada período de classificação. Tanto no primeiro quanto no segundo estudo, quanto menor o tempo de realização da previsão maior a taxa de realização incluindo tópicos parcialmente realizados. Além disso, tópicos com um alto percentual de resposta “não será realizado” tiveram uma taxa extremamente alta de não realização.

Tabela 3: Tempo de realização da previsão e taxa de realização

Tempo de realização da previsão	Número de tópicos	Taxa de realização %	Taxa de realização incluindo tópicos parcialmente realizados	Taxa de não realização %
-1980	29	45	86	14
1981-1985	212	37	76	24
1986-1990	244	20	59	41
1991-1995	75	9	35	65
1996-2000	47	9	26	74
2001-	37	3	22	78
Não realizados	72	3	19	81

A tabela 4, a seguir, dá uma visão geral do Delphi japonês:

Tabela 4: Mudanças na cobertura do NISTEP DELPHI

	Ano de implementação	Número de áreas tecnológicas	Número de tópicos	Período da prospecção	Número de respondentes
1º Estudo	1970-1971	5	644	1971-2000	2482
2º Estudo	1976	7	656	1976-2005	1316
3º Estudo	1981-1982	13	800	1981-2010	1727
4º Estudo	1986	17	1071	1986-2015	2007
5º Estudo	1991	16	1149	1991-2020	2385
6º Estudo	1996	14	1072	1996-2025	3586
7º Estudo	2000	16	1065	2001-2030	

8.8 AEPI (Estados Unidos)

O Army Environmental Policy Institute - AEPI é uma agência de apoio à Assistant Secretary of the Army for Installations, Logistics and the Environment. O AEPI conduz estudos para apoiar o desenvolvimento da política ambiental do Exército americano. Sua função principal é facilitar o desenvolvimento de políticas antecipatórias, com uma missão secundária de identificar e avaliar tendências e questões relacionadas ao meio ambiente.

O AEPI foi criado como resultado de conferências sobre meio ambiente realizadas em 1988/89, que enfatizaram o crescente impacto das questões ambientais na opinião pública e nas políticas governamentais. Isso mostrou a necessidade de um grupo com visão prospectiva que pudesse dar recomendações estratégicas em assuntos ambientais.

Embora o AEPI venha realizando análise de tendências desde 1991, o grupo de estudos do futuro só foi criado em dezembro de 1995. Até esta data, os estudos foram realizados com a contratação de consultores ad hoc.

O AEPI usa uma variada gama de metodologias e técnicas para analisar tendências do passado e presente para desenvolver um conjunto de futuros prováveis. O AEPI caracteriza as tendências em termos de seu direcionamento e magnitude ou intensidade da mudança. Elas são identificadas a partir de dados objetivos e subjetivos e o horizonte de tempo dos estudos varia de 10 a 30 anos.

Os temas dos estudos são identificados a partir de buscas em bases de dados e na Internet. Um software de *text mining* – Knowbot⁵ - é usado para identificar perfis tecnológicos através de publicações e patentes. Informações do pessoal interno bem como de colaboradores externos e de relatórios também são usadas. A ênfase maior é dada aos temas relacionados ao meio ambiente, embora temas sociais, econômicos, políticos também sejam tratados, na medida em que interagem com o meio ambiente.

O conjunto inicial de temas identificados é analisado tendo em vista sua relevância. Um comitê identifica as áreas de maior interesse e os tópicos ou tendências selecionados são

⁵ O Knowbot foi desenvolvido pelo Georgia Institute de Technology e, atualmente, tem uma versão comercial chamada Vantage Point.

submetidos à análise de especialistas. Além disso, uma avaliação da probabilidade de impacto e ocorrência também é feita. Baseado nas tendências identificadas, o AEPI faz análises mais aprofundadas e recomenda ações ao Exército.

Em todos os casos, alguma forma de análise de séries temporais é feita para confirmar a tendência. A análise de tendências não é uma previsão, mas indica as condições que irão afetar ou estar presentes no futuro.

8.9 Royal Dutch Shell (Holanda)

O desenvolvimento de cenários na Royal Dutch Shell começou em meados da década de 60. A meta era mudar as técnicas de projeção de estatísticas e números usadas até então, uma vez que as experiências das empresa indicavam que, no longo prazo, essas técnicas não eram adequadas.

O responsável pela área de prospecção, Pierre Wack, conhecia o trabalho de Hermann Kahn sobre desenvolvimento de cenários e concordava com sua premissa que o futuro é incerto e que um número de futuro igualmente plausíveis existe. Tendo decidido que a metodologia de cenários era a mais adequada para identificar as várias possibilidades do futuro, ela foi adotada como uma ferramenta conversacional para ajudar a estruturar o diálogo sobre o ambiente de negócios.

Seguindo a metodologia de Kahn, os cenários da Shell compreendiam dois elementos: elementos pré-determinados, ou seja, aqueles que são previsíveis, e incertezas, ou seja, os elementos do futuro que não podem ser previstos.

A metodologia de cenários teve uma recepção favorável, mas no início não provocou muitas mudanças. O que provocou a transformação definitiva na empresa foi o cenário preparado sobre o preço de petróleo, uma *commodity* na época considerada previsível e baseada na demanda. Os cenaristas da Shell analisaram o suprimento potencial de petróleo e os vários cenários possíveis baseados em ações que poderiam ser efetivadas por atores chave como a Arábia Saudita, Nigéria e Iraque. Concluíram que um cenário possível envolveria uma queda no suprimento causada não por problemas técnicos, mas pela constituição de um cartel, que poderia potencialmente aumentar o preço. O estudo foi apresentado à alta direção que achou interessante, mas num primeiro momento, não fez nenhuma mudança em sua política.

O cenário descrito tornou-se realidade em 1973. Tendo sido alertada sobre a possibilidade de sua ocorrência, a Shell foi capaz de se adaptar às mudanças muito mais rapidamente que os concorrentes. O caso de sucesso da Shell ajudou a disseminar a metodologia de cenários e constitui um dos métodos mais disseminados, conhecido como GBN e desenvolvido por Peter Schwartz, um antigo funcionário da empresa, que se baseou no trabalho de Kahn e Wack. (ver item 6.4.2)

No início da década de 80, depois da aceitação da metodologia pela alta administração, os cenários foram totalmente integrados no ciclo de planejamento estratégico e de negócios da empresa.

Atualmente, o Business Environment Department da Royal Dutch Shell presta serviço à alta direção e gerentes sobre temas relacionados às percepções do futuro, fornecendo informações sobre o ambiente de negócios. Os cenários são realizados a cada dois anos, sob demanda. A continuidade entre os ciclos não é um objetivo. A meta é atender as necessidades dos gerentes. Fazem cenários focados que são direcionados para questões locais e não apenas visões globais. A construção de cenários é feita junto com a análise da posição competitiva e ambas as atividades são orientadas pela visão estratégica. Isso liga o desenvolvimento de cenários ao processo de tomada de decisão.

Os cenários da Shell são focados em:

- Eventos e informações de grande interesse para os tomadores de decisão.
- Elementos no ambiente que são determináveis ou de alguma forma previsíveis.
- Elementos que afetarão o sistema de forma imprevisível, mas com uma dinâmica compreensível.
- Surpresas potenciais de maior significado.

Em 2001, a Shell publicou um livro – *Energy Needs, Choices and Possibilities: Scenarios to 2050* – onde oferece uma visão mais ampla do futuro da energia e estimula o *feedback*. O livro contém diferentes cenários: um mundo onde as prioridades por energia limpa, segura e sustentável moldam o sistema; outro onde as preferências se dirigem para a utilização do hidrogênio.

9 EXPERIÊNCIAS NACIONAIS

9.1 BRASIL 2020

Os cenários elaborados pela Secretaria de Assuntos Estratégicos – SAE⁶ no âmbito do projeto Brasil 2020 tiveram como objetivo proporcionar marcos de referência para uma discussão abrangente por parte da sociedade e governo acerca das prioridades e direcionamento desejados para o País. O objetivo primordial do projeto era formular uma estimativa da possível trajetória de longo prazo da ordem internacional e seus impactos sobre o País.

Para tanto, foram elaborados três cenários exploratórios, batizados, respectivamente como Abatiapé, Baboré e Caetê, e um cenário desejado, denominado Diadorim. (Ver quadro 3).

A elaboração dos cenários Brasil 2020 seguiu uma seqüência de três estágios. No primeiro estágio foram construídos cenários exploratórios, com base numa ampla consulta a especialistas e bibliografias técnicas acerca das principais tendências e fatores condicionantes nos planos mundial e nacional, no médio e longo prazos.

Foram realizados uma dezena de seminários e entrevistas com quase uma centena de especialistas ao longo de 1996 e 1997. Para a seleção dos principais elementos que iriam formar os diferentes cenários, foram utilizados diversos recursos metodológicos que ajudaram a selecionar e organizar as variáveis mais relevantes, assim como analisar a consistência de diferentes hipóteses.

Em seguida, com o objetivo de gerar insumos para a elaboração do cenário Diadorim, foi feita uma diversificada consulta a atores sociais, tanto no plano nacional quanto no plano regional e local, com vistas a auscultar as aspirações mais recorrentes na sociedade sobre um futuro desejado para o Brasil no horizonte de longo prazo.

Tal consulta foi realizada através de entrevistas diretas, por correspondência, pesquisas por amostragem e simpósios regionais. Foram ouvidos grupos e segmentos com interesses diferenciados, procurando ampliar o leque social e político-ideológico dos mesmos, de modo a cobrir as mais variadas visões de mundo e dimensões da realidade.

Foi realizada, igualmente, uma teleconferência nacional, que alcançou 103 cidades brasileiras, dando início a um diálogo de âmbito nacional, tendo sido ouvidos anseios e apreensões, elogios e críticas. Emergiram convergências significativas tanto sobre as oportunidades, quanto sobre os obstáculos a longo prazo.

O resultado da consulta foi um valioso conjunto de informação sobre os anseios maiores da sociedade em relação ao Brasil do futuro. Emergiram importantes convergências sobre oportunidades e dificuldades com que se depara o País para a consecução das metas colimadas.

⁶ A SAE, posteriormente extinta, integrava a estrutura da Presidência da República, na época da realização do estudo.

Quadro 3: Brasil 2020 - Cenário normativo e cenário exploratórios

VARIÁVEIS	CENÁRIO ABATIAPE	CENÁRIO BABORÉ	CENÁRIO CAAETÉ	CENÁRIO DIADORIM
PIB US\$ bi	3.360,00	2.330,00	1.170,00	Entre A e B
PIB per capita US\$	17.000,00	11.800,00	6.000,00	Alto e mais homogêneo
Concentração de renda	Alta	Baixa	Alta	Baixa e melhor IDH
Inserção mundial	Integração e Nichos de Competitividade	Integração seletiva e parcial	Protecionismo e Abertura limitada	e Integração seletiva e estratégica
Avanço tecnológico	Modernização tecnológica elevada e nichos de competitividade	Relativa defasagem tecnológica em setores de alta competitividade mundial com lenta mas contínua modernização	Defasagem tecnológica e baixa competitividade e reduzida modernização	Avanço tecnológico (em particular da biodiversidade) com equilibrada modernização da economia
Estrutura produtiva	Diversificada com elevação do terciário e declínio moderado da agricultura	Diversificação moderada com crescimento das atividades voltadas para o consumo em grande escala	Limitada Diversificação	Altamente diversificada incluindo agro-indústria, indústria de alimentos e bens duráveis e, principalmente, serviços - turismo, entretenimento, serviços educacionais e de informação
Pobreza (% da Pop.)	7,0	4,0	14,0	Mito baixo
Desemprego (% da PEA)	6,5	5,0	8,8	Baixo
Concentração regional	Concentração Regional no Sudeste	Redução da concentração	Alta concentração	Maior equilíbrio
Qualidade do meio ambiente	Média Degradação	Baixa Degradação	Média Degradação	Conservação e Recuperação

Tais informações, analisadas pela equipe técnica da SAE, permitiram a identificação dos desejos dominantes na sociedade que seriam refletidos no cenário desejado pela nação. Buscou-se cotejar as aspirações sociais, livre de restrições, com as circunstâncias históricas que delimitam as possibilidades efetivas.

A análise de consistência foi ancorada nos comportamentos futuros possíveis enunciados nos cenários exploratórios. Verificou-se que é factível conciliar a combinação de hipóteses de comportamento dos elementos constitutivos de alguns desses cenários para conformar um cenário mais identificado com os desejos da sociedade. Mas a nova combinação de hipóteses só pode ser confirmada como a base de um cenário desejado viável se importantes variáveis centrais forem moduladas através de iniciativas políticas transformadoras.

9.1.1 Síntese do futuro desejado: Cenário Diadorim

O cenário Diadorim constitui a imagem-objetivo para a definição das ações necessárias e adequadas para alavancar o processo de mudança na realidade brasileira que, ao longo dos próximos vinte anos, leve o Brasil o mais próximo possível do futuro almejado pela nação.

Ele serviria para orientar a definição de estratégias de desenvolvimento que atuem sobre as hipóteses que foram formuladas para os cenários, tanto pela ação do governo quanto pela sociedade, mediante a configuração de uma parceria estratégica que assegure a viabilidade das políticas. Um projeto estratégico consistente de desenvolvimento de longo prazo é o diferencial do futuro que aproxima o que somos do que queremos ser.

No ano 2020, o Brasil deverá ser uma nação desenvolvida com equidade social, alta qualidade de vida e elevado nível educacional. Apresentará uma inserção competitiva no contexto internacional de modo a ocupar uma posição de destaque na economia mundial, com a conservação de sua soberania e desfrutando uma economia sólida e dinâmica. Deverá ter uma cidadania forte, uma sociedade organizada e participativa, alicerçada em elevada consciência política. O sistema político será estável e desenvolvido, com a democracia profundamente enraizada.

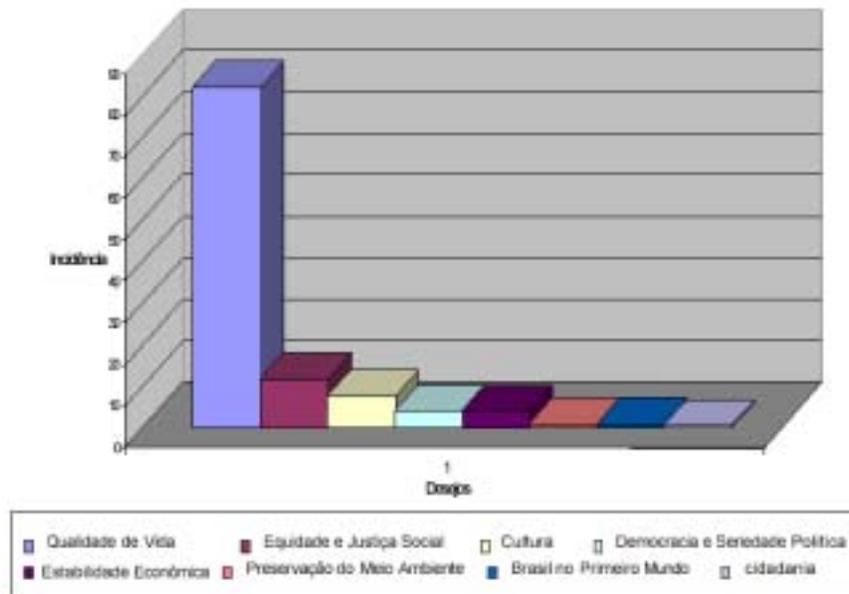
O Brasil deverá contar com um estado regulador que promova o desenvolvimento econômico e social, proteja o meio ambiente e garanta os direitos humanos. A identidade cultural deverá estar reforçada como síntese de múltiplas civilizações, com a valorização das diversidades de etnias, gêneros, credos e regiões. Os ecossistemas estarão conservados, com os recursos naturais e a biodiversidade aproveitados de forma sustentável, graças à capacitação nas tecnologias relevantes.

O espaço nacional estará distribuído de forma equilibrada, com a redução dos desníveis regionais e sociais, bem como com o equacionamento da questão agrária.

A distribuição dos desejos dominantes com relação ao futuro (que país gostaria de deixar como herança para os filhos e netos?), evidencia grande concentração nos aspectos sociais, convergindo para a aspiração de um Brasil equânime e com elevado nível de qualidade de vida. Com efeito, na definição do futuro desejado para o Brasil, os atores sociais deram destaque significativo à Equidade e à Justiça Social (entendidas como as bases de uma sociedade mais igualitária, com a reversão do atual quadro de desigualdades sociais e concentração de riqueza) e à Qualidade de Vida (orientada para a elevação geral

das condições materiais de existência da população) — aspectos apresentados como componentes centrais da realidade esperada em 2020. A distribuição dos desejos por grandes temas (Gráfico 1) permite hierarquizar as expectativas da sociedade em relação ao futuro em blocos de incidência e convergência. Definiram-se assim, quatro blocos de incidência — muito alta, alta, média e baixa — nos quais se agrupam os desejos-síntese, resultando na seguinte classificação:

Gráfico 1: Distribuição dos desejos por grandes temas



1. O bloco com a mais alta expectativa da sociedade reúne os dois principais conjuntos de desejos sociais, Equidade e Justiça Social e Qualidade de Vida. Evidencia-se o forte interesse dos brasileiros por uma sociedade justa e equânime e por elevados níveis de vida da população. Essa concentração das aspirações na dimensão social torna a realização do futuro desejado relativamente dependente de mudanças em outros segmentos que têm uma grande influência no comportamento das variáveis da dimensão social (desejos resultantes)

2. O segundo bloco, formado pelos segmentos identificados como de alta incidência, engloba os aspectos econômicos e político-institucionais. Nesse bloco se incluem o Desenvolvimento econômico, o Desenvolvimento político-institucional, a Cultura e a Democracia e consciência. Os dois primeiros, além de constituírem estados desejados como fins em si mesmos, representam também requisitos importantes para a realização dos desejos no terreno social, expressos no primeiro bloco.

3. O bloco três, compondo o conjunto de desejos de média incidência, inclui a Inserção mundial soberana, o Trabalho, a Organização da sociedade, a Cidadania, a Qualidade do meio ambiente e Planejamento e políticas. Os dois primeiros componentes apresentam grande destaque nas expectativas de futuro da sociedade, situando-se próximos ao bloco 2. É interessante destacar também que, desses desejos, apenas “Planejamento e políticas” constitui um meio (desejo/meio) para se alcançar os resultados esperados nos outros

segmentos, especialmente nos terrenos social e ambiental; praticamente todos os outros apresentam-se como um desejo final, que se pretende alcançar diretamente e não apenas como um meio para realizar outras aspirações. Mesmo a questão da inserção mundial, que, em princípio, não é um objetivo em si mesmo, mas um meio para se potencializar o desenvolvimento nacional, ganha conotações próprias quando formulada como inserção soberana.

4. o quarto bloco reúne o conjunto de desejos de menor incidência relativa, entre os quais emergem como os mais relevantes o Desenvolvimento regional e a Justiça, praticamente no limite com o bloco três. Além deles, contam-se o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia, Desenvolvimento agrícola, a Ética, a Proteção dos direitos humanos e o Desenvolvimento rural. A menor incidência explícita desses temas nas consultas explicar-se-ia pelo fato de que praticamente todos eles têm uma relativa dependência de desejos expressos em outros blocos, especialmente no bloco 2 e parte do 3, mais uma vez Planejamento e políticas.

Conquanto os desejos sejam convergentes com os grandes temas indicados na pesquisa nacional, foi possível perceber certas particularidades no posicionamento dos atores consultados nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, evidenciadas nos “encontros regionais” realizados em Belém, Brasília e Recife, em outubro de 1998.

No Nordeste, nota-se a percepção da importância de um desenvolvimento equilibrado dos vários setores da economia, inclusive pelo fortalecimento da ciência e da tecnologia, maior agregação de valor à produção e desenvolvimento pleno das potencialidades culturais e do turismo. Desfazem-se possíveis estereótipos, como aquele de “região-problema”, na convicção demonstrada de que, ao contrário, busca o Nordeste elevar sua capacidade de contribuir para a solução de problemas nacionais.

Na região Norte prima o interesse pelo resgate nacional da importância econômica da Amazônia. Manifestam-se a consciência do papel da biodiversidade no Brasil do futuro e a aspiração de que a região se desenvolva de forma autônoma e auto-sustentada, assim como o desejo de fortalecer a integração intra-regional, sul-americana e com o mundo. Aparece o ecoturismo como uma das grandes potencialidades da região.

A região Centro-Oeste se vê, sobretudo, como o eixo central da integração nacional brasileira, assim como fator de integração do Brasil na América do Sul e com a área do Pacífico. Nesta condição, busca consolidar-se como forte exportador (com a eventual elevação para 10% de sua participação no comércio exterior brasileiro). Ressalta-se a importância de uma infra-estrutura ampla e integrada de transportes.

Os encontros regionais introduziram, portanto, matizes de grande relevância na matriz geral do cenário nacional desejado sem as quais resultaria incompleto e insuficiente todo o esforço futuro de visualização do País desejado pelo conjunto da sociedade.

As expectativas dos atores sociais com relação ao futuro do Brasil, sintetizadas acima, compõem variáveis com posições bastante diferenciadas quanto à capacidade de determinação e definição da realidade, e das relações de causa e efeito entre suas dimensões. Esse sistema de causalidade indica que alguns desejos levam à realização ou comprometimento de outros e que a manifestação de um desejo pode ter implícito um outro desejo decorrente ou dependente do primeiro. Assim, foram reorganizados com vistas a

evidenciar a posição que ocupam nas expectativas gerais, diferenciando os desejos que constituam, efetivamente, os fins últimos perseguidos pelos brasileiros, daqueles que representem, na verdade, condições e pre-requisitos para alcançar os desejos-fins.

Os desejos da sociedade brasileira podem, com efeito, ser agrupados em três conjuntos diferenciados: os desejos que constituem os fins últimos da sociedade, em geral dominados por variáveis de resultado e dependentes de iniciativas e decisões de outras dimensões; os desejos intermediários, que são, ao mesmo tempo, fim em si mesmos e meio para alcançar os resultados esperados nos outros segmentos; e, finalmente, os desejos que não encerram uma qualidade em si mesmos, mas constituem requisitos e condições para a realização dos outros desejos.

Finalmente, a combinação de comportamento das variáveis permite a constituição do seguinte quadro de desempenho futuro e ações:

Quadro 4: Combinação de comportamento das variáveis centrais

Variáveis	Desempenho Futuro	Ações
Contexto internacional	Multipolaridade Fortalecimento do Estado gestor Liberalização sustentada e equitativa	Política externa e ação diplomática proativa Inserção internacional
↑		
Político-institucional	Governança e governabilidade alta Reconstrução de um Estado Regulador e eficiente com orientação para o social e o desenvolvimento Consolidação e ampliação da democracia Organização da sociedade	Reforma do Estado e papel ativo de formulação e implementação de políticas
Econômico	Estabilidade econômica Retomada do crescimento da economia Integração mundial e alta competitividade externa com abertura em nichos especializados Fortalecimento e dinamização do mercado interno	Política educacional e de ciência e tecnologia e qualificação para o trabalho Redução do "Custo Brasil"
↑		
Sócio-cultural	Alto nível de escolaridade Desconcentração da renda nacional Elevado nível de emprego Fortalecimento da cidadania Alta qualidade de vida Identidade e diversidade cultural Justiça Ética Proteção dos direitos humanos	Política educacional e capacitação de recursos humanos Políticas distributivas e de combate à pobreza Investimentos públicos e privados nos serviços sociais básicos
Ambiental	Conservação do meio ambiente Recuperação de recursos degradados	Política ambiental Modelo de gestão e manejo ambiental
Regional	Desconcentração espacial da riqueza e economia nacional	Política regional Descentralização das políticas

9.2 Prospectar

O ProspeCTar é um programa do Governo Brasileiro, coordenado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia/MCT, em estreita interação com os demais ministérios e instituições públicas e privadas no país e no exterior. Por meio do desenvolvimento de atividades de prospecção em Ciência e Tecnologia, a exemplo do que tem sido feito em diversos países, o ProspeCTar pretende estimular a sociedade brasileira a pensar estrategicamente sobre o futuro do país. O programa tem também como um de seus objetivos dividir com a sociedade a tarefa de planejar o futuro que se pretende alcançar – com melhorias para a qualidade de vida da população e competitividade internacional dos bens e serviços produzidos no Brasil.

Não há exemplo anterior de país, da dimensão do Brasil, que tenha realizado *foresight* de âmbito nacional usando a metodologia Delphi nos moldes do Japão e seus seguidores. Do ponto de vista de extensão territorial e condições semelhantes de desenvolvimento, o que mais se aproxima é a Austrália, com particularidades que permitem fazer a separação entre os dois casos, principalmente a diferença populacional.

Para realizar esses objetivos gerais, o Programa Prospectar pretende:

1. disseminar para a sociedade brasileira a informação sobre as teorias e práticas de estudos de prospecção, particularmente os de amplitude nacional;
2. criar redes de consultores e instituições para contribuir nos estudos prospectivos, tecnologias chave, parcerias etc.
3. desenvolver metodologias e criar processos para estudos de prospecção nacional e setorial em ciência e tecnologia;
4. treinar e qualificar recursos humanos para desenvolver estudos de prospecção;
5. disseminar amplamente bibliografia nacional e internacional sobre estudos de prospecção;
6. apoiar outros Ministérios em seus esforços para desenvolver estudos prospectivos, em particular o MDIC nos estudos das diferentes cadeias produtivas;
7. criar no MCT um processo sistemático e contínuo para desenvolvimento de estudos de prospecção.

Determinou-se que, a princípio, o projeto representaria um exercício experimental, permitindo adaptações ao longo do processo de aprendizado e criando as condições para estabelecer um programa permanente de prospecção tecnológica. O grupo que liderou o projeto enfatizou fortemente o próprio processo, pois admitiu e reforçou, que esta primeira experiência teria como resultado chave, a elaboração de uma metodologia para exercícios prospectivos nacionais adaptados ao caso brasileiro.

Para esse primeiro exercício foram escolhidos oito campos de estudo em função de sua importância social e econômica e sua relação com os novos Fundos Setoriais. Dezesete "instituições âncora" foram chamadas a participar e a atuar como líderes em cada tema, objetivando contribuir para a logística do trabalho de implementação, identificar e selecionar os participantes, produzir a lista preliminar de temas, acompanhar as diferentes rodadas e produzir relatórios como resultados finais. Cada "instituição âncora" teve também a missão de escolher os participantes, levando em conta a necessidade de um equilíbrio recomendado entre o governo e o setor privado. A única exigência feita para a seleção dos participantes foi o nível de instrução universitário.

Temas	Instituições âncora
Aeronáutica	Centro Técnico Aeroespacial - CTA
Agropecuária (Inclui Floresta, Pesca)	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Energia (Inclui Biomassa)	Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobrás - CENPES Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN
Espaço	Agencia Espacial Brasileira - AEB, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Materiais	Instituto Nacional de Tecnologia - INT Centro de Tecnologia Mineral - CETEM Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE Instituto Nacional de Tecnologia da Informação - ITI
Recursos Hídricos (Inclui Transporte Hidroviário Interno)	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM Agência Nacional de Águas - ANA
Saúde	Instituto do Coração - INCOR Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ
Telecomunicação / Tecnologia da Informação (Inclui Eletrônica)	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações-CPqD Instituto Nacional de Tecnologia da Informação - ITI Programa Sociedade da Informação - SOCINFO

As "instituições âncora" assumiram a responsabilidade de usar sua própria equipe técnica e, se necessário, consultores externos para produzir uma lista preliminar de temas. Fizeram uma avaliação extensa de tecnologias relacionadas em estudos estrangeiros e nas listas já apresentadas no Brasil. Na lista preliminar usada na primeira rodada, um grande número de tópicos coincidia total ou parcialmente com os estudos japoneses, franceses e alemães.

Algumas palavras chave foram usadas para redigir o tópico tecnológico: *elucidação* (relacionado com tecnologias que ainda necessitam de investigação científica básica), *desenvolvimento* (identificando tópicos que já são tecnologias), *uso prático* (tecnologias já provadas, com protótipos ainda não totalmente em uso) e *uso generalizado* (tecnologias completamente dominadas, que podem ser amplamente disseminadas). Essas palavras chave aparecem em quase todos os estudos de prospecção tecnológica e são indicadores importantes no planejamento auxiliando na distinção entre as necessidades de pesquisa científica, de desenvolvimento tecnológico ou de sua aplicação.

A metodologia Delphi foi realizada em três rodadas: a primeira entre 23 de fevereiro e 19 de março de 2001, a segunda de 10 de agosto e 11 de setembro de 2001, a terceira entre 10 de dezembro 2001 e fevereiro de 2002.

A lista preliminar proposta para a primeira rodada do Delphi era composta de 1.652 tópicos tecnológicos, distribuídos nos oito temas e divididos em 374 subtemas. Os novos tópicos incluídos na lista foram identificados entre 5.510 sugestões ao primeiro questionário. Na primeira rodada houve 10.969 participantes, 25,5% do total de participantes convidados. Na segunda rodada havia 5.671 participantes, daqueles que haviam respondido a primeira rodada, e outros 1.060 novos participantes provenientes da indústria.

Ao final da terceira rodada, os tópicos foram organizados e listados, tal como se fez em outros países no passado. Cada tema foi estatisticamente descrito, depois de receber uma

primeira identificação da percentagem de cada tópico, de acordo com cada variável. Em seguida, foi aplicada uma análise de clusters em cada tema.

O caráter preliminar da primeira etapa do Estudo – tecnicamente denominada 1ª Rodada – ensejou a absorção da crítica dos participantes e a reflexão dos responsáveis pelo Estudo no MCT e nas “instituições âncora” mudanças e adaptações necessárias. Como previsto, testou os instrumentos, a metodologia e reviu a composição do grupo de participantes, também identificados no texto como “respondentes”.

A 2ª rodada consolidou e aperfeiçoou os procedimentos metodológicos adotados na rodada anterior, mas em seus fundamentos foi igual à 1ª Rodada.

Entre os respondentes da 1ª Rodada, a baixa participação de pessoas ligadas a empresas privadas, mesmo que esperada, exigiu da coordenação do estudo um esforço adicional para aumentá-la.

9.2.1 Concepção e Objetivos do Estudo Prospectar

O Estudo Prospectar é um exercício de âmbito nacional, conduzido em três etapas (rodadas) com a metodologia Delphi, e deverá repetir-se em intervalos regulares de aproximadamente 5 anos.

Nas três rodadas consecutivas, objetivou avaliar e buscar o melhor consenso sobre tecnologias importantes e necessárias ao País, no futuro próximo e no futuro distante de até 20 anos.

A 1ª Rodada do Estudo Prospectar teve caráter preliminar e objetivou:

- construir uma lista de tópicos tecnológicos, chamada de lista final. A lista foi designada “final” porque na 2ª e 3ª Rodadas do Estudo foi e será avaliada sem novas adições;
- formar e aprimorar a lista de participantes;
- testar a metodologia e construir um fluxo continuado de informação; e
- elaborar o software para a consulta que, em todas as oportunidades, será eletrônica.

9.2.2 Processo de construção da lista final de tópicos tecnológicos

No início do Estudo, as “instituições âncora” usaram a experiência do próprio corpo técnico científico para gerar a lista preliminar, consultando para isto listas internacionais de estudos similares e listas nacionais existentes. Esta lista preliminar foi submetida ao exame dos participantes na 1ª Rodada.

Concluída a 1ª rodada, elaborou-se a lista final, somatório dos resultados obtidos com a avaliação da lista preliminar, mais o aproveitamento de sugestões oferecidas pelos respondentes na 1ª Rodada e ainda os tópicos propostos por consultores-especialistas. Estes consultores-especialistas participam de um comitê de triagem, em cada Âncora, composto para auxiliar o desenvolvimento das várias fases, desde a redação da lista final até a realização do último painel, após a 3ª Rodada. O painel de especialistas foi a última atividade do Estudo.

Na 1ª Rodada foram colhidas 5.150 sugestões dos respondentes. Apenas uma parte dessas sugestões transformou-se em novos tópicos tecnológicos e foi aproveitada na Lista Final.

Muitas eram genéricas, ou extremamente repetidas entre si ou ainda versões diferentes de tópicos já constantes da Lista Preliminar. Em alguns casos, a melhor redação do tópico sugerido substituiu a redação original do tópico.

Verificou-se que mais da metade dos tópicos avaliados na 1ª Rodada se repetiu na 2ª Rodada, mas a maioria modificada em sua redação. Na prática, foram incorporadas as sugestões de redação, de novos tópicos (cerca de 30%) e exclusão de tópicos feitas pelos respondentes da 1ª Rodada, posteriormente complementadas e revistas pelas Instituições Âncoras e consultores (Comitê de Triagem). Literalmente, com a mesma redação, apenas 156 tópicos estão presentes nas listas da 1ª e da 2ª Rodada.

Essas modificações, previstas e anunciadas desde o primeiro momento do estudo, eram necessárias e faziam parte do processo de construção da lista. Mas geraram alguns problemas como, por exemplo, a surpresa de alguns participantes que verificaram o desaparecimento de tópicos presentes na primeira lista, exatamente aqueles nos quais sentiam-se experts. Esta exclusão pode ter sido prematura e será objeto de exame e crítica nos próximos Estudos.

9.2.3 Revisão da metodologia: a rede institucional

Desde o início dos trabalhos, a Coordenação submeteu a metodologia do Estudo ao exame crítico de especialistas de diferentes universidades e de outras instituições de pesquisa. Ao longo do processo de consulta, formou-se uma rede institucional que está colaborando com experimentos cujo objetivo é rever, definir e fixar o tratamento estatístico.

A rede institucional é formada por quatro universidades que estão colaborando, em rede, com o Estudo Prospectar. As primeiras contribuições foram da UFRJ (Instituto de Economia) e da USP (Núcleo de Política e Gestão Tecnológica). Em seguida, aderiram a UNICAMP (Grupo de Estudos sobre a Organização da Pesquisa e da Inovação/Departamento de Política Científica e Tecnológica) e a Universidade Católica de Brasília (Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação/Diretoria de Pesquisa). Entre as Instituições Âncoras, a EMBRAPA, por ter larga tradição em estudos prospectivos, tem colaborado nesta rede para a construção e aprimoramento da metodologia.

9.3 Prospectiva

O Programa Brasileiro de Prospectiva Tecnológica Industrial, conhecido como Programa Prospectiva, que reflete um dos aspectos da missão da Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior - MDIC na área de inteligência competitiva, começou a partir de uma iniciativa da UNIDO (a agência das Nações Unidas para o desenvolvimento industrial), que realizou, em Trieste, um seminário de três dias, para os países da América Latina e do Caribe, em dezembro de 99. O tema era Prospectiva Tecnológica, apresentada como uma ferramenta necessária para o correto planejamento das ações em tecnologia dos países da região, vítimas de um *gap* tecnológico.

O Prospectiva interage com o Fórum de Competitividade que tem os seguintes objetivos: criar emprego e gerar riqueza; aumentar a capacidade tecnológica e a competitividade de produtos nacionais nos mercados internacionais, interagindo com o setor privado, governo e sindicatos trabalhistas identificando soluções de problemas dentro das cadeias produtivas e implementando essas soluções.

O enfoque prospectivo complementa o esforço do Fórum de Competitividade deslocando o foco da "sobrevivência no presente para a antecipação do potencial de oportunidades no futuro".

Os principais objetivos do programa são o desenvolvimento de estudos piloto para a identificação de defasagens tecnológicas em cadeias produtivas selecionadas, de modo a obter uma visão futura a partir da perspectiva de especialistas do governo, da indústria e das universidades para cada uma dessas cadeias; e estimular e promover uma competência nacional para o desenvolvimento contínuo dos estudos prospectivos.

Visualiza-se uma competência global das cadeias produtivas pela identificação de soluções apropriadas a suas ligações regionais, enfatizando principalmente as pequenas e médias empresas que, normalmente, têm uma visão do futuro pouco definida.

O Programa baseia-se numa plataforma já existente, construída pelo Fórum de Competitividade que corresponde ao mapeamento da situação atual e da rede de agentes. As primeiras cadeias produtivas selecionadas pelo Fórum de Competitividade foram as cadeias de Plásticos, Construção, Têxteis, Madeira e Indústria Moveleira.

A metodologia selecionada consiste em uma combinação de diagnósticos e técnicas Delphi capazes de detectar gargalos e outros obstáculos ao longo das cadeias produtivas selecionadas. Cada uma dessas cadeias produtivas tem um Comitê e instituição âncora, responsável por sua implementação.

A cadeia produtiva de Madeira e Indústria Moveleira é coordenada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT e o objetivo definido foi "como o setor brasileiro de móveis pode situar-se a médio prazo entre os maiores e melhores do mundo".

Na cadeia de construção civil foi definido um tema central: da construção tradicional para a montagem de sistemas de *habitat*, que acabou sendo restrito à produção de habitações, não incluindo matérias primas ou materiais. O executor do estudo foi o Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

A reunião com os *stakeholders* da cadeia produtiva de têxtil e confecções gerou indefinições que dificultaram o andamento do trabalho: confundiu-se o objeto do trabalho com o fator crítico priorizado pelos participantes: o acabamento têxtil. Esta dificuldade na determinação do objeto de estudo fez com que se optasse por explorar a subcadeia produtiva de vestuário de malha *prêt-à-porter*. A instituição convidada para a parceria foi o SENAI-CETIQT.

A cadeia de transformados plásticos identificou um objeto de estudo claro: embalagem de alimentos. A instituição convidada foi o Sistema de Informação da Indústria de Química-SIQUIM, da Universidade do Federal do Rio de Janeiro.

O ano de 2001 foi dedicado à elaboração dos diagnósticos e à identificação dos fatores críticos, face a critérios como eficiência, qualidade, equidade e competitividade em cada cadeia produtiva. A intenção era modelar as cadeias, a partir das respectivas demandas, na direção das matérias-primas, segmentando cada elo das cadeias estudadas e

estabelecendo os fluxos de materiais e produtos, num sentido e de informação e finanças, no outro, quantificando-os.

A coordenação do Programa dedicou-se à realização de uma base de dados sobre competências na área, tendo tido o apoio do MCT e da ABIPTI para a divulgação do trabalho e obtenção de informações. Este referencial está sendo migrado do MDIC para o CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos), ponto focal das atividades de prospecção tecnológica no Governo Federal. Estão disponibilizados na Internet os estudos já realizados, embora nenhum deles esteja concluído. (ver o site do MDIC em <http://www.mdic.gov.br>)

No que tange à capacitação, foram feitos treinamentos para uso de ferramentas de análise e prospecção, como matrizes de impactos cruzados, cenários e Delphi.

Em dezembro de 2001 terminaram os recursos da UNIDO, insuficientes para concluir a fase de prospecção, o que implicou numa nova estratégia para o desenvolvimento dos trabalhos, sendo usados recursos do Fundo Verde Amarelo.

Vale ressaltar que o CETIQT decidiu “construir” um observatório de prospectiva tecnológica e de mercado, assim como o IPT, que indicado pelo Fórum de Competitividade de Madeira e Móveis, deverá sediar o Núcleo de Inteligência e Estudos para o Mercado tendo como objetivo primeiro a realização de estudos de prospecção.

O IPT, neste período, instituiu o Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de São Paulo, priorizando um estudo prospectivo da cadeia de madeira e móveis como um de seus pilotos.

O MIDC prevê março de 2003 como a data mais provável de conclusão dos trabalhos.

9.4 Projeto Tendências

Coordenado pela Agência Nacional do Petróleo - ANP e sediado no Instituto Nacional de Tecnologia - INT, o Projeto CTPETRO - Tendências Tecnológicas foi estruturado com o objetivo de fornecer subsídios à aplicação dos recursos do Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor de Petróleo e Gás Natural - CTPETRO, através da elaboração de termos de referência de estudos a serem conduzidos, identificação e contratação, para sua realização, de grupos de especialistas em estudos variados (estratégicos, de prospecção tecnológica, planejamento e gestão, formulação e avaliação de programas), que comporão o corpo final do projeto e a identificação de tendências tecnológicas para o Setor no país.

A identificação de tendências tecnológicas objetiva, desta forma, subsidiar a tomada de decisões para a alocação de recursos e definição de atividades estratégicas, no âmbito do CTPETRO - fundo pioneiro do novo modelo de financiamento de C&T no país - para o período 2002/2005.

O objetivo geral do Projeto Tendências é a realização de um conjunto de estudos para subsidiar o Plano Plurianual de Investimentos do Setor de Petróleo e Gás Natural - PPI, em um período quinquenal, na identificação de áreas temáticas estratégicas e atividades prioritárias para a pesquisa científica e tecnológica que atendam às necessidades

identificadas para um desenvolvimento competitivo e sustentável dos diversos segmentos produtivos integrantes da indústria do óleo e gás.

São dois os resultados principais visados pelo Projeto Tendências:

- indicação de áreas de conhecimento e temas estratégicos que permitam a superação de desafios e gargalos tecnológicos e o conseqüente aumento da competitividade do setor O&G brasileiro;
- proposição de uma sistemática de acompanhamento/revisão das tendências tecnológicas do setor P&G visando a manutenção do horizonte de planejamento quinquenal previsto nas Diretrizes Técnicas do CTPETRO;

Paralelamente, serão gerados subsídios ao exercício de planejamento estratégico no que se refere à criação de um sistema de acompanhamento e avaliação de projetos, sob a responsabilidade do Programa de Gestão em Ciência e Tecnologia - PGCT/USP apoiados pelo CTPETRO.

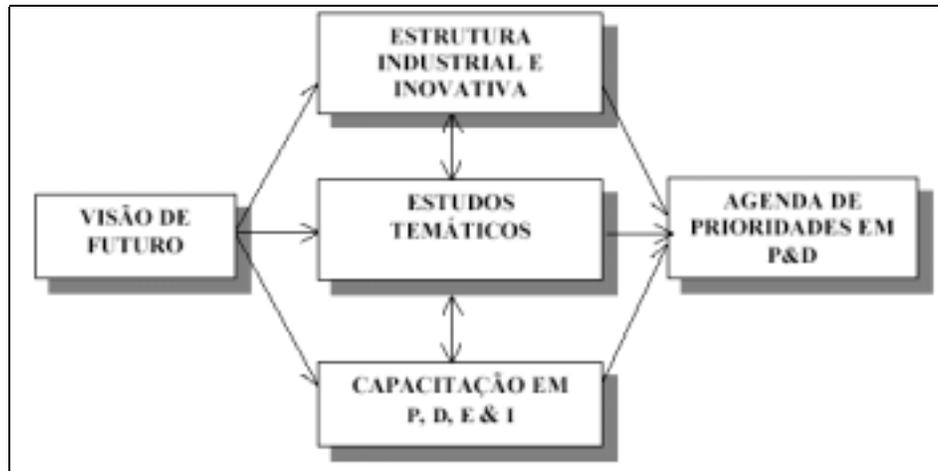
O Projeto Tendências envolve a realização de um conjunto de estudos cujas conclusões subsidiarão a elaboração de recomendações e orientações para priorização de investimentos em P&D com recursos do CTPETRO.

Os estudos realizados contemplam as referências conceituais relacionadas à inovação, cadeias produtivas, empreendimentos âncora e saúde, segurança e meio ambiente. Adotam um corte analítico que privilegia uma visão do contexto internacional e das vertentes nacionais e regionais.

Os estudos são compostos por cinco blocos organizados por focos específicos e correlacionados entre si, conforme apresentado na Figura 7.

O primeiro bloco visa a elaboração de uma Visão de Futuro que sirva como marco de referência para os demais estudos, na identificação de elementos e temas estratégicos a serem privilegiados na análise da indústria.

Figura 7: Blocos de Estudos do Projeto Tendências



Já os três blocos seguintes, objetivam: detalhamento e análise da estrutura industrial e inovativa, no que se refere à cadeia produtiva e de fornecedores, bem como a identificação de tendências; levantamentos da capacitação nacional e regional em pesquisa, desenvolvimento e engenharia nas empresas e instituições de P&D e da capacitação inovativa nas empresas do setor; e de alguns estudos específicos que contemplem elementos sistêmicos que impactam direta ou indiretamente o setor, tais como regulação, saúde, segurança, meio ambiente, aspectos sociais etc.

Os estudos foram realizados por especialistas contratados pelo Projeto e complementados por dois outros estudos de caráter metodológico: metodologias de prospecção tecnológica e sistema de avaliação *ex post* de projetos.

Tomando como referências os resultados obtidos, a equipe base do Projeto preparará a Agenda de Prioridades em P&D para o setor de O&G e proposições de estratégias e políticas para sua promoção, a ser validada através de uma série de reuniões de trabalho de caráter regional e nacional.

Apresentamos abaixo a tabela 5 contendo a relação dos 15 estudos já realizados, bem como a metodologia empregada:

Tabela 5: Projeto Tendências - Estudos Realizados e Metodologias (2003)

Título do Estudo	Metodologia
<i>Visão de Futuro do Setor de Óleo & Gás do Brasil – Horizonte 2010</i>	Cenários Opinião de especialistas: entrevistas e workshop
<i>Panorama Internacional dos Investimentos em P&D no Setor O&G</i>	
<i>Mapeamento Tecnológico - Tendências Internacionais da Cadeia de O&G: Exploração, Produção, Refino e Gás Natural</i>	Text mining
<i>Déficit Externo do Setor de O&G – uma Mensuração Qualitativa</i>	
<i>Política de Compras da Indústria de O&G e Capacitação dos Fornecedores no Brasil.</i>	
<i>Sistemas Produtivos e Inovativos Locais na Indústria de O&G – Análise da Experiência dos Campos Marginais do Recôncavo Baiano</i>	
<i>Capacidade Inovativa do Segmento Refino</i>	
<i>Refino: Regulação e Gestão de Risco</i>	
<i>Refino: Perfil Nacional, Análise Estratégica e Tecnológica</i>	
<i>Gás Natural: Dinâmica da Indústria no Brasil e Tecnologias Emergentes de Transporte, Distribuição e Estocagem</i>	
<i>Tendências Tecnológicas da Indústria de O&G Ditadas por Condicionantes Regulatórios Ambientais.</i>	
<i>Identificação e Análise dos Gargalos Tecnológicos da Indústria Brasileira de O&G na Área de Meio Ambiente</i>	WebDelphi
<i>Impactos Sociais da Atividade de Exploração e Produção de Petróleo nas Baixadas Litorâneas e Norte Fluminense</i>	
<i>Prospecção Tecnológica: Metodologias e Experiências Nacionais e Internacionais</i>	Revisão do estado-da-arte
<i>Sistema de Avaliação Ex-Post de Projetos Tecnológicos: uma Proposta para o CTPETRO</i>	

9.4.1 Visão de Futuro do Setor de O&G do Brasil – Horizonte 2010

O estudo *Visão do Futuro do Setor de O&G do Brasil – Horizonte 2010* constitui o marco de referência para o Projeto Tendências na identificação de elementos e temas estratégicos a serem privilegiados na análise da indústria. A visão do futuro configurada sob a aforma de um cenário desejado e procurar esboçar os elementos de uma agenda convergente a respeito do futuro do setor, visando a elaboração de uma estratégia robusta que sinalize a concentração de iniciativas e esforços comuns dos diversos atores atuantes nesta área, na perspectiva do interesse nacional.

Para a construção de uma visão do futuro desejado foram usados cenários exploratórios como elemento balizador do cenário normativo, ou seja, inicialmente foram avaliadas as possibilidades e riscos abertos pelo futuro e, em seguida, feitas as escolhas estratégicas quanto ao futuro desejado.

Na estruturação do Marco Referencial, assumiu-se como ponto de partida os cenários macro-econômicos mundiais e nacionais, seguidos de suas focalizações no setor de O&G no mundo e no Brasil, conforme indicado na figura 8.

Incluiu-se como etapa fundamental a interação e o envolvimento dos diversos agentes diretamente ligados ao setor – empresas, tomadores de decisão, especialistas – de forma a estabelecer um processo participativo de mobilização e consolidação de idéias e percepções diversas, cujo debate e aprofundamento contribuiu para o desenvolvimento de todo o trabalho. O desenho preliminar dos cenários exploratórios de O&G foi subsidiado por 31 entrevistas com especialistas e executivos do setor. Essa versão preliminar foi amplamente debatida com 48 especialistas em um workshop, após o qual as conclusões da discussão foram incorporadas ao estudo.

Figura 8: Lógica da Construção de Cenários e da Visão de Futuro



9.5 Energia (CGEE)

A estratégia de prospecção para o setor de Energia, em um horizonte de longo prazo, é organizada em torno da articulação entre o conjunto de tópicos tecnológicos identificados e avaliados no Programa Prospectar e o conjunto de estudos de cenários e condicionantes relevantes para o planejamento energético na atualidade.

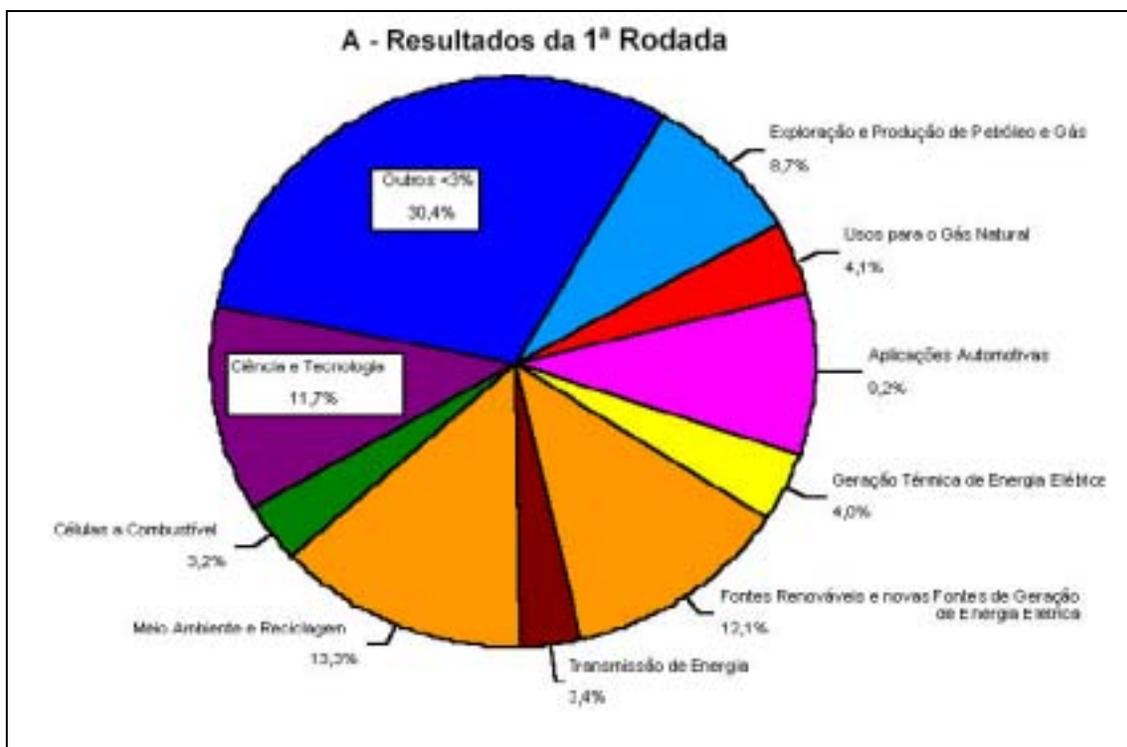
Um Comitê de Coordenação é responsável pela condução do exercício que se compõe, essencialmente, de três Workshops sendo que o último deverá trabalhar o conjunto de informações debatidas nos anteriores e produzir uma lista de tópicos tecnológicos com horizontes de médio e longo prazos e um conjunto de recomendações para o setor em um horizonte de longo prazo.

Definido inicialmente para um período de 6 meses, de agosto a dezembro de 2002, a ação de prospecção tecnológica em energia, nesse período, demonstrou um grau de complexidade crescente frente às questões da diversidade regional brasileira e às questões internacionais.

Assim, optou-se por definir esse período como Etapa I da Ação de Prospecção em Energia em 2002. A continuidade do estudo, Etapa II, terá a duração de 6 meses, de janeiro a julho de 2003, e deverá promover um maior aprofundamento do tema, tanto no que diz respeito às questões tecnológicas, quanto no que se refere ao mapeamento da infra-estrutura disponível para P&D e das competências instaladas no país.

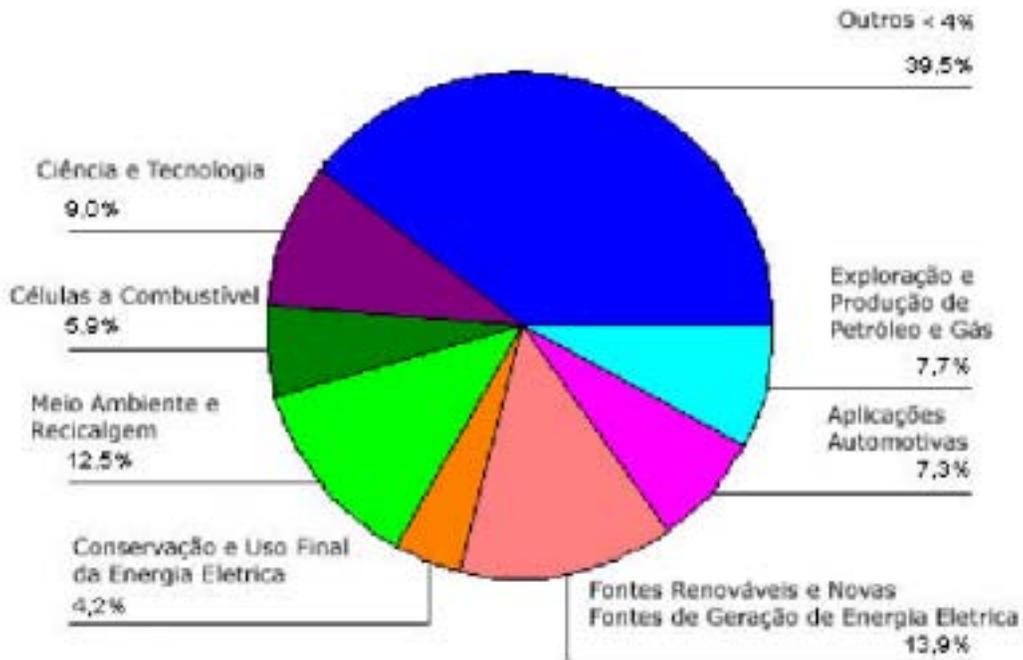
Este exercício está sendo realizado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE em sintonia com os órgãos encarregados de estabelecer um planejamento (indicativo) de longo prazo para o setor (Ministério das Minas e Energia), bem como as diretrizes de políticas para o setor (Conselho Nacional de Políticas Energética). A finalidade é promover um melhor entendimento, assim como uma maior coordenação das possibilidades de inovação concernentes ao tema Energia no país.

Os resultados finais da Etapa I ainda não estão disponíveis. Assim sendo, apresentamos apenas dois gráficos resultantes do Programa Prospectar na área de Energia.





B - Resultados da 2ª Rodada



10 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A tecnologia e as mudanças tecnológicas são indutoras e resultantes de interações complexas no contexto do bem estar social, econômico e político. Antecipar e entender o percurso das mudanças tecnológicas é um desafio para os gestores de organizações públicas e privadas.

A década de 90 representou uma fase de grande crescimento nas atividades de prospecção tecnológica, sob diversos rótulos, usando técnicas novas e antigas. O sistema de inovação passou por muitas mudanças ao longo das últimas décadas e as inovações nas metodologias de prospecção tecnológica devem reconhecer a complexidade dos fatores que interagem com o sistema.

Uma das mais importantes mudanças observadas é o reconhecimento de que a prospecção tecnológica não pode e não deve ser feita focada apenas na tecnologia, mas tentar antecipar e entender, também, os fatores sociais, ambientais, econômicos e políticos que com ela interagem.

Particularmente quando se fala de “prospecção tecnológica nacional”, onde se identificam as áreas prioritárias para a nação, o estudo de prospecção deve ser acompanhado de uma avaliação dos impactos das tecnologias, em relação à saúde, meio ambiente, ética e questões sociais.

Não devem ser apenas estudos pontuais, mas devem estabelecer as bases para um monitoramento sistemáticos daqueles fatores ou tecnologias considerados críticos para se chegar ao futuro desejado, implementando sistemas de inteligência competitiva tecnológica que os acompanhem de forma sistemática.

A atividade de prospecção deve estar estreitamente vinculada ao planejamento / gestão estratégica da organização. Este constitui o ponto mais importante, pois a prospecção em si é inócua se não é incorporada ao processo decisório, se não se converte em um plano de ação.

A constatação de que a prospecção tecnológica é uma área de desenvolvimento relativamente recente e de que as metodologias, métodos, técnicas e ferramentas a ela associados passaram e vêm passando por um processo de renovação e adaptação às novas necessidades e potencialidades, recomenda que se desenvolvam, no país, estudos e pesquisas sobre esses temas.

A literatura mundial sobre o tema é ampla, mas mostra ainda as contradições e a falta de consenso em relação até mesmo à definição de termos básicos como *foresight* e *forecast*. Em português, é praticamente inexistente o que mostra a ausência de pesquisas e de estudos que aprofundem as questões metodológicas. Dada a relevância que o campo hoje tem como elemento indutor da construção de uma visão orientada para o futuro, de extrema importância para o governo e organizações privadas brasileiras, esta deveria ser uma área de estudo a ser fomentada pelo governo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMARA, R.; SALANIK, G. **Forecasting: from conjectural art toward science**. Technological Forecasting and Social Change, New York, v.3 n.3 p.415-426, 1972.
2. AMSTRONG, J.S.; YOKUM, T. **Potential diffusion of expert systems in forecasting**. Technological Forecasting and Social Change, New York, v.67, p.93-103, 2001.
3. ARAPE, J.E. **The most recognized and applied methodologies in technology foresight**. Disponível em: www.unido.org/userfiles/kaufmanC/arapepaper.pdf. Acesso em: 15 jan/2003.
4. ASSAKUL, F. **Future studies methodology**: a discussion paper from the Informam 2000+ Conference. Disponível em: www.ifm.eng.cam.ac.uk/informam/future_studies_meths.pdf. Acesso em: 15 jan.2003.
5. BARROS, H. G. Brazilian national technology foresighting: the Prospector project. In: WALCUE SEMINAR, 2002, Cartagena de Índias, Colômbia. **Proceedings...** 23 p.
6. BLIND, K.; CUHLS, k. ; GRUPP, H. **Personnal attitudes in the assessment of the future of science and technology : a factor analysis approach**. Technological Forecasting and Social Change, New York, v.68, p.131-149, 2001.
7. BOUVIER, Y. **Une histoire de la prospective**. Paris : Sorbonne, 2002. Disponível em : http://www.paris4.sorbonne.fr/html/recherche/ecol_et_cen/moderne/crhi/pub4.htm. Acesso em 21 jan. 2003.
8. CENÁRIO Diadorim: esboço de um cenário desejável para o Brasil. Parcerias Estratégicas, Brasília, n. , p. 33-61,mar.1999.
9. CGEE. **Prospecção tecnológica no CGEE em energia**. Disponível em : http://www.cgee.org.br/prospeccaopro_cgee_en.php. Acesso em: 30 jan. 2003.
10. CGEE. **Prospecção em Ciência, Tecnologia e Inovação para o setor de energia**. Disponível em: http://www.cgee.org.br/arquivos/pro01_doc_basico.pdf. Acesso em: 30 jan. 2003.
11. CHOO, C.W.; AUSTER, E. **Environmental scanning: acquisition and use of information by managers**. Annual Review of Information Science and Technology, v.28, p. 279-314, 1993.
12. CIÊNCIA, tecnologia e inovação: desafio para a sociedade brasileira. In: **Livro Verde**. SILVA, C. G. da; MELO, L. C. P. de (Orgs.). Brasília: MCT/ABC, 2001. 278 p.
13. COATES, V. et al. **On the future of technological foresight**. Technological Forecasting and Social Change, New York, v.67, p.1-17, 2001.
14. COELHO, G.M. **La société de la connaissance et les systèmes d'information stratégique comme appui à la prise de décision: proposition pour l'enseignement de l'Intelligence Compétitive au Brésil**. 2001, 330 p. Tese (Doutorado) - Université de Droit et des Sciences d'Aix – Marseille, Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme, Marseille, 2001.
15. CRISTO, C. M. P. N. Programa Brasileiro de Prospectiva Tecnológica Industrial. In: CONFERENCIA PROSPECTIVA TECNOLOGIA INDUSTRIAL, 2001, Madrid. **Anais...** 14 p.

16. CRISTO, C. M. P. N. **Programa Brasileiro de Prospectiva Tecnológica Industrial: estado da arte em dezembro de 2002.** Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/tecnologia/prospectiva/biblioteca/estadoArteDez2002.PDF>. Acesso em: 21 jan. 2003
17. CUHLS, K.; GRUPP, H. **Alemanha: abordagens prospectivas nacionais.** Parcerias Tecnológicas, Brasília, n.10, p.75-104, mar.2001.
18. CUHLS, K.; GRUPP, H. **Status and prospects of technology foresight in Germany after ten years.** Disponível em <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/mat077e/html/mat077ae.html>. Acesso em 21 jan. 2003.
19. DATA mining glossary. Disponível em: <http://www.twocrows.com/glossary.htm>. Acesso em 20 maio 2000.
20. DICIONÁRIO Universal da Língua Portuguesa. Portugal: Ed. Texto, 2003. Disponível em: <http://www.priberam.pt>. Acesso em 5 jan 2003.
21. DON, B. **Changes in the US approach to technology foresight and critical technology assessment.** Disponível em: <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/mat077e/html/mat0779e.html>. Acesso em 21 jan. 2003.
22. DONNELLY, D. **Forecasting methods: a selective literature review.** Disponível em: <http://www.hfac.uh.edu/MediaFutures/forecasting.html>. Acesso em 21 dez.2002.
23. DOU, H. **Veille technologique.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por gilda@massari.net em 10 nov. 2002.
24. DOU, Henri. **Veille technologique et compétitivité.** Paris: Dunod, 1995.
25. FAHRENKROG, G. **The futures project.** Disponível em <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/mat077e/html/mat0779ge.html>. Acesso em 21 jan. 2003.
26. FERREIRA, A. B. H. Novo **Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa.** 3ed. totalmente revista e ampliada. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.
27. Gastner Group. **What is data mining?** Disponível em: <http://www.statserv.com/index-datamining.html>. Acesso em: 25 maio 2000.
28. GASPAR, T.; NOVAKY, E. **Dilemmas for renewal of futures methodology.** Futures, Amsterdam, v.34, p.365-379, 2002.
29. GAVIGAN, J. P.; SCAPOLO, F. **Matching methods to the mission: a comparison of national foresighting exercises.** Foresighting, Cambridge, v. 1, n. 6, p.491-513, 1999.
30. GODET, M. **Introduction to la prospective: seven key ideas and one scenario method.** Futures, Amsterdam, p.134-157, apr.1986.
31. GODET, M. **The art of scenarios and strategic planning: tools and pitfalls.** Technological Forecasting and Social Change, New York, v.65, n.1, p.3-22, 2000.
32. GODET, M.; ROUBELAT, F. **Creating the future: the use and misuse of scenarios.** Long Range Planning, v.29, n. 3, p.164-171, 1996.

33. GODET, M.; ROUBELAT, F. **Scenario planning : an open future**. Technological Forecasting and Social Change, New York, v.65, n.1, p.1-2, 2000.
34. JAKOBIAK, François. Veille technologique, l'approche française. In: Seminário Internacional sobre Gestão Estratégica do Conhecimento. (1997,Rio de Janeiro). **Anais...** Rio de Janeiro : SENAI/CIET, 1997
35. JOUVENEL, H. **A brief methodological guide do scenario building**. Technological Forecasting and Social Change, New York, v.65, n.1, p.37-48, 2000.
36. KOSTOFF, R.N. et al. **Text mining using database tomography and bibliometrics : a review**. Technological Forecasting and Social Change, New York, v.68, n.1, p.223-253, 2001.
37. KOZLOWSKI, J. **Adaptation of foresight exercises in central and eastern European countries**. Disponível em: www.unido.org/userfiles/kaufmanC/arapepaper.pdf. Acesso em: 15 jan/2003.
38. KUWAHARA, T. **Technology foresight in Japan – the potential and implications of Delphi approach**. Disponível em <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/mat077e/html/mat077ee.html>. Acesso em 21 jan. 2003.
39. LIM, K. **The 2nd technology forecast survey by Delphi approach in Korea**. Disponível em <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/mat077e/html/mat077ce.html>. Acesso em 21 jan. 2003.
40. MARCIAL, E.C.; GRUMBACH, R.J.S. Cenários prospectivos: como construir um futuro melhor. Rio de Janeiro: FGV, 2002.
41. MARTINO, J.P. **Technological forecasting for decision making**. New York: North-Holland, 1983.
42. MCT. **Programa Prospectar**. 2002. Disponível em: www.mct.gov.br/cct/prospectar/default.htm.
43. MCT. Estudo Prospectar: relatório da 1ª rodada. Disponível em: Acesso em:
44. MDIC/STI. **Programa Brasileiro de Prospectiva Tecnológica Industrial: plano de ação**. Disponível em : <http://www.mdic.gov.br/tecnologia/prospectiva/ptiPlano2000.pdf>. Acesso em 21 jan.2003
45. NIJSSEN, E.; VAN REDDKUM, R.; HULSHOFF, H. **Gathering and using information for the selection of technology partners**. Technological Forecasting and Social Change, New York, v.67, p.221-237, 2001.
46. OLIVEIRA, D.P.R. **Estratégia empresarial e vantagem competitiva: como estabelecer, implementar e avaliar**. São Paulo: Atlas, 2001.
47. POLANCO, X. **Notes de cours**. Rio de Janeiro: 1998.
48. PORTER, A. **Technology foresight methods inititive update**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por gilda@massari.net em 17 out. 2002.
49. PORTER, A. et al. **Forecasting and management of technology**. New York: J.Wiley, 1991.

50. PORTER, A. **European-US-Japanese initiative: new technology foresight (forecasting & assessment) methods**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por gilda@massari.net em 16 out. 2002.
51. PROJETO Tendências. Disponível em: <http://www.tendencias.int.org.br>. Acesso em: 30 jan.2003.
52. RATTNER, H. **Estudos do futuro: introdução à antecipação tecnológica e social**. Rio de Janeiro: FGV, 1979.
53. SANTOS, D.M.; GUIMARÃES, M.C.S.; SILVA, C.H.; COELHO, G.M. **Prospecção tecnológica: experiências recentes no Brasil**. In: 22nd International Symposium on Forecasting, 2002, Dublin.
54. SCHWARTZ, P. **Composing a plot for your scenario**. Planing Review, p.1-8, 46, may/jun.1992.
55. SKUMANICH, M.; SILBERNAGEL, M. **Foresighting around the world: a review of seven bent-un-kind programs**. Seattle: Battelle, 1997. Disponível em: www.seattle.battelle.org/service/e&s/foresite. Acesso em 27 jan.2003.
56. TECHNOLOGY foresight for Latin America. Disponível em: <http://www.foresight.ics.trieste.it>. Acesso em 28 set.2002.
57. TEGART, G. **Foresight studies in Australia**. Disponível em <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/mat077e/html/mat0775e.html>. Acesso em 21 jan. 2003.
58. WOOD, J.V. **UK foresight programme – a panel chairma’s view**. Disponível em <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/mat077e/html/mat074e.html>. Acesso em 21 jan. 2003.
59. WRIGHT, J.T. **Identificação e análise dos gargalos ambientais do setor de óleo e gás; resultados parciais do WebDelphi – Rodada 1**. Rio de Janeiro: 2002.
60. ZACKIEWICZ, M.; SALLES-FILHO, S. **Technological foresight: um instrumento para a política científica e tecnológica**. Parcerias Tecnológicas, Brasília, n.10, p.144-161, mar.2001.

Anexo 1 – Millenium Project

Executive Summary

While the pace of scientific change has accelerated around the world, public awareness and attention to the possible effects of these changes has grown as well. This public attention is focused particularly on the unintended dangers of science, misapplications of technology, and the need for solutions from both science and technology to pressing global issues. As a result, many governments, universities, corporations, and NGOs have increased their attention to setting science and technology (S&T) policy and priorities. Thus far, these policy processes have tended to be national or limited in scope and have not taken into account priorities of others as much as seems warranted in an increasingly interdependent world.

A global assessment of the future issues of science and technology over a 25-year time horizon could provide information important to the S&T policy process. To create this assessment, the Millennium Project is conducting a three-year study involving a well-informed and internationally diverse panel of futurists, scientists, and policy advisors. The central objective of this study is to seek a broad range of international perspectives on the emerging issues and forces that are likely to influence future science and technology programs and their management. The first year (and subject of this chapter) was designed to identify and rate key questions about the future of S&T and to seek potential answers or actions that could address each issue. This was accomplished by means of a two-round questionnaire and series of workshops with Science Attachés to Washington, D.C. The work next year will explore the implications of the results of the first year's findings for S&T management, and the third year will make the policy consequences explicit via alternative scenarios.

To generate an initial list of questions for the first year's study, the Millennium Project staff reviewed the global challenges presented in Chapter 1, discussed these questions with the Project's Planning Committee, and modified the set based on the views of Science Attachés to Washington, D.C., embassies. The Science Attachés were asked: *What are the most important questions to ask about science and technology, given the emerging issues and forces that are likely to influence future science and technology programs and their management?*

A total of 237 people participated in the two-round questionnaire and in the discussions held in preparation for each round. Figures 3-1 and 3-2 show the demographics of the respondents. A "participation profile" was determined by the Steering Committee of the study and given to the Science Attachés and the Millennium Project Nodes to use as a basis for nominations of participants on the panel. The list included people skilled in basic and applied sciences in physics, biology, interdisciplinary and computational sciences, and S&T policy including futurists, administrators, and journal editors.

In the first round, the panel was asked to rate the questions in terms of both their global importance and their priority to their own country. In addition, panelists were asked to add other questions of similar or greater weight. They were also asked to judge some staff-generated answers or actions that might respond to the questions in terms of importance, likelihood, and personal confidence.

The attachés participated in a second meeting to review the results of the first-round questionnaire and to make suggestions about the next steps to be followed in Round 2. The second-round questionnaire focused on possible answers and actions that might respond to the questions.

Figure 3-1 Regional Demographics of the Participants in the S&T Study

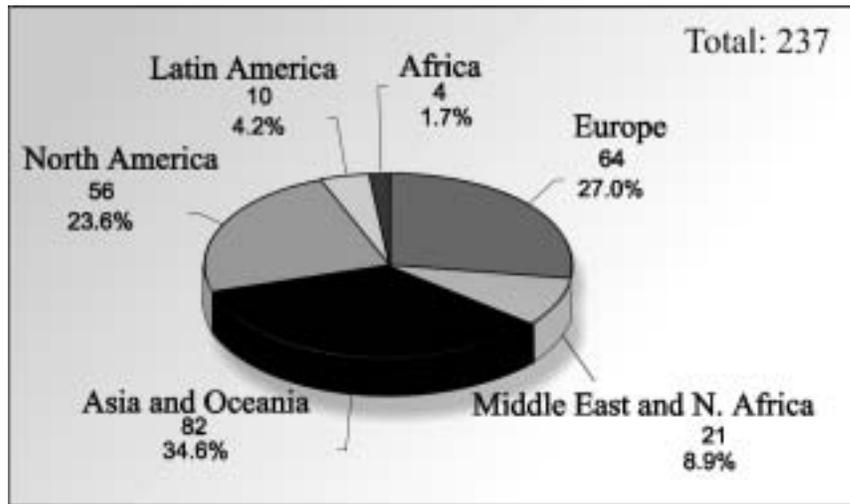
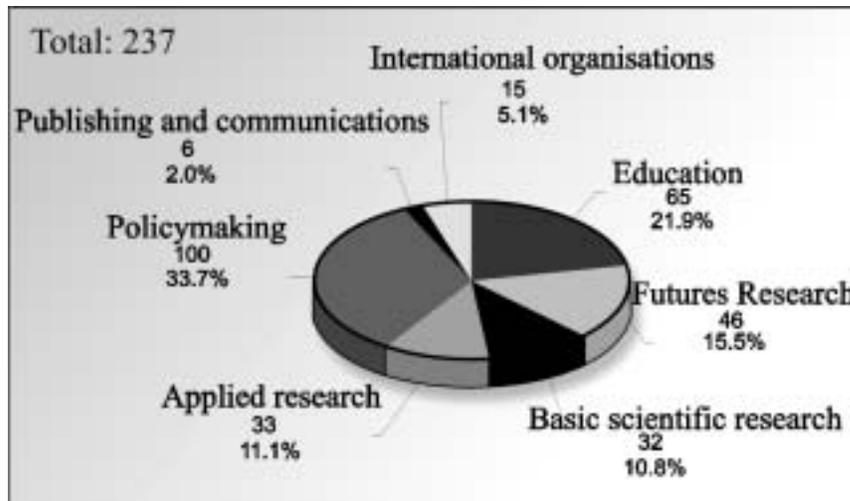


Figure 3-2 Sectoral Demographics of the Participants in the S&T Study



Shown below are the S&T questions (in rank order of the panel's average judgments about their global importance) and the most important five actions or developments associated with each question as rated by the panel in Rounds 1 and 2.

The total numbers of actions suggested for each question are in parentheses next to the questions. The full listings of the actions, ratings, and comparisons of importance to likelihood are in Appendix C.

What challenges can science pursue whose resolution would significantly improve the human condition? (42)

- Commercial availability of a cheap, efficient, environmentally benign, non-nuclear fission and non-fossil fuel means of generating base-load electricity, competitive in price with today's fossil fuels.
- Simple, inexpensive, effective medicines and corresponding delivery systems to treat widespread diseases and epidemics.
- Improving the efficiency of water use in agriculture by 75%.
- Climate change—understanding and solutions.
- Improvements in early detection and tracking systems of pandemics.

What catastrophes could change the world within the next 25 years that science might help avoid? (26)

- Major energy shortages and crises.
- Climate change—induced crop failures, floods, droughts, sea level rise, and/or extinctions.
- Increase in regional warfare over natural resources.
- Global epidemics or plagues, naturally caused or by human action such as an adverse genetic mutation.
- Widespread criminal terrorism.

What future applications of science or scientific research have the greatest potential for danger to human survival? (23)

- Accidentally or intentionally released genetically modified organisms that have serious adverse consequences for the biosphere.
- Use of biotechnology to build new kinds of biological weapons of mass destruction.
- Nanotechnology to build stealthy new means of killing large numbers of people.
- Loss of biodiversity resulting from aggressive, exclusionary marketing strategies encouraging the use of genetically altered, patented varieties.
- Intelligent nanotechnology evolving beyond human control.

What will help bridge the S&T gap between industrialized and developing countries? (19)

- Education and training.
- Very low-cost, multipurpose, portable computer communications useful to the poor majority to begin to enter the education, economic, and health systems beyond their villages.
- Establishing ethical market economy systems and elimination or reduction of corruption.
- A new economics that effectively rewards innovation and work but distributes wealth more evenly.
- Partnership for development; joint implementation between rich and poor.

What are the principal factors that will influence science over the next 25 years? (27)

- Institutions that encourage/enable multidisciplinary research.
- Public understanding of the relationship of science and technology to the emerging knowledge economy.
- Scientific information exchange and institutional collaborations.

- Education and training of the science workforce.
- Publicly visible scientific disasters or achievements significantly affecting public perspectives and thus funding.

What emerging technologies are likely to have the most positive economic impact over the next 25 years? (22)

- New, clean, and inexpensive energy technologies
- Alternative energy sources.
- Medicines derived from the knowledge founded in the Human Genome Project.
- Nanotechnologies.
- Global rules and institutions—global governance (not global government) with practical techniques that radically reduce the occurrence of wars.

What are some seminal, key, or profound scientific developments that might occur during the next 25 years? (32)

- Fusion or some other forms of cheap, abundant power with minimal adverse environmental consequences.
- Discovery of the underlying principle, “the final theory” that links quantum physics and relativity to explain the range of particles and forces that make up the universe.
- Computers that achieve awareness and can evolve.
- Major advances in information theory, computer technology, and telecommunications.
- Capacity to build things cheaply and reliably by moving individual atoms and molecules.

How can ethical consequences be more thoroughly considered in S&T management? (11)

- Include ethics training in science and technology curricula.
- Include in all large science budgets the funds for the study of ethical implications, as was done in the Human Genome Project.
- Intensify media attention to ethical issues.
- Conduct research into the nature of values, global ethics, and the means by which values are promulgated.
- Well-prepared public discussion and assessment of ethical issues in the media, including how to diagnose ethical issues and differentiate them from other kinds of issues.

What are the key emerging international issues in S&T over the next 25 years? (16)

- Assure that projects that can have deleterious consequences (from environmental pollution to tools for terrorists) have full visibility and public scrutiny, no matter where they occur.
- Global justice in access to information.
- How economic interests sort out in an increasingly multinational world of S&T investments and collaborations.
- International scientific boards that define terms, standards, and measurements for environmentally friendly technologies and their production.
- Public ownership of intellectual property critical to serve the public good.

How can science improve management of the risks induced by scientific research and its applications? (15)

- Establish an ongoing forecasting and risk assessment system.
- Increase international pressure on polluting multinational companies and states.
- Require investigators to forecast plausible unintended consequences of their research and to address the means for minimizing these developments as a routine part of their research.
- Require that science administrators be trained in science and risk decisionmaking.
- Establish UN agreements to avoid taking catastrophic risks in civil society and economic decisionmaking, like building old design nuclear fission plants.

How can the chasm be bridged between scientists and nonscientists regarding their views on the nature of science, other ways of knowing, social construction, and directions for scientific inquiry? (20)

- Create more effective programs designed to eliminate discrimination and other forms of social injustice.
- Create on-going forums for dialogues.
- Let children do experiments at school.
- Require science curricula to include social science courses and vice versa. Go back to a higher education system that broadly educates individual in many disciplines; save specialization for post-graduate work.
- Require interdisciplinary education.

The panel also suggested additional questions in Round 1. These were distilled and rated by the Millennium Project's Planning Committee and the Science Attachés. The seven questions rated the most important and the actions associated with them were rated by the panel in Round 2. The following are the additional questions and the answers or actions suggested to address each. Following each set of actions are additional suggestions that were generated in Round 2 but not rated by the panel as a whole.

How can science become a more important part of the decision process?

- Give cabinet status to science and technology in the government.
- Conduct regular briefings on science and technology issues for decisionmakers.

Additional suggestions: give scientists seats on delegations to relevant UN and other international negotiations and make stronger contacts between government and scientific institutions.

What scientific or technological development could have the greatest impact on sustainability on Earth even beyond 25 years?

- Space solar power and wireless energy transmission.
- Long-term contraceptives.
- Genetic modification of plants to permit higher rates of absorption of carbon dioxide.

Additional suggestions: Molecular manufacturing or nanotechnology, colonization of space, low-cost water purification and desalinization, "revolutionary" distance-education systems, human cloning, creation of cyborgs, clothing that recycles all body wastes and water into nutrients, self-sustaining "arcology" (merger of architectural and ecological concepts) communities, protein-based materials for easy recycling, improved waste treatment and recycling, virtual reality simulation to see impact of a person's behavior on the environment.

How can interdisciplinary and multidisciplinary research be strengthened and accelerated?

- Increase funding for these categories.
- Novel collaborative uses of Internet.
- Create bold new goals like landing on the moon that forced the integration of sciences.
- Create software that prompts the user to see potential synergies of their work with research in other fields.

Additional suggestions: Formalize multidisciplinary subject areas (e.g., post-harvest technology, natural resource management); create multidisciplinary and multisectoral peer review processes; interest governments and major foundations in funding interdisciplinary courses in schools and universities; have the UN maintain an international registry database of scientists and organizations who are willing to engage in interdisciplinary research; space exploration will force these developments.

How can the social and economic impact of scientific research be evaluated?

- Conduct retrospective studies that trace science impacts.
- Develop models that project the social and economic consequences of certain scientific and technological developments.
- Assess progress on addressing the 15 Global Challenges from the Millennium Project.

Additional Suggestions: Compare future forecasting models with actual results; require cost/benefit analysis for all major projects; create and use life-cycle-analysis-like software.

How can funding of S&T be directed toward research that more directly addresses the global basic needs of humanity?

- Increase and/or establish this category in government funding.
- Offer substantial prizes for proven applications that would benefit from additional research and publicity to become a significant contribution to address basic human needs.
[This has begun this year with prizes totaling \$250,000 by the Tech Museum.]

Additional suggestions: Create incentives for global private companies to pursue global S&T research that is profitable and socially conscious; have a world scientific committee (not UNESCO) determine the priorities of funding of S&T toward the global basic needs of humanity.

What is the future of medicine and healing and what are its likely effects on society and our personal lives?

- Increased use of simulations for individually designed medicines and foods, resulting in greater mental and physical health and economic prosperity.
- Greatly extending the life span and increasing the number of the elderly with far more leisure time.

Additional suggestions: Diagnostic tools that make individuals responsible for health maintenance; genetic profiling shifts emphasis to reduction of risk factors for those carrying disease-associated genes; more emphasis on prevention; emergence of alternative systems of medicine; tele-medicine for diagnostics and treatment; nanomedicine; better understanding the psychological roots of many illnesses; psychoneuroimmunology; conscious control of our human bodies toward effective self-healing and cellular regeneration; possible funding crises leading to a rationing of services and a health divide; more division between services to the poor and rich, which will destroy some health insurance systems; huge economic and psychological challenges if people start living to 150.

How can science education become a strong component of the educational curricula, especially for developing countries?

- Convince UNESCO and foreign aid agencies to make it a priority.
- Fund development of interactive, auto-tutorial software, which is based on cognitive science, and then give substantial prizes for those with proven impact in developing countries.
- Establish programs that encourage retired scientists to teach in lower schools.

Additional suggestions: Convince national leaders of the value of science, including that scientific methods are more important than “facts;” teach back-casting from empirically undisputed facts, especially in primary education; train teachers in developing countries how to use educational resources on Internet (e.g., MIT will put its courses free online, will poorer countries use it?); fund open source software.

OVERALL FINDINGS

1. The most important action for science to address in order to improve the human condition was: *Commercial availability of a cheap, efficient, environmentally benign, non-nuclear fission and non-fossil fuel means of generating base-load electricity, competitive in price with today’s fossil fuels.* The panel was not very confident that this would actually be done. Hence, this is a key area for policy dialogue and public understanding. Three of the top seven actions associated with “science to improve the human condition” related to water (improved water efficiency in agriculture, desalinization, and wastewater treatment).
2. The availability of safe energy was among the most important actions in four of the seven most important questions. Fears about biotechnology were in four of the top six areas of concern about scientific research (spread of genetically modified organisms, new biological weapons, loss of biodiversity, and genetic impacts). Concerns about nanotechnology were also in the top five questions (nanotech weapons of mass destruction, and intelligent nanotechnology evolving beyond human control).
3. There was general consensus about the relative importance of the S&T questions and the important actions to address them. Regional differences about these questions did not appear significant. Europe, North America, and Asia were well represented, but Africa, Latin America, and the Middle East had relatively sparse representation in the panel. People in these regions may feel that there was little that they can do to influence the course of S&T in the world.

Nevertheless, the differences in judgment among the regions were not sharp, suggesting that global policies may be found that are supported by both industrial and developing countries. However, if a larger response had been received from these regions, the overall results could have been different, the global averages might have been affected, and some actions might have assumed higher priority.

4. Some regional differences in emphasis included:
 - The Middle East rated water as more important than energy.
 - Europeans rated concerns about ethics and biotechnology higher than other regions.
 - North Americans judged *What potential catastrophes could change the world within the next 25 years that science might help to avoid?* as the most important for their countries to address.
 - South Asia rated *How can the chasm between scientists and nonscientists be bridged?* as more important than any other region.
 - The developing countries rated *What will help bridge the S&T gap between industrial and developing countries?* higher than the industrial countries.

However, overall differences among those who responded were relatively slight.

5. Looking across all regions, biotechnology was rated as the top national investment in the categories of applied science and international cooperation. It tied with computers and information systems within the broader category of current national S&T priorities. Education was rated the top national investment in basic science, while energy was rated the top national investment in technology.
6. The three developments most likely to influence future issues of S&T are scientific information exchange and institutional collaborations, low-cost handheld portable computers with satellite access, and increased bandwidth capacity for multimedia communications for all Internet users at affordable prices.
7. Over half of the panel considered it almost certain or likely that the following new external or scientific threats will exist or be likely by 2025: super-intelligent cyber terrorism; use of biotechnology to build new kinds of biological weapons of mass destruction; loss of biodiversity resulting from aggressive, exclusionary marketing strategies encouraging the use of genetically altered, patented varieties; unintended release of toxic substances with long-term hormonal or genetic effects; climate change–induced crop failures, floods, droughts, sea level rise, and/or extinctions; increase in regional warfare over natural resources; and major energy shortages and crises.
8. From a methodological viewpoint:
 - The lower the judgments about likelihood and importance, the lower the respondents' confidence; and the higher the judgments about likelihood and importance, the higher the confidence.
 - While there was more scatter in likelihood versus importance of the actions than in the other dimensions, the more important an item was seen to be, the higher its probability was rated.
 - When similar actions were suggested in response to different questions, the responses given by the panel were relatively close, suggesting that repeatability was high.
 - The level of agreement among respondents was remarkably high.
 - There were few extreme answers.
9. Respondents offered some insightful comments about science and ethics; two examples: It is now abundantly clear that ethics trumps technology as the most likely way to reform science and put it at the service of continued human survival as opposed to continued state standoffs... Separating the ethical and predictive components of what is now called “science” is a necessary task we have yet to begin... The 19th century was the age of chemists. The 20th century was the age of physicists. The 21st century will be the age of ethicists.
10. Scientific sovereignty will be an important issue. Because science and technology can now pose unintentional as well as intentional future threats that go far beyond almost anything experienced in the past, the issue of scientific sovereignty has come into question. Under what circumstances ought foreign intervention be permitted in scientific research?
11. The chasm between policymakers and scientists is broad. Many policymakers know little about science, and scientists focus too much on uncertainty, leaving the policymaker uncertain about alternatives, risks, and benefits, and the general public confused.
12. Some management actions were suggested that, among others, will be further explored next year:

- for those governments that do not have it yet, cabinet status to science and technology and regular briefings (possibly at the cabinet level) on science and technology issues for decisionmakers;
- better means of communication between scientists, stakeholders, policymakers, managers, and the public;
- UN agreements to avoid taking catastrophic risks in civil society and economic decisionmaking, like building old-design nuclear fission plants;
- multidisciplines working systematically on a common problem or big goal, such as landing on the moon;
- participatory technology/science evaluation and assessment processes;
- required in-depth, independent risk assessment if the probability of severe consequences is deemed by reviewers to be appreciable;
- sharing of major infrastructure such as synchrotrons, accelerators, reactors, biotechnology facilities, etc., on an international basis;
- presenting important issues to the science advisor for comment prior to decision;
- objective standards of acceptable risk based on likelihood and seriousness of harm and applying these standards across the spectrum of science;
- managers of S&T programs brought together via computer communications to discuss the results of this questionnaire; and
- attention on managing the synergies among biotechnology, nanotechnology, and artificial intelligence.

13. More than 50% of the respondents considered the following either of overwhelming importance or extremely important scientific activities to improve the human condition (listed in rank order):

- Commercial availability of a cheap, efficient, environmentally benign, non-nuclear fission and non-fossil fuel means of generating base-load electricity, competitive in price with today's fossil fuels.
- Providing methods for providing inexpensive medical treatment for poor people.
- Simple, inexpensive, effective medicines and corresponding delivery systems to treat widespread diseases and epidemics.
- Climate change—understanding and solutions.
- Preserving biological and cultural diversity.
- Techniques for improving wastewater treatment, village sanitation, and urban and rural water availability (in addition to water desalination).
- Improving the efficiency of water use in agriculture by 75%.
- Improvements in early detection and tracking systems of pandemics.
- Techniques for decreasing soil and coastal areas erosion.
- Understanding the nature of living matter.
- Efficient energy storage systems including, for example, spinning wheels, gravitational energy, chemical energy, direct electric energy (cryogen magnets, plasma or ball lightning), hydrogen storage, fuel cells, and developing inexpensive lightweight batteries with a power density comparable to gasoline, with little capacity loss over thousands of charge-discharge cycles, that can be completely and efficiently recycled.
- Better procedures to manage the hydrographic watersheds, especially international ones.
- Cheap, efficient means for providing potable water from salt or brackish sources at prices comparable to naturally available water in quantities sufficient to ease global water issues.
- Techniques for improving agriculture, foods, forestry, and livestock production.

- Developing an efficient, inexpensive (e.g. photochemical) process to produce hydrogen from water.
- Advanced computation and artificial intelligence.
- Advanced accurate forecasting and planning methods to improve efficiency and integration of large technological systems and enterprises.
- Climate control.
- Low-energy travel means (e.g. zeppelins and all-electric vehicles).
- Commercial utilization of desert areas, preparation for biological life and cultivation.
- Pursuing deeper psychological and sociobiological research concerning the nature of violence and aggressive behavior.
- Reaching deeper understanding of the quantum foundations of physics.
- Nanofiltering devices for water purification and recycling in households.
- Demonstration of the possibility of an environmentally, economically, and culturally sustainable city of at least 1 million people.

The S&T Attachés appreciated the opportunity to participate in the study and manifested interest in continuing their participation. Some were told by respondents back home that taking part in this study was a very stimulating experience and provided input to their policy process. Hence, next year's study, which focuses on the management implications of the issues, will include the Science Attachés again as well as S&T managers around the world.

EQUIPE DO PROJETO TENDÊNCIAS

COORDENAÇÃO

Maria Aparecida Stallivieri Neves

EQUIPE TÉCNICA

Cristina Lemos
Frederico Reis de Araújo
Hugo Túlio Rodrigues
José Manuel Maldonado
Paulo Pereira de Gusmão
Paulo Roberto Krahe
Roberto Gomes Jardim
Rosane Lins

ADMINISTRAÇÃO E SECRETARIA

Edith Busolo Skolimovski
Izair Ramunch Costa

COMUNICAÇÃO E DIVULGAÇÃO

Mônica S. Fernandes

COLABORAÇÃO ANP

Raimar van den Bylaardt



Projeto Tendências Tecnológicas para o setor de O&G

Av. Venezuela, 82 – anexo 4 – Centro
20081-312 Rio de Janeiro – RJ
Tel.: (21) 2206-1293 / Fax: 2206-1058
e-mail: tendencias@tendencias.int.gov.br
www.tendencias.int.gov.br