Capítulo 7

P&D, Tecnologias-chave e Aplicações

Capítulo 7 – P&D, Tecnologias-chave e Aplicações

7.1 – Do que se Trata

Conforme se discutiu em diversos capítulos anteriores, a sociedade da informação tem tomado forma como conseqüência da aplicação intensiva de novas tecnologias, especialmente as de informação e comunicação.

Diante da acelerada evolução dessas tecnologias e o vertiginoso ritmo de sua difusão em escala mundial, governos em todo o mundo têm buscado conceber uma estratégia de atuação no *front* tecnológico que assegure o desenvolvimento de seus países em um mundo de competição globalizada. Uma constatação evidente, como premissa de partida, é a impossibilidade de se estar presente em todo o leque de frentes tecnológicas. Primeiro, porque as iniciativas de P&D em áreas, como informática e biologia molecular, têm assumido um modelo consorciado, multiinstitucional e multidisciplinar, como forma de otimizar o uso de recursos cada vez mais demandados. E, segundo, porque há necessidade premente de aproveitar as tecnologias geradas ou absorvidas de terceiros em produtos e serviços para um mercado com ciclos de renovação cada vez mais curtos. Impõe-se, portanto, **seletividade** na definição e operacionalização de escolhas dentro do espectro de possibilidades tecnológicas, sem obviamente excluir compromissos de longo prazo, bem como possibilidades de integração inesperada de diversas tecnologias.

Nesse contexto de acelerada inovação, o crescimento ou mesmo a sobrevivência das empresas demanda excelência em suas operações, com o concurso intensivo de novas tecnologias. As empresas devem decidir claramente que tecnologias utilizar, o que desenvolver internamente e o que obter de fornecedores externos. Para tomar as decisões acertadas e executá-las com eficiência, as empresas precisam articular-se a instituições de P&D de forma bastante próxima.

É fundamental, portanto, que exista no Brasil uma base científico-tecnológica com capacidade de gerar conhecimentos a partir de uma cadeia de competências ampla e diversificada, suportada em um contingente de recursos humanos altamente qualificados.

Qual deve ser o papel do Estado nesse cenário?

Deve ser o da montagem do quadro estratégico mais favorável à inovação tecnológica e à sua utilização no setor industrial, incluindo:

i. visão geral sobre necessidades e oportunidades tecnológicas para o País;

ii. articulação de mecanismos de cooperação entre empresas e instituições de P&D que favoreçam a busca dessa visão;

iii. formulação e a alavancagem de projetos concretos em temas e áreas cuidadosamente selecionadas para colocar em operação os mecanismos concebidos.

Esta linha de ação propõe diretrizes para o Programa quanto à **geração e aplicação** de tecnologias de informação e comunicação com vistas a maximizar seus benefícios econômicos e sociais.

Tecnologias e Aplicações

É importante registrar, para início de discussão, que todas as linhas de ação do Programa contemplam o apoio ao desenvolvimento tecnológico em áreas específicas: Mercado e Trabalho, Acesso Universal, Educação e outras. Por outro lado, se há alguma característica comum às aplicações em todas essas áreas, é a do uso de tecnologias já maduras e disponíveis para apropriação imediata.

Isto posto, as tecnologias consideradas nesta linha de ação podem ser classificadas em dois grupos com características distintivas:

- **tecnologias capacitadoras**, isto é, tecnologias quase maduras, de impacto a curto prazo para incorporação em bens e serviços;
- **tecnologias-chave**, isto é, tecnologias ainda não maduras, de impacto potencial de médio prazo (com um horizonte de **no mínimo cinco anos** para maturação e utilização industrial plenas).

Tomando como referência essa distinção inicial de tecnologias, baseadas em seu grau de maturidade, de que devem tratar as aplicações contempladas nesta linha de ação?

Primeiramente, no curto prazo, as aplicações devem concentrar-se no uso de tecnologias capacitadoras, de forma a ter impacto concreto imediato. Segundo, as aplicações, primando pela utilização da melhor tecnologia disponível em informática, comunicações etc., devem contemplar problemas e necessidades de **outras áreas**, tanto em termos de aplicações e serviços críticos, como em termos de suporte a P&D nessas áreas. Os seguintes comentários permitem ilustrar esses pontos:

- O Projeto Internet 2 dos EUA tem como objetivo básico conceber e prototipar aplicações de redes de muito alta velocidade, canalizando a utilização de tecnologias de redes em boa parte já disponíveis em *backbones* como o vBNS e Abilene. O projeto enfoca, portanto, a utilização mais ampla de tecnologias capacitadoras e induz pesquisa em tecnologias-chave em redes (que aliás tem lugar no Projeto NGI mais do que no Internet 2, conforme se discute no Anexo 4).

- O Projeto Genoma Humano é hoje o exemplo mais conhecido de P&D na classe de problemas caracterizados como **Grandes Desafios**, no início da década de 90, nas justificativas do Programa HPCC dos EUA (conforme comentado no Capítulo 8 – Infra-estrutura Avançada e Novos Serviços – e no Anexo 1). Argumentava-se nessa época que, para fazer face a esses Grandes Desafios de P&D, era necessário disponibilizar infra-estruturas avançadas de redes e de processamento de alto desempenho, para propiciar não somente a aceleração de procedimentos e tarefas individuais de laboratório/bancada, como para permitir novas formas de trabalho envolvendo múltiplos grupos cooperativos de pesquisa, operando em paralelo mas de forma coordenada, como se discute na Seção 7.2.

- Há aplicações de tecnologias de informação e comunicação que deveriam existir em plena operação no Brasil há vários anos. Com elas, muitos problemas e mesmo tragédias poderiam ser evitados, ou, pelo menos, mais bem controlados. Um exemplo concreto é o de **monitoramento de meio ambiente**. Esta linha de ação deve contemplar o que fazer nessa vertente de aplicações que podem até utilizar tecnologias demasiadamente maduras (e em fase de obsolescência próxima), mas que precisam ser viabilizadas com a máxima urgência.

Identificação de Tecnologias-chave

A seletividade necessária para a atuação eficiente em novas tecnologias tem provocado, desde o início da década de 90, considerável esforço em diversos países no sentido de identificar **tecnologias-chave** de forma a propiciar ação estratégica sobre as tecnologias selecionadas, o acompanhamento de resultados de cada ação e revisão sistemática do processo de identificação.

O país com mais experiência nesse processo é o Japão, que, a partir do início dos anos 70, já completou cinco ciclos de planejamento em C&T, com base em técnicas Delphi para coletar e sistematizar as previsões tecnológicas de especialistas convidados.

Já na década de 90, algumas grandes iniciativas de previsão tecnológica foram disparadas em países como a França, Alemanha e Grã-Bretanha, combinando técnicas de **previsão** baseadas em variantes de abordagem Delphi com a prospecção de **cenários** de futuros possíveis, como forma de conciliar as visões complementares da dinâmica do desenvolvimento tecnológico denominadas *technology push* e *market pull*, conforme comentado no Destaque 7.1.

Vale a pena apresentar em algum detalhe a iniciativa das "100 Tecnologias-chave" levada a cabo pelo Ministério da Indústria da França e divulgado em meados de 1996. A iniciativa buscou responder a três questões essenciais, a saber:

i. quais são as tecnologias importantes para a indústria francesa;
ii. qual é a posição francesa (e européia) acerca dessas tecnologias;
iii. onde se deve alocar esforços.

As tecnologias que interessam eram expressamente aquelas "... em que os impactos econômicos e sociais são discerníveis e para as quais ações da indústria e do poder público podem aportar resultados a curto ou médio prazo". O horizonte temporal fixado foi de cinco a dez anos.

Destaque 7.1
A Dinâmica do Desenvolvimento Tecnológico

"Há uma dinâmica autônoma de progressos científicos, tal que alguns resultados encontram o interesse de empresas, e outros permanecem no estado de 'soluções' à espera de problemas a resolver. Os que tentam a aventura da prospecção tecnológica partem classicamente da análise de progressos científicos prováveis: é a abordagem conhecida sob o nome de *technology push*. Esta abordagem é útil, necessária mesmo, mas é insuficiente, porque, por construção, não considera em seu campo de visão nem os obstáculos econômicos ou sociais, nem mesmo as dificuldades técnicas dos desenvolvimentos necessários para a industrialização. A abordagem *market pull* tenta responder a essas críticas a partir das expectativas do mercado, que ela se esforça por traduzir em termos de necessidades tecnológicas. Essa abordagem é indispensável, mas difícil de pôr em prática, posto que os melhores especialistas não conseguem fugir de escolhas prematuras entre tecnologias e possíveis caminhos viáveis. Isto põe em evidência os limites de uma planificação demasiadamente rigorosa da pesquisa que, inevitavelmente, pode deixar escapar oportunidades notáveis. É evidente que as duas abordagens são complementares e é de sua interação que resulta o desenvolvimento tecnológico. Os atores (empresas, estados) que melhor façam funcionar essa interação serão os melhores lugares para adquirir, no plano tecnológico, uma vantagem competitiva. O projeto Tecnologias-chave [da França] tenta cruzar essas duas abordagens."

Fonte: http://www.admi.net/evariste

Foram identificadas 136 tecnologias importantes em nove áreas, a saber:

- Saúde e Tecnologias da Vida;
- Meio Ambiente;
- Tecnologias de Informação e Comunicação;
- Transportes;
- Materiais;
- Energia;
- Construção e Infra-estrutura;
- Tecnologias Organizacionais e de Gestão;
- Produção, Instrumentação e Medidas.

Em adição, foi avaliada a posição da França e da Europa, tanto no plano científico como no plano industrial, com relação a essas 136 tecnologias, resultando no quadro geral resumido (para a Europa) na Tabela 7.1.

Tabela 7.1
Posição da Europa diante de 136 Tecnologias (1996)

	Forte	Média	Fraca	Inexistente
No Plano Científico	69	54	13	-
No Plano Industrial	47	61	25	3

Fonte: levantamento SocInfo
http://www2.admi.net/evariste/100tc/fiches.html

É interessante notar que, de acordo com esses dados:

- a Europa se revelava mais forte no plano científico do que no plano industrial, com respeito às 136 tecnologias identificadas;
- no plano industrial, a Europa se revelava forte em somente um terço das tecnologias identificadas.

Na área de tecnologias de informação e comunicação, 32 tecnologias foram identificadas, a saber:

- algoritmos de compressão e descompressão de imagem e som;
- arquiteturas cliente-servidor;
- arquiteturas maciçamente paralelas;
- baterias para equipamentos eletrônicos portáteis;
- cabos óticos e fibras óticas;
- componentes de interconexão e de interface;
- componentes de hiperfreqüências;
- componentes opto-eletrônicos;
- concepção e fabricação de componentes de baixo consumo;
- conexão de máquinas e/ou de aplicações (*middleware*);
- engenharia lingüística (interrogação em linguagem natural);
- ergonomia de tela e teclado;
- ferramentas de programação de *software;*
- gerência de redes inteligentes;
- intercâmbio eletrônico de dados (EDI);
- interfaces metafóricas;
- memórias *flash;*
- memórias de massa (óticas e magnéticas);
- programação orientada a objetos;
- reconhecimento de fala;
- reconhecimento de formas;
- redes neuronais;
- segurança em transações;
- servidores de vídeo;
- síntese de imagens;
- sistemas baseados em agentes;
- sistemas de navegação para serviços multimídia;
- sistemas em tempo real;
- tecnologias submicrônicas profundas;
- telas planas;
- teste e certificação de *software;*
- transmissão e comutação em banda larga.

Novos Modelos de P&D

A ação estratégica de identificação de tecnologias-chave e a indução de esforços orientados para alavancá-las terão possibilidades de êxito somente à medida que, como atividades de preparação, dedique-se energia a uma série de esforços de viabilização de infra-estrutura para P&D e de serviços de apoio anterior, durante e após a fase de projeto de P&D. Aspectos a considerar incluem:

- **infra-estrutura de redes e de processamento de alto desempenho**, para o suporte a atividades concretas de P&D a cargo de grupos cooperantes no Brasil e mesmo no exterior;

- **indução (onde não houver) e suporte a redes temáticas** para tecnologias-chave específicas, como forma de assegurar a difusão de conhecimentos antes, durante e após a execução de projetos concretos;

- **definição de diretrizes para consórcios de P&D** contemplando requisitos de organização pré-execução, mecanismos de interação de atividades durante a execução (incluindo difusão via redes temáticas), mecanismos e critérios de acompanhamento e documentação de atividades, bem como procedimentos para a proteção de propriedade intelectual e transferência de tecnologia para produção de bens e serviços;

- **viabilização de mecanismos de financiamento de atividades**, envolvendo recursos de diversas origens (orçamento de pesquisa de agências, recursos de fundos, investimentos de risco etc.) e antecipando critérios e mecanismos de participação em resultados.

7.2 – Onde Estamos

Prospecção de Tecnologias

Não há experiências abrangentes no Brasil similares às iniciativas das **100 Tecnologias-chave** da França ou do **Foresight** da Grã-Bretanha. Elas próprias, aliás, são tão recentes que somente em 1999/2000 começam a ser objeto de avaliação e lançamento de um segundo ciclo de planejamento.

Na área específica de tecnologias de informação e comunicação, houve no Brasil iniciativas de planejamento estratégico até meados da década de 80, com focos independentes (embora com alguma ambição de articulação entre si) em informática e em telecomunicações. Em informática, a política estratégica foi traçada pelo Governo Federal, especialmente pela Secretaria Especial de Informática (SEI), enquanto a estruturação de tópicos e diretrizes de pesquisa foi proposta pela primeira vez de forma completa e abrangente em iniciativa (independentemente da SEI) da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), sob a coordenação do professor Luis de Castro Martins. Em telecomunicações, os principais estudos e propostas foram originados ou encaminhados pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD) da então Telebrás. É provavelmente correto opinar que, não obstante a importância desses esforços pioneiros, nunca houve no Brasil qualquer iniciativa na área de informática ou de telecomunicações que se aproximasse de iniciativas como a das 100 Tecnologias-chave da França, em termos de rigor metodológico e número de especialistas e instituições envolvidas.

Recentemente, o MCT principiou a preparar as bases para um estudo como o **Foresight** no Brasil dentro da estratégia maior de planejamento para os próximos 10 anos, na perspectiva das mudanças associadas à gestão e financiamento do setor, a partir do ano 2001, com a criação e implementação dos fundos setoriais mencionados no Capítulo 1 - A Sociedade da Informação.

Capacidade Instalada para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

Nos países desenvolvidos, onde o resultado da inovação se faz presente em termos de patentes produzidas e contribuições ao crescimento econômico, a atividade de P&D é predominantemente realizada nas empresas. No Brasil, do total de cientistas e engenheiros atuantes em P&D, em todas as áreas – atualmente em torno de 83 mil profissionais – cerca de 68% atuam nas universidades e apenas 11% exercem suas atividades em centros de pesquisa de empresas privadas.

Os grupos de pesquisa distribuídos quase que exclusivamente nas universidades públicas constituem o principal *locus* de desenvolvimento de pesquisa e

de formação de recursos humanos e atuam, em geral, de forma bastante distanciada das necessidades e prioridades do segmento produtivo.

No segmento das tecnologias de informação, de acordo com um censo recente do CNPq, existem hoje 1.745 grupos de pesquisa em atividade nos setores de informática, indústria eletroeletrônica e de telecomunicações. Esses grupos são os principais responsáveis pela formação de recursos humanos qualificados para atuação no setor.

O contingente de recursos humanos existente e a capacidade de sua renovação são apresentados dentro do conjunto de oportunidades educacionais descritas no Capítulo 4 - Educação na Sociedade da Informação.

Além das universidades, há no Brasil alguns poucos centros de pesquisa onde se realizam atividades de P&D relacionadas ao setor de tecnologia de informação, tais como o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e o Instituto Nacional de Tecnologia da Informação (antiga CTI).

O financiamento à atividade de P&D é ainda predominantemente oriundo de fonte governamental. Nos anos recentes, pôde-se observar um crescimento significativo nos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento pelas empresas de informática que usufruem os incentivos da Lei 8.248, de forma direta ou em parceria com universidades e centros de pesquisa. De acordo com dados da Sepin, no ano de 1999 foram contabilizados recursos no montante de R$600 milhões, aplicados em P&D pelas empresas incentivadas, dos quais R$255 milhões correspondem à parcela destinada a projetos em colaboração com universidades e centros de pesquisa.

Iniciativas Cooperativas em Tecnologias de Informação e Comunicação

Nos EUA, desde a segunda metade da década de 80, paradigmas de pesquisa em informática em áreas mais próximas de projeto de artefatos concretos principiaram a mudar, e o pesquisador solitário ou em pequeno grupo deu lugar a grandes grupos de P&D envolvendo dezenas de cientistas e engenheiros. Tal mudança foi mais conspícua em áreas como Engenharia de *Software* e Projeto de Circuitos Integrados e em grandes aplicações, como meteorologia e sensoreamento remoto. No final da mesma década, o uso generalizado de redes e processamento de alto desempenho em apoio a P&D terminou por criar as condições para que um novo modelo cooperativo de pesquisa se consolidasse, envolvendo inúmeros grupos dispersos geograficamente, mas atuando de forma bastante coordenada.

No Brasil, com algum retardo, o mesmo fenômeno ocorreu, e iniciativas como a da RNP e principalmente Protem-CC claramente se inscrevem nessa linha de **consórcios virtuais.** A ação do Protem-CC no fomento à pesquisa, em especial, lançou as bases em função das quais, hoje, o Brasil tem condições de se lançar a iniciativas induzidas de maior envergadura em tecnologias de informação e comunicação.

Em outras áreas, várias iniciativas de **redes temáticas** prosperaram no Brasil, por iniciativa de instituições como a Finep, o Programa Cyted etc.

O exemplo mais acabado e bem-sucedido de projeto cooperativo no Brasil até agora é, contudo, uma iniciativa bastante articulada e com foco de atuação muito preciso em aplicações: o Programa Genoma da Fapesp, discutido no Destaque 7.2.

Destaque 7.2
Programa Genoma da Fapesp

O Programa Genoma foi constituído pela Fapesp no primeiro semestre de 1997, mediante o lançamento sucessivo de três projetos, entre março e junho desse ano: o Genoma Humano do Câncer, o Genoma da Cana-de-Açúcar e o Genoma Xanthomonas (referente à bactéria causadora do cancro cítrico). Os investimentos totais no programa foram (até agora) da ordem de US$35 milhões provindos da Fapesp e de outras instituições consorciadas: o Instituto Ludwig, a Fundecitrus e a Copersucar. Em janeiro deste ano, um grande marco foi atingido, com a conclusão do seqüenciamento genético da bactéria *Xylella fastidiosa* (a causa da chamada "praga do amarelinho"), que afeta 34% dos pomares de laranja no estado e, portanto, tem impacto negativo considerável na citricultura paulista. Participaram desse esforço 35 laboratórios que compõem a chamada Organização para o Seqüenciamento e Análise de Nucleotídeos.

Fonte: SocInfo

Em suma, o Brasil já exibe experiências interessantes na estruturação de consórcios cooperativos para P&D com suporte em redes e processamento de alto desempenho para interação virtual. O Programa Sociedade da Informação tem, pois, bons exemplos a partir dos quais conceber modelos de consórcios de P&D.

Articulação Universidade-Indústria

Este é o principal "calcanhar de Aquiles" na situação atual de P&D cooperativo com o setor industrial ou, mesmo, na transferência **a posteriori** de tecnologia gerada em iniciativas de P&D em universidades e centros de pesquisa no Brasil.

Um indicador significativo para mensurar a transferência tecnológica é a quantidade de incubadoras no País. Seguindo uma tendência de crescimento acentuado ao longo de uma década, entre 1998 e 1999 o número de incubadoras saltou de 74 para 100 no País, segundo a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos de Tecnologias Avançadas (Anprotec, 1999). Em 1999, 77% destas incubadoras mantinham vínculo formal ou informal com universidades e centros de pesquisas, totalizando 800 empresas residentes. Tais indicadores ainda refletem uma situação muito aquém da desejável e salutar para a economia decorrente de dificuldades de toda ordem relativos à transformação de resultados de pesquisa em produtos e serviços.

Oportunidades em Tecnologias Capacitadoras

Não há como identificar com segurança qualquer conjunto de **tecnologias-chave** sem encetar elaborado exercício de estudos e discussões, envolvendo centenas de especialistas. No Brasil, o problema é agravado pela ausência de experiência em grandes iniciativas de planejamento em C&T, como a da **Foresight**.

Não obstante, à guisa de ilustração, vale registrar aqui alguns temas e atividades correntes na agenda brasileira de P&D em tecnologias de informação e comunicação em variados estágios de maturação e que sugerem que um salto tecnológico com base na seleção de um conjunto mínimo de tecnologias-chave é bastante viável, posto que:

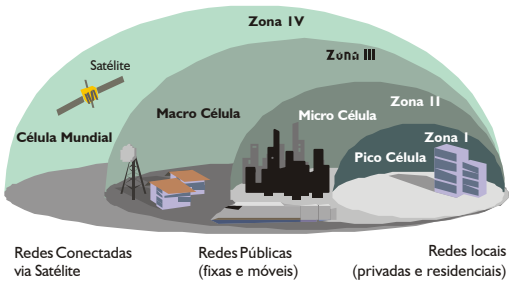
- já existem algumas experiências pioneiras locais em alguns nichos potenciais que permitem vislumbrar oportunidades de atuação para as empresas nacionais;

- existe uma visão estratégica subjacente a decisões de mercado, no sentido de assegurar oportunidades de atuação para a tecnologia nacional.

Comunicação Celular de Terceira Geração (3G)

A recente decisão da Anatel acerca da faixa de freqüência a alocar para serviços de PCS no Brasil provocou acirradas discussões e disputas de opinião entre defensores das tecnologias TDMA, CDMA e GSM. Por trás da discussões aparentemente técnicas e operacionais, contudo, estava a busca de posições rumo à competição pelo mercado de Terceira Geração no Brasil. Como se sabe, em 1992 a International Telecommunication Union (ITU) definiu metas e diretrizes para a implantação de serviços sem fio de terceira geração por meio das especificações da *International Mobile Telecommunication* 2000 (IMT-2000), lançando bases para permitir a construção de redes sem fio com capacidade de transmissão a 144kbps em alta mobilidade e 2Mbps em comunicação a partir de um ponto imóvel. Para assegurar interoperabilidade mundial, as especificações recomendavam reservar a faixa de 1.9Ghz para a 3G. A Figura 7.1 ilustra as diferentes zonas de cobertura previstas.

Figura 7.1
Comunicação Celular 3G



Fonte: http://misnt.indstate.edu/harper/UMTS.html

A dúvida brasileira entre as faixas de 1.8Ghz e 1.9Ghz interferia diretamente nos interesses de defensores de tecnologias GSM (a favor de 1.8Ghz, deixando a faixa de 1.9Ghz para 3G, conforme o IMT-2000) e de defensores de tecnologias CDMA/TDMA (a favor de 1.9Ghz, que elas já ocupam). A decisão da Anatel em favor da faixa de 1.8Ghz (conforme mostrado na Figura 7.2), alinhando os rumos do mercado brasileiro com as especificações IMT-2000, abre uma imensa janela de oportunidades para grupos de P&D e empresas atuantes em comunicação sem fio para os próximos anos. As especificações técnicas serão abertas, o mercado será necessariamente de múltiplos fornecedores, e as interfaces entre funções e aplicações futuras, previamente definidas.

Wireless Application Protocol (WAP)

O WAP é uma típica janela de oportunidade criada pelo mercado através do lançamento de um novo serviço, o de acesso à Internet via telefone celular. Do ponto de vista tecnológico, não traz maiores desafios para grupos de P&D locais. Do ponto de vista empresarial, traz a promessa de rápida viabilização de empreendimentos que aproveitem essa janela.

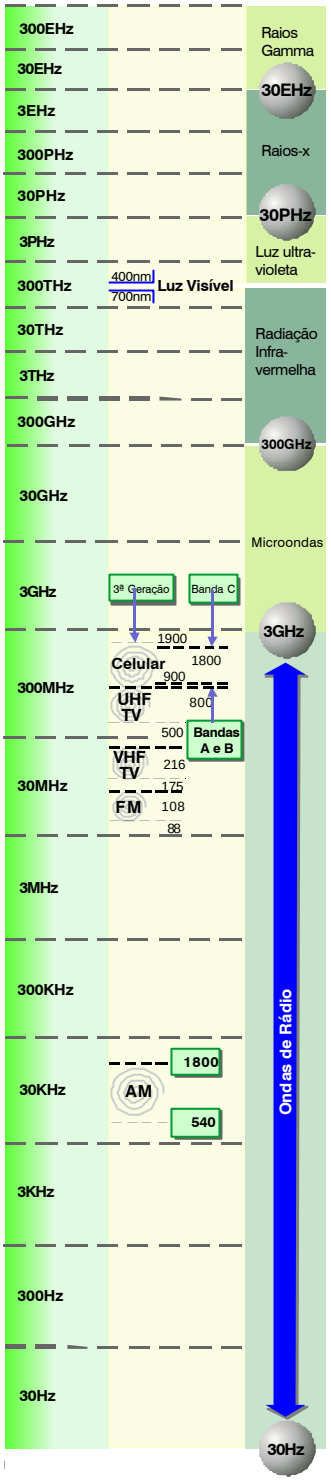
O WAP vem responder à seguinte pergunta: **como ler páginas web nas minúsculas telas de telefones celulares e computadores de mão?** Foi criado o padrão industrial chamado *Wireless Application Protocol* (WAP), incorporando a chamada *Wireless Mark-up Language* (WML), que, de forma análoga ao padrão HTML na *web*, viabiliza a navegação em *sites* WAP a partir de celulares apropriados e similares.

Alguns aspectos a considerar neste caso são os seguintes:

- O acesso à Internet via celular, por enquanto, é mais **modismo** do que necessidade real. Isto significa que há, por enquanto ao menos, forte grau de artificialidade na demanda por essa tecnologia.

- Por outro lado, é evidente que o papel de celulares no futuro, em conexão com a Internet, é uma tendência mundial avassaladora. Não é seguro, nesse cenário, que WAP tenha espaço a médio/longo prazo. Mas, a curto prazo, é certamente o padrão "da hora"!

Figura 7.2
Mapa de Freqüências e Serviços Associados no Brasil



Fonte: PricewaterhouseCoopers
adaptado do Jornal "Valor" - 25/06/2000

- Mas, somados os dois aspectos acima comentados, surge a essência do chamado "empreendedorismo": a disposição ou não em, considerados os prós e os contras, entrar no jogo na fase inicial.

Processamento de textos no mundo Internet
A área de processamento de textos, que na década de 80 cresceu com o mercado de **editores de textos** e explodiu em seguida com a **automação de escritórios**, entrou em modo recessivo na primeira metade da década de 90. Mais recentemente, porém, ganhou ímpeto com a ênfase crescente da Internet em geração, tratamento e disseminação de **conteúdos** (que, em larga medida, são ainda textos). No Brasil, pelo menos duas iniciativas de pesquisa em **máquinas de busca** na Internet, capitalizando a experiência com pesquisas anteriores com processamento de textos (entre outras áreas), converteram-se em produtos ou serviços de sucesso. São os casos da UFPE e UFMG.

Tradução entre linguagens naturais
Um dos principais desafios para a maior disseminação de Internet fora do mundo anglo-saxônico é o problema da **língua** em que conteúdos estão vazados. A área de **processamento de linguagens naturais** (incluindo obviamente a língua portuguesa) é objeto de interesse de vários grupos de pesquisa no Brasil, embora em escala mais reduzida do que, por exemplo, em Portugal. Não obstante, há significativas iniciativas no Brasil, com condições de gerar resultados no mesmo nível de grupos de pesquisa de renome mundial nessa área. É o caso, por exemplo, do NILC, consórcio de pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos, Unicamp e Unesp.

Processamento de imagem e robótica
O processamento de imagens acoplado à robótica constitui uma tecnologia emergente demandada por uma série de aplicações, como monitoramento do meio ambiente, agricultura de precisão e geoprocessamento. No Brasil, há pelo menos um projeto que visa a gerar aplicações relacionadas com essa tecnologia: o projeto *Autonomous Unmaned Remote Monitoring Robotic Airship* (*AURORA*) do CTI. No *AURORA,* tem-se um dirigível com capacidade para carregar menos de 10kg, dotado de um sistema de captação e tratamento de imagens capaz de guiá-lo ao longo de um percurso previamente delimitado. O sistema tem diversas aplicações, tais como monitoramento de tráfego, planejamento urbano, inspeção de linhas de transmissão ou de oleodutos, prospecção mineral e arqueológica etc. Pode ser utilizado no monitoramento de florestas, sítios ecológicos e reservas ambientais. Pode também ser acoplado a uma estação rádio base móvel (barcos, por exemplo), que pode se conectar a uma estação fixa, e esta pode por sua vez ser ligada à Internet utilizando-se *Very Small Aperture Terminal* (*VSAT*), sendo o controle do dirigível e o monitoramento realizável a distância. Cabe lembrar que os locais monitorados constantemente encontram-se distantes de acessos à Internet. O monitoramento ambiental automático poderia evitar tragédias recentes como o derramamento de óleo no rio Iguaçu, PR, ou na Baía da Guanabara. Usado na região Norte, pode ser acoplado aos sistemas Sivam/Sipam, funcionando como uma base mais próxima de monitoramento do alvo final do que os satélites. O *AURORA* III tem previsão de autonomia de mais de 24h, percorrendo mais de 100km.

Criptografia
A criptografia não apenas busca aumentar a privacidade nas comunicações e armazenamento de informações, mas também a integridade e, não menos importante, autenticidade dos autores ou atores de uma transação ou documento eletrônico. Alguns países, como os EUA, dão especial destaque a esta tecnologia, considerando-a como parte importante da segurança nacional. Este fato, em função do predomínio tecnológico americano no setor, tem inibido o desenvolvimento sólido da segurança em redes, ao mesmo tempo em que tem aberto perspectivas para o aparecimento de diferentes soluções de criptografia, embora haja visível esforço para padronizar os protocolos que utilizam estes algoritmos, como o IPsec, o TLS etc.

Outra tendência para o setor é o desenvolvimento de *chips* dedicados para criptografia, como o Projeto Clipper norte-americano. Com a evolução para a sociedade da informação e a tendência de diversificação dos equipamentos de acesso à rede, somando-se a expansão de aplicações que demandam maior segurança, surge a necessidade de uso de criptografia por *hardware*, ampliando a utilização desta tecnologia para dispositivos com dispositivos manuais, celulares etc.

Há esforços de domínio desta tecnologia no Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República, mais especificamente no Cepesc, que tem o papel de assessoramento e coordenação das propostas de políticas e ações de governo para a utilização da criptografia no País. Há também esforços de pesquisa no Impa, na Unicamp e na UFPE. No setor privado, há esforços ainda embrionários de algumas empresas.

Geoprocessamento
A tecnologia de geoprocessamento é estratégica para o governo em suas diversas esferas. Existe uma série de aplicações onde o geoprocessamento é um vetor determinante, como monitorização ambiental, controle fiscal, fiscalização agrária, vigilância nacional, controle de tráfego aéreo, previsão meteorológica, zoneamento urbano, gerência do uso do solo, agricultura de precisão, entre outras.

O Brasil detém tecnologia nesta área, com experiências muito bem consolidadas, como, por exemplo, a atividade da Embrapa, em aplicações agrícolas, e do Inpe, com atuação já tradicional na previsão meteorológica. Nos níveis municipal e estadual há diversos esforços de envergadura em alguns estados, como no caso de Minas Gerais e Bahia, de planejamento e gerência do uso de vias públicas em grandes cidades. Verifica-se também a atuação da iniciativa privada ofertando sistemas e serviços, inclusive via Internet.

Processamento de Alto Desempenho
Há considerável tradição no Brasil na pesquisa e prototipagem de equipamentos e *software* para processamento de alto desempenho, com grupos ativos em instituições como a UFRJ, USP, Unicamp etc. Recentemente, um pacote tecnológico oriundo dessas pesquisas foi transferido pela Finep para o setor privado, com vistas a permitir a fabricação no Brasil de equipamentos para processamento de alto desempenho para áreas específicas de aplicação, como agricultura de precisão, inspeção visual de aeronaves etc. A possibilidade de disponibilização de equipamentos desse tipo (e de suas aplicações) a um custo acessível no Brasil é essencial para compor uma estratégia de oferta de serviços de alto desempenho no País, através de uma hierarquia de equipamentos e servidores, como comentado no Capítulo 8 - Infra-estrutura Avançada e Novos Serviços.

Telemedicina
Considerando-se o ambiente global e, em particular, o de alguns países líderes no mundo, deve-se ter em conta as repercussões que as novas tecnologias de informação e comunicação produzirão no contexto dos médicos, trabalhadores da saúde e pacientes. As aplicações das tecnologias emergentes na medicina, em especial aquelas relacionadas com a Internet, indiferentemente chamadas de telemedicina, apresentam um potencial extremamente atraente pela eliminação das distâncias, oferecendo uma esperança de atendimento médico qualificado em locais remotos e/ou desprovidos da melhor infra-estrutura.

Deve-se ressaltar que a tecnologia não é a solução para os problemas relacionados com infra-estrutura, investimentos, mão-de-obra, serviços e suas disponibilidades, mas sim um elemento adicional ao enorme esforço dos governos na superação das deficiências.

Televisão de alta definição
A TV digital será em breve uma realidade para o mercado brasileiro. Seguramente será uma mudança de grandes proporções tanto para as emissoras quanto para os telespectadores, com custos elevados para ambos.

O resultado dos testes realizados até o presente indicam a pretensão de uso de parte do espectro e da infra-estrutura de distribuição dos sinais para transporte de dados, nos moldes do que se articula no mercado norte-americano.

Considerando a convergência com telecomunicações, as preocupações das emissoras claramente remetem a um novo modelo de negócio de TV. Tal convergência apresenta um aspecto relevante para avaliação e eventual regulação pela Anatel na implantação da TV digital no Brasil.

7.3 – Para Onde Vamos

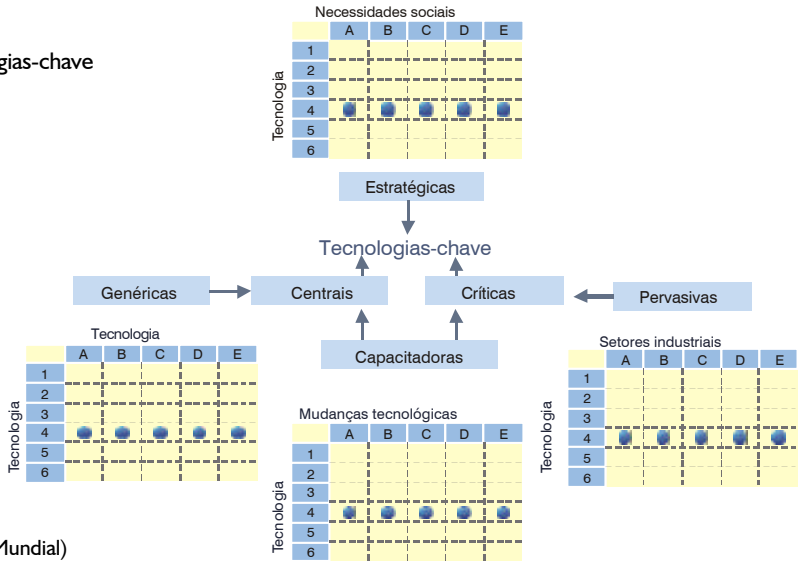
- **É necessário preparar um salto tecnológico para 2004**
  O Brasil tem condições de dar um salto tecnológico em áreas selecionadas de informática, telecomunicações e suas aplicações. Tal salto deve ter impacto direto na forma e na escala de produção de bens e serviços incorporando tecnologias de informação e comunicação no País. O desafio, entretanto, demanda meticuloso planejamento, desde já, para que comece a ser concretamente atacado a partir de 2004.

- **É necessário identificar tecnologias-chave**
  Com vistas a ter aporte tecnológico relevante **a partir** de um horizonte mínimo de cinco anos, é necessário identificar de imediato um conjunto de tecnologias-chave em que se principiará a investir de forma prioritária desde já, começando em **pesquisa básica** e formação de **recursos humanos**, se necessário. Vale registrar que é necessário principiar, aqui, com a definição de uma metodologia rigorosa (provavelmente integrando métodos semelhantes ao Delphi com o estudo de cenários) para levantar, classificar e avaliar tecnologias, aferir opiniões dos especialistas envolvidos, descrever e analisar cenários etc. Para se ter idéia do que se necessita, a Figura 7.3 ilustra como pode ser elaborado o processo de filtragem de tecnologias-chave a partir da identificação de tecnologias sucessivamente/alternativamente qualificadas como pervasivas, genéricas, capacitadoras, estratégicas etc.

- **É necessário consolidar um modelo de pesquisa consorciada em tecnologias-chave**
  Identificado um conjunto de tecnologias-chave, é necessário ter um modelo de pesquisa consorciada, envolvendo instituições de diversos tipos no Brasil no exterior, no qual os problemas de financiamento, acompanhamento de atividades, empacotamento de resultados, transferência de tecnologia e compartilhamento de resultados estejam previamente resolvidos antes do lançamento de quaisquer chamadas de projetos.

- **É necessário ampliar significativamente a capacidade instalada de P&D no País e a integração entre universidade e indústria**
  O Brasil precisa aumentar sua infra-estrutura de pesquisa, tanto nas universidades como nas empresas. É necessário ampliar o suporte aos programas de pós-graduação e criar novos e inovadores projetos de formação integrada de recursos humanos nas áreas relacionadas às tecnologias de informação e suas interfaces. A alavancagem de iniciativas cooperativas pressupõe a existência de atividades de P&D no âmbito das empresas. Assim, é necessário criar condições para que as empresas disponham de equipes perma-

Figura 7.3
Identificação de Tecnologias-chave



Fonte: Hanna, N. (Banco Mundial)

nentes de P&D. Também é necessário ampliar incentivos e aperfeiçoar mecanismos para o desenvolvimento de projetos em parceria, envolvendo universidades, centros de pesquisa e empresas, explorando as oportunidades nos campos científico e industrial.

7.4 – O que Fazer

Quadro Jurídico

- Conceber modelos de Consórcios de P&D.

- Desenvolver proposta de Propriedade Intelectual para transferência de tecnologia de produtos resultantes de projetos financiados por órgãos de fomento.

Ações Estruturadoras

- Identificar dez tecnologias-chave em tecnologias de informação e comunicação com tempo de maturação de pelo menos quatro anos e consolidar metodologia para amplo uso.

- Montar e financiar pelo menos dois consórcios em regime de competição para cada tecnologia (cada qual com dois grupos de P&D, duas empresas e dois grupos cooperantes no exterior).

- Ampliar e aprimorar mecanismos no âmbito das agências de fomento, para incentivar o desenvolvimento de projetos cooperativos de empresas com universidades e centros de pesquisa.

- Identificar oportunidades e criar consórcios para desenvolvimento de aplicações de alcance social, de impacto industrial e resultados no curto prazo, com base em tecnologias capacitadoras ou emergentes.

- Fomentar projetos multidisciplinares para a orientação do desenvolvimento da infra-estrutura nacional (transportes, meio ambiente, saúde, educação etc.) que intrinsicamente demandem o emprego de redes eletrônicas, seja pela cooperação de diversas instituições, ou pela operação em múltiplos sítios.

Outras Ações

- Identificar barreiras para geração/integração/difusão de aplicações em áreas estratégicas selecionadas.

- Montar esquema de prototipagem interna/externa de fomento a aplicações para atacar barreiras encontradas nas áreas selecionadas.

- Ampliar a base de pesquisa instalada nas universidades, priorizando oportunidades no plano científico, relacionadas às tecnologias-chave.

- Articular ações do setor público e privado por meio de chamadas de projetos mobilizadores em tecnologias-chave, envolvendo universidades, centros de P&D e empresas.