



cggee



# Recomendações para Aprimoramento das Políticas de Tecnologias da Informação e da Comunicação

Relatório Final

# **Recomendações para Aprimoramento das Políticas de Tecnologias da Informação e da Comunicação**

## **Relatório Final**



Brasília, DF  
Junho, 2011

---

# Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

## **Presidenta**

*Lucia Carvalho Pinto de Melo*

## **Diretor Executivo**

*Marcio de Miranda Santos*

## **Diretores**

*Antonio Carlos Filgueira Galvão*

*Fernando Cosme Rizzo Assunção*

Recomendações para Aprimoramento das Políticas de Tecnologias da Informação e da Comunicação. Relatório Final. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2011. 56 p : il.

1. Trajetórias Tecnológicas nas TICs - Brasil. 2. Modelo de Negócio nas TICs – Brasil. 3. Política de Informática – Brasil. I. CGEE. II. Título.

*Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE  
SCN Qd 2, Bl. A, Ed. Corporate Financial Center sala 1102  
70712-900, Brasília, DF  
Telefone: (61) 3424.9600  
<http://www.cgee.org.br>*

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do 2<sup>o</sup> Contrato de Gestão CGEE – 1<sup>o</sup> Termo Aditivo/Ação: Avaliação de Programas em CT&I /Subação: Recomendações para Aprimoramento das Políticas de Informática e Desenvolvimento das TICs – 51.31.11/MCT/2010.

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada à fonte.

---

# **Recomendações para Aprimoramento das Políticas de Tecnologias da Informação e da Comunicação**

## **Relatório Final**

### **Supervisão**

*Antonio Carlos Filgueira Galvão*

### **Consultor**

*Paulo Bastos Tigre*

### **Equipe técnica do CGEE**

*Antonio Glauter Teofilo Rocha*



# SUMÁRIO

1. Apresentação .....	4
2. Tecnologias, empresas-paradigma e modelos de negócios nas TICS: Implicações para as políticas públicas .....	6
3. Mudanças tecnológicas e suas implicações para a indústria brasileira de TICs.....	14
3.1. Trajetórias tecnológicas nas TICS .....	14
3.2. A “componentização” e o aumento da capacidade de processamento dos componentes e equipamentos .....	15
3.3. O processo de convergência tecnológica em equipamentos e redes ....	19
3.4. Virtualização: separação entre equipamentos e serviços.....	23
4. Diagnóstico da política de informática no Brasil .....	29
4.1. Introdução .....	29
4.2. Produção .....	30
4.3. Pesquisa & Desenvolvimento .....	35
4.4. Demanda.....	38
4.5. Gestão da Lei .....	40
5. Proposições.....	40
5.1. Promover a Integração da indústria brasileira em GVCs com base no IED e sinergias com parceiros internacionais .....	41
5.2. Fortalecimento das empresas e ICTs nacionais de TICS .....	46
5.3. Construção de um Programa Nacional de Formação e Capacitação de Recursos Humanos em TICS .....	49
5.4. Construção do Plano Estratégico para Software e Serviços de Tecnologias da Informação .....	51
5.5. Aperfeiçoamento da Gestão das Políticas de TICS .....	52
Referências .....	55

## Índice de Figuras, Quadros e Tabelas

Figura 1.1 - Metodologia do Estudo .....	4
Quadro 2.1 – Evolução das tecnologias emergentes, empresas-paradigma e modelo de negócios .....	7
Figura 3.1 - Evolução do numero de transistores em um chip (Lei de Moore) .	16
Figura 3.2 - Trajetória tecnológica da microeletrônica.....	17
Figura 3.3 - Quem captura valor no iPad? .....	18
Figura 3.4 - Tecnologia: convergência de redes e serviços .....	21
Figura 3.5 - Computação em nuvem .....	24
Figura 3.6 - Modelo de computação em grade.....	26
Figura 3.7 - O modelo das máquinas virtuais.....	28
Figura 5.1 - Elementos para a Política de TICs.....	41
Figura 5.2 - Subsidiárias locais como elo com o mercado global.....	42
Figura 5.3 - Como as subsidiárias podem favorecer a integração em GVCs...	44
Figura 5.4 - Etapas da Cadeia Global de Valor .....	45
Figura 5.5 - Políticas de oferta e demanda para ICTs e EBTics.....	47
Figura 5.6 - Integração entre oferta e demanda por inovações e serviços técnicos .....	48
Figura 5.7 - Diferenciação dos incentivos para produtos desenvolvidos no país .....	49

# 1. Apresentação

As políticas públicas devem ser vistas como um processo contínuo de desenvolvimento produtivo e tecnológico que abarque visões estratégicas compartilhadas pelos agentes econômicos. Este relatório visa subsidiar o processo de formulação e implementação de políticas públicas para TICs. Ele incorpora contribuições de diferentes agentes públicos e privados e propõe um conjunto de ações para estruturar as diferentes iniciativas em curso.

A metodologia adotada incluiu a análise das principais tendências tecnológicas que afetam a indústria de TICs; a revisão de estudos recentes sobre a política de informática (ver Referencias) assim como documentos de política; entrevistas com técnicos e dirigentes de 10 empresas e instituições de pesquisas; e consulta a dirigentes dos ministérios e agencias governamentais envolvidas no setor (Figura 1.1). Uma versão preliminar do Relatório foi apresentada ao Secretário de Política de Informática e coordenadores da Sepin em oficina de trabalho realizada em 11 de maio de 2010, permitindo incorporar críticas e sugestões. No entanto, mais oficinas de trabalho serão necessárias para incorporar a visão de outros agentes públicos e privados em um processo gradual de construção de uma política integrada.

**Figura 1.1 - Metodologia do Estudo**



O relatório se divide em quatro seções, além desta introdução. A seção 2 mostra como os modelos de negócios adotados nas TICS vêm evoluindo em função de inovações radicais surgidas nas últimas cinco décadas e suas consequências para políticas públicas. A seção discute os desafios de competir em uma indústria globalizada em rápida transformação que praticamente se reinventa a cada década. A concorrência internacional tem se intensificado, principalmente com o advento da China como grande produtor de hardware, exigindo das empresas maior velocidade na incorporação de inovações e renovada capacidade financeira e organizacional para realizar investimentos.

A seção 3 apresenta as principais tendências tecnológicas nas TICs e discute suas implicações para o desenvolvimento da indústria de hardware, software e serviços no Brasil. Nosso foco são as trajetórias de longo prazo, que já estão ocorrendo e que tem grandes implicações para a indústria de TIC no Brasil. Um ponto ressaltado nesta seção é que o dinamismo inovador que caracteriza as TICs vem abrindo caminho para redefinir estratégias competitivas empregadas pelas organizações para capturar valor em suas atividades. Inovações tecnológicas frequentemente demandam novos modelos de negócios, novas capacitações técnicas e acesso a novos conhecimentos que enfatizam a cooperação e as alianças estratégicas, resultando em novas configurações produtivas e padrões de competição. O ritmo e abrangência destas transformações representam um desafio não só para empresas do setor de TIC, que necessitam redefinir projetos de inovação e estratégias competitivas em um quadro de grandes incertezas como também para os demais agentes envolvidos. Isso inclui instituições de ensino e pesquisa que precisam se capacitar para oferecer recursos humanos qualificados e serviços técnicos e tecnológicos de alto nível, usuários que se defrontam com a necessidade de explorar o potencial das novas tecnologias para redefinir produtos, processos e rotinas organizacionais e autoridades governamentais que precisam realinhar os mecanismos de incentivo às novas oportunidades e dificuldades de desenvolvimento industrial e tecnológico.

A seção 4 revê os principais estudos recentes sobre a Lei de Informática, especialmente a “Avaliação da Lei de Informática”, produzido pelo CGEE,

elaborado com o apoio do Geopi e da Sepin-MCT no âmbito do Contrato de Gestão que teve como objetivo identificar os impactos gerados pela Lei de Informática (LI) no Brasil no período 1998-2008, no que se refere ao adensamento da cadeia produtiva e aos esforços de geração e apropriação de tecnologias por empresas beneficiárias da LI. Foram revistos também artigos publicados, relatórios do Softex e planos do governo para as TICs.

Por fim, a última seção sumariza as proposições para políticas públicas, entendendo que elas devem ser consideradas como parte de um processo sistêmico que precisam ser discutidas com agentes públicos e privados para serem aperfeiçoadas e eventualmente implementadas.

## **2. Tecnologias, empresas-paradigma e modelos de negócios nas TICs: Implicações para as políticas públicas**

A mudança tecnológica constitui uma das características mais marcantes das tecnologias da informação e da comunicação, com impactos significativos não apenas em produtos e processos como também na própria estrutura da indústria global. Considerando que este processo ainda está longe de se esgotar, os responsáveis pelas políticas industriais e tecnológicas precisam monitorar constantemente as oportunidades e dificuldades que estão surgindo a partir das trajetórias tecnológicas em curso e adequar suas ações para os novos contextos tecnológicos e competitivos.

Adequar linhas de produtos e estratégias competitivas às novas tecnologias constitui um desafio até mesmo para empresas líderes mundiais que são frequentemente abaladas por modelos de negócios<sup>1</sup> especificamente desenhados por novas empresas para explorar oportunidades de inovação. Nas TICs, os modelos de negócios utilizados por empresas de rápido crescimento que lideram o mercado global vêm se alterando a cada década, impondo novos padrões de competição ao mercado. O Quadro 1 mostra a

---

1. Nas TICs o termo modelo de negócios é utilizado para descrever uma ampla gama de aspectos característicos de um negócio, incluindo objetivos e estratégias em relação a produtos e serviços, estruturas organizacionais, canais de comercialização, infraestrutura e processos operacionais

evolução das tecnologias emergentes, empresas-paradigma e modelos de negócios predominantes em cada uma das últimas cinco décadas visando oferecer um modelo estilizado para identificar as principais ondas de inovações e discutir seus impactos na estrutura da indústria mundial e brasileira de TICs. As empresas líderes foram sendo sucessivamente desafiadas por novos entrantes que, por não estarem atrelados a uma determinada rota tecnológica, puderam inovar com mais liberdade. Poucas empresas conseguiram se adaptar as oportunidades e restrições abertas pelas novas tecnologias e se manter competitiva no mercado ao longo do tempo.

**Quadro 2.1 – Evolução das tecnologias emergentes, empresas-paradigma e modelo de negócios**

Década	Tecnologia emergente	Empresa paradigma (data do IPO)	Modelo de negócio
1960-1970	Mainframe	IBM	Integração vertical Produtos com serviços
1970-1980	Minicomputador	DEC	Downsizing, com hardware e software proprietário, mas incorporando periféricos de terceiros.
1980-1990	Computador pessoal	Apple (1980) Microsoft (1986)	Hardware como <i>commodity</i> Licenciamento de Software
1990-2000	Internet	Microsoft Netscape (1995)	Licenciamento de software Acesso ( <i>browser</i> )
2000-2010	Web 2.0	Microsoft Google (2004)	Prestação de serviços (busca, comércio eletrônico, etc)
2010 ....	Computação em nuvem	Google, Amazon, Apple e Facebook	Serviços avançados de busca, redes sociais e publicidade dirigida

Fonte: elaboração própria  
IPO: Oferta inicial de ações

### *A era dos mainframes*

Na década de 1960 a IBM dominava cerca de 70% do mercado mundial de computadores graças às economias de escala exigidas pelo desenvolvimento de sistemas de grande porte baseados em componentes eletrônicos discretos. As barreiras à entrada eram muito altas em função da integração vertical típica dos modelos de negócios adotados até então, além dos altos custos de P&D

em uma época que a tecnologia estava mais centrada na arquitetura dos computadores do que nos componentes. Os fabricantes desenvolviam, produziam, comercializavam e prestavam assistência técnica aos sistemas de hardware (CPU e periféricos) e software (sistema operacional e aplicativos), integrando internamente toda cadeia produtiva.

Os altos custos e as economias de escala exigidas pelo negócio erigiam elevadas barreiras à entrada. Estimava-se que um novo fabricante de mainframes precisaria conquistar 7% do mercado mundial para viabilizar o negócio, dada as exigências de retorno aos investimentos. Poucas empresas conseguiram participar deste oligopólio caracterizado jocosamente como “*IBM and the BUNCH*” (*iniciais de Burroughs, Univac, NCR, Control Data e Honeywell*). Observa-se nesta época o advento de políticas públicas para consolidar “campeões nacionais” em países como Reino Unido (ICL), França (Bull) e Japão (Fujitsu). As políticas consistiam no estímulo a fusões e aquisições e o uso da demanda governamental para criar uma grande empresa de capital local capaz de competir no mercado mundial.

### *O advento dos minicomputadores*

Na década seguinte surgem os minicomputadores em função das oportunidades abertas pelo desenvolvimento dos microprocessadores da Intel em 1971. O “chip” facilitou a tarefa de desenvolver e fabricar computadores de menor porte que podiam utilizar também periféricos (discos, impressoras, monitores) produzidos por terceiros. Apesar do software ainda ser proprietário e exclusivo de cada fornecedor, a mudança tecnológica permitiu a redução das barreiras à entrada no setor e o surgimento de novas empresas.

Em geral, inovações não são prontamente incorporadas pelas empresas líderes, que tinham incentivos para manter sua base instalada operando, mas sim por novas empresas que surgem como *spin-off* das capacitações desenvolvidas. Os fabricantes de mainframes costumavam alugar sistemas completos aos clientes, tendo assim pouco interesse em torná-los obsoletos, pois geravam rendimentos mesmo quando amortizados. Entretanto, as inovações em componentes eletrônicos permitiram o surgimento da DEC

(*Digital Computer Corporation*), da *Data General* e das européias *Logobax*, *Nixdorf* e *Ferranti*. Tais empresas absorveram parte do mercado de mainframes, oferecendo soluções de menor custo e maior flexibilidade. A redução dos custos ampliou a gama de aplicações e o número de empresas usuárias de informática.

No Brasil, o advento do microprocessador permitiu o desenvolvimento de uma indústria local, já que as barreiras à entrada caíram e ofereceram uma janela de oportunidade. Por meio de uma política industrial iniciada em 1978 e formalizada pela Lei de Informática (Lei nº 7.232, de 29.10.1984), foi possível promover o desenvolvimento tecnológico local e reduzir a dependência de importações, em uma época de severas restrições cambiais. Tal política era baseada na reserva do mercado de minicomputadores para fabricantes genuinamente nacionais e deu origem a fabricantes de minicomputadores como a COBRA, SID, LABO e Elebra, que atenderam o mercado nacional por mais de uma década e obtiveram tecnologia via licenciamento e desenvolvimento próprio.

#### *A revolução dos micros*

A grande maioria das empresas fabricantes de minicomputadores não resistiu à nova onda de inovações surgida no rastro do microprocessador 8080 da Intel que deu origem aos microcomputadores. O desenvolvimento do Apple II em 1977 havia simplificado radicalmente o processo de desenvolvimento e montagem dos equipamentos, já que o cerne da tecnologia migrou para os componentes eletrônicos. Os custos de um sistema baseados em micros representava apenas uma fração dos praticados por fabricantes de mainframes e minicomputadores. O desenvolvimento de servidores mais potentes interligados em redes locais a micros e terminais permitiram o *downsizing* das instalações, reduzindo custos e ampliando a difusão da informática para pequenos usuários.

A IBM entrou neste segmento relativamente tarde, com o lançamento do PC (*personal computer*) em 1982. Ao contrário de sua prática usual de integração vertical, a empresa passou a utilizar chips (Intel) e software (MS DOS) de

terceiros, acreditando que sua vantagem competitiva seria mantida graças a sua marca forte. Entretanto, o fato de um microcomputador poder ser montado a partir de kits padronizados permitiu o surgimento de novas empresas que passaram a oferecer sistemas simples de baixo custo. A liderança da IBM no mercado de PCs foi derrubada por empresas como a Compaq, Dell, Toshiba tornando o mercado de PC muito competitivo. Os PCs passaram a ser fabricados em massa, vendidos a baixos custos, oferecendo margens típicas de uma *commodity* eletrônica. O núcleo virtuoso da indústria passou do hardware para os microprocessadores e para o software tornando a Microsoft a mais lucrativa empresa do setor de TIC. O DOS e depois o Windows se tornaram “padrões de fato” da indústria em função das oportunidades geradas com o *feedback* positivo e as economias de escala da demanda.

No Brasil, também surgiram diversos fabricantes nacionais de microcomputadores amparados pela Lei de Informática de 1984. No entanto, as dificuldades técnicas e políticas para manter o regime de proteção resultaram na abertura do mercado no início dos anos 90, colocando em cheque a maioria das empresas locais, diante da maior força competitiva das empresas multinacionais. A nova política de informática (Lei nº 8.248, de 23.10.1991) passou a dar estímulos fiscais aos fabricantes de hardware que cumprissem o Processo Produtivo Básico (PPB) e investissem em atividades de P&D. Tal política que vigora até hoje, com poucas modificações, foi perdendo a eficácia na medida em que o valor adicionado da indústria de TICs migrou nas décadas seguintes do hardware para software e serviços.

### *O surgimento da Internet*

Em 1995 uma nova revolução foi iniciada a partir da liberação do uso comercial da Internet nos Estados Unidos. A Netscape foi a primeira empresa a lançar um *browser* que permitia navegar pela Internet, mas foi superada pela Microsoft em função da integração do browser ao sistema operacional Windows. O desenvolvimento comercial da Internet mostrou que era possível a criação de novos modelos de negócios apoiados não mais na venda de hardware e

licenciamento de software, mas sim na capacidade de comunicação entre diferentes equipamentos e na criação de comunidades virtuais.

No início de século XXI, o desenvolvimento da Internet 2.0 e de tecnologias complementares como celulares inteligentes (*smart phones*), chips orientados para a comunicação e o desenvolvimento da infra-estrutura de banda larga com e sem fio resultaram em uma nova revolução no setor. O modelo de negócios passou a ser menos intensivo em hardware e se apoiar mais na prestação de serviços aos usuários e na venda de propaganda dirigida a clientes específicos. A possibilidade de separar o equipamento do serviço executado, aliado a tendência organizacional de terceirização de serviços de TICs, permitiu o surgimento de novos líderes globais. A Google se tornou em pouco tempo a empresa mais valiosa da indústria de TICs. Ao contrário da Microsoft que apoiava seu modelo de negócios no licenciamento de software, a Google passou a oferecer múltiplos serviços gratuitos de busca, e-mail, armazenamento de dados, informação geográfica, além de software básico e aplicativos. A receita passou a decorrer da venda de publicidade dirigida a usuários específicos. Por meio de novas tecnologias como a inteligência artificial, a Google viabilizou o “*marketing um-a-um*”, dirigindo a publicidade para clientes específicos de cada tipo de produto ou serviço mediante pesquisa de palavras chaves em suas comunicações. O modelo vem sendo copiado por concorrentes e acabou tendo grandes implicações para o futuro da indústria.

Ao mesmo tempo, os avanços nas tecnologias de comunicação e a tendência das empresas usuárias em se concentrarem em suas competências centrais, deixando a gestão das TICs para empresas especializadas, abriu caminho para o *outsourcing*. Empresas como IBM e HP recuperaram sua vitalidade com a venda de soluções e serviços reduzindo sua dependência da produção de hardware. A prestação de serviços passou também a ser o carro-chefe de produtores de software, inclusive empresas de software pacote que passaram a oferecer soluções tecnológicas mais customizadas e apoiadas no *outsourcing*. Empresas passaram a investir em soluções virtuais, utilizando servidores próprios ou de terceiros, remunerados por ceder parte da sua capacidade de processamento e de armazenamento de dados. Esses servidores estão distribuídos geograficamente, gerando mais necessidade de

comunicação e tornando os novos modelos de negócios menos dependente de hardwares ou softwares específicos.

A produção de TICs no Brasil passou a enfrentar novos desafios e a política de incentivos a produção de hardware foi perdendo eficácia com a crescente importância dos componentes importados (chips e software) no custo dos sistemas. Apesar das várias tentativas de fabricar chips no país, os altos investimentos e a rápida mudança tecnológicas características deste segmento impuseram crescentes déficits na balança comercial de TICs. O desenvolvimento de políticas específicas para software e serviços enfrentava a dificuldade de lidar com produtos imateriais diante de um regime de incentivos baseado na redução de IPI (imposto sobre produtos industrializados), um tributo específico para a produção de bens físicos. Embora o desenvolvimento de software fosse indiretamente beneficiado pelos investimentos em P&D exigidos pela Lei de Informática, a política para o setor saiu do âmbito desta legislação, passando para a órbita dos financiamentos e subsídios do BNDES e da Finep.

### *Perspectivas*

Nos próximos anos provavelmente veremos um aprofundamento do modelo de negócios baseado na personalização dos serviços. Oferecendo gratuitamente não apenas serviços, mas também sistemas operacionais para notebooks, *tablets*, e celulares, o modelo de serviços consiste em capturar informações sobre ações e hábitos de consumo de indivíduos viabilizando a propaganda dirigida. De acordo com Eric Schmidt da Google “O poder está com o direcionamento individual – a tecnologia vai se aperfeiçoar tanto que será difícil assistir ou consumir algo que de certa maneira não tenha sido personalizado para as pessoas”. (Valor, 16/9/2010 p.B10).

Os impactos deste novo modelo de negócios sobre a estrutura da indústria ainda são controversos. Por um lado, há tendências de concentração do mercado, pois os modelos em nuvem adotados por empresas como Google, Amazon e Apple são difíceis de serem reproduzidos devido as externalidades de redes e ao *feedback* positivo. Por outro, surgem oportunidades para

empresas que melhor absorvem e adaptam as inovações a seus modelos de negócios. Por exemplo, o desenvolvimento de ferramentas voltadas ao mercado publicitário permite que os anunciantes exibam suas propagandas não apenas nas próprias páginas de busca, mas também em sites parceiros que passam a compartilhar a receita publicitária com as grandes empresas que dominam os mecanismos de busca. Isso é especialmente interessante para sites que não se dedicam, a venda de produtos e serviços, mas sim para a produção de conteúdo. O grande problema destes produtores de conhecimento é a remuneração de seu trabalho e as novas ferramentas os ajudam a se viabilizar economicamente por meio da inserção de propagandas relacionadas ao conteúdo. O foco no conteúdo e nas relações mais estreitas com clientes e parceiros tecnológicos está ganhando importância pois, ao contrário do software produto, os serviços tem que ser efetivamente prestados, exigindo recursos humanos qualificados. Um cliente nunca é exatamente igual ao outro o que faz da disponibilidade de recursos humanos qualificados para entender as necessidades dos clientes e formatar soluções um recurso crítico para o setor.

As frequentes mudanças na tecnologia e nos modelos de negócios impõem novos desafios para a política de TICs. A atual Lei de Informática foi elaborada com base na indústria de hardware que dominava o cenário global no início da década de 90. Seu principal problema é que os incentivos fiscais são direcionados para a indústria de hardware, enquanto que o núcleo dinâmico da indústria se deslocou para software e serviços.

Outra deficiência da Lei de Informática é focar apenas na oferta de TICs, enquanto que cresce a percepção de que sua difusão oferece grandes oportunidades para o desenvolvimento econômico e social. As TICs constituem ferramentas fundamentais para empresas e organizações usuárias se desenvolverem, principalmente se encontrarem capacitações locais para desenvolver soluções específicas para suas necessidades e para integrá-las em novos modelos de negócios. A função de estimular o uso econômico e social no Brasil tem sido feita à margem da Lei de Informática, por meio de programas desenvolvidos por outros órgãos do governo federal, estadual e instituições privadas.

O Brasil se defronta, portanto com o desafio de alinhar sua política industrial para novas tecnologias e modelos de negócios, assim como para novas prioridades que precisam ser analisadas e discutidas no âmbito da sociedade, governo e agentes econômicos, como veremos nas próximas seções.

### **3. Mudanças tecnológicas e suas implicações para a indústria brasileira de TICs**

#### **3.1. Trajetórias tecnológicas nas TICs**

O conceito de trajetória tecnológica se refere à direção dos esforços de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em determinadas linhas de produtos ou serviços. Devido à institucionalização das ideias e mercados, o desenvolvimento tecnológico em uma área pode ficar preso a determinados princípios técnicos e comerciais por muitos anos, tornando difícil que empresas utilizem ideias diferentes. Uma trajetória pode ser bifurcada ou mesmo descontinuada em função do surgimento de soluções tecnológicas alternativas. Inovações que tenham caráter mais radical sofrem impasses inerentes à inviabilidade econômica, falta de infraestrutura e de inovações complementares.

Mudanças de trajetória geralmente ocorrem quando uma rota de inovação se esgota ou surgem rotas alternativas mais viáveis para sua transformação. Ocorre ainda quando inovações secundárias eliminam entraves e facilitam a exploração de novas rotas. Quando inovações técnicas, organizacionais e econômicas solucionam estes impasses, novas trajetórias podem surgir. A identificação destas trajetórias nos permite antecipar não apenas rotas de inovação que determinados produtos ou serviços devem assumir no futuro próximo, mas também discutir novos modelos de negócios para o setor.

Diversas trajetórias podem ser reconhecidas nas TICs, tomando por base o desenvolvimento dos mercados e a direção dos esforços de P&D das instituições e empresas líderes no mercado global. Algumas trajetórias podem ser identificadas pela própria tecnologia, como por exemplo, o uso do silício na fabricação de componentes semicondutores. Outras se referem aos próprios objetivos econômicos da inovação como a busca por flexibilidade, economia de

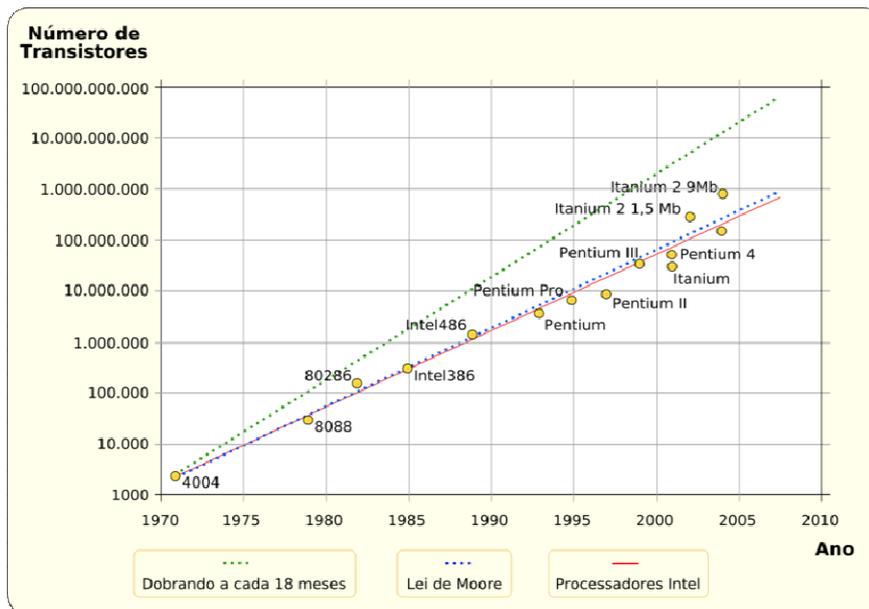
fatores de produção (energia, trabalho); integração de diferentes funções nos equipamentos e melhor gestão ambiental. Podemos ainda identificar tendências de maior uso de determinados recursos ou de desenvolvimento de determinados modelos de negócios. A identificação destas trajetórias nos permitirá avaliar, de forma exploratória, os impactos das mudanças em curso nos padrões de competição, nos modelos de negócios, na demanda por recursos humanos qualificados e nas variáveis fundamentais das políticas industriais e tecnológicas.

Para efeito de avaliação de políticas públicas, podemos destacar três trajetórias tecnológicas que vêm alterando gradativamente o padrão de competição e a natureza dos recursos demandados pelas empresas de TICs: (i) aumento da capacidade de processamento dos equipamentos, (ii) convergência tecnológica em equipamentos e redes e (iii) separação do equipamento da prestação de serviços.

### **3.2. A “componentização” e o aumento da capacidade de processamento dos componentes e equipamentos**

Desde a invenção do transistor em meados do século passado, os dispositivos eletrônicos vêm multiplicando seu poder de processamento, abrindo oportunidades para inovações em equipamentos eletrônicos e para a ampla difusão das TICs em praticamente todos os setores da atividade econômica. Um ponto de inflexão na trajetória tecnológica ocorreu a partir do desenvolvimento do circuito integrado nos anos 70. Gordon Moore da Intel estimou que o número de transistores em cada chip dobrava a cada 18 meses, mantendo o mesmo custo. Tal fato, que passou a ser conhecido como “Lei de Moore”, continuou sendo observado na indústria microeletrônica até os dias de hoje passando a constituir uma referência não só para chips, mas também para equipamentos que utilizam a microeletrônica com o principal insumo. A Figura 3.1 mostra a evolução do número de transistores em um chip, contrastando a Lei com o que ocorreu efetivamente com os chips da Intel.

Figura 3.1 - Evolução do numero de transistores em um chip (Lei de Moore)



Fonte: *Wikimedia Commons*

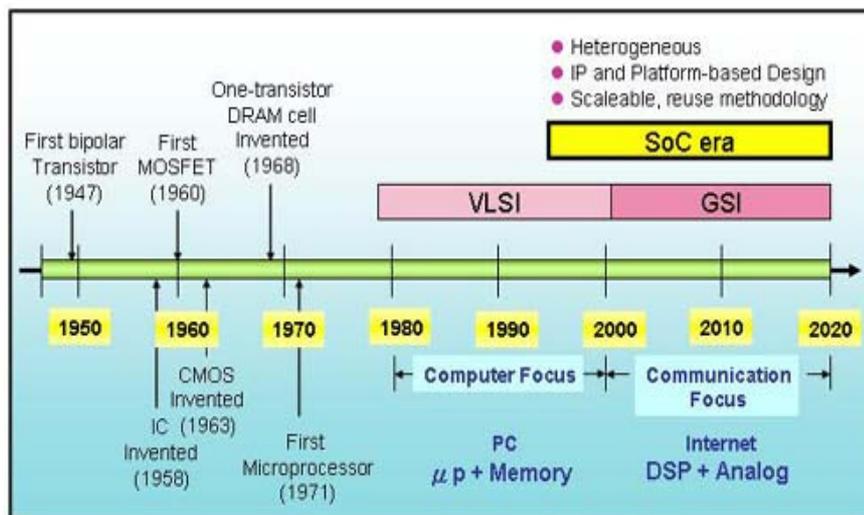
Existe, entre especialistas, a percepção de que essa trajetória de inovação irá continuar nos próximos anos, mas que poderá se esgotar em futuro próximo. Segundo Carl Anderson, da IBM, o esgotamento da Lei de Moore está associado ao fato de os novos projetos de sistemas estarem exigindo menos recursos do processador, já que recorrem a outros meios de aumentar a capacidade, a exemplo do compartilhamento de recursos. Além disso, os custos para pesquisas de novos processadores estão cada vez mais altos e a manutenção da trajetória virtuosa dependerá do desenvolvimento de materiais alternativos ao silício.

Vem surgindo, por exemplo, novas técnicas de produção de chips baseados em nanotecnologia e compostos de moléculas de carbono no lugar de elementos como silício e cobre na fabricação de componentes. Por usar material comum como flúor e enxofre, a chamada eletrônica orgânica demanda investimentos mais baixos. Uma fábrica de componentes orgânicos dispensa investimentos maciços na montagem de áreas livres de impurezas, as chamadas salas limpas e de sistemas de vácuo. Em seu estágio atual, a tecnologia não pode ser aplicada na fabricação dos processadores centrais de computadores e celulares, mas pode substituir a eletrônica tradicional como material semiconductor usado na fabricação de sensores, telas flexíveis, painéis

para captação de energia solar, lâmpadas e etiquetas inteligentes<sup>2</sup>. A tecnologia já é usada na fabricação de aparelhos de TV com tela ultrafina, conhecidos como OLED (*organic light emitting diode*).

Além do aumento da densidade dos chips, observa-se uma mudança de em suas funções, no sentido de se adequar às mudanças de foco das inovações das indústrias à jusante. A figura 2 mostra que com advento da Internet, as inovações em componentes microeletrônicos passaram a enfatizar não apenas o aumento da capacidade de processamento, mas principalmente as interfaces de comunicação.

**Figura 3.2 - Trajetória tecnológica da microeletrônica**



Os componentes eletrônicos são responsáveis pela agregação de novas funcionalidades que permitem a diferenciação dos produtos, um aspecto fundamental do padrão de competição do setor que precisa inovar para criar mercado. Segundo Bampi (2010:220) as funcionalidades mais importantes dos equipamentos eletrônicos para o consumidor são desenvolvidas com base na incorporação de novos processadores e memórias, componentes de radiofrequência associados aos processadores, software e design do produto.

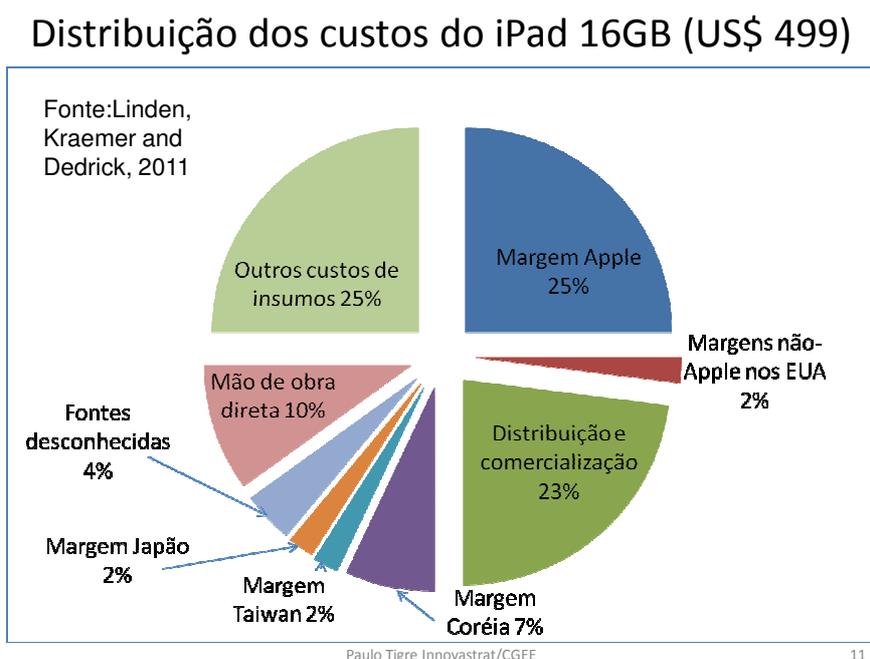
O desenvolvimento tecnológico do setor se baseia na modularização, na componentização, nas interfaces padronizadas entre módulos e componentes,

<sup>2</sup> Valor 28/30 janeiro de 2011 pg. B3

e na funcionalização via programação de componentes. As soluções são usualmente universais, permitindo maior agilidade e menores custos na engenharia de produto.

A etapa da manufatura em si, entendida como a montagem final de produtos, representa um elo importante na cadeia, embora com peso relativamente decrescente. A figura 3.3 abaixo mostra a distribuição do valor adicionado na cadeia produtiva do iPad. O Brasil, ao internalizar a fabricação estaria inicialmente agregando parte da mão de obra e de outros insumos locais. Entretanto, os componentes críticos deverão continuar a ser supridos por fornecedores líderes localizados na Coreia, Taiwan e Japão, assim como toda atividade de P&D relativas a produto.

**Figura 3.3 - Quem captura valor no iPad?**



A Figura 3.3 revela que a atividades de P&D, embutida na “margem Apple” é a que agrega mais valor na cadeia global de valor (GVC). A Apple terceiriza a fabricação de seus produtos, mas captura 25% do preço de venda por meio de *royalties* e mais ainda quando realiza a comercialização (quando a compra é feita nas lojas Apple ou na loja *online*). Empresas coreanas como LG e Samsung fornecem componentes críticos como display e chips de memória capturando 7% do valor do produto. Já as atividades de montagem são

realizadas na China, mas não há fornecedores chineses de componentes no iPad. Estima-se que apenas metade dos \$50 de custos de mão de obra são realizados neste país.

### **3.3. O processo de convergência tecnológica em equipamentos e redes**

A convergência é destacada a literatura especializada como uma trajetória tecnológica consistente observada há mais de duas décadas. Ela é geralmente definida como o processo pelo qual as telecomunicações, tecnologias da informação e mídia, setores que originalmente operavam de forma independente um do outro, passaram a crescer de forma conjunta. Isso vem ocorrendo em diferentes níveis de infraestrutura, terminais de usuários ou serviços.

A convergência de produtos e serviços resulta de estratégias de inovação adotadas no setor de TICs, que buscam combinar itens tecnológicos distintos para desenvolver novos produtos e serviços e criar novos mercados. O aperfeiçoamento integrado de tecnologias distintas permite que terminais adquiram novas funcionalidades e promovam a convergência de mercados. A integração entre diferentes tecnologias promove a emergência de novos produtos que combinam hardware e software de computadores, eletrônica de consumo e telecomunicações.

Do ponto de vista da produção de equipamentos, a convergência tecnológica promove a integração de computadores, aparelhos de TV, telefones, câmeras digitais, e outros dispositivos que podem ser interconectados a Internet. Unificam-se assim funções anteriormente exercidas por diferentes tipos de equipamentos combinando-os em novos serviços *online*.

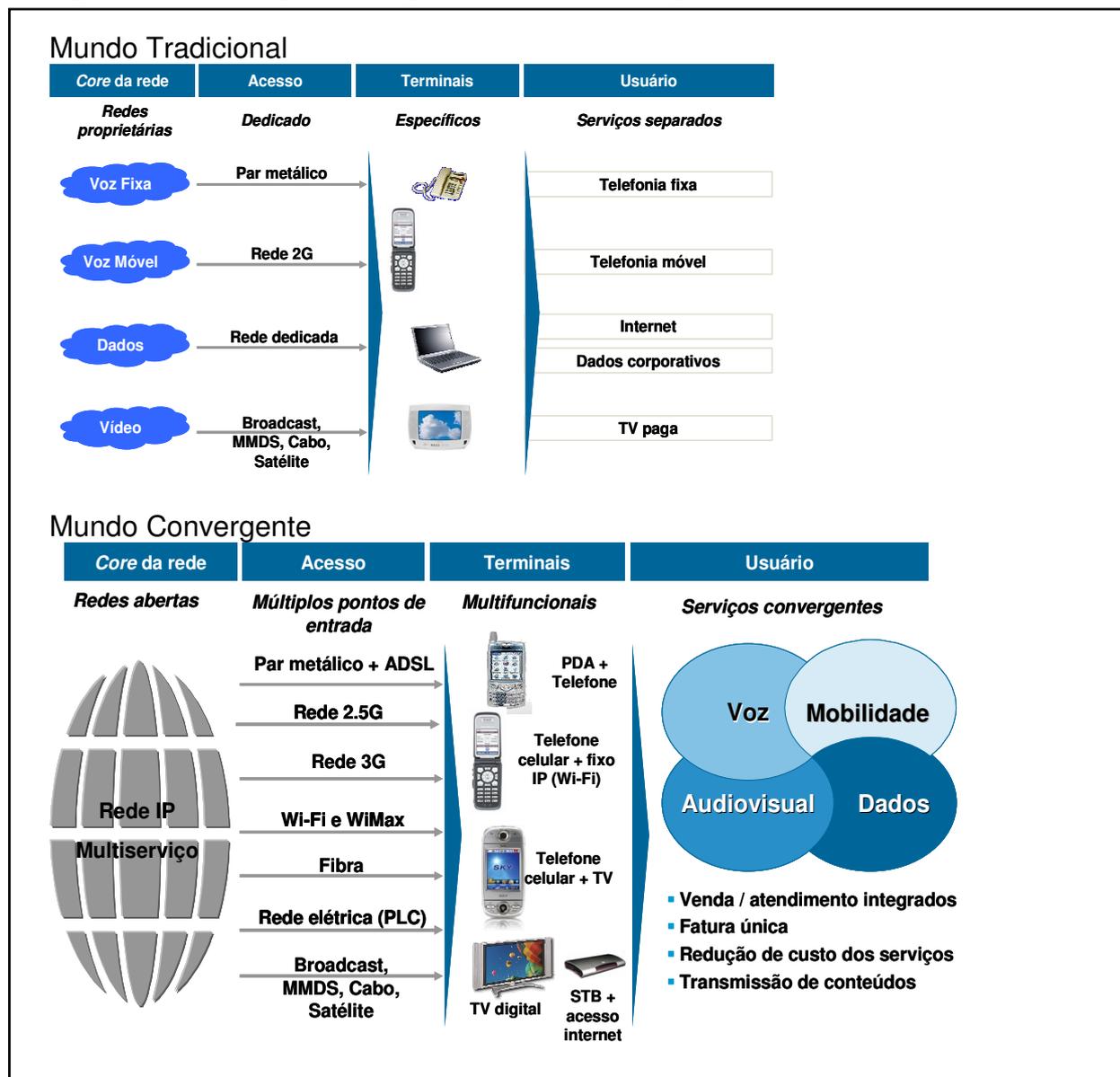
O desenvolvimento de novos componentes especialmente projetados para cumprir determinadas funções constitui um importante vetor de crescimento das TICs. Em um ambiente de rápidas mudanças tecnológicas, dispositivos óticos, mecânicos e eletrônicos precisam ser atualizados e adaptados a novos sistemas e demandas por aplicações. A interação componente-sistema viabiliza inovações por meio da combinação de diferentes tecnologias, tanto

novas quanto já existentes. A crescente mobilidade dos equipamentos e serviços também constitui um fator determinante da convergência. Por exemplo, para se tornarem operacionais, as tecnologias móveis requerem maiores velocidades de transmissão de dados do que aquelas oferecidas pelo GSM, uma demanda que estimulou o desenvolvimento do GPRS *mobile radio*.

A convergência vem ocorrendo de forma particularmente rápida nas redes de comunicação, graças aos serviços da Internet sob protocolos diversos como o *Internet protocol* (IP), *transfer control protocol* (TCP), *hypertext transfer protocol* (http) e uma enorme gama de serviços baseados em Web (web-services). A infraestrutura vem sendo desenvolvida de forma a suportar o tráfego de qualquer informação digitalizada, unificando redes de cabos, satélites e novos tipos de tecnologias sem fio. Por meio de uma infra-estrutura comum, a convergência viabiliza uma ampla difusão de equipamentos e serviços relacionados à portabilidade, entretenimento e comunicação.

Até pouco tempo atrás, havia redes independentes para cada tipo de serviço: uma rede para voz baseada em telefonia fixa, outra para voz em telefonia móvel, outra ainda para dados e uma quarta rede para transmissão de vídeo (p.ex. tv). Com a definição de produtos baseados em pacotes (IP), essa dinâmica mudou rapidamente de redes seccionadas para uma rede convergente. Assim, com uma única rede é possível fornecer serviços convergentes fixos e móveis de voz, dados e audiovisual.

Figura 3.4 - Tecnologia: convergência de redes e serviços



Fonte: Telebrasil: Accenture e Guerreiro Associados

Uma das principais consequências da convergência de redes é que os serviços prestados também tendem a convergir e a ganhar maior importância em sua associação com produtos. A TV digital interativa constitui um bom exemplo de integração de serviços. Por meio de um dispositivo inicialmente projetado para transmitir imagens, agrega-se funções de comércio eletrônico, vídeo e informação sob demanda.

O processo de convergência tecnológica nas TICs deverá se acelerar no futuro, graças à combinação de inovações em distintas áreas do conhecimento. A

possibilidade de incorporar dispositivos eletrônicos na maioria dos produtos e integrá-los ao mundo digital resulta no rompimento dos limites técnicos, regulatórios e mercadológicos que separam os diferentes segmentos da indústria. A partir da convergência entre infraestrutura, dispositivos e serviços, será possível prosseguir a trajetória de integração de segmentos de mercado. Os estudos prospectivos mostram que o processo de convergência tecnológica deverá incorporar novas áreas do conhecimento como a nanotecnologia, ciências cognitivas e ciências biológicas.

Uma das principais consequências do processo de convergência é que competição passa a ser mais intensa, na medida em que a maioria dos fornecedores de equipamentos passa a disputar o mesmo mercado. Ao combinar componentes e aplicações de diferentes formas, algumas barreiras são quebradas e mercados anteriormente estanques são unificados por meio da interconexão de funções que atendem a grupos de usuários mais amplos.

Outra importante consequência deste processo é a substituição de tecnologias existentes. Ao penetrar rapidamente em vários tipos de aplicação, as inovações vêm tornando obsoleta uma ampla gama de produtos e tecnologias existentes. Os ciclos de vida estão se tornando cada vez mais curtos, aumentando a rapidez com que são difundidos e descontinuados.

Já do ponto de vista do padrão de concorrência, a principal consequência da convergência é a intensificação das alianças estratégicas entre fabricantes de software e equipamentos. As empresas buscam acesso a ativos complementares que gerem sinergias ao seu negócio. As alianças entre empresas vão se tornar mais importantes porque empresas isoladas não conseguem atender a demanda por diversificação e integração de tecnologias e precisam complementar sua oferta de produtos e serviços.

Os serviços *triple play* (oferta conjunta de televisão, telefone e internet por um mesmo canal), por exemplo, ensejam disputa, mas também cooperação entre empresas de telecomunicações, fabricantes de equipamentos terminais e provedores de conteúdo. Essas alianças fazem sentido para fornecedores de infraestrutura e produtores de dispositivos porque os investimentos em conteúdo são custosos e ineficientes para empresas sem competência prévia no ramo. Campos tecnológicos importantes para o futuro próximo da economia

digital como transmissão, compressão de sinal, redes, *hardware* de computadores, interação homem-máquina, inteligência artificial, segurança e *softwares* dificilmente podem ser dominados por uma única empresa, tornando as alianças cada vez mais valiosas em função da complementaridade técnica e de serviços.

### **3.4. Virtualização: separação entre equipamentos e serviços**

Estimular a produção física de equipamentos constitui uma política tradicionalmente adotada para a indústria brasileira desde o período da substituição das importações. Já o estímulo à produção de software e serviços requer novos mecanismos de política, já que se verifica uma trajetória consistente de virtualização. Tal trajetória tecnológica pode ser destacada por seu grande impacto na indústria de serviços, já que permite a separação entre equipamentos e as funções de processamento, armazenamento e acesso a informações. Tal processo vem sendo suportado pelas seguintes tecnologias que se desenvolvem simultaneamente:

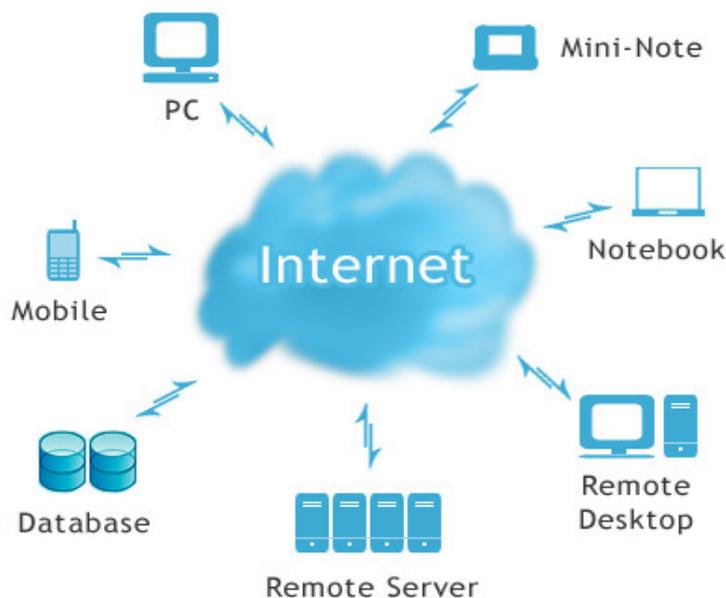
- *Computação em nuvem*

"*Cloud computing*" é a imagem utilizada para descrever a tendência tecnológica de colocar toda a infraestrutura e informação disponível de forma digital na Internet, incluindo software aplicativo, ferramentas de busca, redes de comunicação, provedores, centros de armazenamento e processamento de dados. O protocolo Internet (IP) constitui a linguagem universal que permite a padronização dos pacotes de diferentes mídias e comporta o tráfego indistinto de voz, dados e imagens (Figura 3.5).

Tal modelo oferece grandes vantagens para os usuários, apesar de apresentar também riscos e desafios. A principal vantagem é a possibilidade de utilizar os recursos de hardware e software disponíveis de forma mais eficiente, permitindo reduzir a capacidade ociosa em armazenamento e processamento de dados, por meio do compartilhamento de computadores e servidores interligados pela Internet. A infraestrutura é acessada por terminais e dispositivos móveis que conectam a nuvem ao ser humano. Os riscos e

desafios estão associados principalmente à segurança e manutenção do sigilo de dados armazenados fora da empresa.

**Figura 3.5 - Computação em nuvem**



Em termos de software, o impacto fundamental reside na oportunidade de compartilhar programas (assim com músicas, filmes e outras informações digitalizáveis) e pagar pelo uso, ao invés de licenciá-lo para cada equipamento, pois os bens da informação são “não rivais” e podem ser utilizados simultaneamente por ilimitados usuários praticamente sem aumento de custos. No modelo da nuvem o usuário não necessita instalar em seu computador programas aplicativos, dados ou mesmo o sistema operacional, pois os provedores cobram pelos serviços e recursos utilizados isentando os clientes da necessidade de pagar pelo licenciamento de software.

Tais tendências abrem caminho para *outsourcing* dos serviços de TIC, pois empresas usuárias que não tem como atividade principal a gestão de tecnologias da informação tendem a contratar plataformas externas para apoiar processos como gestão empresarial, pagamentos e recebimentos, banco de dados, desenvolvimento de produtos e apoio a serviços. No modelo de computação em nuvens, as TICs passam a serem efetivamente ferramentas de

suporte ao negócio, já que o foco do cliente é a informação e não a forma como ela é mantida e processada.

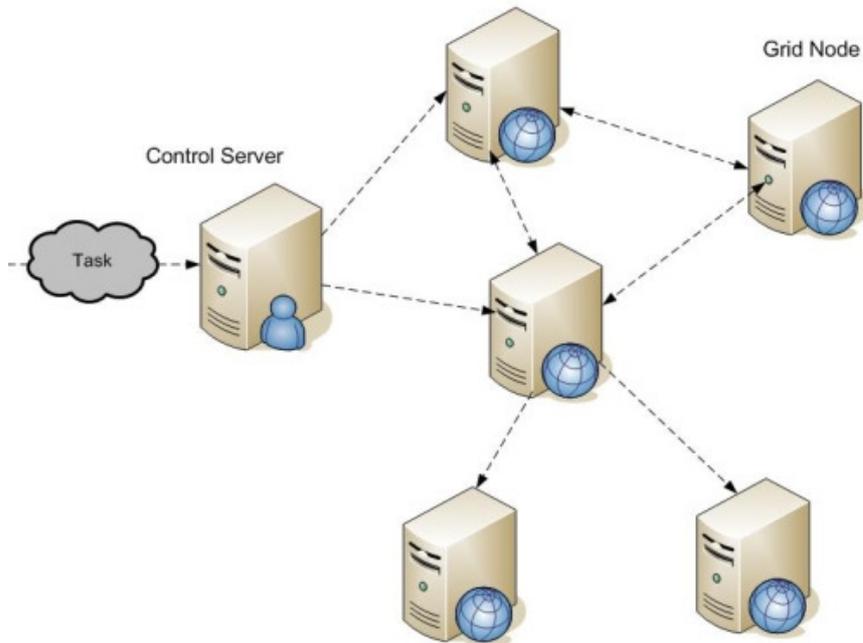
Com relação aos desafios, o principal receio é com a questão da segurança, já que os dados ficam sempre *online*. O modelo em nuvem requer uma infraestrutura de gerenciamento de grandes fluxos de dados, incluindo funções para provisionamento e compartilhamento de recursos computacionais, equilíbrio dinâmico do *workload* e monitoração do desempenho. Assegurar a confidencialidade de determinadas informações críticas é fundamental para o sucesso do modelo.

- *O modelo de “grid computing”*

O modelo computacional em grade se refere à utilização de recursos de muitos computadores em tarefas que requerem um grande volume de processamento e/ou dados. Para isso, utiliza softwares que dividem a tarefa em partes e a distribuem por diferentes computadores em rede local ou rede virtual de longa distância. Esses processos podem ser executados no momento em que as máquinas não estão sendo utilizadas pelo usuário, aproveitando a capacidade ociosa.

A tecnologia vem sendo utilizada não apenas por empresas que necessitam processar um grande volume de operações (a exemplo de bancos), mas também por comunidades formadas por entidades do meio científico e corporativo que criam e padronizam tecnologias para ambientes em grade. Por exemplo, o desenvolvimento do padrão OGSA (*Open Grid Service Architecture*), permite a interoperabilidade, portabilidade e reutilização de serviços em grade através da padronização de interfaces, comportamentos e serviços básicos obrigatórios viabilizando a utilização conjunta de serviços desenvolvidos em diferentes ambientes, por diferentes desenvolvedores.

Figura 3.6 - Modelo de computação em grade



A difusão de tecnologias de computação em grade está ocorrendo por três motivos principais: (1) sua capacidade de aumentar a utilização e a eficiência dos recursos computacionais existentes; (2) como forma de solucionar problemas que necessitam de grande poder computacional; e (3) porque mostra que os recursos disponíveis em muitos computadores podem ser utilizados de forma cooperativa e sinérgica e gerenciados de forma colaborativa.

- *Máquinas Virtuais*

Originalmente definida por Popek e Goldberg (1973) como "uma eficiente e isolada duplicata de uma máquina real", a máquina virtual atualmente não têm mais correspondência direta com nenhum *hardware* real. A técnica de virtualização permite que o usuário execute, simultaneamente e em um único equipamento, diferentes transações e sistemas operacionais. Na prática, a

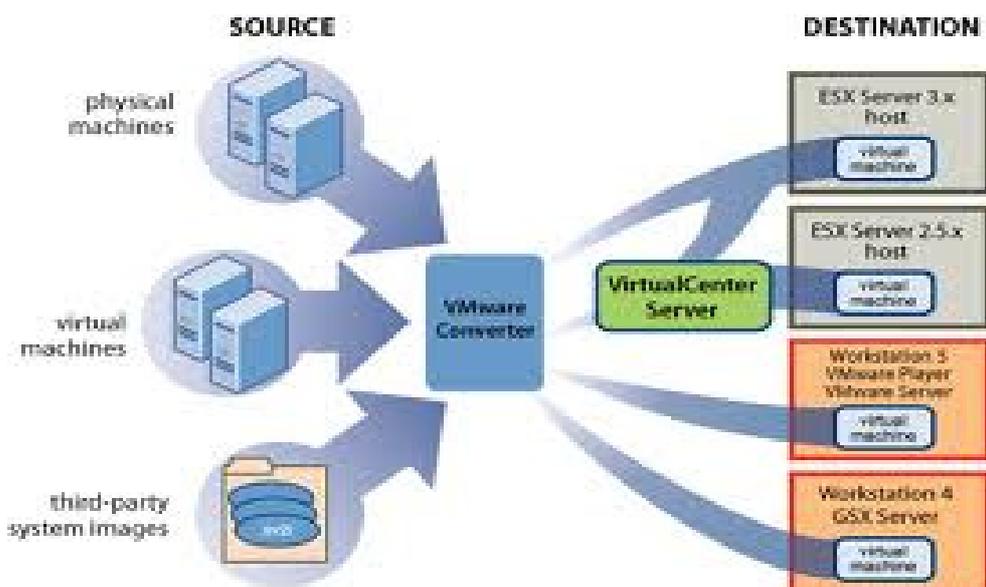
virtualização funciona com a inclusão de uma nova camada de software entre o computador do usuário e o servidor da empresa. Dessa forma, ela passa a se comportar como se fosse um computador independente.

A evolução destes recursos, chamada de “virtualização 2.0”, permite que o gestor tenha acesso a diversos recursos para fazer a migração de aplicações entre servidores conforme sua necessidade. Os dados e operações, neste caso, ficam concentrados em uma “grande nuvem privada” de informações.

As máquinas virtuais são geralmente separadas em duas categorias principais, baseadas no tipo de uso e no grau de correspondência a uma máquina real. A primeira é o sistema virtual que oferece uma plataforma completa que suporta a execução de um sistema operacional e permite o compartilhamento dos recursos das máquinas físicas entre diferentes sistemas, cada qual rodando seu próprio sistema operacional. A segunda é o processo virtual projetado para executar um único programa, o que significa que suporta um único processo.

A virtualização foi uma tecnologia desenvolvida inicialmente pela IBM, mas hoje é oferecida por praticamente todas as grandes empresas de TI, entre elas VMWare, HP, Sun Microsystems, Dell, Microsoft, Oracle e SAP. Esta tecnologia reforça a tendência amplamente observada nas TICs de redução dos custos de hardware em relação ao software e serviços. O Box 1 apresenta um exemplo de aplicação desta tecnologia no Brasil.

Figura 3.7 - O modelo das máquinas virtuais



### BOX 1: Bancos investem na virtualização de máquinas.

A multiplicação das transações e serviços prestados aos correntistas vem desafiando a capacidade de processamento de dados dos bancos. Nos centros de dados do Itaú, a equipe de TI estimava que em 2009 seria necessário adicionar mil servidores aos três mil existentes para suportar as operações. Como alternativa, o banco iniciou junto com a Intel, um projeto de virtualização que permite que sistemas específicos simulem o mesmo trabalho realizado pelas máquinas físicas. Desta forma seria possível utilizar melhor o parque de servidores voltados para centros operacionais que apresentassem capacidade subutilizada. Os sistemas de virtualização, uma vez instalados em poucos servidores passam a desempenhar o trabalho de centenas de máquinas, usando a capacidade total dos equipamentos. Depois de desenhado o projeto, o Itaú passou a ter 70 servidores HP com sistemas de virtualização VMWare que desempenham a função de 1,1 mil servidores virtuais. Com isso, liberou-se espaço físico e instalou-se um sistema mais econômico e fácil de administrar.

Fonte: *Valor Empresas e Tecnologia* 24/11/2009 p.B1

## **4. Diagnóstico da política de informática no Brasil**

### **4.1. Introdução**

Dentre os países em desenvolvimento, o Brasil foi pioneiro na introdução de políticas públicas para o setor de tecnologias da informação e da comunicação, tendo introduzido no final dos anos 70 o controle de importações para estimular a fabricação local de computadores. No início dos anos 90, o processo de liberalização da economia brasileira levou a uma ampla revisão da política industrial e tecnológica. A nova Lei de Informática (Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991) se adequou ao conceito constitucional de empresa brasileira e substituiu a política de reserva de mercado por incentivos fiscais, dando trato indistinto à origem de capital, desde que atendidos certos requisitos. Ao retirar as restrições ao investimento estrangeiro direto em todos os segmentos da indústria, observou-se uma rápida mudança no perfil da indústria e do mercado local. Os usuários de TICs, anteriormente limitados em suas escolhas tecnológicas, passaram a ter mais acesso a produtos e serviços globais. Por outro lado, grande parte das empresas de capital nacional desapareceu ou foi absorvida pelos novos entrantes. A produção passou a ser mais focada na etapa de montagem final e as importações aumentaram substancialmente.

Em 2001, os incentivos fiscais relativos à Lei de Informática foram estendidos até 2009 (Lei 10.176/01) exigindo, em contrapartida à redução de IPI, a aplicação de 5% da receita bruta das empresas beneficiadas em atividades de P&D, sendo parte desenvolvida internamente pela própria empresa e outra parte contratada junto a universidades e institutos de P&D locais. Além disso, 0,5% desses recursos foram direcionados para um Fundo Setorial específico para Informática, o CT-Info. Em 2004 a vigência deste arranjo fiscal foi prorrogada até 2019 (Lei 11.077/04).

Passados 20 anos de aplicação da Lei de Informática, uma ampla avaliação independente foi encomendada pelo MCT ao CGEE/Geopi utilizando diferentes fontes de informação, incluindo dados fornecidos pelas empresas beneficiárias da Lei à Sepin, informações primárias colhidas por intermédio de questionários

eletrônicos e entrevistas e estatísticas do IBGE. Em linhas gerais, o estudo analisou a evolução do faturamento, investimento em P&D e emprego das empresas beneficiadas pela Lei de Informática, assim como qualificou o conteúdo destas atividades.

Esta seção revê os principais resultados do estudo CGEE/Geopi/MCT cotejando-os a outras avaliações realizadas em artigos acadêmicos, relatórios de instituições governamentais e associações de classe. Além de apresentar os resultados das avaliações, revisaremos os princípios que norteiam as políticas industriais e tecnológicas nas TICs para melhor estruturar a discussão.

As oportunidades abertas pelas TICs para promover o desenvolvimento econômico e social têm levado governos regionais e nacionais, além de instituições multilaterais como as Nações Unidas, a desenvolverem políticas públicas de estímulo para sua produção e/ou difusão. Tais políticas podem ser divididas em duas categorias genéricas: (i) políticas de oferta, que visam estimular a produção local de equipamentos e serviços, assim como gerar a capacitação de instituições e recursos humanos, estimular as atividades de P&D, e gerar inovações; e (ii) políticas de demanda, voltadas para a difusão das TICs na economia e sociedade de forma a aumentar a produtividade, melhorar serviços públicos e promover a inserção social.

A Lei de Informática é essencialmente uma política de oferta, assim como os apoios financeiros de agências governamentais como o BNDES e Finep. Políticas de demanda, voltadas para a difusão das TICs na economia e sociedade, tem sido mais escassas e desenvolvidas fora do âmbito do MCT. Uma maior integração nos regimes de incentivo poderia potencializar a sinergia existente entre inovação e difusão tecnológica, trazendo benefícios tanto a capacitação quanto ao desenvolvimento social e tecnológico. A seguir revisaremos as principais avaliações recentes destas políticas, com foco na Lei de Informática.

## **4.2. Produção**

O estímulo às atividades de fabricação de componentes, módulos e equipamentos constitui o objetivo clássico da política industrial de países que

contam com escalas mínimas de mercado. A produção física local oferece, em tese, a possibilidade de equilibrar a balança de pagamentos, tanto pela redução das importações quanto pelo aumento das exportações, melhorando assim a posição do país na divisão internacional do trabalho. Proporciona também a criação de empregos qualificados, favorece efeitos de encadeamento tanto a montante quanto a jusante da cadeia produtiva, melhora a capacitação tecnológica e gera desenvolvimento econômico.

Além da Lei de Informática, a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PICTE), lançada em 2004, selecionou o software e componentes semicondutores como duas de suas quatro prioridades devido ao seu caráter estratégico, relevância econômica e as oportunidades abertas pela desverticalização tecnológica e desconcentração do investimento (Oliveira e Miguel, 2004). A Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), lançada em 2008 em substituição à anterior, elegeu as tecnologias de informação e comunicação – TICs como um de seus “Programas Mobilizadores em Áreas Estratégicas”. Tal programa desdobra-se em cinco subprogramas – *Software*, *Microeletrônica*, *Mostradores de Informação (Displays)*, *Inclusão Digital e Adensamento da Cadeia Produtiva* –, cada qual com uma série de ações e medidas, em diferentes estágios de implementação.

Os estímulos fiscais a produção de equipamentos favoreceram a montagem local, mas apresenta problemas relativos à baixa agregação de valor. O estudo CGEE/Geopi/MCT analisou o desempenho da indústria no período 1998 a 2008 permitindo uma visão evolutiva temporal com base nas estatísticas disponíveis. O estudo mostra que neste período a indústria de TICs no Brasil quintuplicou suas vendas passando de R\$ 10 bilhões para R\$ 50 bilhões. Neste mesmo período, o PIB brasileiro cresceu três vezes, indicando um aumento de peso relativo das TICs na economia. Em 2008, metade do faturamento total da indústria correspondia a produtos incentivados pela Lei de Informática. Entretanto, apesar do significativo crescimento do mercado interno, o Brasil continuou sendo um exportador marginal de equipamentos, permanecendo na 27<sup>a</sup> posição no ranking mundial. O estudo constatou uma queda do valor adicionado local já que os insumos importados passaram de

28% do faturamento em 2005 para 58% em 2008. Houve também um aumento substancial na importação de produtos acabados.

A progressiva redução do valor agregado da produção brasileira de equipamentos eletrônicos, observada no estudo, deriva em nosso entendimento, da própria dinâmica tecnológica do setor que exerce um duplo desafio para uma maior agregação de valor no país.

O primeiro desafio, detalhado na seção 3, deriva do fato do processo de desenvolvimento e produção de bens eletrônicos estar sendo simplificado pelo processo de “componentização”. A trajetória de migração do valor agregado do processo de montagem para os componentes microeletrônicos ocorre em função do aumento do desempenho/custo dos circuitos integrados – CIs. A “Lei de Moore” permite que funções anteriormente realizadas por módulos ou equipamentos inteiros passem a ser executadas por um único componente. As diminutas dimensões dos componentes eletrônicos requerem que sua montagem seja feita em linhas automáticas, de forma que a intervenção humana no processo de produção seja limitada as fases finais de integração de *software* ao equipamento fabricado. É a importância relativa dessas fases no custo total do produto que determina a realização da montagem local ou a importação do bem acabado.

Gutierrez (2009) corrobora esta percepção ao afirmar que a perda de conteúdo nacional é resultado da redução do número de componentes eletrônicos existentes em um equipamento. Como praticamente não há fabricação de componentes eletrônicos no país a produção de equipamentos se torna cada vez mais uma atividade de montagem final de kits importados. Como a grande maioria dos bens eletrônicos montados internamente reproduz produtos e processos desenvolvidos no exterior, a indústria praticamente não tem raízes locais.

O segundo efeito adverso deriva da própria dinâmica tecnológica que redefine sistematicamente a arquitetura dos produtos eletrônicos. Os componentes críticos e os materiais utilizados na fabricação de equipamentos evoluem de forma muito rápida, não dando tempo nem garantias de mercado para viabilizar a produção local. Considerando que existe certo hiato entre o lançamento de

um produto no mercado internacional e sua efetiva fabricação no Brasil, os esforços para a substituição de importações de componentes correm o risco de se tornarem obsoletos antes mesmo dos investimentos serem amortizados. Outro problema está associado ao processo de desmaterialização das TICS. Vimos, por exemplo, que a importância do software e dos serviços associados aos equipamentos eletrônicos vem aumentando em relação ao hardware. Em consequência, a montagem final dos equipamentos perde valor dentro da cadeia produtiva.

O desenvolvimento da oferta local de componentes foi sempre um grande desafio da política de informática, diante do crescente déficit na balança comercial de insumos microeletrônicos. Vários projetos de estímulo a produção local de componentes foram implementados ao longo das últimas três décadas sem resultados práticos significativos. Bampi et al. (2004) apresentam um histórico da microeletrônica no Brasil enfatizando o insucesso econômico de varias iniciativas de empresas nacionais e multinacionais. Tais esforços ainda podem ser observados no Ceitec em Porto Alegre na produção de chips menos complexos orientados para nichos. Também tem sido buscada, com grande dificuldade, a atração de empresas multinacionais para realizar no Brasil pelo menos a fase de encapsulamento de chips. Foram identificam nichos no mercado de microeletrônica onde as barreiras a entrada são menos impeditivas para os esforços nacionais. Isso inclui as áreas de design de chips e a montagem de circuitos de baixa integração. Outra oportunidade, que vem sendo explorada pelo Ceitec, é a produção de chips voltados para necessidades específicas do país que não podem ser prontamente atendidas via importação. O desenvolvimento de novas técnicas de produção de chips, com base na nanotecnologia e compostos de moléculas de carbono no lugar do silício, visto na seção 3, oferece uma janela de oportunidade para entrada no mercado por exigir investimentos mais baixos.

Para Garcia e Roselino (2002), a Lei da Informática foi incapaz de estimular a internalização da produção de chips porque as escalas mínimas de produção são muito elevadas; falta capacitação tecnológica local; e agentes econômicos nacionais e internacionais não foram capazes de assumir os riscos e investimentos necessários para a fabricação de chips no país. A produção de

microprocessadores e chips de memória de fato é muito concentrada em poucos países asiáticos, já que a rápida mudança tecnológica e os elevados investimentos necessários em plantas de difusão praticamente inviabilizam novos entrantes.

Além de agregar pouco valor, a produção de TICs brasileira é voltada essencialmente para o mercado interno. As exportações são (ou eram) relevantes apenas em telefones celulares, onde as elevadas escalas do mercado brasileiro viabilizaram a fabricação também para outros mercados, principalmente o Mercosul. Um paralelo pode ser feito com a indústria eletrônica mexicana que é chamada de *maquiladora* por agregar pouco valor local. Mas enquanto as empresas localizadas no México compensam suas importações de componentes com exportações de produtos finais para a área do Nafta, a produção brasileira é voltada essencialmente para o mercado nacional.

Em linhas gerais, os problemas levantados pelo estudo CGEE/Geopi/MCT são coerentes com as análises de outros autores. Garcia e Roselino (2002) e Campos e Teixeira (2004), por exemplo, argumentam que a Lei de Informática não gerou os efeitos esperados em termos de inovação, além de deteriorar a balança de pagamentos setorial. Para Figueiredo (2006), os estímulos mantiveram intrincados mecanismos burocráticos de controle, dificultando a tomada de decisão de empresas e outros potenciais investidores. Gutierrez (2009) mostra que a produção eletrônica brasileira praticamente restringe-se ao mercado interno, agrega pouco conteúdo local, e as atividades de P&D incentivadas estão dissociadas das atividades industriais.

É necessário reconhecer que o desempenho da indústria de TICs no Brasil, a exemplo de outros setores industriais, vem sendo muito prejudicado pela valorização do real frente a outras moedas. O real foi a moeda que mais se valorizou entre as 58 maiores economias do mundo nos últimos anos, atingindo, em fevereiro de 2011, uma valorização do cambio efetivo<sup>3</sup> de 52,61% comparado a 18,13% do Yuan chinês e 7,16% da rupia indiana (Lacerda, 2011 – Valor Econômico 24/02/11). O país sofre também com o forte

---

<sup>3</sup> Taxas cambiais ajustadas pela taxa de inflação;

aumento da competitividade da China que já responde por 26% da produção mundial de eletrônicos. As pressões competitivas induzem as empresas industriais a ampliar as importações, reduzir o valor agregado local e deslocar vendas externas para o mercado doméstico.

### **4.3. Pesquisa & Desenvolvimento**

As políticas tecnológicas têm geralmente por objetivo (i) incentivar atividades de P&D; (ii) promover o desenvolvimento científico por meio da criação de infra-estrutura para P&D; (iii) gerar a capacitação por meio da formação de RH de alto nível; (iv) desenvolver projetos de interesse nacional; (v) fomentar a cooperação internacional e outras atividades afins. Além dos objetivos econômicos, há nesta área uma preocupação dos governos com a questão da segurança nacional, principalmente em tecnologias consideradas “sensíveis” que são difícil acesso internacional, como por exemplo, supercomputadores e sistemas de defesa.

O estudo CGEE/Geopi/MCT mostra um crescimento de 30% de 2003 a 2008 nos investimentos em atividades de P&D, mas devido a uma mudança na base de cálculo prevista na legislação tais investimentos permaneceram inferiores aos valores observados entre 1998 e 2001. O crescimento dos investimentos em P&D já na fase ajustada, é substancialmente menor que o crescimento do mercado.

Um indicador positivo levantado no estudo é que o investimento além das obrigações legais foi em média 40% do total das aplicações em P&D realizadas pelas empresas beneficiárias da Lei, sugerindo que Lei alavancou investimentos adicionais. O investimento médio realizado pelas micro e pequenas empresas supera em quase três vezes as obrigações, enquanto que nas empresas de grande porte tal percentual é de apenas 36%. Segundos os autores, isso pode indicar que a Lei estimula principalmente as empresas de pequeno porte, mas que seria necessário verificar se estes investimentos estão de fato sendo realizados em atividades de P&D. Os investimentos estão sendo feitos principalmente em desenvolvimento experimental, atividades rotineiras de testes e adaptação do produto ao mercado local e desenvolvimento de

software. A maior parte das instituições de pesquisa contratadas pertence às próprias empresas beneficiadas, revelando pouco estímulo à cooperação interinstitucional e a formação de um sistema setorial de inovação no Brasil.

Os resultados mostram também que a proporção de filiais de empresas multinacionais com laboratórios de desenvolvimento e unidades de monitoramento de tecnologia no Brasil dobrou no período 2003 a 2008, indicado maior importância das atividades tecnológicas no país. A pesquisa confirma um argumento frequentemente utilizado por empresários para defender a manutenção da Lei de Informática: mais de 60% dos respondentes do questionário eletrônico alegam que uma eventual ausência da Lei de Informática prejudicaria a competitividade da empresa e os investimentos em P&D. Isso indica que o benefício efetivamente existe, mas que precisa ser cotejado aos custos da renúncia fiscal.

A questão da propriedade intelectual das atividades de P&D realizadas no Brasil com o benefício da Lei de Informática é discutida nos estudos CGEE/Geopi/MCT e Gutierrez (2009). Eles observam que não há qualquer exigência em relação ao registro de patentes no país e que tal registro, quando ocorre é feito no exterior, sem incluir as instituições brasileiras que participaram do desenvolvimento.

Outra questão levantada por Gutierrez (2009) se refere ao fato do benefício fiscal ser dado ao montador do produto e não necessariamente ao dono da marca. Em geral, empresas especializadas em serviços de montagem faturam as mercadorias para os clientes finais e, portanto, têm a obrigação de recolhimento de IPI. Entretanto, observamos que muitas montadoras repassam aos seus contratantes a função de realizar atividades de P&D.

O fato do regime de incentivos não estimular a relação direta dos provedores de serviços de P&D com clientes finais foi criticado por ICTs entrevistadas que questionam a obrigação de ter como intermediário as empresas industriais beneficiárias da LI. Grandes usuários de inovações em TICs, a exemplo das concessionárias de serviços públicos de comunicação, transportes e energia, empresas de agricultura, petróleo, automação eleitoral, educação, etc. demandam soluções tecnológicas que não envolvem necessariamente a

produção física em grande escala. Por isso o regime de incentivos deveria permitir que usuários demandassem inovações diretamente aos laboratórios. A eventual necessidade de montagem dos dispositivos e equipamentos desenvolvidos pelas instituições de P&D por encomenda de usuários finais poderia ser realizada mediante a subcontratação junto a empresas de montagem ou simplesmente produzida em pequena escala no próprio laboratório.

Entretanto, as ICTs dependem das encomendas das empresas montadoras que, por serem beneficiárias da LI, são as entidades que detém a obrigação de investir em P&D. A análise do perfil das empresas beneficiadas revela que a maioria das grandes corporações criou sua próprias ICT, sem gerar vínculos com as instituições locais de P&D. Os centros privados concentram cerca de 90% dos investimentos em P&D, fato de contrasta com o perfil de distribuição dos recursos humanos qualificados no país. Este fato reflete, por um lado, a necessidade das empresas controlarem melhor o processo de desenvolvimento tecnológico, localizando-o em unidades subsidiárias melhor adaptadas as diretrizes da empresa e que apresentem menores custos de transação. Por outro, pode representar um desvio dos objetivos da LI, pois muitas das atividades desenvolvidas pelos centros cativos poderiam ser consideradas rotineiras e seriam realizadas mesmo na ausência de incentivos. A maioria das instituições foi criada nos anos 2000 e 2001 no intuito de usufruir dos incentivos e acabam deixando poucos recursos disponíveis para projetos inovadores das ICTs independentes.

Diante do descasamento entre oferta e demanda por serviços tecnológicos, as atividades locais de P&D ficam atrelada às necessidades de empresas beneficiárias cujo poder decisório geralmente não está no país, ficando limitado a serviços de adaptação de tecnologias importadas ao mercado local, produção de software aplicativo e a serviços de testes e homologação de produtos. Portanto, o regime de incentivos passa a margem da possibilidade de criar tecnologias mais adequadas às necessidades locais.

Outra deficiência da Lei de Informática é não tratar adequadamente da formação de recursos humanos. O estudo CGEE/Geopi/MCT mostra que o total de recursos humanos empregados pelas empresas beneficiárias da Lei triplicou no período 1998-2008. Na área de P&D, o perfil de qualificação se mantém estável: 70% do pessoal tem nível superior e 8% conta com nível médio. Os empregados com pós-graduação representam apenas 4% do total de RH em P&D. A carência de recursos humanos qualificados para atividades de P&D foi destacada nas entrevistas como um grande gargalo para o desenvolvimento tecnológico nas TICs no Brasil.

#### **4.4 Demanda**

As políticas de demanda visam estimular a difusão das novas tecnologias no setor produtivo, na administração pública e na sociedade em geral. Comparativamente às políticas de fomento à produção, o estímulo a demanda vem ganhando crescente importância internacional. Estimular a demanda pode ter efeitos altamente benéficos ao conjunto dos usuários. Sendo uma tecnologia interativa e em rede, quanto maior o número de usuários de TICs, maior o benefício coletivo de sua difusão. Uma economia que interligue fornecedores, clientes, prestadores de serviços, governo e comunidades poderá funcionar com maior sinergia, reduzir custos de transação, aumentar a velocidade de circulação de mercadorias, dinheiro e informações e facilitar a integração com novos mercados e contribuindo assim para o aumento da produtividade geral. As políticas de demanda não se limitam às tecnologias de informação em si, tendendo a incorporar elementos de mudança organizacional.

Além de promover inovações incrementais pelos próprios usuários (por ex. o desenvolvimento de novas aplicações e/ou adaptações de tecnologias existentes) e acelerar o processo de difusão, as políticas de demanda visam superar falhas de mercado, representadas por barreiras tecnológicas e culturais. Isto inclui as dificuldades defrontadas pelas pequenas empresas, comunidades distantes e setores menos desenvolvidos da atividade econômica em obter computadores, *software* relevante e infraestrutura de banda larga. Do ponto de vista cultural destacam-se as barreiras linguísticas e a falta de cultura

técnica para operar e manter sistemas de TI e promover as mudanças organizacionais necessárias para capturar os benefícios das novas tecnologias. As metas específicas das políticas de demanda incluem:

- (i) Promover o desenvolvimento de **novas aplicações**, visando estimular a liderança das empresas locais no uso das tecnologias da informação;
- (ii) Estimular a adoção de novas tecnologias por **setores retardatários**, como pequenas empresas ou aquelas localizadas em áreas menos desenvolvidas, favorecendo sua conexão em uma economia organizada em redes;
- (iii) **Treinar usuários**, tanto estudantes como trabalhadores, visando superar barreiras culturais e aumentar as habilidades da população no uso das novas tecnologias;
- (iv) Promover a **difusão de TI no setor público** e interligá-lo ao restante da sociedade;
- (v) Aumentar o **conteúdo local** dos programas de TV e radiodifusão, dos *sites* da Internet e de outros produtos e serviços, visando promover a cultura e os produtos e serviços nacionais tanto no próprio país quanto no exterior;
- (vi) Desenvolver novas **ferramentas para educação**, focalizando não apenas a educação para o uso das TIC, mas principalmente o uso destas tecnologias como fator de aumento de produtividade na própria educação; e
- (vii) Assegurar **conectividade e padronização** em nível nacional e internacional, evitando aprisionar usuários a determinados fornecedores de equipamentos e serviços e a tecnologias proprietárias.

No Brasil as políticas de demanda por TICs foram desenvolvidas principalmente por órgãos públicos não vinculados ao MCT e organizações não governamentais, já que os benefícios fiscais da Lei de Informática são pouco aplicáveis ao fomento do uso de TICs. Programas como UCA (Um computador por aluno), PNBL (Plano Nacional de Banda Larga), governo eletrônico, etc.

são exemplos destas políticas que não dependem da Lei de Informática, mas sim de investimentos diretos público e privados.

Um exemplo bem sucedido de política de demanda por TICs no Brasil foi a chamada *Lei do Bem* de 2006 que desonerou computadores de baixo custo produzidos no país de impostos como PIS, Pasep e Cofins além de reduzir as exigências de P&D para obter a redução de IPI. Foi essa desoneração, mais que qualquer outra ação, que permitiu um crescimento da participação da indústria nacional no mercado interno de microcomputadores em detrimento do mercado cinza. Mais do que isso, promoveu um notável aumento na difusão dos microcomputadores em microempresas e domicílios, conforme mostra a PNAD do IBGE.

#### **4.5. Gestão da Lei**

Segundo o estudo CGEE/Geopi/MCT (2011), as empresas beneficiárias consideram que os mecanismos da Lei de Informática são adequados para estimular suas atividades de montagem local, mas que os aspectos relacionados ao prazo de publicação, prazo de resposta aos pleitos e retorno da análise dos relatórios de acompanhamento são considerados insatisfatórios. Os longos prazos de resposta geram incertezas quanto a eventual glosa nos investimentos de P&D gerando a necessidade de provisionamento financeiro. A demora em autorizar novos produtos é incompatível com a dinâmica tecnológica e competitiva. Em consequência, parte dos benefícios fiscais concedidos é perdida pelos custos da demora.

### **5. Proposições**

A dinâmica tecnológica requer mudanças frequentes nas políticas públicas para as TICs, pois novas estratégias e objetivos são necessárias para explorar janelas de oportunidades que surgem ao longo do tempo. Trata-se, portanto de um processo contínuo que requer articulação entre os agentes econômicos para desenvolver visões estratégicas compartilhadas, objetivos viáveis e instrumentos adequados de política (Figura 5.1). Por isso, as cinco propostas

sugeridas devem ser vistas como uma contribuição para um processo mais amplo de discussão sobre prioridades, objetivos e estratégias que vêm sendo definidos em várias esferas do governo, a exemplo da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP 2), o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Pacti II) além de outros programas em gestação.

**Figura 5.1 - Elementos para a Política de TICs**

	Definição	Meios/Detalhamento
<b>Prioridades</b>	Estratégias de desenvolvimento industrial e tecnológico	Gerado a partir de diagnósticos e consenso entre os agentes
<b>Objetivos</b>	Identifica o que a política pretende cumprir	Objetivos gerais e específicos
<b>Instrumentos</b>	Mecanismos para executar a política	Criam condições para atingir os objetivos específicos. Deve haver correspondência entre objetivos e instrumentos selecionados
<b>Responsabilidade Institucional</b>	Ministérios e agências <i>ad-hoc</i> responsáveis pela coordenação e execução de cada linha de ação.	A organização responsável pela execução gerencia o orçamento e os recursos disponíveis.

Paulo Tigre Innovastrat/CGEE

3

### **5.1. Promoção da integração da indústria brasileira em cadeias globais de valor com base em novos investimentos e sinergias com parceiros internacionais**

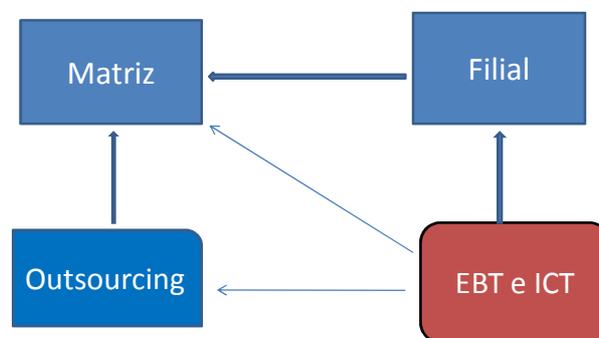
A indústria de TICs é estruturada por meio de *global value chains* (GVC) operadas por empresas multinacionais e articuladas em plataformas tecnológicas e redes setoriais. O Brasil tem se destacado como um dos cinco mais importantes mercados para TICs, atraindo assim o interesse das principais empresas multinacionais. Entretanto a integração do país as GVCs destas empresas se dá hoje principalmente via importação de tecnologias, equipamentos e software com inserções limitadas nas exportações, resultando em déficits crescentes na balança comercial e de serviços.

Já as empresas nacionais (aqui chamadas de EBTICs) e instituições de ciência e tecnologia (ICTs), por não terem escala econômica para atuar globalmente,

enfrentam dificuldades não apenas para competir em preços como também para acompanhar o estado-da-arte internacional em uma indústria marcada pela rápida mudança tecnológica. Para superar seus limites atuais elas precisam se internacionalizar, e as alianças estratégicas com as empresas multinacionais que operam GVCs podem representar um caminho viável.

Esta proposta estratégica reside na promoção de uma melhor integração do Brasil às GVC com base nas oportunidades geradas pelo investimento direto estrangeiro (IED), na experiência das empresas nacionais em parcerias técnicas e comerciais, na capacitação tecnológica obtida no país em determinados segmentos da indústria de TICs e no atrativo representado pelo mercado nacional que deverá adquirir um milhão de *tablets* em 2012 segundo a consultoria IDC (Valor 2/6/2011 pg. B3). A figura 5.2 mostra o papel das subsidiárias brasileiras na ligação entre fornecedores nacionais e a GVC da empresa como um todo.

**Figura 5.2 - Subsidiárias locais como elo com o mercado global**



Paulo Tigre Innovastrat/CGEE

8

(adaptada de apresentação do Instituto Eldorado)

Para integrar as instituições nacionais às plataformas e cadeias globais são necessárias políticas públicas e privadas que tenham por objetivo apoiar a internacionalização das empresas nacionais e ampliar a participação de fornecedores locais nas GVC coordenadas por empresas globais que participam ou pretendam participar do mercado brasileiro. Isso inclui:

- **Aumentar o conteúdo nacional** de insumos (componentes e serviços) nas operações de montagem das empresas multinacionais que tenham PPB. As oportunidades para agregar valor à operação local devem ser definidas com base na oferta local de insumos e serviços e investimentos complementares que tragam sinergia as GVCs. O recente enquadramento dos “tablets” na “Lei do Bem” (por meio da Medida Provisória 534/2011) oferece, junto com o dinamismo do mercado, um significativo incentivo para atração de investimentos e dá margem a exigência de contrapartidas tanto em componentes como em serviços tecnológicos e software. O PPB define a utilização inicial de 20% de insumos brasileiros na fabricação de tablets, mas deverá ser progressivamente ampliado entre 2011 e 2014 (Valor 2/6/2011 pg B3).
- **Ampliar as exportações** de serviços ou produtos das empresas multinacionais que operam no país, por meio de estímulos ao fortalecimento da competitividade das subsidiárias locais. Os planos de exportações devem complementar a o aumento do conteúdo nacional de forma a permitir que as empresas caminhem no sentido de equilibrar sua balança de pagamentos, (o déficit do complexo eletrônico atingiu quase US\$ 20 bilhões em 2010) e como contrapartida ao acesso incentivado ao mercado interno.
- **Facilitar o acesso a plataformas tecnológicas** e conhecimentos específicos para empresas e ICTs nacionais visando fomentar a difusão do conhecimento e permitir o acesso a mercados exclusivos, definidos por padrões técnicos proprietários.
- **Contribuir para o esforço nacional de capacitação de recursos humanos** por meio de programas internos de treinamento, convênios com universidades, intercâmbios internacionais e outras ações voltadas para a maior qualificação e redução do déficit nacional de pessoal especializado. As empresas multinacionais, como grandes

demandantes precisam participar dos esforços de qualificação, pois a simples contratação de RH no mercado local pode levar a descapitalização humana das instituições nacionais.

A figura 5.3 abaixo apresenta as áreas de interesse nacional que poderiam ser negociadas com as empresas multinacionais beneficiárias da Lei de Informática, principalmente aquelas que pretendem ampliar seus investimentos no país.

**Figura 5.3 - Como as subsidiárias podem favorecer a integração em GVCs**



Paulo Tigre Innovastrat/CGEE

9

Figura 5.4 - Etapas da Cadeia Global de Valor

## Cadeia produtiva das subsidiárias



A figura 5.4 mostra uma cadeia produtiva genérica, destacando a forma de inserção típica do Brasil, voltada essencialmente para o mercado interno, com a situação desejada de maior inserção global. Na primeira coluna, que trata das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) podemos destacar que as empresas globais desenvolvem hoje no país atividades localizadas de menor custo, visando adaptar produtos e serviços ao mercado local e usufruir os benefícios da Lei de Informática. O desafio é transitar progressivamente para atividades de maior valor, voltadas para as demandas tecnológicas das empresas multinacionais no mercado global.

Com relação ao uso de insumos locais, os pisos estabelecidos pelo PPB deveriam ser progressivamente ampliados, estimulando investimentos complementares na produção local de insumos de maior valor agregado. Não se trata de repetir políticas de substituição de importação, mas sim aproveitar a escala e o dinamismo do mercado nacional para desenvolver atividades economicamente viáveis e que tenham qualidade e custos internacionais. Isso inclui o desenvolvimento não apenas componentes, mas também software e serviços voltados para as GVCs como um todo.

A etapa de fabricação, assim como de suporte e serviços, deveria ser mais orientada para exportações, usando a escala alcançada nas operações locais e as sinergias com fornecedores locais para buscar o equilíbrio da balança

comercial. As exportações podem ser um substituto ou complemento aos esforços de aumento do conteúdo local. As exportações de serviços pré ou pós-venda também devem ser vistas como parte do esforço exportador, a exemplo do que faz hoje a Índia.

## **5.2. Fortalecimento das empresas e ICTs nacionais de TICs**

As empresas brasileiras de TICs (EBTic), assim como instituições nacionais de ciência e tecnologia (ICT) beneficiárias da Lei de Informática são organizações bastante similares em termos operacionais. Embora os laboratórios não tenham fins lucrativos nem desenvolvam atividades manufatureiras, eles operam essencialmente como empresas na prestação de serviços técnicos e tecnológicos. Na prática, poucas ICTs beneficiárias da LI são voltadas fundamentalmente para atividades de ensino, o que torna a natureza de suas atividades mais próxima as EBTics do que das universidades.

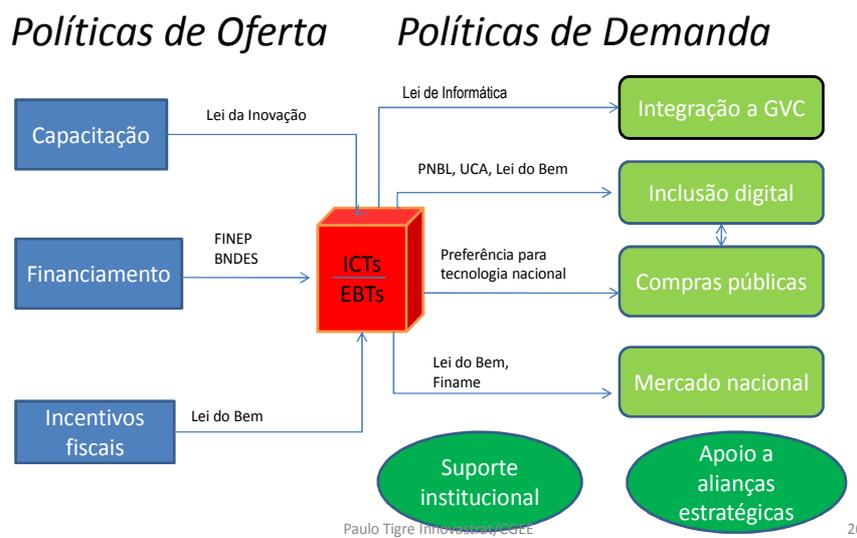
No Brasil, tanto os laboratórios quanto as empresas nacionais desempenham um papel essencial na conformação do Sistema Nacional de Inovação. Elas preenchem lacunas deixadas por empresas globais no suprimento de demandas locais diferenciadas em função das características típicas locais e respondem melhor a demandas oriundas de políticas públicas. Empresas nacionais geralmente contam com autonomia decisória para desenvolver e implementar soluções tecnológicas originais e atender a nichos de mercado que apresentam demandas abaixo das escalas mínimas usualmente operadas pelas empresas globais.

Entretanto, a maioria das empresas e ICTs nacionais são de pequeno e médio porte e estão restritas a determinados segmentos do mercado. O fortalecimento da capacidade produtiva e inovadora das empresas e ICTs e sua inserção competitiva em segmentos onde existe maior capacitação - telecomunicações, automação industrial e comercial, software e serviços - deverá constituir o núcleo das políticas sugeridas a seguir.

A figura 5.5 abaixo esquematiza o conjunto de incentivos fiscais e fontes de financiamento utilizadas pelas instituições nacionais. Podemos observar que,

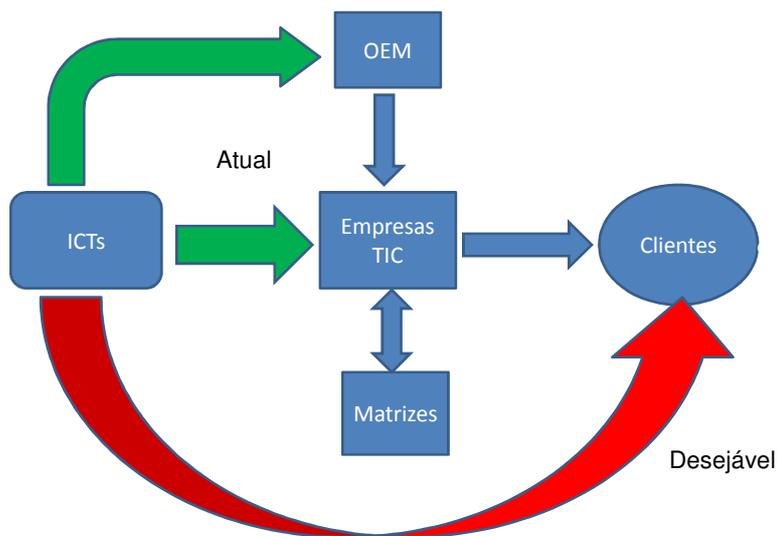
apesar da abrangência dos instrumentos de política adotados eles estão dispersos e são relativamente pouco utilizados pelas empresas. Um esforço de coordenação, que vise alinhar os diferentes instrumentos às estratégias e objetivos da política de TICs é fundamental para produzir as sinergias necessárias para apoiar o crescimento das empresas e ICTs.

**Figura 5.5 - Políticas de oferta e demanda para ICTs e EBTics**



Do ponto de vista dos ICTs, um dos problemas destacados nas entrevistas foi o fato dos incentivos da Lei de Informática estarem dirigido apenas para as empresas montadoras. Conforme o levantamento do CGEE/Geopi/MCT, cerca de 90% dos incentivos obtidos são aplicados na própria empresa ou em centros de pesquisa cativos, restando poucos recursos para instituições independentes de pesquisa. O amplo mercado de usuários finais de serviços tecnológicos poderia ser acessado diretamente por instituições de P&D que poderiam terceirizar a montagem de dispositivos em pequena escala e oferecer soluções completas para empresas.

**Figura 5.6 - Integração entre oferta e demanda por inovações e serviços técnicos**



Paulo Tigre Innovastrat/CGEE

14

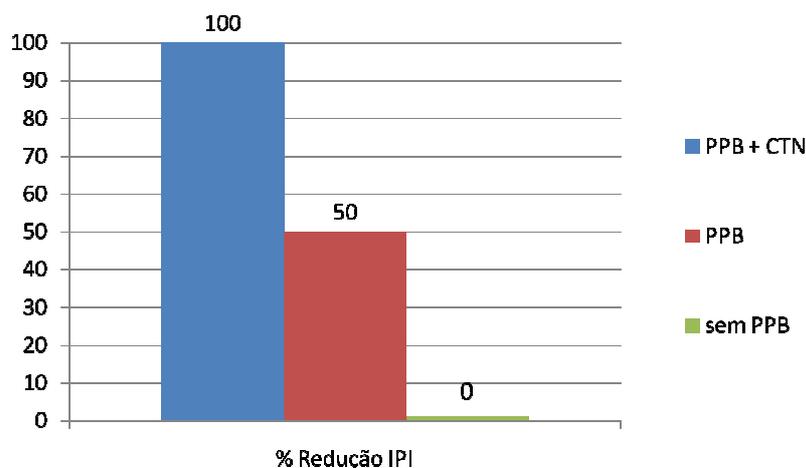
Para promover as ICTs e EBTics são sugeridas as seguintes ações:

- Aumentar o percentual de investimentos obrigatórios a serem feitos fora da empresa beneficiária e suas subsidiárias de P&D, já que instituições independentes absorvem hoje pouco mais de 10% dos recursos para P&D no âmbito da Lei de Informática.
- Fomentar o desenvolvimento e disseminação de aplicações avançadas de TICs, estimulando a criação de ecossistemas digitais orientados para as áreas estratégicas tais como: energia elétrica (*smart grid*), petróleo e gás (pré-sal), telecomunicações (banda larga), saúde, educação, segurança, transportes e mobilidade urbana, cidades inteligentes e grandes eventos esportivos (Copa do Mundo e Olimpíadas). O foco nestas áreas é previsto no Pacti.
- Desenvolver novas capacitações tecnológicas para atender necessidades locais e qualificar para exportações. Isso inclui acesso a plataformas tecnológicas globais, programa de treinamento e maior participação em redes globais de pesquisa e conhecimento.
- Aumentar a escala das atividades, mediante o estímulo aos investimentos produtivos e comerciais no Brasil e no exterior, a

cooperação entre empresas e instituições de ensino e pesquisa, fusões e aquisições de empresas, etc.

- Criar incentivos fiscais e creditícios para que ICTs atendam diretamente as necessidades de inovações e serviços tecnológicos de usuários finais, principalmente aquelas incluídas nos “ecossistemas digitais” descritos acima, sem necessidade de intermediação de empresas beneficiárias da Lei. (Figura 5.6)
- Fortalecer e aprimorar os mecanismos de certificação de tecnologia nacional (CTN) e estendê-lo para atividades de desenvolvimento de software. Isso permitiria diferenciar os incentivos das empresas que desenvolvem tecnologia no país daquelas que simplesmente cumprem o PPB. A Figura 5.7 apresenta uma proposta de revisão dos incentivos fiscais de acordo com a contrapartida oferecida.

**Figura 5.7 - Diferenciação dos incentivos para produtos desenvolvidos no país**



Paulo Tigre Innovastrat/CGEE

15

### **5.3. Construção de um Programa Nacional de Formação e Capacitação de Recursos Humanos em TICs**

A oferta insuficiente de recursos humanos qualificados constitui um dos principais gargalos para o desenvolvimento da indústria brasileira de TICs. Tal carência pode ser observada, conforme o relato de empresas e laboratórios entrevistados, nas áreas de comunicações óticas, engenharia de sistemas, desenvolvimento de hardware e software, entre outras. A integração

competitiva no Brasil em GVC só será viável mediante uma melhoria da oferta de recursos humanos, tanto quantitativa como qualitativa.

Entretanto, o chamado “apagão de mão de obra” em TICs é ainda pouco conhecido, principalmente se olharmos prospectivamente. Por isso, a realização de estudos de demanda e o desenvolvimento de um Plano Nacional de RH em TICs (já previstos na Política de Desenvolvimento Produtivo), constituem uma condição essencial para o sucesso das demais políticas. Alguns estudos já vêm sendo desenvolvidos pelo Softex e Brasscom, servindo de subsídio para programas de treinamento como o Plano Setorial de Qualificação de Tecnologia da Informação (Planseq TI), o Forsoft e o Pós-Técnico, voltados para a formação de programadores e desenvolvedores, e o Englisoft, para certificação em língua inglesa. Entretanto, tais programas apesar de importantes iniciativas são relativamente pouco integradas com políticas públicas e focam em soluções de curto prazo.

Na área de software e serviços, a principal demanda por recursos humanos vem de empresas usuárias de TIC, fato que enseja uma acirrada disputa por profissionais qualificados com as empresas do ramo. Segundo o Softex (2009) existiam 285 mil profissionais de software com carteira assinada em empresas usuárias em 2005, enquanto que as empresas provedoras empregavam 80 mil. Cabe lembrar que grande parte dos profissionais do setor trabalha como autônomo e, portanto não estão incluídos nesta estatística. O crescimento da demanda é avaliado em 7% ao ano. O Observatório Softex estima, com base em modelo econométrico ajustado por expectativas baseadas na opinião de especialistas, que o déficit de profissionais assalariados pertencentes às famílias ocupacionais relacionadas com atividades de tecnologias da informação deverá atingir 140 mil profissionais em 2013. Em termos gerais não faltam cursos de nível superior para atendimento ao setor de software e serviços de TI e estes estão distribuídos de modo compatível com a estrutura produtiva das regiões brasileiras. Entretanto, existe ociosidade nas vagas oferecidas pelas instituições de ensino superior. Também é observado que existe um problema qualitativo já que a demanda por qualificações específicas não vem sendo atendida satisfatoriamente pelas instituições de ensino.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação (Brasscom), a partir de 2004 ocorreu um aumento significativo de vagas oferecidas e de alunos concluintes nas áreas de Ciência da Computação, Processamento da Informação e Eletrônica e Automação. Com base nos dados do Inep/MEC, um estudo apresentado no site da instituição confirma a alta ociosidade do sistema educacional, sobretudo privado. Em 1996, por exemplo, na área de Ciência da Computação foram oferecidas 97.786 vagas de ingresso, das quais 44.976 foram preenchidas. A baixa qualificação dos candidatos inscritos é a principal causa da ociosidade das vagas, já que o número de inscritos no processo de seleção supera o número de vagas. O estudo mostra que, em 2011, 55 mil alunos deverão concluir o curso de graduação nas três áreas mencionadas acima, um número insuficiente para atender ao crescimento da demanda.

A leitura dos estudos disponíveis revela que o problema da carência de profissionais habilitados reside fundamentalmente na baixa qualidade do ensino médio que não capacita seus alunos para ingressar em cursos superiores que exigem uma base matemática mais sólida. Outro problema é a baixa motivação dos alunos para ingressarem e permanecerem em carreiras tecnológicas diante de outras opções profissionais. A inadequação dos currículos universitários e deficiências no conhecimento da língua inglesa são outros problemas revelados. Tais problemas são essencialmente sistêmicos e mais que medidas pontuais exigem um esforço mais amplo e de longo prazo por parte dos agentes públicos e privados.

#### **5.4. Construção do Plano Estratégico para Software e Serviços de Tecnologias da Informação**

O software constitui uma importante área de oportunidade para o desenvolvimento econômico e social. Por um lado, compõe uma indústria intensiva em conhecimento e de rápido crescimento capaz de gerar empregos qualificados e exportações de produtos e serviços. Por outro, transmite conhecimentos e tecnologia para toda a economia e sociedade, favorecendo o aumento da produtividade e o desenvolvimento.

Entretanto, por ser uma indústria imaterial, os incentivos fiscais utilizados na Lei de Informática são pouco adequados para estimular a indústria de software. O desenvolvimento de uma política específica para software, integrada aos mecanismos da Lei de Informática, constitui uma prioridade já identificada pelo MCT, sendo previstos os seguintes objetivos:

- Elaboração de plano com metas, ações e prioridades para a geração de um setor de software e serviços de TIC competitivo globalmente.
- Desoneração tributária, principalmente de encargos trabalhistas.
- Certificação de tecnologia nacional, hoje disponível apenas para hardware.
- Implantar novos centros de P&D em software
- Desenvolver projetos para a formação de redes temáticas (ecossistemas digitais) em setores competitivos e estratégicos da economia brasileira (Petróleo, energia, agronegócios, etc.) incluindo mecanismos de apoio financeiro e capitalização (subvenção econômica, *venture capital*, etc), compras governamentais e encomendas estratégicas para a viabilização econômica dos projetos.
- Ampliar a inserção internacional da indústria de SSI no Brasil mediante a atração de atividades de empresas multinacionais para o Brasil e o investimento direto de empresas brasileiras no exterior.

Iniciativas de promoção do setor de software e serviços vêm sendo conduzidas por instituições independentes como a Sociedade Softex e a Brasscom com foco, sobretudo nas exportações. O Projeto Setorial Integrado de Exportação de Software e Serviços Correlatos - PSI SW foi criado em 2004, a partir da interação entre a Apex-Brasil - Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos e a Softex. A recente edição do PSI SW 2010-2012 visa promover e ampliar o nível de internacionalização das empresas brasileiras de software e serviços no mercado internacional, a partir de um conjunto integrado de ações. Já a Brasscom, uma instituição que tem por associados grandes empresas de serviços de software, atua nas áreas de educação e capacitação, promoção de exportações e marcas, convergência digital e marco regulatório.

Tais instituições cumprem um papel importante na articulação com agentes privados e precisam participar do processo de formulação da política de software.

### **5.5. Aperfeiçoamento da Gestão das Políticas de TICs**

A gestão da Lei de Informática tem se revelado problemática ao longo do tempo, na medida em que os procedimentos de avaliação hoje utilizados são morosos e exigem uma dotação de recursos humanos muito além do disponível nos órgãos encarregados. Apesar de contar com quadros dedicados e capacitados, atrasos prolongados nas análises de projetos têm sido observados, fato que gera custos e incertezas nas empresas beneficiárias. Além disso, o descompasso entre o volume crescente de relatórios e a capacidade efetiva de analisá-los limita a capacidade do governo de efetivamente fiscalizar o cumprimento da Lei. O problema reside principalmente nos mecanismos de controle existentes, nas sistemáticas adotadas, ainda utilizando papel, que foram legadas aos atuais gestores sem a devida atualização. Os diferentes processos de análise precisam ser revistos, informatizados e compatibilizados com a capacidade de resposta dos órgãos públicos. Assim os recursos humanos disponíveis, sobrecarregados com processos burocráticos, seriam mais bem aproveitados em tarefas de formulação, promoção e fiscalização das políticas públicas.

A reformulação das rotinas administrativas, assim como o fortalecimento quantitativo e qualitativo dos órgãos responsáveis pela política constituem, no nosso entender, um complemento fundamental para o êxito das demais políticas e deveria ser objeto de uma ação específica com base nas seguintes ações:

- Revisão dos objetivos e dos processos de análise de relatórios encaminhados pelas empresas beneficiárias da Lei de Informática buscando reduzir prazos e aumentar a eficiência da política.
- Compatibilizar a demanda (reformulada) de análises com a organização interna, desenvolvendo rotinas e recursos computacionais para a gestão de projetos.
- Capacitar técnicos em análise e gestão de políticas públicas.

Por fim, há necessidade de coordenar melhor as diferentes esferas do governo para apoiar a inovação: integrar política de inovação com a de comércio exterior, desenvolvimento produtivo, política tributária, etc.

## Referências

BAMPI, S., Tigre, P., WOHLERS, M., Alves, S. E AMARAL, A. (2004). Tendências tecnológicas e oportunidades para a indústria de componentes semicondutores no Brasil. In O Futuro da Indústria de Semicondutores: a perspectiva do Brasil (coletânea de artigos). CNI/MDIC, Série Política Industrial – 3. Brasília.

BITTENCOURT, Sidney (2003). A licitação de bens e serviços de informática, com as alterações determinadas pela Lei nº 10.176/01 à Lei nº 8.248/91. Mimeo.

BRASSCOM - Associação Brasileira de Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação. Projeção de Alunos Concluintes nos cursos relacionados à área de TI. <http://www.brasscom.org.br>

CAMPOS, A.L.S.; TEIXEIRA, A.G., “Política Industrial e Capacitação Tecnológica: Análise da Dimensão Explícita da Política Nacional de Informática (1991-1998)”, Leituras de Economia Política, v.10, 2004.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE. Avaliação da Política de Informática. Relatório Final. Brasília: CGEE, 2011. 101p.

DEDRICK, J., KRAEMER, K.L., LINDEN, G. (2010) „Who profits from innovation in global value chains? A Study of the iPod and notebook PCs”. Industrial and Corporate Change 19(1), 81-116.

DIEGUES JR., A.C. (2007). Dinâmica Concorrencial e Inovativa nas Atividades de Tecnologia de Informação (TI). Tese de Mestrado. Instituto de Economia da Unicamp.

FIGUEIREDO, Paulo N. (2006). Capacidade Tecnológica e Inovação em Organizações de Serviços Intensivos em Conhecimento: evidências de institutos de pesquisa em Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) no Brasil. Revista Brasileira de Inovação Volume 5, Julho/dez 2006.

GARCIA, Renato e ROSELINO, J.E. (2002). Avaliação crítica dos resultados da Lei da Informática e seus reflexos sobre o complexo eletrônico. Texto apresentado no VII Encontro Nacional de Economia Política, Curitiba, 2002.

GIL, A.C. (2011). Tecnologia da Informação no Brasil: Um futuro de oportunidades. In Velloso, J.P. (2011). Como tornar o Brasil desenvolvido. Fórum Nacional/INAE.

GUTIERREZ, R. (2010). Complexo eletrônico: Lei de Informática e competitividade. BNDES Setorial 31, p. 5-48.

OLIVEIRA, Edmundo e MIGUEL, Henrique (2004). A Política Indústria e Tecnológica para o setor de semicondutores. In O Futuro da Indústria de Semicondutores: a perspectiva do Brasil (coletânea de artigos). CNI/MDIC,

Série Política Industrial – 3. Brasília.

POPEK, Gerald J.; GOLDBERG, Robert P. (1973). Formal requirements for virtualizable third generation architectures. pp. 121.

Doi:10.1145/800009.808061

SOFTEX, Observatório. Software e Serviços de TI. A Indústria Brasileira em Perspectiva. N.1 Campinas, 2009. ISSN 1984-6797.