

Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens

Marcio de Miranda Santos

Gilda Massari Coelho

Dalci Maria dos Santos

Lélio Fellows Filho

1. INTRODUÇÃO

Pensar, debater e buscar modelar o futuro são atividades tão antigas quanto a própria existência do homem. Para se desenhar o futuro é preciso ir além do conhecido, permitir a entrada de novas idéias e posicionamentos, compartilhar questões inquietantes e provocativas e, ainda, encontrar linguagem e crença comuns para se estabelecer um padrão mental que permita construir os caminhos pelos quais se chega ao futuro.

Abordagens e processos de natureza prospectiva buscam entender as forças que orientam o futuro, visam promover transformações, negociar espaços e dar direção e foco às mudanças. Estudos prospectivos são conduzidos de modo a “construir conhecimento”, ou seja, buscam agregar valor às informações do presente, transformando-as em conhecimento de modo a subsidiar os tomadores de decisão e os formuladores de políticas na construção de suas estratégias, e identificar rumos e oportunidades futuras para os diversos atores sociais.

No âmbito de sistemas de ciência, tecnologia e inovação (C,T&I), os exercícios prospectivos ou de prospecção tecnológica têm sido considerados fundamentais para promover a criação da capacidade de organizar sistemas de inovação que respondam aos interesses da sociedade. A partir de intervenções planejadas em sistemas de inovação, fazer prospecção significa identificar quais são as oportunidades e necessidades mais importantes para a pesquisa e desenvolvimento (P&D) no futuro.

É importante, nesse contexto, ter uma crescente consciência de que os desenvolvimentos científicos e tecnológicos são resultantes de interações complexas entre diferentes fatores, da existência e ação de atores sociais diversos, de trajetórias tecnológicas em evolução e competição, de visões de futuro conflitantes, de necessidades sociais muitas vezes urgentes, de oportunidades e restrições econômicas e ambientais, e de muitas outras questões, pertencentes, inclusive, ao campo do imponderável.

Processos sistemáticos de analisar e produzir julgamentos sobre características de tecnologias emergentes, rotas de desenvolvimento e impactos potenciais no futuro encontram-se, atualmente, inseridos no conceito de *Technology Future Analysis* (TFA), conceito esse que incorpora uma grande variedade de métodos de prospecção tecnológica. Nesse sentido, TFA busca integrar conceitos de *technology foresight* e *assessment studies*, predominantes no setor público, e de *technology forecasting intelligence*, mais ligados a demandas do setor privado.

Atualmente é comum que um estudo prospectivo envolva o uso de múltiplos métodos ou técnicas, quantitativos e qualitativos, de modo a complementar as características diferentes de cada um, buscando compensar as possíveis deficiências trazidas pelo uso de técnicas ou métodos isolados. Uma vez que não faz sentido definir uma fórmula pronta para uma metodologia de prospecção, a escolha dos métodos e técnicas e seu uso dependem intrinsecamente de cada situação – considerados aspectos tais como especificidades da área de conhecimento, aplicação das tecnologias no contexto regional ou local, governamental ou empresarial, abrangência do exercício, horizonte temporal, custo, objetivos e condições subjacentes.

Podem ser esperados os seguintes benefícios dos exercícios de prospecção em ciência, tecnologia e inovação:

- promoção de canais e linguagens comuns para a circulação de informação e conhecimento de caráter estratégico para a inovação;
- mais inteligência antecipatória inserida no processo de tomada de decisão em ciência, tecnologia e inovação;
- incorporação crescente de visões de futuro no pensamento dos atores sociais envolvidos no processo de tomada de decisão e de criação de redes;

– apoio a decisões relativas ao estabelecimento de prioridades para P&D, gestão dos riscos das inovações tecnológicas, melhoria da competitividade tecnológica de produtos, processos e serviços.

Quanto às estratégias de execução, de modo geral, consideram-se dois grandes pontos de partida simultaneamente, uma vez que são essencialmente complementares:

Evolução tecnológica: busca-se, a partir do referencial tecnológico, estudar as características das trajetórias tecnológicas consolidadas e identificar possíveis desdobramentos e principais condicionantes, além de identificar trajetórias emergentes e/ou alternativas. Nesse caso, por meio da gestão da informação se pode visualizar o estado da arte e as tendências de determinado setor ou tema, com o objetivo de gerar informações sobre a sua trajetória passada e sobre as perspectivas futuras, bem como emitir a percepção sobre tendências inovadoras não consensuais.

Evolução sócio-institucional: busca-se examinar as maneiras pelas quais a ciência e a tecnologia se relacionam com a evolução da sociedade em distintos cenários. Para isso, avaliam-se os possíveis impactos de diferentes estratégias de C&T no desenvolvimento, identificam-se incentivos e restrições sociais, políticas, econômicas e institucionais para as diferentes trajetórias de C&T, além da identificação e análise da opinião pública e seu conjunto de valores.

Atualmente, considera-se que o emprego sistemático de procedimentos participativos é variável-chave dos processos de prospecção e tem evidente impacto na condução metodológica. Além de ser uma opção de encaminhamento que privilegia valores democráticos e confere legitimidade aos resultados, a ênfase na participação se justifica por constituir, ela própria, um elemento estruturante de arranjos coletivos que podem colaborar efetivamente na implementação dos resultados e reforçar as trajetórias tecnológicas no sentido das prioridades identificadas.

Finalmente, as metodologias e as técnicas preferencialmente adotadas para prospecção contemplam:

– a convergência de esforços para gerar orientações e recomendações;

- um processo interativo de comunicação e articulação de atores para maximizar a disseminação de informações estratégicas;
- a promoção da criatividade e da busca permanente de novas oportunidades.

2. ANÁLISE DE TECNOLOGIAS DO FUTURO: ALGUNS CONCEITOS-CHAVE

Atualmente coexistem muitas formas de analisar o futuro e suas conseqüências – dos quais *Forecast(ing)*, *Foresight(ing)* e *Future Studies*, *Futuribles*, *La Prospective*, *Scenarios*, *Technology Assessment*, *Technological Watch*, *Veille Technologique*, *Environmental Scanning* e *Vigilancia Tecnológica* constituem-se em alguns exemplos.

Todas essas abordagens, técnicas e métodos se enquadram num campo que foi cunhado como análise de tecnologias do futuro¹ (TFA) por Porter et al (2004). Essas tiveram seu amadurecimento de forma isolada, com pouco intercâmbio e compartilhamento de informação entre os especialistas. Esse campo, conhecido como TFA, abrange os estudos amplos de *foresight* e *assessment* do setor público e os estudos de *technology forecasting intelligence* do setor privado.

No Brasil, os termos prospecção, prospectiva e estudos do futuro têm sido utilizados de forma similar. No entanto, de acordo com a evolução dos conceitos e das práticas que buscam incorporar elementos sociais, culturais e estratégicos aos exercícios prospectivos, parece ser mais adequado denominar esta atividade como “prospecção em ciência, tecnologia e inovação”, buscando ressaltar a tendência atual de ampliar o alcance desse tipo de estudo, fortalecendo seu caráter abrangente e que inclui, necessariamente, as interações entre tecnologia e sociedade.

¹ Technology Future Analysis ou, simplesmente, TFA. O estudo que apresenta essa nova visão resultou de um trabalho conjunto dos especialistas relacionados a seguir, tendo sido coordenado pelo Prof. Alan Porter, do Georgia Institute of Technology: Alan L. Porter (U.S.), W. Bradford Ashton (U.S.), Guenter Clar (EC & Germany), Joseph F. Coates (U.S.), Kerstin Cuhls (Germany), Scott W. Cunningham (U.S. & The Netherlands), Ken Ducatel (EC, Spain & UK), Patrick van der Duin (The Netherlands), Luke Georghiou (UK), Theodore Gordon (U.S.), Harold Linstone (U.S.), Vincent Marchau (The Netherlands), Gilda Massari Coelho (Brazil), Ian Miles (UK), Mary Mogee (U.S.), Ahti Salo (Finland), Fabiana Scapolo (EC, Spain & Italy), Ruud Smits (The Netherlands), Wil Thissen (The Netherlands). O trabalho foi publicado na *Technological Forecasting & Social Change* e seus resultados discutidos em seminário realizado em Sevilha, Espanha, em maio de 2004.

De modo a contribuir para ampliar o conhecimento e disseminar as práticas possibilitadas por esse tipo de estudo, bem como seus desdobramentos e alternativas, são apresentadas a seguir definições clássicas das grandes áreas que fazem parte dos estudos do futuro.

2.1. *FORESIGHT*

Para Coates (1985), a atividade prospectiva se define como um processo mediante o qual se chega a uma compreensão mais plena das forças que moldam o futuro de longo prazo e que devem ser levadas em conta na formulação de políticas, no planejamento e na tomada de decisões. Desse ponto de vista, a atividade prospectiva está, portanto, estreitamente vinculada ao planejamento.

Já a abordagem de Horton (1999) defende *foresight* como um “processo de desenvolvimento de visões de possíveis caminhos nos quais o futuro pode ser construído, entendendo que as ações do presente contribuirão com a construção da melhor possibilidade do amanhã”.

Por outro lado, para Hamel e Prahalad (1995), autores que se ocupam do universo empresarial, o entendimento sobre *foresight* deve refletir o pensamento de que a previsão do futuro precisa ser fundamentada em uma percepção detalhada das tendências dos estilos de vida, da tecnologia, da demografia e geopolítica, mas que se baseia igualmente na imaginação e no prognóstico.

Adicionalmente, Martin et al (1998) define *foresight* como um processo que se ocupa em, sistematicamente, examinar o futuro de longo prazo da ciência, da tecnologia, da economia e da sociedade, com o objetivo de identificar as áreas de pesquisas estratégicas e as tecnologias emergentes que tenham a propensão de gerar os maiores benefícios econômicos e sociais.

2.2. *FORECAST*

Technology forecast é o processo de descrever a emergência, desempenho, características ou os impactos de uma tecnologia em algum momento no futuro (Porter et al, 2004). Designa as atividades de prospecção que têm foco nas mudanças tecnológicas, normalmente centradas nas mudanças na capacidade funcional, no tempo e no significado de uma inovação (Porter,

apud Coelho, 2003). Prospear technologies exige a compreensão da evolução tecnológica, ou seja, o entendimento sobre como uma tecnologia se desenvolve e amadurece e, por isso, o foco do interesse do *technological forecasting* é centrado nas novas tecnologias, em mudanças incrementais e em descontinuidades em tecnologias existentes.

Martino (1983) afirma que um estudo prospectivo inclui quatro elementos: 1) o momento da previsão ou o momento no futuro quando aquela previsão vai se realizar; 2) a tecnologia que está sendo estudada; 3) as características da tecnologia ou suas capacidades funcionais; e, 4) uma avaliação da probabilidade.

Segundo Amara & Salanik apud Coelho (2003), uma definição progressiva para *forecasting* relacionada ao grau de precisão que esses estudos apresentam, pode ser assim descrita:

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

De acordo com Salles-Filho et al (2001), *forecasting* possui uma conotação próxima de predição, remontando a uma tradição envolvida prioritariamente com a construção de modelos para definir as relações causais dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos e esboçar cenários probabilísticos do futuro. Atualmente, entendem-se cada vez mais os desenvolvimentos futuros como um resultado sistêmico de múltiplos fatores e de decisões que devem levar em conta elementos de cunho político-social e não apenas obedecer a resultados técnicos. Ao enfatizar-se a importância da combinação de resultados de diversos métodos, ganha-se em flexibilidade e reduz-se o caráter determinista tradicionalmente associado ao *forecasting*.

2.3. FUTURIBLES

Futuribles, termo criado por Bertrand de Jouvenel (apud Jouvenel, H., 2000), busca criar melhor compreensão do mundo contemporâneo e explorar

as evoluções possíveis – ou futuros possíveis –, os fatores relacionados e as estratégias que devem ser adotadas.

2.4. *LA PROSPECTIVE*

Segundo Michel Godet (2000), *La Prospective* aproxima-se do conceito de *foresight*. Não é apenas um enfoque exploratório (antecipação estratégica), mas representa também um enfoque normativo (desejado). É o espaço onde “o sonho fecunda a realidade; onde conspirar por um futuro desejado é não sofrer mais pelo presente”. Assim, a atitude prospectiva não consiste em esperar a mudança para reagir – a flexibilidade por si mesma não leva a lugar nenhum – mas sim controlar a mudança no duplo sentido, em pré-atividade (preparar-se para uma mudança esperada) e em pró-atividade (provocar uma mudança desejada): o desejo é a força produtiva do futuro.

2.5. *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). Corresponde aos termos ingleses e espanhol *technological watch*, *environmental scanning* e vigilância tecnológica, respectivamente.

2.6. ESTUDOS DO FUTURO

É um termo amplo que abrange “toda atividade que melhora a compreensão sobre as conseqüências futuras dos desenvolvimentos e das escolhas atuais” (Amara & Salanik, 1972).

O objetivo básico de estudar o futuro é mudar a mente e depois o comportamento das pessoas (Coates, 2003).

Estudos do futuro constituem um campo da atividade intelectual e política, relacionados a todos os setores da vida social, econômica, política e cultural, e visam descobrir e dominar as complexas cadeias de causalidades, por meio de conceitos, reflexões sistemáticas, experimentações, antecipações e pensar criativo. Os estudos do futuro constituem, conseqüentemente, uma base natural para atividades nacionais e internacionais, interdisciplinares e transdisciplinares e tendem a transformar-se em novos foros para a tomada de decisão e para a formulação de políticas (Masini & Samset, 1975).

2.7. ASSESSMENT

Technology Assessment é um conceito que começou a ser aplicado pelo *Office of Technology Assessment (OTA)*, nos Estados Unidos, em 1972, a partir da constatação de que a tecnologia muda e se expande rápida e continuamente, e suas aplicações são amplas e em escala crescente, cada vez mais pervasivas e críticas em seus impactos, benefícios e problemas em relação ao ambiente social e à natureza. Assim, passou a ser essencial que as conseqüências das aplicações tecnológicas sejam antecipadas, compreendidas e consideradas na determinação das políticas públicas em problemas existentes e emergentes. *Technology Assessment* visa, portanto, fornecer indicações antecipadas dos benefícios prováveis ou impactos adversos das aplicações de uma tecnologia (Blair, 1994).

A *National Science Foundation* define *Technology Assessment* como um estudo de políticas destinado a melhor entender as conseqüências para a sociedade, da expansão de tecnologias existentes ou da introdução de novas tecnologias cujos efeitos normalmente não seriam planejados ou antecipados (Coates, 2004).

3. AS FAMÍLIAS DE MÉTODOS E TÉCNICAS

A reflexão sobre as diferentes abordagens, métodos e técnicas deve ser vista como um meio para aperfeiçoar a atividade prospectiva e seus resultados, ou seja, responder adequadamente às indagações quanto ao futuro, em seus diversos níveis e interesses.

A lista de campos de estudo relacionados com a temática de explorar o futuro é grande e tende a crescer ainda mais. Uma simples revisão dos termos na literatura identifica diferentes denominações para grupos e estruturas conceituais. Isso tem gerado considerável confusão na terminologia, o que dificulta a elaboração de definições simples e diretas, não estabelecendo diferenças entre níveis de abrangência nos usos de tais abordagens, métodos e técnicas. Por isso, é comum encontrar métodos e técnicas desenvolvidas para usos específicos, sendo utilizados para buscar responder questões de natureza ampla e complexa, o que, em alguns casos, leva a resultados contestáveis e confirma a dificuldade inerente ao tratamento das incertezas do futuro.

Métodos e técnicas tendem a diferir em abordagens e em habilidades requeridas. Podem ser classificados como “*hard*” (quantitativos, empíricos, numéricos) ou “*soft*” (qualitativos baseados em julgamentos ou refletindo conhecimentos tácitos). Outra classificação possível é avaliar se tais métodos e técnicas tendem a ser “normativos” (iniciando o processo com uma nítida percepção da necessidade futura) ou “exploratórios” (iniciando o processo a partir da extrapolação das capacidades tecnológicas correntes).

Muitos métodos e técnicas atualmente em uso se originam de outros campos do conhecimento tais como modelagens e simulações, e se valem das facilidades aportadas pela tecnologia da informação possibilitando a coleta e o tratamento de grandes quantidades de dados disponíveis de forma eletrônica de maneira a permitir a identificação de tendências por meio de processos de “mineração de dados”. Alguns métodos hoje 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.

Algumas propostas de classificação dos métodos e técnicas existentes e em uso nas atividades prospectivas foram sugeridas por Porter et al (1991 e 2004), Skumanich & Sibernagel (1997) e Coelho (2003), dividindo os métodos de prospecção em famílias.

A classificação mais recente, proposta por Porter et al (2004), identifica as seguintes famílias: Criatividade, Métodos Descritivos e Matrizes, Métodos Estatísticos, Opinião de Especialistas, Monitoramento e Sistemas de Inteligência, Modelagem e Simulação, Cenários, Análises de Tendências, e Sistemas de Avaliação e Decisão.

Esse conjunto de famílias compõe o referencial já mencionado anteriormente *Technology Futures Analysis* que abriga conjuntamente as abordagens conhecidas como *Technology Forecasting*, *Technology Foresight* e *Technology Assessment* e seus métodos e processos mais utilizados. A tabela 1, a seguir, apresenta o detalhamento dessa classificação.

Tabela 1. Classificação dos métodos e técnicas de análise de tecnologias do futuro

Famílias	Métodos e técnicas incluídos ²
Criatividade	Brainstorming (Brainwriting; NGP - Nominal Group Process) Creativity Workshops (Future Workshops) Science Fiction Analysis TRIZ Vision Generation
Métodos descritivos e matrizes	Analogies Backcasting Checklists for Impact Identification Innovation System Modeling Institutional Analysis Mitigation Analyses Morphological Analysis Multicriteria Decision Analyses (DEA - Data Envelopment Analysis) Multiple Perspectives Assessment Organizational Analysis Relevance Trees (Futures Wheel) Requirements Analysis Needs Analysis, Attribute X Technology Matrix) Risk Analysis Roadmapping (Product-technology Roadmapping) Social Impact Assessment (Socio-Economic Impact Assessment) Stakeholder Analysis (Policy Capture, Assumptional Analysis) State of the Future Index (SOFI) Sustainability Analysis (Life Cycle Analysis) Technology Assessment
Métodos estatísticos	Bibliometrics (Research Profiling; Patent Analysis, Text Mining) Correlation Analysis Cross-Impact Analysis Demographics Risk Analysis Trend Impact Analysis
Opinião de especialistas	Delphi (iterative survey) Focus Groups (Panels; Workshops) Interviews Participatory Techniques
Monitoramento e sistemas de inteligência	Bibliometrics (Research Profiling; Patent Analysis, Text Mining) Monitoring (Environmental Scanning, Technology Watch, Competitive Intelligence, Veille Technologique, Vigilancia Tecnológica; Benchmarking)

² Uma vez que muitos termos não têm um correspondente adequado em português, optou-se por mantê-los no idioma original.

Modelagem e simulação	Agent Modeling Causal Models CAS (Complex Adaptive System Modeling - Chaos) Cross-Impact Analysis Diffusion Modeling Economic Base Modeling (Input-Output Analysis) Scenario-Simulation (Gaming; Interactive Scenarios) Sustainability Analysis (Life Cycle Analysis) Systems Simulation (System Dynamics, KSIM) Technology Assessment Technological Substitution
Cenários	Field Anomaly Relaxation Methods (FAR) Scenarios (Scenarios with consistency checks; Scenario Management; La Prospective; GBN; Puma; Pftia) Scenario-Simulation (Gaming; Interactive Scenarios)
Análise de tendências	Long Wave Analysis Precursor Analysis Trend Extrapolation (Growth Curve Fitting & Projection) Trend Impact Analysis
Avaliação / Decisão	Action (Options) Analysis Multicriteria Decision Analyses (DEA - Data Envelopment Analysis) Analytical Hierarchy Process (AHP) Cost-Benefit Analysis (Monetized & Other) Decision Analysis (Utility Analysis) Economic Base Modeling (Input -Output Analysis) Relevance Trees (Futures Wheel) Requirements Analysis (Needs Analysis, Attribute X Technology Matrix) Stakeholder Analysis (Policy Capture) Benchmarking

Fonte: adaptado de Porter, A. et al. Technology futures analysis: toward integration of the field and new methods. *Technological Forecasting & Social Change*, v. 71, n. 3, p. 287-303, mar. 2004.

4. DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS MÉTODOS E TÉCNICAS

Uma breve descrição dos métodos e técnicas mais conhecidos que integram as famílias de análise de tecnologias do futuro é apresentada a seguir. Ressalta-se que a grande maioria são técnicas já conhecidas e que, em alguns casos, foram geradas para outros fins, passando, posteriormente, a serem empregadas em estudos prospectivos.

4.1. CRIATIVIDADE

A criatividade é uma característica que deve estar presente em todos os estudos prospectivos, pois há a necessidade de se evitar visões pré-concebidas de problemas e situações e encorajar um novo padrão de percepção. É um meio de ampliar a habilidade de visualizar futuros alternativos. Alguns métodos contribuem para aprimorar essa característica naqueles que trabalham com

prospecção ou gestão de tecnologia. Guilford apud Porter et al (1991), identifica cinco 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.

4.1.1 *Brainstorming*

É uma técnica de trabalho em grupo em que 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.

4.1.2 *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, e Arthur Clark com os satélites de comunicação.

4.2. MÉTODOS DESCRITIVOS E MATRIZES

Métodos descritivos e matrizes podem ser usados para ampliar a criatividade, quer seja de forma individual, quer seja coletiva, para possibilitar a identificação de futuros alternativos. Além disso, assim como outros métodos e técnicas, dependem da existência de especialistas, de boas séries de dados,

de boas estruturas e da compreensão da modelagem e das tecnologias da informação e da comunicação.

4.2.1 Technology Roadmapping (TRM)

Technology roadmapping é um processo de planejamento orientado pela demanda que ajuda a identificar, selecionar e desenvolver tecnologias alternativas para satisfazer a um conjunto de necessidades de um produto. Dado um determinado conjunto de necessidades, o TRM provê uma forma de desenvolver, organizar e apresentar a informação sobre os sistemas críticos requeridos e os níveis de performance que devem ser atingidos em determinados horizontes de tempo. Dependendo de sua aplicação, há diferentes tipos de comprometimentos em termos de tempo, custo, nível de esforço e complexidade. Os mapas resultantes devem ter uma estrutura que contemple: necessidades, requisitos críticos e metas, áreas tecnológicas, condicionantes tecnológicos e metas, alternativas tecnológicas, alternativas recomendadas e um relatório de TRM.

Pode ser categorizado como um método de *foresight*, apresentando algumas características particulares: é pró-ativo e tem início a partir da idéia de que o futuro pode e deve ser criado e, portanto, não é conduzido pelo determinismo tecnológico; é, por definição, apresentado como um processo coletivo.

Embora não seja muito formalizado (isto é, não há um único método que seja usado por todos), o TRM deve conter pelo menos os seguintes passos: definição do mercado num horizonte de longo prazo, pois isso ajudará na definição da demanda futura; definição dos requisitos dos produtos que devem atender a essa demanda (visão do fornecedor); definição das tecnologias-chave ou pesquisas críticas necessárias para desenvolver esses produtos e criar as infra-estruturas associadas.

4.2.2 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 e análise comparativa dos padrões de desenvolvimento tecnológico e de adoção pelo mercado de novas

tecnologias com relação a padrões estabelecidos no passado. Aplicando essa 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.

4.3. MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Métodos estatísticos referem-se aos modelos que procuram identificar e medir o efeito de uma ou mais variáveis independentes importantes sobre o comportamento futuro de uma variável dependente. O procedimento padrão é testar modelos simples de ajuste (linear, exponencial, quadrado ou cúbico) para a variável dependente, procurando definir os parâmetros do modelo de modo que o erro residual seja mínimo. Já os modelos econométricos e os não-lineares lançam mão de equações mais complexas, fundamentadas em relações de causalidade previstas em teoria e na determinação em conjunto de parâmetros para uma ou mais equações simultâneas.

4.3.1 *Matriz de Impactos Cruzados (MIC)*

Esse método engloba uma família de técnicas para 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.

4.3.2 *Análise de impacto*

Inclui os métodos que consideram o fato de que em uma sociedade complexa como a contemporânea; 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.

4.3.3 Análise morfológica

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.

Trata-se do desenvolvimento e da aplicação prática de métodos básicos que permitam descobrir e analisar as inter-relações estruturais ou morfológicas entre objetos, fenômenos ou conceitos e explorar os resultados obtidos na constituição de realidades plausíveis.

Funciona por meio 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.

4.4. OPINIÃO DE ESPECIALISTAS

O método de opinião de especialistas tem seus limites estabelecidos naquilo que as pessoas percebem como factível, de acordo com sua imaginação e crenças, e deve ser usada sempre que a informação não puder ser quantificada ou quando os dados históricos não estão disponíveis ou não são aplicáveis. Mesmo quando há dados históricos, a opinião de especialistas pode e deve ser usada como uma forma de complementar as informações obtidas e de captação de conhecimentos tácitos, sinais fracos e *insights*. Por isso, tais métodos

são considerados qualitativos. O método de opinião de especialistas é definido 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 essa definição inclua a teoria da intuição, bem como percepções de “gurus futuristas”, o Delphi é um exemplo de método de sucesso, estruturado com base na opinião de especialistas. Além do Delphi, também são amplamente usados os painéis de especialistas, entrevistas, encontros, *surveys*, entre outros.

4.4.1 Delphi

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 que são considerados o preâmbulo do método. O Delphi foi aplicado por Olaf Helmer e N. Rescher, na RAND, na década de 50, para obter consenso em um grupo de especialistas. Posteriormente, foi apresentado de forma estruturada por Helmer, em 1968. Utiliza as diversas informações identificadas e obtidas pelo julgamento intuitivo das pessoas, com a finalidade de delinear e realizar previsões. (Oliveira, 2001).

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).

Esse método explora a experiência coletiva dos membros de um grupo em um processo interativo e estruturado. No formato original, a primeira rodada é não-estruturada, e é dada aos especialistas selecionados uma relativa liberdade de identificar e elaborar as questões percebidas como relevantes ao tema abordado. O questionário é consolidado pela equipe de coordenação, de modo a associar escalas qualitativas ou quantitativas às questões, e então submetê-lo a uma seqüência de rodadas.

A cada rodada, a equipe de coordenação contabiliza as respostas, apresenta os resultados parciais, normalmente sob a forma de descritores estatísticos simples – média ou mediana, e uma medida de dispersão (variância ou desvio padrão) – e demanda aos especialistas que revejam, em anonimato, suas opiniões à luz da opinião agregada. Cada participante pode fornecer então um novo julgamento, justificando a mudança ou não de opinião. O processo se repete até que se atinja um “estado estacionário”, normalmente depois de três ou quatro rodadas.

Atualmente, é reconhecido que as razões discordantes apresentadas por alguns dos participantes também trazem informações importantes. Assim, opiniões dissidentes também são levadas em consideração, em detrimento ao imperativo do consenso.

4.4.2 WebDelphi

O WebDelphi é uma ferramenta para a prospecção de futuro e formulação de estratégias, em grupo, por meio da internet. Baseia-se no método Delphi tradicional, de previsão por meio de consultas a especialistas. 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.

4.4.3 Painel de especialistas

O painel de especialistas constitui uma forma interessante de obter percepções de especialistas e é crescentemente utilizado 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.

4.4.4 Focus group

É uma pesquisa de mercado qualitativa na qual um grupo de participantes (aproximadamente dez), com padrões de consumo, demográficos e atitudes comuns, discutem um tema particular conduzidos por um

moderador. É freqüentemente usado na área de pesquisa de mercado para identificar fatores mais qualitativos em relação à forma como um produto é percebido pelos usuários e, atualmente, é usado também na prospecção de tecnologias.

4.4.5 Avaliação individual

A avaliação individual tem por objetivo obter a opinião de indivíduos sobre determinado tema e podem 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 com conhecimento pertinente ao tema). A internet está abrindo novas possibilidades para que isso seja feito *on-line*, possibilitando o aumento do nível de participação por meio do acesso remoto.

4.4.6 Tecnologias críticas

Esse método consiste em identificar tecnologias usando um conjunto de critérios racionais por meio do qual uma tecnologia pode ser avaliada quanto a seu grau de importância em um dado contexto. 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.

4.4.7 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.

4.4.8 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 grupal vai cancelar a informação incorreta. Essa técnica, para oferecer bons resultados,

também assume que as perguntas devem ser formuladas de forma clara e concisa, sem ambigüidades e em um vocabulário conhecido e amigável para os que vão responder. Geralmente, algumas perguntas são abertas, permitindo que o respondente use suas próprias palavras.

4.5. MONITORAMENTO

Monitoramento e sistemas de inteligência constituem fontes básicas de informação relevante e por isso são comumente utilizados em estudos prospectivos. Monitorar significa observar, checar e atualizar-se em relação aos desenvolvimentos numa área de interesse, definida para uma finalidade bem específica. (Coates, apud Porter et al, 1991). Alguns objetivos possíveis do monitoramento incluem:

- Identificar eventos científicos, técnicos ou socioeconômicos importantes.
- Definir ameaças potenciais, implícitas nesses eventos.
- Identificar oportunidades envolvidas nas mudanças no ambiente.
- Alertar os decisores sobre tendências que estão convergindo, divergindo, ampliando, diminuindo ou interagindo.

Segundo Porter et al (1991), no seu sentido estrito, 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 e, assim sendo, é fundamental. Pode ser usado para buscar todas as fontes de informação e produzir um rico e variado conjunto de dados. As principais fontes em que se baseia são as de natureza técnica (revistas, patentes, catálogos, artigos científicos etc). Além disso, podem ser feitas entrevistas com especialistas e outras informações não-literárias podem ser coletadas. 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 clássico, ampliando sua abrangência e atuação.

4.5.1 *Inteligência competitiva*

Inteligência competitiva é um processo sistemático de coleta, gestão, análise e disseminação da informação sobre os ambientes competitivo,

concorrencial e organizacional, visando subsidiar o processo decisório e atingir as metas estratégicas da organização. (Coelho, 2001). 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 processo que quando é utilizado para descrever o universo empresarial é chamado, também, de inteligência empresarial, e, quando tem o foco na tecnologia, de inteligência competitiva tecnológica, pode ser considerado um método de prospecção de curto prazo.

4.5.2 *Data mining*

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

Tal processo 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. Suas 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* torna-se, a cada dia, mais popular como uma ferramenta de gestão da informação e de negócios, da qual se espera perceber estruturas do conhecimento que possam orientar decisões em condições de certeza limitada. Esses estudos têm atraído grande interesse devido às possibilidades de resolução de parte dos problemas trazidos pelo “excesso de informação”, buscando localizar o conhecimento útil e utilizável 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 dessa 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. 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. Essas 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?

4.5.3 *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 factual dos dados bibliográficos, segundo definição de Polanco (1998). Representa a aplicação do conceito mais genérico de *data mining* a informações de caráter textual, estruturadas ou não.

4.5.4 *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 podem 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 tem por base uma avaliação qualitativa. A análise de patentes é baseada no conceito de *text mining*.

4.5.5 *Análise de conteúdo*

Baseia-se 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.

4.5.6 *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 científica, que coloca um desafio para a cientometria que é encontrar ferramentas que identifiquem que áreas da ciência podem ser exploradas comercialmente. Isso normalmente é feito por intermédio da opinião de especialistas, havendo poucos métodos objetivos ou quantitativos para complementar. Modelos da estrutura da ciência são usados pelas empresas para prospectar quando a ciência pode ser explorada, mas ainda há muito a ser feito. A moderna cientometria utiliza as técnicas de *text mining*

Ainda 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 surgir para atender a essas necessidades”.

4.6. MODELAGEM E SIMULAÇÃO

Modelagens e simulações representam tentativas de identificar certas variáveis e criar modelos computacionais, jogos ou sistemas nos quais se pode visualizar a interação entre as variáveis ao longo do tempo. Computadores ou pessoas, ou ambos, podem ser envolvidos. Com os computadores, pode-se fazer o jogo do “e se...”, em que a partir de determinadas escolhas podem-se ver as conseqüências que se seguem.

4.6.1 *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.

4.6.2 *Modelos de sistemas dinâmicos*

Os objetivos das metodologias de análise de modelos dinâmicos incluem: desenvolver um melhor entendimento do comportamento temporal dos elementos do sistema; mostrar as inter-relações entre os principais elementos; auxiliar a prever o comportamento futuro de um sistema e a melhorar o comportamento futuro deste alterando variáveis-chave.

Para tanto, são válidas as seguintes regras práticas: usar modelos formais e explícitos; não se preocupar com a obtenção e uso de modelos perfeitos; não se preocupar em prever o que realmente vai acontecer, e sim estabelecer as relações condicionantes dos processos de mudança; procurar políticas que aumentem a probabilidade de resultados desejados serem atingidos.

4.6.3 *Sistemas dinâmicos*

Sistemas dinâmicos representam um enfoque de simulação quantitativo usado para prospectar e modificar 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.

4.6.4 *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 e 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 que são 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.

4.6.5 *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.

4.7. CENÁRIOS

Cenários, conforme Schwartz apud Oliveira (2001), são definidos como “instrumentos 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”. O método de construção de cenários busca construir representações do futuro, assim como rotas que levam até essas representações. Essas representações buscam destacar as tendências dominantes e as possibilidades de ruptura no ambiente em que estão localizadas as organizações e instituições. Cenários representam uma excelente opção, pois constituem uma forma de integração com outras informações úteis e são excelentes para comunicar resultados aos usuários em geral.

4.7.1 Método de 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).

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.

Existem duas grandes categorias de cenários: exploratórios e antecipatórios. Os cenários exploratórios indicam as tendências passadas e presentes, e o desdobramento em tendências futuras; os cenários antecipatórios, também chamados de normativos, são construídos com base em visões alternativas de futuros, indicando cenários desejáveis e cenários a serem evitados. Esses cenários podem também indicar tendências ao contrapor desenvolvimentos extremos e acontecimentos desejáveis.

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 dado horizonte.

Entretanto, como deve representar a 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.

4.7.2 *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 predeterminação, 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;
- levar 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 complementaridade de enfoques;
- questionar idéias pré-concebidas sobre prospecção e sobre quem trabalha na área.

4.7.3 *GBN*

A Global Business Network (GBN) é uma organização 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 estórias de ficção científica, preparadas para instigar a imaginação”.

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

- 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.

4.7.4 SWOT

SWOT significa *Strengths, Weaknesses, Opportunities* e *Threats*. A matriz *SWOT*, também chamada Fofa (forças, oportunidades, fraquezas e ameaças), em português, tem sido usada em alguns estudos de prospecção realizados em nível nacional, como técnica orientadora básica desses – muitas vezes, de forma implícita. A análise *SWOT* apresenta duas dimensões: uma, refere-se ao ambiente interno (forças e fraquezas) e a outra, ao ambiente externo (ameaças e oportunidades). Nos casos da Áustria e Reino Unido, 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 pelo estudo prospectivo.

4.8. ANÁLISE DE TENDÊNCIAS

A análise de tendências é, segundo Millet apud Skumanich & Silbernagel (1997)³, a forma mais simples de prospecção. Esse método é baseado na hipótese de que os padrões do passado serão mantidos no futuro, ou seja, parte do pressuposto de que o futuro é a continuação do passado. A análise de tendências, em geral, utiliza técnicas matemáticas e estatísticas para extrapolar séries temporais para o futuro. Coleta-se informação sobre uma

³ SKUMANICH, M.; SILBERNAGEL, M. Foresighting around the world: a review of seven bent-unkind programs. Seattle: Battelle, 1997. Disponível em: <www.seattle.battelle.org/service/e&s/foresite>. Acesso em 27 jan. 2003.

variável ao longo do tempo e, em seguida, essa informação é extrapolada para um ponto no futuro.

4.8.1 *Regressão*

A análise de tendências tecnológicas é baseada na hipótese de 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 utilizada para projetar desenvolvimentos, proporcionando velocidade de operação, nível de desempenho, redução de custos, melhoria da qualidade e eficiência operacional. Os modelos básicos de extrapolação são aplicados normalmente para 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 predizer seus níveis futuros.

4.8.2 *Curvas S*

A conhecida curva S descreve muitos fenômenos naturais e também tem sido utilizada para descrever processos de evolução tecnológica. Essa técnica baseia-se no princípio de que há um estágio de introdução lento, seguido por um crescimento acentuado e por uma queda à medida que o tamanho se aproxima do limite.

4.8.3 *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. Essa 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.

4.8.4 *Gompertz*

É bastante similar ao conceito de *Fisher-Pry*, exceto que é mais apropriado à adoção de modelos impulsionados 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, por meio 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.

4.8.5 *Limite de crescimento*

Utiliza formulações matemáticas para projetar o padrão pelo qual tecnologias maduras se aproximam 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.

4.8.6 *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.

4.8.7 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. A partir dessa 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.

4.9. AVALIAÇÃO / DECISÃO

O processo de tomada de decisão busca reduzir a incerteza sobre determinadas alternativas e permitir uma escolha razoável entre o que se encontra disponível. Métodos de avaliação e decisão incluem o tratamento de múltiplos pontos de vista e sua aplicação permite priorizar ou reduzir os vários fatores que devem ser levados em consideração. Diferentes abordagens vêm sendo adaptadas e utilizadas, tais como o processo de hierarquias analíticas (AHP) e árvores de relevância, de tal forma que o decisor possa expressar preferências com intervalos de julgamento e estabelecer prioridades.

4.9.1 Analytical Hierarchy Process (AHP)

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)⁴:

- 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.

⁴ PORTER, A. et al. Forecasting and management of technology. New York: J.Wiley, 1991.

Embora o AHP tenha sido criado fundamentalmente para auxiliar o processo decisório, seu autor também o aplicou a questões relacionadas à visualização do futuro. Baseia-se no foco, no qual 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.

4.9.2 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 a partir de 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, e determinar a importância relativa dos esforços para se aumentar o desempenho tecnológico. Este método foi usado pelo Delphi alemão em 1993.

4.9.3 Análise 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 é usada em apoio aos métodos de construção de cenários, tecnologias-chave, Delphi.

Os métodos multicritérios trazem a vantagem de possibilitar a construção de modelos de análise que ordenam opções (tópicos tecnológicos) frente a múltiplos critérios tomados conjuntamente e de explicitar o sistema de valor subjacente a cada ordenação.

Particularmente, os métodos franceses da família Electre (**EL**imination **Et Choix Traduisant la RE**alité) trabalham com famílias de critérios cujos elementos são independentes (Zackiewicz, 2002). A estrutura inicial para o

modelo é uma matriz que organiza os tópicos a serem hierarquizados em linhas e os critérios de hierarquização em colunas.

Do ponto de vista da sintaxe dos métodos multicritérios, uma família de critérios deve obedecer algumas premissas para garantir sua validade. Em primeiro lugar, deve-se estar atento para sua exaustividade. O conjunto de critérios considerado é suficiente para discernir e ordenar os tópicos em prioridades? A resposta para essa questão está relacionada com os ajustes comentados acima. O grau de exaustividade deve estar em estreita consonância com os propósitos subjacentes à análise e a cada subconjunto de tópicos analisado.

Uma segunda exigência é a independência dos critérios. Os critérios não podem se sobrepor do ponto de vista cognitivo ou terem o mesmo poder de discernimento. Assim, se houver grande correlação entre os padrões de resposta de um conjunto de tópicos segundo dois ou mais critérios, esses critérios não são independentes. Faz-se necessário cortar os critérios em excesso. Também é preciso observar essa condição ao se acrescentar critérios ao modelo. Pode ser razoável considerar que novos critérios devam substituir algum anterior e não apenas serem adicionados. A existência da avaliação mais genérica substituída no novo modelo pode servir como referência cruzada para validar a hierarquização dos tópicos.

Por fim, os critérios devem ser coesos. Isso significa que a função utilizada para relacionar cada tópico frente a cada critério deve permitir a comparação entre os tópicos. Entretanto, ao se acrescentarem novos critérios, as escalas de medida devem ser cuidadosamente escolhidas.

5. MÉTODOS, TÉCNICAS E FERRAMENTAS EMERGENTES

Os crescentes desafios têm levado à busca de novos enfoques para a prospecção tecnológica e avaliação de seus impactos, de modo que uma nova geração de métodos, técnicas e ferramentas parece estar surgindo. Algumas são modificações de antigas técnicas e outras são adaptadas de disciplinas correlatas como a ciência política, gestão da inovação, cientometria e ciência da computação. Entre essas ferramentas – novas ou antigas com usos novos – destacam-se a gestão de cenários, a evolução de tecnologias e redes organizacionais, a cientometria, a análise bibliométrica e as técnicas

de *data mining* entre outras. Destacamos a seguir algumas dessas técnicas emergentes.

5.1.1 Scenario management

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 *clusters* (Coates et al. 2001).

5.1.2 Triz

Desenvolvido na União Soviética, durante as décadas de 50 e 60, o sistema 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. Por ter sido publicado em russo, permaneceu durante muito tempo desconhecido no Ocidente. Atualmente, novos desenvolvimentos são feitos no Triz com ênfase na evolução direcionada da tecnologia. Esse processo permite a identificação pró-ativa de objetivos estratégicos e o desenvolvimento de planos táticos para alcançá-los. O Triz apresenta alguns aspectos da análise morfológica, proposta por Zwicky na década de 40, mas é mais normativo (Coates et al 2001).

6. VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS DIFERENTES MÉTODOS E TÉCNICAS

Diversos autores apontam para a importância de se incluir mais de um método ou técnica na estrutura metodológica de um exercício prospectivo, de modo a buscar reduzir os níveis de incerteza inerentes a esse tipo de atividade, integrando diferentes abordagens e resultados, além da constatação de que nenhum método ou técnica pode atender a todas as questões envolvidas em um exercício.

De modo geral, quando métodos quantitativos são combinados com métodos qualitativos, conhecimentos explícitos somam-se a conhecimentos tácitos na busca de complementaridade ou de visões diferenciadas.

É importante ressaltar que cada método, técnica ou ferramenta apresenta vantagens e desvantagens. Métodos quantitativos defrontam-se com a necessidade de séries históricas confiáveis ou da existência de dados padronizados, por exemplo. Métodos qualitativos muitas vezes têm problemas decorrentes do limite do conhecimento dos especialistas, de suas preferências pessoais e parcialidades.

Dessa forma, a qualidade dos resultados dos estudos está fortemente ligada à correta escolha da metodologia a ser utilizada e o emprego de mais de uma técnica, método ou ferramenta é uma tendência observada e uma prática recomendada pelos especialistas da área.

Apresenta-se, a seguir, um quadro em que são destacadas as vantagens e desvantagens de alguns métodos e técnicas:

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

Cenários	Apresentam retratos ricos e complexos dos futuros possíveis. Incorporam uma grande variedade de informações qualitativas e quantitativas produzidas por meio de outros métodos de prospecção. Normalmente incorporam elementos que permitem ao decisor definir a ação.	Algumas vezes são mais fantasia do que prospecção, principalmente, quando se identifica o futuro desejado sem considerar as restrições e barreiras a serem ultrapassadas para chegar até lá.
Métodos descritivos e matrizes; métodos estatísticos; modelagem e simulação	Modelos podem exibir comportamento de sistemas complexos simplesmente pela separação de aspectos importantes. Alguns sistemas oferecem possibilidades de incorporação do julgamento humano. Fornecem excelentes percepções e análises sobre o comportamento de sistemas complexos. Possibilitam o tratamento analítico de grandes quantidades de dados.	Técnicas sofisticadas podem camuflar falsos pressupostos e apresentar resultados de má qualidade. Alguns modelos e simulações contêm pressupostos essenciais que devem ser testados para ver sua aplicabilidade ao estudo. Todos os modelos requerem adaptações antes de serem usados e devem ser validados. O sucesso na previsão de um comportamento histórico não garante a previsão bem-sucedida do futuro. As fontes de dados usadas em data e <i>text mining</i> devem ter um certo grau de padronização para que a análise não induza a erros.
Criatividade	Aumenta a habilidade de visualizar futuros alternativos. Diminui as visões preconcebidas dos problemas ou situações. Encoraja a criação de um novo padrão de percepção. É excelente para ser usado no início do processo.	O coordenador ou líder do grupo deve ter capacidade de condução do processo para evitar descaminhos. Se mal conduzido, pode levar à futurologia e descrédito do processo.
Avaliação / Decisão	Ajudam a reduzir a incerteza no processo decisório. Auxiliam no estabelecimento de prioridades quando há um número grande de variáveis a serem analisadas.	É preciso ter consciência de que os métodos reduzem, mas não eliminam a incerteza no processo decisório.

Fonte: Coelho, 2003, baseado em Porter et al, 1991 e 2004.

7. CONCLUSÃO

A realização de estudos prospectivos ou estudos do futuro é uma atividade relativamente recente no Brasil e no mundo, e decorre de um contexto de mudanças profundas no cenário internacional, particularmente, no que tange à globalização da economia e à aceleração das mudanças tecnológicas.

A capacidade de antecipar vem-se tornando uma qualidade de extrema importância para assegurar a competitividade de empresas e países. Para tanto, é preciso exercitar o pensar, o debater e o moldar o futuro, buscar ir além do conhecido, permitindo a entrada de novas idéias e posicionamentos, no compartilhamento de questões inquietantes e provocativas e, ainda, no encontro de linguagem, crença e padrão comuns para se construir os caminhos pelos quais se chega ao futuro.

Crescentes desafios têm levado a busca de novos enfoques para a prospecção em ciência, tecnologia e inovação e à avaliação de seus impactos, e uma nova geração de métodos, técnicas e ferramentas parece estar surgindo da necessidade de fazer face aos desafios advindos da grande complexidade da ciência, tecnologia e inovação. Esses novos métodos e técnicas buscam utilizar os conhecimentos explícitos e tácitos disponíveis não para tentar prever como o futuro será, mas para compreender quais são as variáveis, os fatores condicionantes e as alternativas, bem como os melhores caminhos para a construção do futuro desejado.

Ressalta-se que nenhum método, técnica ou ferramenta conseguirá trazer, isoladamente, respostas adequadas para todas as questões complexas que estão envolvidas no debate e modelagem do futuro. É preciso, portanto, conhecer e usar adequadamente todo o conjunto de métodos e técnicas hoje disponíveis, selecionando os mais adequados em cada caso. Outro ponto importante é o caráter participativo que deve ter cada exercício prospectivo, de modo a envolver todos os atores interessados, de preferência, desde o início do processo, garantindo os esforços de coordenação e consistência e credibilidade aos resultados.

O sucesso desse tipo de exercício prospectivo se verifica quando as oportunidades e recomendações identificadas resultarem em decisões no que tange a escolhas de focos prioritários, de linhas de pesquisa, de desafios e gargalos a serem enfrentados em ciência, tecnologia e inovação, ou seja, subsidiar a tomada de decisão informada.

REFERÊNCIAS

- 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.
- Blair, P. Technology assessment; current trends and the myth of a formula. 1994.
- Coates, J. A 21st century agenda for technology assessment. *Technology Management*, Sept.- Oct.2001.
- COATES, J. Foresight in federal government policy making. **Futures Research Quarterly**, v. 1, p. 29-53, 1985.
- COATES, J. Why Study the Future? **Research Technology Management**, May-June 2003.
- COATES, V. et al. On the future of technological foresight. **Technological Forecasting and Social Change**, New York, v. 67, p.1-17, 2001.
- 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 f. Tese (Doutorado)- Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme, Université de Droit et des Sciences d'Aix – Marseille, Marseille, 2001.
- COELHO, G.M. **Prospecção tecnológica**: metodologias e experiências nacionais e internacionais. Rio de Janeiro: INT/Finep/ANP Projeto CT-Petro, 2003. (Petro Tendências tecnológicas). Disponível em: <<http://www.tendencias.int.gov.br/>>. Acesso em: 17/12/2004.
- Disponível em www.cnam.fr/lipsor/lips/articles/. Acesso em 16/09/04.
- Disponível em www.futuribles.com. Acesso em 16/09/2004.
- GASTNER GROUP. **What is data mining?** Disponível em: <<http://www.statserv.com/index-datamining.html>>. Acesso em: 25 maio 2000.
- GODET, M. Introduction to la prospective: seven key ideas and one scenario method. **Futures**, Amsterdam, p. 134-157, apr.1986.
- 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.

GODET, M.; ROUBELAT, F. Creating the future: the use and misuse of scenarios. **Long Range Planning**, v. 29, n. 3, p. 164-171, 1996.

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

HORTON, A. Foresight: how to do simply and successfully. **Foresight**, v. 1, n. 1, 1999.

JAKOBIAK, F. Veille technologique, l'approche française. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO ESTRATÉGICA DO CONHECIMENTO, 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SENAI/CIET, 1997.

LAAT, B.; MCKIBBIN, S. The effectiveness of technology roadmapping: building a strategic vision. Dutch Ministry of Economic Affairs, Directorate of Innovation.

MARCIAL, E.C.; GRUMBACH, R.J.S. **Cenários prospectivos**: como construir um futuro melhor. Rio de Janeiro: FGV, 2002.

MARTIN, B.R.; ANDERSON, J.; MACLEAN, M. Identifying research priorities in public-sector funding agencies: mapping science outputs onto user needs. **Technology Analysis and Strategic Management**, v. 10, 1998.

MARTINO, J. **Technological forecasting for decision making**. New York: Elsevier Science Publishing Company, 1983.

MASINI, E.; SAMSET, K. Recommendations of the WFSF General Assembly. WFSF Newsletter June 1975, p.15.

OLIVEIRA, D.P.R. **Estratégia empresarial e vantagem competitiva: como estabelecer, implementar e avaliar**. São Paulo: Atlas, 2001.

Polanco, X. Notes de cours. Rio de Janeiro: 1998.

PORTER, A. et al. **Forecasting and management of technology**. New York: J. Wiley, 1991.

PORTER, A. et al. Technology futures analysis: toward integration of the field and new methods. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 71, n. 3, p. 287-303, mar. 2004.

RATTNER, H. **Estudos do futuro**: introdução à antecipação tecnológica e social. Rio de Janeiro: FGV, 1979.

SALLES-FILHO, S. L.M. (Coord.); BONACELLI, M. B. M.; MELLO, D. L. **Instrumentos de apoio à definição de políticas em biotecnologia**. Brasília: MCT; Rio de Janeiro: FINEP, 2001.

SANDIA NATIONAL LABORATORIES. **Fundamentals of Technology Roadmapping**. Disponível em: <<http://www.sandia.gov/Roadmap/home.htm#what01>>. Acesso em: 17/12/2004.

SCHWARTZ, P. Composing a plot for your scenario. **Planning Review**, p.1-8, 46, may/jun.1992.

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.

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.

Resumo

O uso de estudos prospectivos ou estudos do futuro para subsidiar a tomada de decisões e a formulação de políticas é uma atividade relativamente recente no Brasil e no mundo e decorre de um contexto de mudanças profundas no cenário internacional, particularmente no que tange à globalização da economia e à aceleração das mudanças tecnológicas. A capacidade de antecipar vem-se tornando um elemento de extrema importância para assegurar a competitividade de empresas e países. Novos métodos, técnicas e ferramentas foram criados no decorrer dos últimos anos, buscando utilizar os conhecimentos explícitos e tácitos disponíveis não para tentar prever como o futuro será, mas para compreender quais são as variáveis, os fatores condicionantes e as alternativas, bem como, os melhores caminhos para a construção do futuro. Diversos autores apontam para a importância de se incluir mais de um método ou técnica na estrutura metodológica de um exercício prospectivo, de modo a buscar reduzir os níveis de incerteza inerentes a esse tipo de atividade, integrando diferentes abordagens e resultados, além da constatação de que nenhum método ou técnica pode atender a todas as questões envolvidas em um exercício. De modo geral, quando métodos quantitativos são combinados com métodos qualitativos, conhecimentos explícitos somam-se a conhecimentos tácitos na busca de complementaridade ou de visões diferenciadas. É importante ressaltar que cada método, técnica ou ferramenta apresenta vantagens e desvantagens. Métodos quantitativos defrontam-se com a necessidade de séries históricas confiáveis ou da

existência de dados padronizados, por exemplo. Métodos qualitativos muitas vezes têm problemas decorrentes do limite do conhecimento dos especialistas, de suas preferências pessoais e parcialidades. Desta forma, a qualidade dos resultados dos estudos está fortemente ligada à correta escolha da metodologia a ser utilizada e o emprego de mais de uma técnica, método ou ferramenta é uma tendência observada e uma prática recomendada pelos especialistas da área.

Abstract

The usage of forecasting/foresight or future studies to support decision making and the establishment of policies is a relatively recent activity in Brazil and worldwide. It results from a context of deep changes in the international scenario, particularly in aspects related to the globalization of the economy and the acceleration of technological changes. The capacity to anticipate, therefore, becomes an element of extreme importance to assure the competitiveness of companies and countries. New methods, techniques and tools have been created during the last years, trying to use the explicit and tacit knowledge available, not to foresee how the future will be, but to understand which are the drivers, variables and choices, as well as the best ways for modelling the future. Many authors point out the importance of including more than one method or technique in the methodological structure of a future study, in order to reduce the inherent levels of uncertainty of this type of activity, integrating different scopes and results. Besides that, there is a growing awareness that no method or technique can cover all the questions involved in an exercise. In general, quantitative methods are combined with qualitative methods, explicit knowledge is added to tacit knowledge looking forward to complementary or differentiated visions. It is important to make it clear that each method, technique or tool presents advantages and disadvantages. Quantitative methods need accurate historical series or the existence of standardized data, for example. Qualitative methods many times have problems originated from the limit of knowledge of the experts, of their personal preferences and partialities. Therefore, the quality of the results of the studies is strongly dependent on the correct choice of the methodology that will be used. The adoption of more than one technique, method or tool is a new trend and a recommended practice by the experts.

Os autores

MARCIO DE MIRANDA SANTOS. Doutor em Genética Bioquímica, é diretor executivo do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Foi diretor do Centro Nacional de Recursos Genéticos (Cenargen/Embrapa).

GILDA MASSARI COELHO. Bibliotecária, doutora em Ciência da Informação e da Comunicação, pela Université Aix-Marseille III (França). É consultora em prospecção em C,T&I no CGEE.

DALCI MARIA DOS SANTOS. Matemática, mestre em Física pelo Instituto de Física da Universidade Federal de Minas Gerais (IF-UFMG). Analista em Ciência e Tecnologia do CNPq. Atualmente é assessora técnica em prospecção em C,T&I no CGEE.

LÉLIO FELLOWS FILHO. Engenheiro Metalúrgico pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). É chefe da assessoria técnica do CGEE.