

INDÚSTRIA DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO BRASIL

n.12

Brasília 2010

INDÚSTRIA DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO BRASIL

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Presidente em exercício: Robson Braga de Andrade

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI

Conselho Nacional

Presidente: *Armando de Queiroz Monteiro Neto*

SENAI – Departamento Nacional

Diretor Geral: *José Manuel de Aguiar Martins*

Diretora de Operações: *Regina Maria de Fátima Torres*



*Confederação Nacional da Indústria
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Departamento Nacional*

Indústria de Tecnologias da Informação e Comunicação no Brasil

Desempenho econômico, tendências
tecnológicas e impactos no trabalho

n.12

Brasília 2010



Modelo SENAI de Prospecção

Estudos Tecnológicos e Organizacionais

©2010. SENAI – Departamento Nacional

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

SENAI/DN

Unidade de Prospectiva do Trabalho – UNITRAB

Ficha Catalográfica

T568i Tigre, Paulo Bastos
Indústria de tecnologias da informação e comunicação no Brasil: desempenho econômico, tendências tecnológicas e impactos no trabalho / Paulo Bastos Tigre, Marcelo Nicoll. – Brasília: SENAI/DN, 2010.
59 p. : il. (Série de Estudos Tecnológicos e Organizacionais, n.12)

ISBN 978-85-7519-417-1

1. Indústria – Tecnologia da Informação 2. Indústria – Comunicação I. Nicoll, Marcelo II. Título III. Série

CDU 67 (81)

SENAI

Serviço Nacional de
Aprendizagem Industrial
Departamento Nacional

Sede

Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (061) 3317-9544
Fax: (061) 3317-9550
<http://www.senai.br>

Lista de ilustrações

Figura 1	Evolução prevista das receitas das operadoras de telecomunicações	22
Figura 2	Convergência tecnológica: bits, gens, neurônios e átomos	32
Figura 3	Computação em nuvem	36
Figura 4	Impactos da convergência nas redes de telecomunicações	38
Figura 5	Estrutura das Redes WIMAX	40

Lista de gráficos

Gráfico 1	Mercado mundial de semicondutores	17
Gráfico 2	Evolução do número de empresas no setor de TIC segundo grandes setores – BRASIL – 2001/2008	28
Gráfico 3	Distribuição das empresas e empregados no setor de TIC, segundo Unidades da Federação – BRASIL/2008	29
Gráfico 4	Percentual de empresas do setor de TIC nas dez Unidades da Federação com maior representatividade – BRASIL/2008	29
Gráfico 5	Evolução do número de empregados no setor elétrico-eletrônico, segundo grandes setores – Brasil – 2001/2008	50
Gráfico 6	Distribuição dos empregados no setor de TIC, segundo escolaridade – Brasil/2008	52

Lista de tabelas

Tabela 1	Faturamento total por área (R\$ milhões a preços correntes)	15
Tabela 2	Exportações brasileiras de TICS US\$ milhões	15
Tabela 3	Importações de equipamentos eletrônicos no Brasil (US\$ milhões)	15
Tabela 4	Número de empresas e pessoal ocupados na indústria brasileira	16
Tabela 5	Vendas físicas de PCs no Brasil (mil unidades)	19
Tabela 6	Produção, consumo e comércio exterior de telefones celulares (em milhões de unidades)	23
Tabela 7	Distribuição das empresas e empregados no setor de TIC, segundo porte das empresas – Brasil/2008	30
Tabela 8	Paradigmas dominantes, tecnologias emergentes e empresas líderes na Informática nas décadas 1960-2010	35
Tabela 9	Evolução da tecnologia 3G	40
Tabela 10	Tecnologias emergentes específicas	46
Tabela 11	Tecnologias organizacionais emergentes	47
Tabela 12	Categorias de ocupação incluídas no mercado de TIC	49
Tabela 13	Nível de instrução dos profissionais de TI em empresas do setor de <i>software</i> e serviços filiadas ao Sistema Softex (2008)	53
Tabela 14	Empregados na indústria e nos serviços de TIC, salário médio e distribuição segundo ocupações – Brasil/2008	55

Sumário

Apresentação	
1 Introdução	11
2 Desempenho Econômico da Indústria de TICS	13
2.1 Evolução do mercado, comércio exterior e número de empresas	13
2.2 Componentes eletrônicos	16
2.3 Informática e automação	19
2.4 Telecomunicações	21
2.5 <i>Software</i> e serviços	24
2.6 Evolução do número de empresas de TICs no Brasil segundo a RAIS/TEM	27
2.7 Distribuição geográfica e porte das empresas	28
3 Caracterização Tecnológica da Cadeia Produtiva Setorial da Indústria de TICS	31
3.1 Fontes de inovação nas TICs	31
3.1.1 Microeletrônica	32
3.1.2 Informática e automação	33
3.1.3 Telecomunicações	38
3.2 Estratégias tecnológicas no setor de TICs	41
3.2.1 Convergência dos mercados	41
3.2.2 Agregação de serviços aos produtos	42
3.2.3 Alianças estratégicas e inovação aberta	43
3.2.4 Competição e padrões técnicos	45
3.3 Tecnologias emergentes específicas	46
4 Tendências dos Empregos e das Qualificações	49
4.1 Empregos formais no setor de TIC no Brasil	49
4.2 Perfis dos trabalhadores em TIC	52
4.3 Níveis salariais	54
5 Conclusões	57
Referências	59

Apresentação

Dando continuidade à divulgação da série estudos tecnológicos e organizacionais, temos o prazer de disponibilizar o estudo sobre a *Indústria de Tecnologias da Informação e Comunicação no Brasil: desempenho econômico, tendências tecnológicas e impactos no trabalho*.

O estudo busca apresentar um panorama – nas vertentes comercial, tecnológica e ocupacional – do setor de tecnologias da informação e comunicação no Brasil, a fim de analisar a evolução dos principais segmentos da indústria de TICS no País, que são: componentes eletrônicos, informática e automação, telecomunicações e *software* e serviços.

Espera-se que este estudo possa ser mais um importante instrumento de informação sobre o dinamismo tecnológico e organizacional em diversos setores industriais e que possibilite auxiliar a tomada de decisão quanto à formulação de políticas de formação profissional e de Serviços Técnicos e Tecnológicos.

José Manuel de Aguiar Martins
Diretor Geral do SENAI/DN

1 Introdução

A importância da indústria de tecnologias da informação e da comunicação (TICs) está associada ao seu uso transversal em praticamente todas as atividades econômicas. Consideradas fator-chave de um novo paradigma técnico-econômico, as TICs abrem possibilidades de redefinir processos, encurtar ciclos produtivos e proporcionar aumento de produtividade tanto na indústria, quanto nos serviços. O setor é também grande gerador de novas tecnologias, sendo responsável por quase 30% dos investimentos em P&D, realizados pelas maiores empresas globais em 2007¹.

Este estudo analisa a evolução recente dos principais segmentos da indústria de TICs no Brasil: componentes eletrônicos, informática e automação, telecomunicações, *software* e serviços. A indústria é analisada sob três aspectos principais. Primeiro é avaliado o desempenho econômico, destacando-se a evolução da produção, comércio exterior e perfil das empresas. Observa-se, nos últimos cinco anos, um explosivo crescimento dos mercados de informática e telecomunicações, em função da evolução tecnológica e redução do preço dos equipamentos. No entanto, o aumento da demanda tem sido suprido, principalmente, via importações, já que a produção local se limita-se às atividades de montagem final. Por outro lado, observa-se um expressivo crescimento dos empregos em *software* e serviços de TICs.

Segundo, são analisadas as trajetórias e estratégias tecnológicas adotadas nos principais segmentos das TICs, destacando-se a interação entre inovação e modelos de negócios. Observa-se a crescente convergência entre segmentos anteriormente distintos do mercado, assim como uma forte tendência de agregação de serviços aos produtos. São analisadas novas estratégias de alianças, o papel da inovação aberta e dos padrões técnicos na competição. Por fim, é apresentada uma lista preliminar de tecnologias emergentes específicas.

¹JARUZELSKI; DEHOFF, 2008.

A terceira seção analisa o crescimento do emprego formal na indústria de TICs, destacando-se o crescimento da demanda, o perfil dos trabalhadores em TIC e os níveis salariais praticados nos diferentes segmentos da indústria. A última seção sumariza as principais conclusões da pesquisa.

2 Desempenho Econômico da Indústria de TICS

2.1 Evolução do mercado, comércio exterior e número de empresas

O Brasil destaca-se como um importante mercado para equipamentos eletrônicos, representando 1,8% da demanda mundial em 2005. O consumo interno aparente² de TICs atingiu 2,8% do PIB (ABINEE, 2009) e ainda existe um significativo potencial de crescimento do mercado, em função do processo incompleto de universalização do acesso aos bens e serviços de informática e telecomunicações e ao processo de inovação que induz a constante renovação dos equipamentos. Segundo o IBGE³, em 2007 existiam 15 milhões de domicílios com computador no Brasil (27% do total de domicílios), dos quais 11,4 milhões com acesso à Internet. Isso representa um salto de mais de 100% em relação a 2002, contudo, espera-se um crescimento ainda maior nos próximos anos, dada a rápida redução nos preços dos equipamentos e dos incentivos governamentais para a difusão da banda larga.

A demanda é suprida, principalmente, via importações de componentes e subconjuntos para montagem local. Em 2008, as importações de componentes e equipamentos eletro-eletrônicos atingiram US\$ 27,68 bilhões, das quais cerca de 2/3 correspondem a componentes elétricos e eletrônicos (US\$ 17,82 bilhões); enquanto que o terço restante (US\$ 10,12 bilhões) corresponde a módulos eletrônicos, kits para a montagem final de bens de informática e/ou telecomunicações ou partes eletrônicas embarcadas em veículos, aeronaves e equipamentos industriais (ABINEE, 2009). O elo mais fraco da indústria nacional é, portanto, a produção de componentes eletrônicos, cujo consumo aparente representou 1,2% do PIB, dos quais apenas 1/4 (0,3% do PIB) foi suprido pela produção local em 2008. (ABINEE, 2009). Os principais itens importados são: circuitos integrados, mostradores de LCD, componentes passivos, componentes

² Produção + importações – exportações.

³ Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio (PNAD), 2008.

híbridos e optoeletrônicos, placas eletrônicas e discos magnéticos. A tendência de incorporação de TICs em equipamentos industriais, veículos automotores, aeronaves e uma vasta gama de produtos, aliado ao fato do país praticamente não produzir componentes semicondutores (circuitos integrados, diodos e transistores discretos) tem levado a um crescimento sistemático das importações.

A indústria eletrônica brasileira caracteriza-se, portanto, pela montagem final de equipamentos orientados, essencialmente, para o mercado interno. A produção local é mantida, sobretudo, pelos incentivos fiscais da Lei de Informática que, em contrapartida ao cumprimento do processo produtivo básico (PPB), obtêm isenções de IPI. O PPB envolve a montagem de componentes em placas e a empresa beneficiada se compromete a investir 5% de seu faturamento em atividades de P&D. Outro benefício fiscal é a chamada “Lei do Bem”, a qual reduziu a carga tributária de computadores pessoais e notebooks e criou condições favoráveis ao financiamento desses equipamentos para população de baixa renda. Na área de telecomunicações, a política governamental elegeu a banda larga como principal foco, visando conectar uma parcela mais ampla da população ao mundo digital.

A atividade de montagem de placas, que caracteriza o PPB, vem sendo feita de forma crescentemente automatizada, gerando relativamente poucos empregos. Por outro lado, a produção local e as exportações de equipamentos eletrônicos vêm sendo desestimuladas pelo acirramento da competição internacional, pela crescente competitividade da China e pela valorização do real frente ao dólar. Entre 2005 e 2008, o real foi a moeda que mais se valorizou no mundo, tendo se apreciado em 25% em relação ao dólar.

As tabelas 1, 2 e 3 apresentam os indicadores de faturamento, exportações e importações da indústria de TICs no período de 2004 a 2008. Podemos observar que nesse período o faturamento da indústria cresceu 56%, enquanto as exportações aumentaram 14% e as importações 103%. Em 2008, o déficit na balança comercial do setor atingiu US\$ 19 bilhões.

Tabela 1 – Faturamento total por área (R\$ milhões a preços correntes)

Áreas	2004	2005	2006	2007	2008
Automação Industrial	2.090	2.330	2.708	3.097	3.446
Componentes	8.697	8.653	9.409	10.150	9.500
Informática	20.624	24.437	29.418	31.441	35.272
Telecomunicações	13.006	16.451	16.742	17.465	21.246
Total	44.417	51.871	58.277	62.153	69.464

Fonte: ABINEE 2009a.

Tabela 2 – Exportações brasileiras de TICs US\$ milhões

Áreas	2005	2006	2007	2008
Automação Industrial	144	239	280	314
Componentes	2.286	2.708	3.151	3.304
Informática	387	411	337	312
Telecomunicações	2.832	3.115	2.491	2.539
Total	5.649	6.473	6.259	6.469

Fonte: ABINEE 2009a.

Tabela 3 – Importações de equipamentos eletrônicos no Brasil (US\$ milhões)

Áreas	2005	2006	2007	2008
Automação Industrial	829	1.326	1.757	2.276
Componentes	9.617	11.910	13.648	17.824
Informática	1.018	1.400	1.883	2.242
Telecomunicações	1.094	1.235	2.021	3.203
Total	12.558	15.871	19.309	25.545

Fonte: ABINEE 2009.

De acordo com o IBGE, a produção local de hardware é realizada por 915 empresas, empregando cerca de 100 mil pessoas, como mostra a tabela 4. Cabe esclarecer que o número de empresas contabilizado pelo Ministério do Trabalho (RAIS) é significativamente maior, mas o número de empregados é relativamente similar. A seguir, serão analisados os diferentes segmentos da indústria de TICs.

Tabela 4 – Número de empresas e pessoal ocupados na indústria brasileira

Subsistema industrial	Número de empresas (1)	Pessoal ocupado 2006 (2)
Microeletrônica e componentes eletrônicos.	326	15.898
Equipamentos de telecomunicações.	176	37.901
Informática e automação.	413	48.771
Total	915	102.570

(1) PINTEC/IBGE 2005 (agregação CNAE de 03 dígitos).

(2) IBGE, 2006 apud IBGE, 2009.

Fonte: Apud PIB 2009.

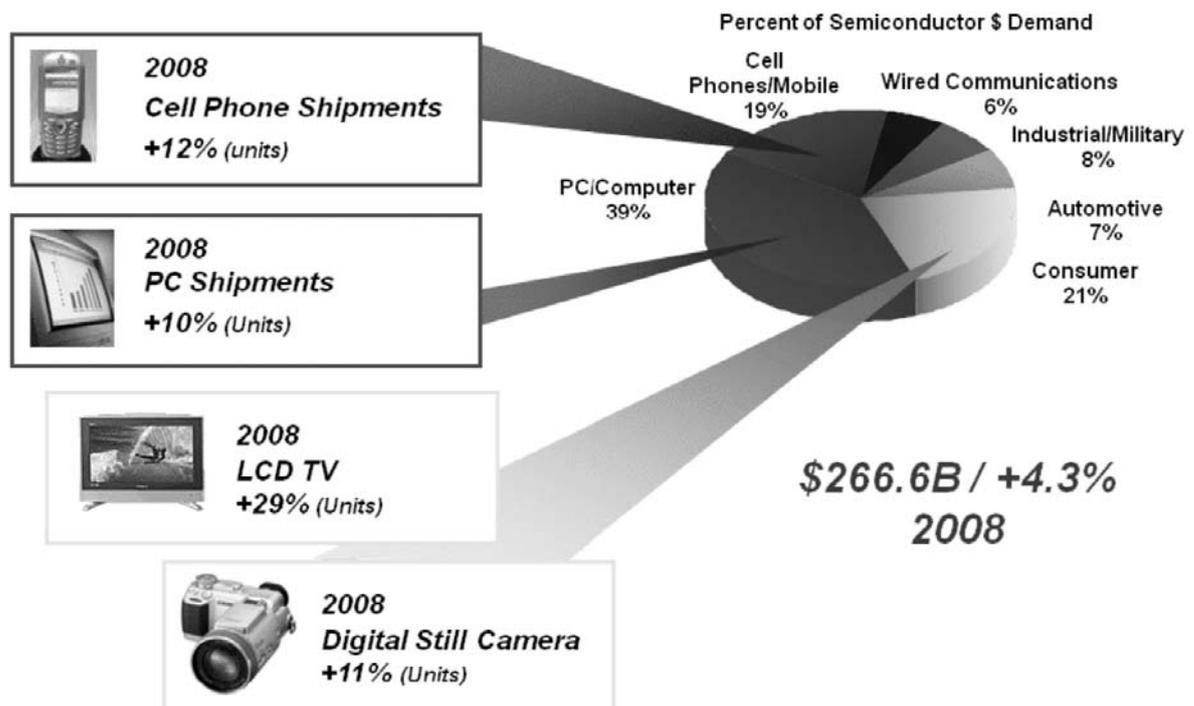
2.2 Componentes eletrônicos

A fabricação de componentes ou materiais eletrônicos básicos no Brasil tem uma participação relativamente pequena no emprego e na receita do setor de TICs. Das 326 empresas envolvidas na fabricação de componentes (Tabela 4), apenas cinco estão no segmento de semicondutores, considerado o mais avançado tecnologicamente. A grande maioria produz componentes eletrônicos passivos, componentes elétricos, componentes ópticos especializados e principalmente montagens, utilizando outros componentes eletrônicos como insumos. O Valor da Transformação industrial deste segmento representa apenas 3,9% do valor total da transformação da indústria eletrônica no Brasil. Em 2008, a importação de componentes eletrônicos e elétricos alcançou US\$ 17,8 bilhões ou 10,3% do valor das importações totais do país.

A fabricação de semicondutores é uma atividade tecnologicamente muito complexa e que requer grandes investimentos em plantas especializadas. Por isso, tende a se concentrar em um número relativamente pequeno de produtores especializados, localizados nos Estados Unidos, Japão, China, Taiwan e Coréia. A produção de memórias flash e memórias DRAM têm respondido por mais da metade dos investimentos em novas plantas. Nesse segmento *prime* do mercado existem grandes barreiras à entrada para novas empresas, devido ao elevado investimento industrial e tecnológico necessário para fabricar o silício (*foundry*) em larga escala. Os microprocessadores e memórias são fabricados em fábricas dedicadas, as quais requerem investimentos superiores a US\$ 1 bilhão e grandes escalas produtivas. Já os chips para celulares, tendem a ser fabricados em plantas que requerem investimentos superiores a US\$ 300

milhões e que também dependem de certa escala para se viabilizar. Além de caras, as plantas ficam obsoletas em poucos anos, devido à constante evolução tecnológica e ao conseqüente encurtamento do ciclo de vida dos produtos.

Gráfico 1 – Mercado mundial de semicondutores



A fabricação de chips no Brasil tem sido uma tentativa frustrada devido às dificuldades técnicas e econômicas. Ainda na década de 70 foi instalada em Montes Claros, Minas Gerais, a primeira planta nacional da TRANSIT Semicondutores, fechada poucos anos depois. Outras iniciativas de manufatura foram implementadas no rastro da Política Nacional de Informática de 1982, todavia, não resistiram à abertura do mercado e às crescentes exigências tecnológicas. Em meados dos anos 2000, foi fechada a última planta em larga escala de encapsulamento e teste de memórias em funcionamento no país (Itaucom).

Entretanto, a fabricação e o encapsulamento de silício podem ser viabilizados em menor escala, utilizando plantas flexíveis para atender nichos específicos de menor complexidade. A incorporação de dispositivos Microeletrônicos, em produtos e processos, constitui uma fonte extremamente importante da inovação industrial. Estima-se que cerca de 30% dos investimentos em P&D industrial seja aplicado nas áreas de computação e de bens eletrônicos⁴. A fabricação de pequenos lotes com menores exigências tecnológicas e voltadas para nichos de mercado é uma possibilidade para o Brasil participar desta indústria.

Em função de seu caráter estratégico para o desenvolvimento tecnológico da indústria como um todo, o setor continua sendo objeto de políticas públicas. O PDP – Programa de Desenvolvimento Produtivo, lançado pelo governo federal em 2008, propõe a implantação de duas empresas de fabricação de Circuitos Integrados (ou MEMS), envolvendo a etapa, tecnologicamente mais sofisticada, de front-end (difusão). A primeira delas já está em operação: o CEITEC de Porto Alegre, inicialmente idealizado como centro de pesquisa, mas que busca se viabilizar no mercado como empresa estatal, realizando a difusão de chips de menor complexidade. A segunda deverá ser uma empresa estrangeira, que deverá ser atraída por um conjunto de políticas públicas.

Outra etapa da cadeia produtiva, identificada na PDP como meta, é o design de chips. Esta é uma atividade estratégica, que permite o desenvolvimento de componentes para aplicações diferenciadas, sem incorrer nos altos investimentos e riscos requeridos na etapa de fabricação. Hoje, já é possível projetar chips e encomendar sua fabricação no exterior em empresas especializadas em ASICs (*application specific integrated circuits*). A capacitação em design permite participar de alianças estratégicas globais com empresas da cadeia produtiva dos semicondutores. O sucesso de *design houses* no mercado está associado a sua relação com clientes que produzem produtos finais. As inovações em equipamentos eletrônicos requerem a co-evolução de componentes e sistemas, pois o projeto de um novo componente requer definição prévia de serviços, padrões técnicos, plataformas de hardware e *software* embutido. Nesse contexto, as oportunidades estão associadas à existência de indústrias à jusante com capacidade tecnológica para desenvolver novos produtos, de forma a incorporar chips especialmente projetados.

⁴ MORGAN apud SIA, 2008.

2.3 Informática e automação

O mercado de computadores pessoais (PC) no Brasil vem crescendo rapidamente, graças a sua difusão em direção a classes de menor poder aquisitivo e micro e pequenas empresas. Alavancado pela queda internacional de preços, pela valorização do real e pelas políticas governamentais de desoneração fiscal, o mercado nacional adquiriu, em 2008, 12 milhões de PCs, sendo 2/3 no mercado oficial e 1/3 no “mercado cinza”. Observa-se uma queda significativa deste mercado ilegal, que já chegou a representar mais da metade do mercado antes de 2005. O crescimento da demanda por notebooks (mais difíceis de montar artesanalmente), os incentivos da Lei de Informática e a redução dos impostos ajudaram o processo de legalização do mercado.

Em 2006, a venda de produtos de informática incentivados pela Lei de Informática (disponível em: <www.sepin.mct.gov>) corresponderam a cerca de 42% do total da indústria. Os microcomputadores representam 21% da indústria de informática, sendo fabricado por 71 empresas. A liderança no mercado é dividida entre empresas multinacionais como a HP, Toshiba e Dell e empresas nacionais como Positivo e Itautec. A maioria recorre a serviços de montagem de placas oferecidas por empresas especializadas em OEM como a Flextronics, Celestica e SCI. A dinâmica competitiva do setor envolve basicamente três dimensões: redução do *time to market*, economias de escala e liderança tecnológica para diferenciar produtos.

Tabela 5 – Vendas físicas de PCs no Brasil (mil unidades)

TIPO	2004	2005	2006	2007	2008	2009 ⁵
Desktop	3.880	5.322	7.550	8.071	7.700	n.d.
Notebook	194	313	675	1.912	4.080	n.d.
Total	4.074	5.635	8.225	9.983	12.000	12.700

Fonte: ABINEE, 2009b.

As vendas de PCs no Brasil triplicaram em um período de cinco anos (ver tabela 5), tornando o país o quinto maior mercado mundial para esse equipamento. Para 2010, a ABINEE projeta vendas de 14 milhões de unidades,

⁵ ESTIMATIVA IDC. *Valor Econômico*, p. B1, 30/31 dez. 2009.

enquanto a fabricante de chips Intel calcula que o Brasil tem condições de ultrapassar o Japão e a Alemanha nos próximos anos, tornando-se o terceiro maior mercado de computadores do mundo (Valor Econômico, 30 e 31 de dezembro de 2009 pg. B1). Praticamente, todos os grandes fabricantes mundiais de PCs (com exceção da Apple) já montam equipamentos no Brasil, visando usufruir das vantagens de isenção fiscal do Processo Produtivo Básico. Existem hoje 87 empresas enquadradas no benefício, contra 38 em 2004.

Entretanto, apesar do crescimento das vendas físicas, observa-se uma tendência de redução de preços que acabam por limitar o crescimento do faturamento da indústria. No período de 2004 a 2008 as vendas físicas de PCs no Brasil aumentaram 300%, enquanto o faturamento das empresas cresceu apenas 71% (ver tabelas 1 e 5). O lançamento de unidades menores (como o netbook) e mais enxutas (*thin computers*) torna os equipamentos mais baratos e dependentes de outros segmentos da indústria, como o *software* e as comunicações.

O mercado de PCs também é afetado pela convergência tecnológica, que acaba deslocando parte da demanda para outros equipamentos com funcionalidade semelhante, a exemplo dos PDAs. Entretanto, hoje esse processo parece afetar com mais intensidade os países mais desenvolvidos. No Brasil, existe um grande filão de consumidores que está comprando o primeiro computador da família. Segundo a IDC, dos 23 milhões de domicílios da classe C, apenas um quarto possui computadores, enquanto na classe D a proporção é de apenas 3%. Com a oferta de computadores com preços mais acessíveis e crédito facilitado, espera-se um grande crescimento da demanda nesse segmento. A isenção da cobrança de PIS e COFINS, introduzida pela chamada “Lei do Bem” de 2005, foi recentemente prorrogada por mais quatro anos, permitindo uma redução de pelo menos 15% no preço dos equipamentos.

Com relação à automação industrial, a dinâmica do mercado é bastante afetada pelas crises econômicas, uma vez que as incertezas quanto ao futuro e às recessões impactam diretamente em novos investimentos; tanto em novas plantas industriais, como na modernização das indústrias já existentes. Por outro lado, o acirramento do processo competitivo e a necessidade de buscar novas rotas para o desenvolvimento industrial (a exemplo de tecnologias mais limpas) podem proporcionar grandes estímulos à inovação.

O setor de automação industrial se caracteriza por volumes relativamente pequenos de produção e uma grande variedade de aplicações. Tipicamente, utiliza novas tecnologias desenvolvidas para outros mercados. Os fornecedores tendem a customizar equipamentos e sistemas para necessidades específicas, tornando a inovação mais orientada para aplicações do que propriamente para a geração de novas tecnologias. Atualmente, os mercados mais dinâmicos para automação industrial no Brasil são os de processos contínuos, como petroquímica e siderurgia.

Em síntese, o setor de informática e automação permanece muito dependente das importações de insumos, que representaram 65% do faturamento para os produtos que usufruem de incentivos fiscais. O processo produtivo básico para o setor requer que determinados processos sejam realizados no país, sem exigência de conteúdo nacional. As estatísticas apresentadas pela Secretaria de Política de Informática do Ministério da Ciência e Tecnologia⁶ para o segmento de informática em 2006 foram informadas diretamente pelas empresas e são parcialmente convergentes com os dados da ABINEE: 262 empresas, 55.388 empregados, dos quais 13.802 com nível superior (25%) e faturamento de R\$ 37.823 milhões. Os dados referentes a faturamento e número de empregados fornecidos pelo MCT e ABINEE são relativamente compatíveis, enquanto o número de empresas é diferente em função do corte por tamanho adotado.

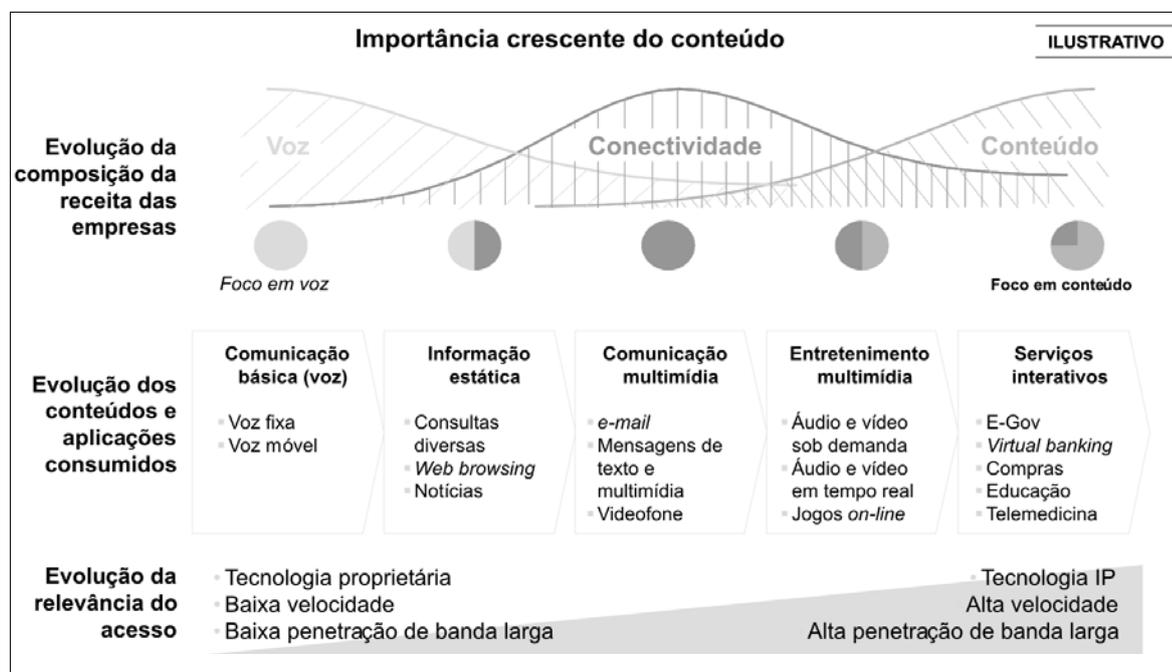
2.4 Telecomunicações

O processo de convergência tecnológica entre os serviços de telefonia fixa e móvel, TV e Internet, associado à oferta de novos serviços, vem exigindo investimentos crescentes das operadoras em redes de nova geração. No entanto, a indústria brasileira participa parcialmente no atendimento dessa demanda, já que a maioria dos componentes e equipamentos é importada.

⁶ BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Superintendência de Pesquisa e Informação. **Relatório estatístico preliminar de resultados da lei de informática**: ano base 2006; versão 1. Disponível em: <www.sepin.mct.gov>.

Nos próximos anos, deverão ocorrer grandes mudanças nos serviços de telecomunicações, pois cerca de 90% do faturamento das operadoras no Brasil ainda provém de serviços de voz. A difusão da banda larga levará a um rápido crescimento dos serviços de dados, inclusive em telefones celulares. Uma vez completada a transição, o principal filão do mercado deverá ser o conteúdo digital. Essa tendência está ocorrendo lentamente, pois não está claro se as empresas de telecomunicações irão capturar parte significativa das receitas associadas ao conteúdo, hoje ligadas à dinâmica de entretenimento e ao acesso a serviços interativos. A velocidade com que as novas tecnologias e aplicações irão se difundir depende de fatores técnicos (confiabilidade, facilidade de uso), econômicos (como o preço dos serviços) e sociais (como a adaptação dos usuários às novas formas de comunicação).

Figura 1 – Evolução prevista da receitas das operadoras de telecomunicações



Fonte: PIB, 2009.

Atualmente, o principal produto fabricado no Brasil é o telefone celular, cuja demanda vem se expandindo rapidamente. O aumento da escala de fabricação permitiu o crescimento das exportações ao longo da década de 2000. Os celulares exportados, geralmente, utilizam tecnologias já difundidas no mercado – de menor valor agregado – e, por isso, o principal destino das exportações brasileiras do setor de teleequipamentos são os países sul americanos

associados ao Mercosul e ALADI. Com efeito, em 2008, 82% das exportações brasileiras foram destinadas a esse grupo de países (ABINEE/ SECEX). Por outro lado, os equipamentos celulares mais sofisticados são importados.

A produção de aparelhos celulares no Brasil vem aumentando em função do mercado interno. As exportações, que chegaram a representar 50% da produção em 2005, vêm caindo em função de variações no câmbio, na tecnologia e nas estratégias das empresas multinacionais; passaram a representar 34% da produção em 2008. Já as importações passaram de 14% para 15% do mercado no mesmo período (ver tabela 6).

**Tabela 6 – Produção, consumo e comércio exterior de telefones celulares
(em milhões de unidades)**

	2005	2006	2007	2008
Produção total	65,0	66,0	68,0	73,0
Mercado interno	33,0	32,0	45,0	48,0
Exportações	33,0	32,0	23,0	25,0
Importações	4,6	3,1	4,7	7,1

Fonte: ABINEE, 2009b.

A fragilidade da indústria nacional de teleequipamentos resulta na crescente dependência de importações. Quando muda a tecnologia, cresce a demanda das operadoras de serviços de telecomunicação e aumenta a necessidade de importações de equipamentos e componentes. Em 2008, o segmento de telecomunicações passou a apresentar déficit na balança comercial. Como grande parte da inovação tecnológica está nos componentes eletrônicos, que são incorporados aos teleequipamentos, os avanços tecnológicos dependem de importações.

Por outro lado, observa-se que a indústria de telecomunicações é cada vez mais poupadora de insumos e intensivo em serviços. Os novos sistemas incorporam cada vez mais *software* e tecnologias digitais sem fio, requerendo cada vez mais serviços especializados de alto conteúdo tecnológico e menos atividades industriais. As oportunidades para os empreendedores locais residem, portanto, em um conjunto de serviços qualificados e no provimento de suporte e conteúdo.

A importância das telecomunicações na economia brasileira é percebida mais pelo seu papel de infra-estrutura para o desenvolvimento do que como um setor manufatureiro em si. Tal visão pode ser comprovada pelos objetivos expressos na Política de Desenvolvimento Produtivo. Ao contrário dos demais segmentos da indústria eletrônica, o objetivo principal não é aumentar o conteúdo nacional, mas sim “ampliar acesso da população à infra-estrutura digital”. Secundariamente, é proposto o “fomento ao desenvolvimento tecnológico e à produção local de equipamentos e componentes prioritários para ampla difusão da Banda Larga, equipamentos de informática e TV Digital no Brasil”. O governo espera ampliar o acesso à Internet para 25% dos domicílios brasileiros e garantir o acesso à Banda Larga a 100% das escolas públicas urbanas a partir de 2010. Pretende também oferecer serviços de interatividade na TV Digital terrestre para área de cobertura de 30 milhões de domicílios. Tais projetos irão exigir mais recursos humanos qualificados para instalar, manter e operar as redes, do que propriamente para fabricar equipamentos.

A estrutura da oferta de teleequipamentos é muito heterogênea, incluindo firmas de diferentes especializações e porte. Além dos fabricantes de celulares, existe uma ampla gama de provedores de soluções de infra-estrutura de telecomunicações, incluindo equipamentos de processamento, transmissão e recepção, satélites, cabos óticos e coaxiais, *software* e redes corporativas. Das empresas de telecomunicações associadas à ABINEE, 45% são de pequeno porte, enquanto as empresas de médio porte representam 31%, e as de grande porte são 24% do número total de empresas. A indústria de equipamentos de telecomunicações tem a maior produtividade (VTI/empregado) da indústria eletrônica brasileira, R\$ 183,7 mil por empregado; aproximadamente o dobro dos demais subsistemas eletrônicos. Isso é reflexo de seu conteúdo tecnológico e do potencial de crescimento por meio de inovações.

2.5 *Software* e serviços

A indústria de TICs torna-se cada vez mais intensiva em *software* e serviços. O mercado de hardware no Brasil, que somava 38% dos gastos totais em TI em 2000, caiu para 34% em 2005. Nesse ano, 45% do mercado correspondiam a serviços, enquanto os pacotes de *software* representavam 17% das vendas totais. As estimativas mostram que o segmento de serviços

continuará aumentando sua participação nos gastos comTIC no Brasil, chegando a cerca de 50% no final da década, quando deverá atingir US\$ 15 bilhões em vendas⁷.

O setor de *software* se divide em dois modelos de negócios distintos: “*software* produto” e “serviços de *software*”. Cada modelo reflete diferentes estruturas econômicas, modelos de gestão, formas de relacionamento com o mercado e utilização de recursos humanos. As empresas orientadas para produtos caracterizam-se por usufruir rendimentos crescentes à escala, refletindo altos custos de desenvolvimento da primeira cópia e baixos custos marginais. Os produtos são desenvolvidos como soluções genéricas para as necessidades comuns de grandes grupos de usuários, evitando assim trabalhos de customização. Embora, em alguns casos seja necessário adaptar o programa a necessidades específicas dos clientes, sempre existe um núcleo de código (*kernel*) que pode ser reaproveitado. As grandes oportunidades de economias de escala induzem ao *feedback* positivo e à concentração do mercado. O mercado de pacotes é geralmente segmentado em aplicativos, infra-estrutura, e ferramentas. O primeiro oferece soluções pré-preparadas para as mais diversas aplicações. Já o segmento de infra-estrutura inclui sistemas operacionais, *software* de segurança, de gerenciamento de redes e representa hoje 1/3 do total de vendas. Por último, o segmento de ferramentas abrange programas que auxiliam a construção de outros programas e aplicações.

No segmento de serviços deTIC, a dinâmica concorrencial é bem distinta, oferecendo maiores oportunidades para novos entrantes. As empresas de serviços lidam com clientes e projetos de forma individualizada e apenas as competências e as experiências coletivas da empresa e dos profissionais, individualmente, são aproveitadas de um contrato para outro. Não há, portanto, grande potencial de ganhos em escala, pois os requisitos do *software* são definidos pelos clientes, com base em sistemas legados. O foco da capacitação é o processo de prestação do serviço que pode ser efetuado em diferentes plataformas tecnológicas.

⁷ TECNOLOGIA da informação: *software*. São Paulo, 2006. (Série Estudos Tecnologia).

A receita líquida das empresas de *software* e serviços no Brasil, segundo a Associação para Promoção da Excelência do *Software* Brasileiro (SOFTEX, 2009, p. 34) alcançou R\$ 35 bilhões em 2006, devendo chegar a 44,4 bilhões em 2009, caso a taxa média de crescimento da receita de 7,9% ao ano observada no período 2003-2006 seja mantida. A receita é distribuída da seguinte forma: desenvolvimento de *software* por encomenda e consultoria em *software* (33,8% do mercado); desenvolvimento e edição de *software* produto (24%), serviços de processamento (19,5%), consultoria em hardware (11,7%), manutenção (7,8%) e atividades de bancos de dados (0,8%).

O comércio exterior de *software* e serviços é uma atividade de difícil mensuração, dado suas características imateriais e o caráter informal de muitas operações. Os dados são geralmente subestimados, pois muitas transações não são registradas no Banco Central a fim de evitar tributação. O mesmo ocorre em serviços prestados entre diferentes subsidiárias de uma mesma empresa multinacional, que são contabilizados apenas como transações internas.

Segundo o Softex (2009), a receita da indústria brasileira de *software* no exterior foi de R\$ 940 milhões, representando 3,1% da receita total. As exportações de *software* e serviços por empresas nacionais geralmente requerem investimentos em representações e vendas no exterior. Segundo o Censo de Capitais Brasileiro no Exterior (CBE) do Banco Central, as empresas nacionais investiram cerca de US\$ 215 milhões em Atividades de Informática e Conexas (CNAE 72) no exterior entre 2001 e 2004. Tais investimentos representam cerca de 10% do capital das empresas inversoras, mostrando um interesse relativamente limitado pelo mercado externo. Entretanto, iniciativas recentes (como o consórcio de exportações BRASSCOM) mostram o aumento do empenho exportador de um grupo de empresas brasileiras de médio e grande porte. Diante da crescente competição global no mercado interno, as empresas entendem que participar do mercado global é uma condição necessária até mesmo para fortalecer sua posição no mercado nacional. Representa, por um lado, um “certificado de qualidade” e por outro, a capacidade de atender seus clientes em diferentes países.

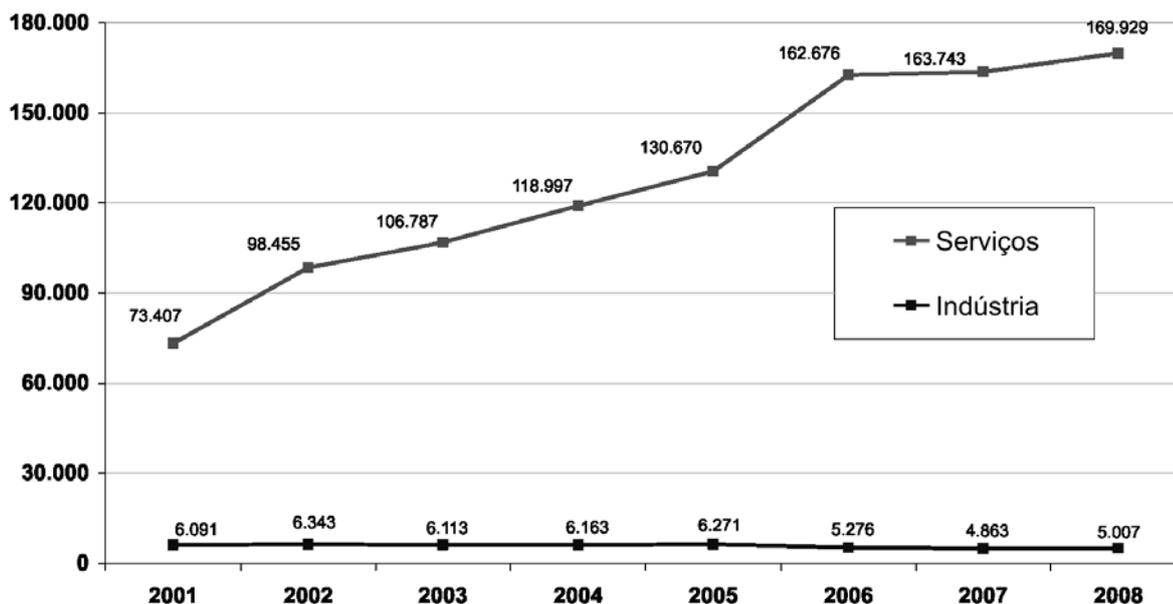
2.6 Evolução do número de empresas de TICs no Brasil segundo a RAIS/TEM

Os dados publicados pela Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego são mais abrangentes que os apresentados nas seções anteriores, que tiveram como fonte a ABINEE, pois enquanto esta entidade agrupa essencialmente informações de seus associados, a pesquisa da RAIS é compulsória e tem que ser respondida inclusive por microempresas, as quais empregam pelo menos uma pessoa. Além disso, a relação setorial é mais abrangente. Por estas razões, enquanto os dados da ABINEE contabilizam 915 empresas do setor eletrônico, os dados da RAIS se referem-se a um universo de 5.000 empresas fornecedoras de hardware e cerca de 170 mil de *software*.

O Gráfico 2 apresenta a evolução do número de empresas no setor de TIC de 20 01 a 20 08 de acordo com a base de dados RAIS. Podemos observar que o número de empresas dedicadas a *software* e serviços vem crescendo rapidamente, em contraste com uma relativa estabilidade no setor industrial.

Nos quatro primeiros anos da série, o crescimento médio foi de 10%; de 2005 para 2006 cresce 24% e em 2007 e 2008 o crescimento foi de 5% ao ano. Já o número de empresas no setor industrial de TICs vem declinando desde 2001, refletindo o menor crescimento do mercado e o aumento das importações, fatos que vêm desestimulando a entrada de novas empresas.

**Gráfico 2 – Evolução do número de empresas no setor de TIC, segundo grandes setores
Brasil – 2001/2008**



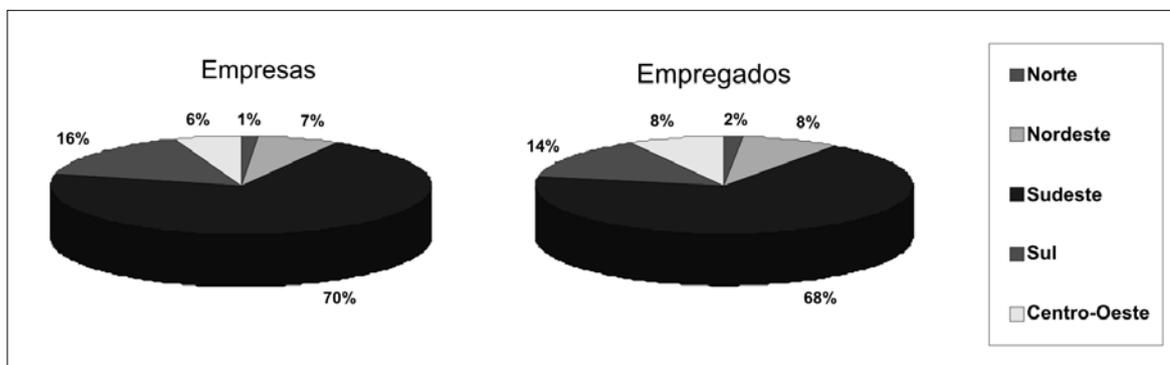
Fonte: RAIS, 2008.

2.7 Distribuição geográfica e porte das empresas

O Gráfico 3 mostra como as empresas e empregados do setor de TIC se distribuem nas grandes regiões brasileiras. A Região Sudeste concentra 70% das empresas e 68% dos empregados respectivamente, enquanto o restante da indústria está distribuído entre a Região Sul (16% das empresas e 14% dos empregados) e regiões Nordeste e Centro-Oeste – 6% e 7% de empresas, respectivamente, e 8% de empregados cada.

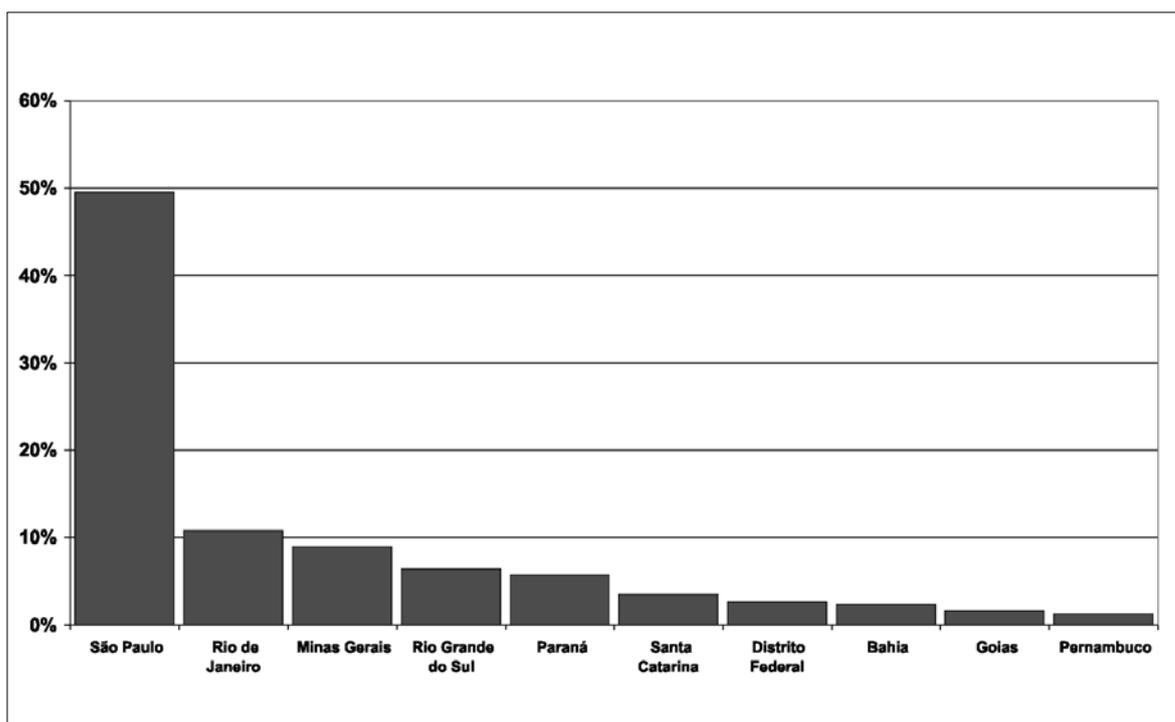
A desagregação das dez Unidades da Federação com as maiores representatividades, expressa no gráfico 3, revela que São Paulo tem o maior número de empresas do país (50%), seguido pelo Rio de Janeiro (11%) e Minas Gerais (9%). Na Região Sul a distribuição é mais equilibrada entre os três estados, onde Rio Grande do Sul e Paraná abarcam 6% das empresas brasileiras e Santa Catarina 4%. Destacam-se ainda o Distrito Federal e Goiás na Região Centro-Oeste e Bahia e Pernambuco, na Região Nordeste.

Gráfico 3 – Distribuição das empresas e empregados no setor de TIC, segundo Unidades da Federação – Brasil – 2008



Fonte: RAIS, 2008.

Gráfico 4 – Percentual de empresas do setor de TIC nas dez Unidades da Federação com maior representatividade – Brasil – 2008



Fonte: RAIS, 2008.

Conforme mostra a tabela 7, o setor de TIC é composto, sobretudo, por micro e pequenas empresas, principalmente em *software* e serviços, das quais 96% das empresas têm menos de quatro empregados⁸.

Tabela 7 – Distribuição das empresas e empregados no setor de TIC, segundo porte das empresas – Brasil/2008

	Indústria	Serviços
Micro	87%	96%
Pequena	9%	3%
Média	3%	0,4%
Grande	1%	0,4%
Total	5.007	169.929

Fonte: RAIS, 2008.

⁸ Na Indústria as microempresas são aquelas com até 19 empregados, a pequena empresa emprega entre 20 e 99, a média de 100 a 499 empregados e a grande empresa 500 empregados ou mais. Nos Serviços as microempresas são aquelas com até 9 empregados, a pequena entre 10 a 49 empregados, a média entre 50 e 99 empregados e a grande 100 ou mais empregados.

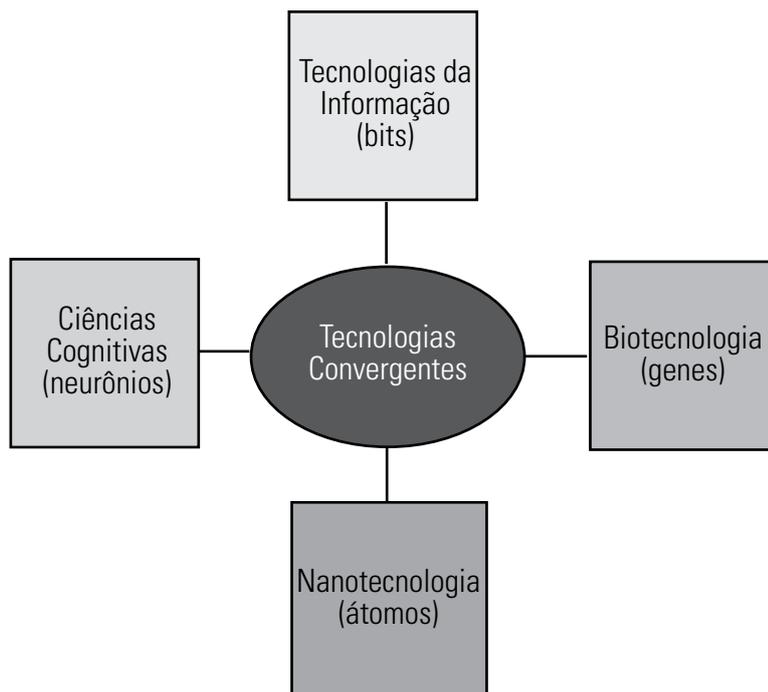
3 Caracterização Tecnológica da Cadeia Produtiva Setorial da Indústria de TICS

3.1 Fontes de inovação nas TICS

O complexo industrial das TICS é caracterizado por uma trajetória convergente do ponto de vista tecnológico, econômico e institucional. A convergência tecnológica pode ser definida como o processo pelo qual as telecomunicações, as tecnologias da informação e as mídias, setores que originalmente operavam de forma independente um do outro, passaram a crescer de forma conjunta. Uma base técnica comum vem sendo desenvolvida, integrando a tecnologia digital, microeletrônica, *software*, ótica, radiodifusão e outras tecnologias.

A partir da convergência entre infra-estrutura, dispositivos e serviços, o setor percorre uma trajetória de integração de diferentes produtos e serviços. A indústria ainda se encontra no início de um processo mais amplo de convergência tecnológica que poderá incorporar novas áreas do conhecimento como a nanotecnologia, ciências cognitivas e ciências biológicas (ver Figura 6). As pesquisas nas áreas de bio-informática, inteligência artificial, sensores e processadores nanométricos ainda são incipientes, mas apresentam um grande potencial científico e tecnológico.

Além da convergência, a trajetória tecnológica dos novos produtos e modelos de negócios é orientada para atender a demanda por **portabilidade** (em qualquer lugar); **flexibilidade** (sem restrições de plataforma, acesso ou pacote); **sob demanda** (sempre disponível); e **escolha** (diversificada, personalizada e simples). A seguir, detalharemos as principais tendências tecnológicas observadas nos diferentes segmentos de TICS.

Figura 2 – Convergência tecnológica: bits, gens, neurônios e átomos

Fonte: elaboração própria.

3.1.1 Microeletrônica

A microeletrônica constitui o cerne do paradigma digital, pois seu desenvolvimento viabiliza inovações nos produtos à jusante da cadeia produtiva das TICs. A tecnologia de semicondutores vem seguindo, há cerca de três décadas, uma trajetória tecnológica consistente baseada no aperfeiçoamento dos circuitos integrados de silício, utilizando a tecnologia *Complementary Metal Oxide Semiconductor* (CMOS). Esta trajetória deu origem à "Lei de Moore"⁹, segundo a qual o número de transistores em um chip dobra a cada 12 ou 18 meses, enquanto o custo permanece estável.

O silício e o CMOS deverão permanecer como a principal tecnologia utilizada na indústria de semicondutores, pelo menos nos próximos 10 anos. Contudo, inovações radicais, utilizando novos materiais, deverão ser adotadas de forma a superar os problemas de escala que surgem quando se atingem dimensões diminutas. O novo paradigma da microeletrônica terá como base a nanotecnologia e exigirá inovações em áreas, como: novos materiais, arquitetura

⁹ Referência a Gordon Moore, engenheiro da Intel que primeiro observou o fenômeno.

de sistemas e computação quântica. O desenvolvimento de novas técnicas e montagem de chips em 3D também abrem novas possibilidades para melhorar o desempenho dos sistemas, por meio da redução das distâncias e aumento da largura de banda em conexões verticais.

Outra trajetória em curso que afeta toda indústria eletrônica é o desenvolvimento de “*systems-on-chip*”. A ideia é tornar os chips cada vez mais customizados em aplicações específicas definidas pela demanda. No futuro, haverá chips dedicados a praticamente tudo. A integração entre componentes e sistemas permitirá a interconexão de funções em escalas crescentes. Neste caso, o mais importante não é ter dispositivos semicondutores mais rápidos, mas sim projetá-los para diferentes aplicações, usando projetos de módulos pré-existentes. Nessa trajetória tecnológica, as *design-houses*, assim como as *foundries* independentes, ganharão maior importância na indústria.

O desenvolvimento de novos componentes, especialmente projetados para cumprir determinadas funções, constitui um importante vetor de crescimento da indústria. Em um ambiente de rápidas mudanças tecnológicas, os dispositivos e componentes já disponíveis, geralmente, precisam ser modificados e adaptados para integrar novos sistemas e aplicações. A interação componente-sistema viabiliza inovações à jusante por meio da combinação de diferentes tecnologias, tanto novas, quanto já existentes.

3.1.2 Informática e automação

A indústria de computadores vem se reinventando a cada década, tanto em termos tecnológicos, quanto em relação à estrutura industrial. Geralmente, as mudanças tecnológicas reduzem as barreiras à entrada e exigem novos modelos de negócios. Como as empresas líderes custam mais a se adaptar, em função do aprisionamento às trajetórias tecnológicas existentes, empresas inovadoras, sem tecnologias legadas, frequentemente assumem a liderança do mercado.

Nos anos 60, surgem os primeiros computadores mainframes (IBM 360), vendidos em larga escala. O mercado era altamente concentrado, com a IBM

respondendo por cerca de 70% do mercado mundial. A escala mínima para fabricar computadores era estimada em 7% do mercado global, devido aos altos custos de P&D. Por isso, além da IBM, apenas cinco empresas, conhecidas como “THE BUNCH”, de acordo com as suas iniciais, operavam no mercado mundial: Burroughs, Univac, NCR, Control Data e Honeywell. Tais empresas não existem mais hoje de forma independente.

Na década de 70, surgem os minicomputadores, que apresentam melhor benefício/custo e aceitam periféricos de outros fabricantes. Nessa época, emergem novos fabricantes, como a Digital Equipment Corporation (DEC), Data General, Nixdorf e Logobax. O Brasil aproveitou a redução das barreiras tecnológicas à entrada no mercado e lançou a política de reserva de mercado, a qual deu origem a empresas nacionais (Cobra, Labo, SID, Itautec). A exemplo do que ocorreu nos mainframes, os grandes fabricantes de minicomputadores praticamente desapareceram, quando surgiu o microcomputador nos anos 80.

Os microcomputadores representaram uma nova revolução na informática. A Apple foi pioneira neste mercado com o Apple II, lançado em 1978, utilizando microprocessadores padronizados (Intel 8088). No entanto, o mercado de micros ganhou força com o lançamento do IBM PC em 1982. Além do chip da Intel, os micros passaram a usar o *software* de terceiros (Microsoft DOS); fato que reduziu radicalmente as barreiras à entrada, permitindo que os equipamentos fossem desenvolvidos e montados em pequenas empresas. A IBM perdeu a liderança nesse mercado para novos produtores, como a Compaq e Dell, revelando que os produtos passaram a ser mais padronizados e que a relação benefício/custo era mais importante do que marcas reconhecidas. A redução radical nos custos e aumento do desempenho dos PCs e servidores permitiram o *downsizing* das operações, abalando profundamente tanto o segmento dos mainframes, quanto dos minicomputadores.

Na década de 90, a indústria sofre uma nova revolução com o surgimento da Internet. A possibilidade de integrar redes globais de equipamentos muda a concepção do processamento de dados. Os serviços começam a se tornar mais importantes que os produtos, uma tendência que irá se consolidar na década seguinte. No início do século XXI, a empresa líder no mercado de TI passa ser a Google, que não fabrica nada e oferece uma gama crescente de serviços de busca e informação, complementadas por serviços de TICs (ver

Tabela 7). Observa-se hoje uma tendência de computação ubíqua, incorporada em diferentes dispositivos, que não são necessariamente computadores.

Tabela 8 – Paradigmas dominantes, tecnologias emergentes e empresas líderes na Informática nas décadas 1960-2010

Década	Tecnologias Dominantes	Tecnologias Emergentes	Empresas Líderes
1960	Computador mainframe	Processamento distribuído	IBM
1970	Mainframe Minicomputador	Microcomputador (Apple II – 1978)	IBM, DEC
1980	Minicomputador Microcomputador	Redes locais (LAN)	IBM, DEC, Micro- soft, Intel
1990	Microcomputador	Internet (1995)	Microsoft, Dell, Intel
2000	Internet	Serviços <i>on line</i> Computação em nuvem	Microsoft, Intel, Google, IBM
2010	Computação em nuvem	Nanotecnologia, ciências cognitivas	Google, Intel

Fonte: elaboração própria.

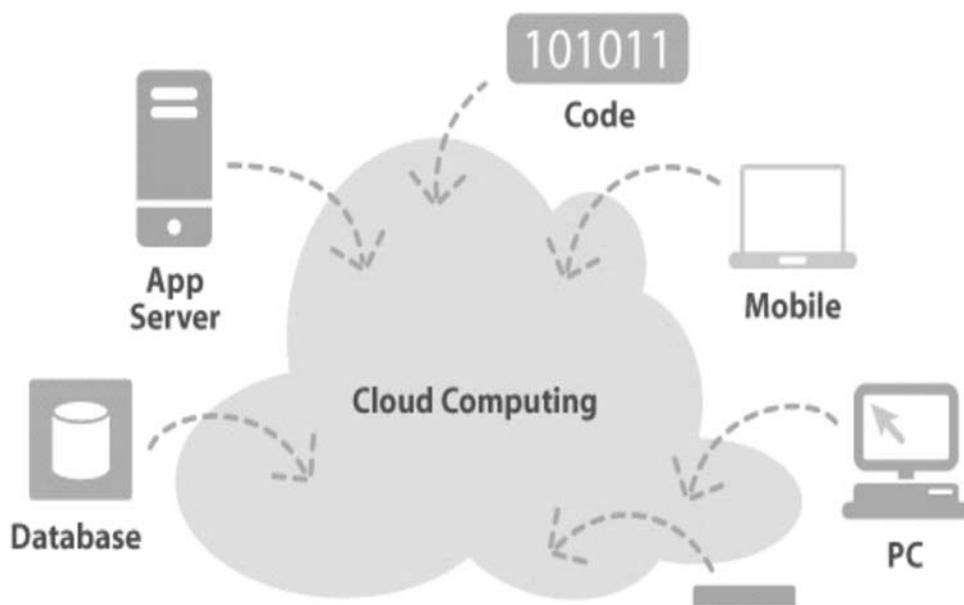
A inovação nas TICs é basicamente determinada pelos componentes semicondutores e outros módulos como o display e o disco rígido. As empresas alteram constantemente o *mix* de modelos, sem mudar essencialmente a natureza do empreendimento montador. A fabricação de micros passou a ser uma atividade especializada, nem sempre conduzida pelas empresas do ramo.

Uma das importantes tendências tecnológicas em curso é o modelo de computação em “nuvem”, integrando redes de comunicação, provedores de Internet, centros de armazenamento e processamento de dados, etc. Para que esta “nuvem” possa ser acessada e manipulada, é necessária uma ampla gama de aplicativos, ferramentas de busca e formatação de conteúdo. 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.

Os novos PCs deverão ser menores, pois dispensarão discos rígidos e tocadores de CD em um ambiente de computação em nuvem. Isso permitirá a

redução de custos nos chamados sub-*notebooks* e web PCs. Por outro lado, os equipamentos necessitarão de maior capacidade de comunicação e acesso a redes de alta confiabilidade. Já os servidores deverão utilizar CPUs *multicore* e *multithread*, visando aumentar a velocidade e capacidade de processamento.

Figura 3 – Computação em nuvem



Não apenas computadores acessarão o cyber espaço: muitos produtos deverão ganhar chips, contendo códigos identificáveis por rádio frequência e permitindo sua identificação, transporte e integração. Além do PC, automóveis, containeres, bens de consumo e componentes deverão ganhar tarjetas eletrônicas para serem monitorados remotamente.

A trajetória inovadora da informática visa também reduzir o consumo de energia, permitindo baterias mais leves e duráveis e menor espessura de tela. Os *Liquid Crystal Display* (LCD) já se tornaram a preferência dos consumidores, tanto em computadores, quanto em aparelhos de TV. Esta tecnologia, entretanto, encontra seu principal desafio na emergência do *Organic Light Emitting Diode* (OLED). Os fabricantes japoneses consideram essa tecnologia como oportunidade para recuperar terreno frente às companhias sul-coreanas, as quais dominam o LCD. A Sony já produz OLED-TV de 11 polegadas, com uma tela de apenas 3 mm de espessura, tendo anunciado grandes investimentos

para desenvolver e produzir telas maiores para computadores e TV. A tecnologia OLED ainda está em fase de desenvolvimento e o conhecimento acerca de semicondutores orgânicos precisa evoluir.

Uma nova indústria híbrida emerge da trajetória de convergência, oferecendo produtos e serviços que associam TV de alta definição, toca-discos *Blu-ray*, Internet e computador. Os tocadores de *blu-ray* reproduzem e gravam vídeo e áudio digital com alta qualidade e vêm se tornando o padrão dominante, após anos de disputa com outras tecnologias.

Outras rotas tecnológicas comum entre computadores e televisores é a CellTV; um projeto de televisor inteligente, dotado do microprocessador Cell, de multinúcleos que permitem que o televisor grave e processe vídeo, selecionando dezenas de filmes armazenados em discos rígidos, integrando computador e Internet à TV e consolidando a chamada TV sobre protocolo IP.

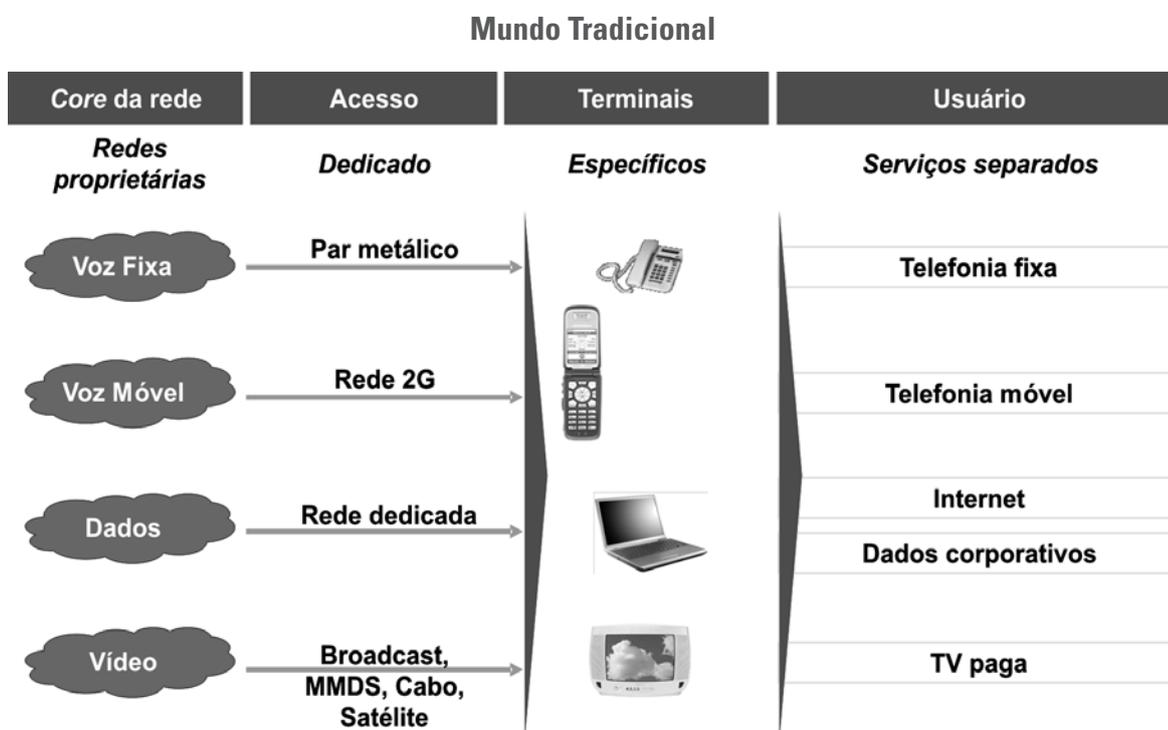
A área de automação industrial caracteriza-se pela aplicação de tecnologias desenvolvidas para outros segmentos das TICs. A principal inovação em uso ainda é o Controlador Lógico Programável (CLP), que oferece mais flexibilidade e eficiência ao controle de processos. O CLP deriva de inovações em computadores, *softwares* e sensores adaptados para automação industrial. No entanto, especialistas prevêem uma inflexão na trajetória tecnológica, que poderá gerar um crescimento explosivo no processo de inovação, com base em áreas como nanotecnologia, sistemas de montagem em nanoescala, *micro-electro-mechanical-systems* (MEMS), sensores nanométricos de baixo custo, que podem medir praticamente tudo e também redes de máquinas interligadas por Internet. Novos *softwares* aplicativos deverão estar embutidos em minúsculos sensores sem fio e distribuídos para redes complexas de sistemas adaptativos, permitindo a coordenação de operações em diferentes partes do mundo. As fábricas se tornarão altamente reconfiguráveis e flexíveis, viabilizando uma rápida adaptação a novos produtos.

3.1.3 Telecomunicações

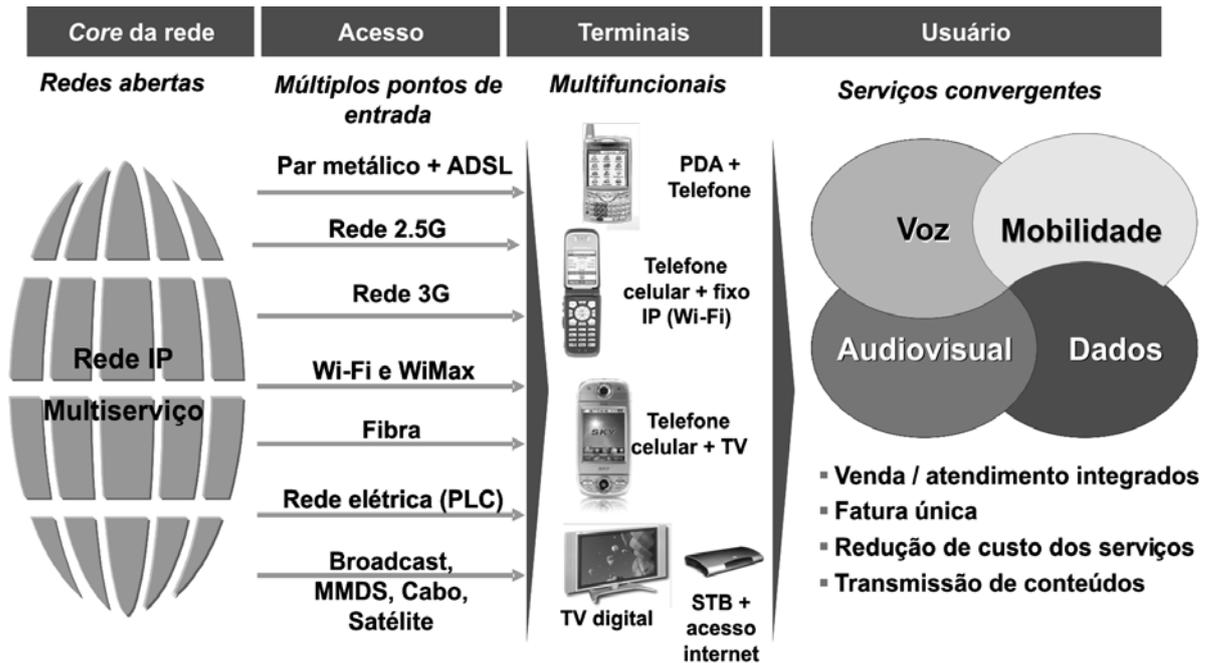
No campo das telecomunicações, uma nova geração de infra-estrutura vem sendo desenvolvida para suportar o tráfego de qualquer informação digitalizada, unificando redes de cabos, satélites e novos tipos de tecnologias sem fio. Em consequência, torna-se possível desenvolver terminais multimídia, integrando serviços de telefonia, Internet e televisão, com mobilidade e interatividade.

Hoje, ainda existem redes independentes para voz, uma baseada em telefonia fixa, outra para voz em telefonia móvel, uma terceira para dados e uma quarta rede para transmissão de TV. Com a definição de produtos baseados em pacotes (IP), essa dinâmica começa a mudar. A convergência entre redes vem permitindo avanços em novas tecnologias sem fio em banda larga (*Worldwide Interoperability for Microwave Access – WIMAX*), Terceira Geração (3G) e cabeamento doméstico em fibra ótica (*Fiber To The Home – FTTH e Next Generation Networking – NGN*). Esses avanços permitem o desenvolvimento de novos produtos e serviços móveis de comunicação em alta velocidade.

Figura 4 – Impactos da convergência nas redes de telecomunicações



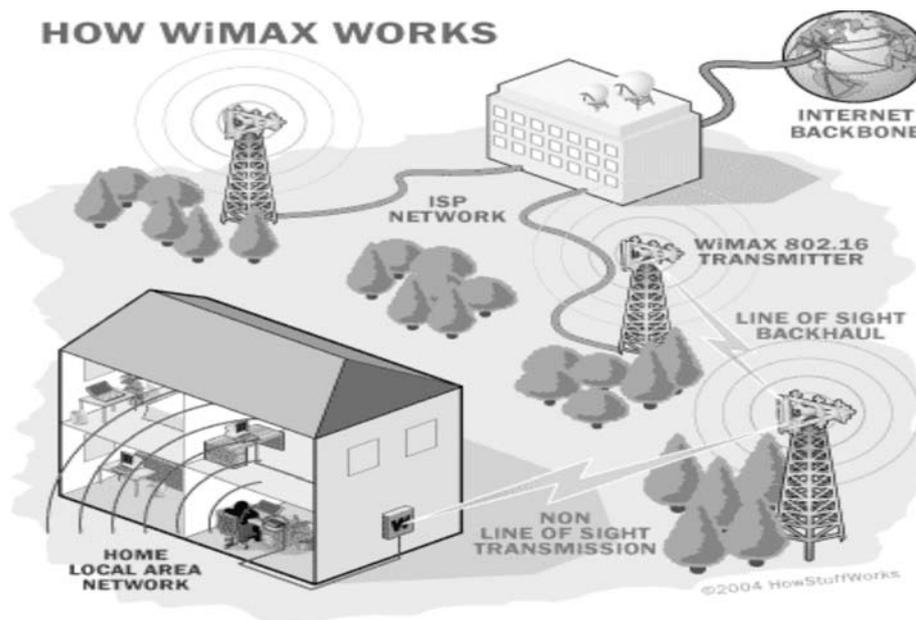
Mundo Convergente



Fonte: Telebrasil – Accenture e Guerreiro Associados.

O WIMAX é uma tecnologia de comunicação, a qual proporciona transmissão de dados sem fio, utilizando vários modos de transmissão, desde elos ponto-multiponto até acesso móvel a Internet. A tecnologia oferece banda larga até 72 Mbits/s de velocidade, baseada no padrão IEEE 802.16 (também conhecido como *broadband wireless access*) e descrito como “tecnologia baseada em standards, que permite transmissão em banda larga sem fio para a última milha” como alternativa ao cabo óptico e ao *Digital Subscriber Line* (DSL). Este utiliza os cabos de par trançado existentes. A tecnologia WIMAX é uma evolução do *wireless local loop* (WLL), que foi introduzido no Brasil pelas empresas autorizadas (espelhos) no início da década. O fato desta tecnologia transmitir apenas voz limitou seu êxito comercial em uma época de crescente demanda por transmissão de dados. O WIMAX superou esta limitação e é particularmente interessante para Regiões, as quais ainda não dispõem de infra-estrutura de banda larga.

Figura 5 – Estrutura das Redes WIMAX



A tecnologia 3G é a terceira geração de padrões tecnológicos da *International Telecommunication Union (ITU)* para redes móveis. Permite que operadores de rede ofereçam uma gama mais ampla de serviços avançados por meio de maior eficiência do uso do espectro de frequências. A tecnologia deverá evoluir em uma trajetória de longo prazo e definida como o *Third Generation Partnership Project (3GPP ou super-3G)*, cujo objetivo é reduzir custos para operadores e usuários e melhorar a qualidade dos serviços por meio do aumento da cobertura, da velocidade de transmissão e da capacidade do sistema. A terceira geração deverá evoluir de alta confiabilidade para alta capacidade, menos interferência e finalmente alta inteligência (ver Tabela 9).

Tabela 9 – Evolução da tecnologia 3G

	Geração 3G	Evolução 3G	Após 3G	Futuro
Introdução no mercado	2003/04	2005-2010	2012-2015	2015-2020
Padrões	WCDMA	HSPA/HSPA+/LTE	IMT-Advanced	Além do IMT-Adv
Velocidade	384 Kbits/s	14/42/65~250 Mbits/s	1Gbits/s	>10 Gbits/s
Largura de banda	5 MHz	5MHz/20MHz	20~100MHz	>100MHz
Paradigma	Alta confiabilidade (maior qualidade)	Alta capacidade (maior velocidade)	Menos interferência	Alta inteligência
Método	Diversidade espacial	Multiplexação espacial	Cancelamento espacial	Ambiente inteligente

Fonte: ABINEE, 2009b.

O avanço da banda larga sem fio está transformando os aparelhos celulares em dispositivos universais com acesso a múltiplos serviços. Estima-se também que o acesso à banda larga pelo celular será muito mais significativo que por meio da rede fixa. Além da incorporação de novas funções – *media center*, TV Digital, câmeras – os fabricantes de celulares começam a investir em serviços interativos e de entretenimento.

Já a tecnologia de cabeamento ótico deverá evoluir para levar a fibra diretamente ao usuário final por meio da tecnologia de rede ótica passiva – *Fiber to the Home* (FTTH). Sistemas avançados de acesso à banda larga, como o FTTH e *very high data rate digital subscriber loop* (VDSL), permitirão aplicações como TV de alta definição (HDTV) e vídeo sob demanda (VoD). Na medida em que o mercado de banda larga continue a evoluir, novas aplicações deverão surgir, abrindo oportunidades para a nova geração de redes óticas (NGN).

Cabe lembrar, por fim, que a comunicação do futuro se dará não apenas entre pessoas, mas também deverá evoluir na interligação de máquinas, dispositivos e equipamentos. Processos rotineiros em diferentes locais poderão ser interligados e operados sem a interferência humana, facilitando as atividades de produção, segurança, logística, manutenção e suporte.

3.2 Estratégias tecnológicas no setor de TICS

3.2.1 Convergência dos mercados

As estratégias de inovação adotadas no setor de TICS buscam combinar itens tecnológicos distintos para desenvolver novos produtos e serviços e criar novos mercados. A convergência tecnológica permite a integração de tecnologias distintas, resultando na convergência de mercados antes estanques, como *hardware* e *software* de computadores, eletrônica de consumo e telecomunicações. Ao combinar componentes e aplicações, as empresas inovadoras quebram barreiras e unificam mercados por meio da interconexão de funções, que interessam a grupos de usuários mais amplos. Uma 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 tecnologias existentes. Os ciclos de vida de produtos e serviços estão se tornando cada vez mais curtos, aumentando a rapidez com que são difundidos e descontinuados.

Do ponto de vista dos serviços de telecomunicações, novas tecnologias como o WIMAX alteram as tradicionalmente altas barreiras à entrada do mercado de redes. Este fato permite que empresas que atuam em outros mercados, como provedores de Internet e TV a cabo ofereçam serviços de banda larga sem fio em competição direta com as concessionárias de serviços de telecomunicações.

3.2.2 Agregação de serviços aos produtos

A tendência de agregação de *software* e serviços em produtos eletrônicos é um processo que vem ocorrendo lentamente, pois depende de outras inovações tecnológicas e organizacionais para se viabilizar. Nos próximos 10 anos, entretanto, podemos esperar um grande aumento da participação relativa da área de *software* e serviços, não só na receita das empresas de telecomunicações, como também em fabricantes de equipamentos.

Alguns casos concretos podem ilustrar o movimento de incorporação de serviços aos produtos. Nas telecomunicações, as receitas ainda são predominantemente de voz, porém observa-se uma migração para serviços de conectividade que permitem a comunicação multimídia. No futuro próximo, espera-se que a receita das empresas operadoras se desloque para serviços interativos, como: governo eletrônico, serviços financeiros, comércio eletrônico, entretenimento, educação e telemedicina.

Empresas fabricantes de aparelhos celulares, PCs e media players pretendem lucrar mais, oferecendo serviços a seus usuários, do que propriamente pela venda de equipamentos. Serviços como a compra de músicas, filmes, informações, suporte avançado, mecanismos de busca, etc.

A oferta de serviços também tende a se intensificar no segmento de automação industrial, com a ampliação de oferta de soluções e sistemas de automação, agregando maior valor ao produto.

3.2.3 Alianças estratégicas e inovação aberta

A indústria eletrônica vem passando por grandes transformações estruturais e tecnológicas, que exigem das empresas uma frequente reconfiguração de suas estratégias competitivas para aproveitar oportunidades e sinergias, reduzir riscos e defender sua participação em mercados em mutação.

Uma das tendências em curso é o aumento das fusões e aquisições e *joint ventures* com objetivo de reforçar ativos, sustentar investimentos em novas tecnologias e oferecer soluções para serviços convergentes. A convergência tecnológica dá origem a novas relações competitivas entre empresas anteriormente não relacionadas, afetando provedores de serviços e fabricantes de equipamentos de telecomunicações, informática e produtos eletrônicos de consumo.

A complexidade das novas rotas tecnológicas e incertezas quanto a sua adoção pelo mercado levam as grandes empresas a colaborarem mais entre si. Do ponto de vista do padrão de concorrência, a principal consequência da convergência é a intensificação das alianças estratégicas entre fabricantes de *software*, equipamentos e componentes. As empresas buscam acesso a ativos complementares, que gerem sinergias de forma a atender a demanda por diversificação e integração de tecnologias.

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. 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 *software*. Estes dificilmente podem ser dominados por uma única empresa, tornando as alianças cada vez mais valiosas em função da complementariedade técnica e de serviços.

A cooperação tem foco no mercado consumidor, requerer flexibilidade e custos competitivos ao longo da cadeia de valor. Na área de semicondutores,

por exemplo, existe necessidade de cooperação econômica e tecnológica na medida em que os custos e a complexidade técnica dos novos produtos se multiplicam. A inovação aberta vem sendo amplamente utilizada pela Intel e IBM como forma de combinar esforços de P&D de diferentes fontes e chegar mais rápido a soluções com menores custos e maiores possibilidades de êxito no mercado. A inovação aberta significa que as empresas devem recorrer mais a idéias e tecnologias externas a seu próprio negócio e ao mesmo liberar idéias geradas internamente, mas pouco utilizadas para outras empresas. Isso requer que cada empresa abra o seu modelo de negócios para permitir um influxo maior de conhecimentos. A inovação aberta oferece a possibilidade de reduzir custos de inovação, maior rapidez de entrada no mercado e a oportunidade de dividir custos com outras empresas (CHESBROUGH, 2006).

A colaboração permite o acesso a capacitações tecnológicas não disponíveis internamente e os recursos humanos e tecnológicos detidos pelas empresas constituem um ativo fundamental para participar efetivamente de alianças.

No âmbito da cadeia produtiva, observa-se o crescimento dos serviços globais de manufatura (*electronics manufacturing services* – EMS¹⁰) e *Original Design Manufacture* (ODM), principalmente, em países de menor custo na Ásia, Europa Oriental e América Latina. As empresas de EMS estão ampliando a gama de serviços oferecidos, da simples montagem de componentes para serviços mais complexos de manufatura. A tercerização da manufatura é crescente, principalmente, em áreas não tradicionais, tais como: eletrônica médica, industrial, aeroespacial e sistemas de defesa. Entretanto, ela também pode ser observada no mercado em segmentos de maior escala. A necessidade das empresas de reduzirem custos, obterem mais flexibilidade e focarem em suas competências centrais vêm alimentando este processo. O que importa não é necessariamente o controle acionário, mas sim a união de forças em projetos específicos. A mudança tecnológica redefine as exigências de cooperação e escala produtiva e pode desencadear processos, tanto de concentração, quanto desconcentração.

¹⁰ É um termo utilizado para definir companhia que projetam, testam, produzem, distribuem e fornecem serviços de manutenção e reparo de componentes eletrônicos e conjuntos para produtores de equipamentos originais (OEMs). Fonte: Wikipedia, 2010

3.2.4 Competição e padrões técnicos

A guerra de padrões tem sido uma das características mais marcantes de alguns segmentos da indústria eletrônica. Padrões proprietários bem sucedidos levam ao aprisionamento do cliente e conseqüentemente criam poder de mercado, alimentando o *feedback* positivo, no qual impera a lógica do “vencedor leva tudo”. Por isso, a chamada “guerra de padrões” ocorre com freqüência quando novas tecnologias são introduzidas. As guerras de padrões, geralmente, combinam grandes empresas em disputas acirradas para garantir o máximo de mercado possível para uma determinada tecnologia, assegurando assim sua viabilidade futura.

Os padrões abertos constituem uma opção crescentemente adotada, sobretudo para empresas que não detêm a propriedade intelectual das tecnologias dominantes. Por exemplo, o movimento de *software* aberto está criando sistemas operacionais mais robustos e em menos tempo que suas alternativas proprietárias. Para que os esforços cooperativos tenham sucesso, é preciso que haja uma visão comum sobre como o processo deve evoluir; que haja uma infra-estrutura e base tecnológica para compartilhar; e recursos humanos qualificados e com autonomia para trabalhar fora dos limites tradicionais das empresas.

A padronização deverá evoluir para manter o equilíbrio entre abertura e confiabilidade. Os padrões proprietários oferecem a vantagem de assegurar a compatibilidade de sistemas e permitir a evolução da tecnologia em uma determinada direção. Entretanto, podem impedir o desenvolvimento tecnológico de parceiros, por meio de restrições ao uso e modificações do padrão por empresas licenciadas. Já os padrões abertos oferecem mais liberdade e oportunidades para o aprendizado, mas a inexistência de um único coordenador pode dificultar a compatibilidade.

3.3 Tecnologias emergentes específicas

As tabelas 10 e 11, abaixo, resumizam as tecnologias emergentes específicas e as tecnologias organizacionais emergentes, identificadas neste estudo.

Tabela 10 – Tecnologias emergentes específicas

Tecnologia	Descrição
<i>System on chip</i>	Projeto e fabricação de chips em aplicações específicas definidas pela demanda.
Computação em nuvem	Acesso remoto a redes integradas de comunicação, provedores de Internet, centros de armazenamento e processamento de dados.
CPUs <i>multicore e multithread</i>	A tecnologia Multi-thread (abreviação de “thread of execution”) constitui um fluxo de instruções independentes processadas sequencialmente por meio de núcleos de microcomputadores. Minimiza o tempo de espera da CPU e aumenta sua utilização.
RFID (Identificadores de radio frequência)	Método de identificação automática através de sinais de rádio, recuperando e armazenando dados remotamente através de dispositivos chamados de <i>tags</i> RFID.
<i>Organic Light Emitting Diode</i> (OLED)	Uso de diodos orgânicos, compostos por moléculas de carbono que emitem luz ao receberem uma carga elétrica, em telas planas mais finas, leves e baratas que as atuais telas de LCD.
Tocadores de <i>blu-ray</i>	Formato de disco óptico da nova geração de 12 cm de diâmetro (igual ao CD e ao DVD) para vídeo de alta definição e armazenamento de dados de alta densidade.
Cell TV	Televisor inteligente, dotado do microprocessador Cell de multinúcleos que permite que o televisor grave e processe vídeo, integrando computador e Internet à TV, e consolidando a chamada TV sobre protocolo IP.
<i>Micro-electro-mechanical-systems</i> (MEMS)	Dispositivos e sensores nanométricos de baixo custo.
Terminais multimídia	Dispositivos que integram serviços de telefonia, Internet e televisão, com mobilidade e interatividade.
<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i> – WIMAX	Tecnologia de comunicação que proporciona transmissão de dados sem fio utilizando vários modos de transmissão, desde elos ponto-multiponto até acesso móvel a Internet.
<i>Fiber To The Home</i> – FTTH	Uso de fibra ótica pelo usuário final por meio da tecnologia de rede ótica passiva.

Tabela 11 – Tecnologias organizacionais emergentes

Tecnologia	Descrição
Agregação de <i>software</i> e serviços em produtos eletrônicos	Aumento da participação relativa da área de <i>software</i> e serviços na receita das empresas de telecomunicações e fabricantes de equipamentos.
Aumento das fusões e aquisições e <i>joint ventures</i>	Concentração de capital visando reforçar ativos, sustentar investimentos em novas tecnologias e oferecer soluções para serviços convergentes.
Serviços <i>triple play</i>	Oferta conjunta de televisão, telefone (fixo e/ou móvel) e Internet por um mesmo canal.
Inovação aberta	Fluxo tecnológico aberto, no qual empresas recorrem mais a idéias e tecnologias externas a seu próprio negócio e ao mesmo liberam idéias geradas internamente, mas pouco utilizadas para outras empresa.
<i>Electronics manufacturing services</i> – EMS ¹¹) e <i>Original Design Manufacture</i> (ODM)	Fabricação de produtos que ao final receberão a marca de outra companhia e por esta será vendido, permitindo fracionar a cadeia de valor. As organizações do tipo ODM produzem para vários clientes, de forma a obter economias de escala.
Padrões abertos	Padrões de hardware e <i>software</i> disponíveis para livre acesso e implementação, que independem de royalties e outras taxas e sem discriminação de uso.

4 Tendências dos Empregos e das Qualificações

4.1 Empregos formais no setor de TIC no Brasil

A base de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) constitui a principal fonte disponível para examinar as características das empresas de TIC de seus empregados formais. A RAIS é um registro administrativo que as empresas inscritas no Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas devem declarar anualmente. É a mais importante ferramenta para o controle, acompanhamento e caracterização do mercado de trabalho formal no Brasil.

A identificação dos empregados em TIC foi feita, analisando-se o maior grau de desagregação das categorias de ocupação da Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) na RAIS. Foram identificados seis setores na Indústria e treze setores nos Serviços, sendo eles:

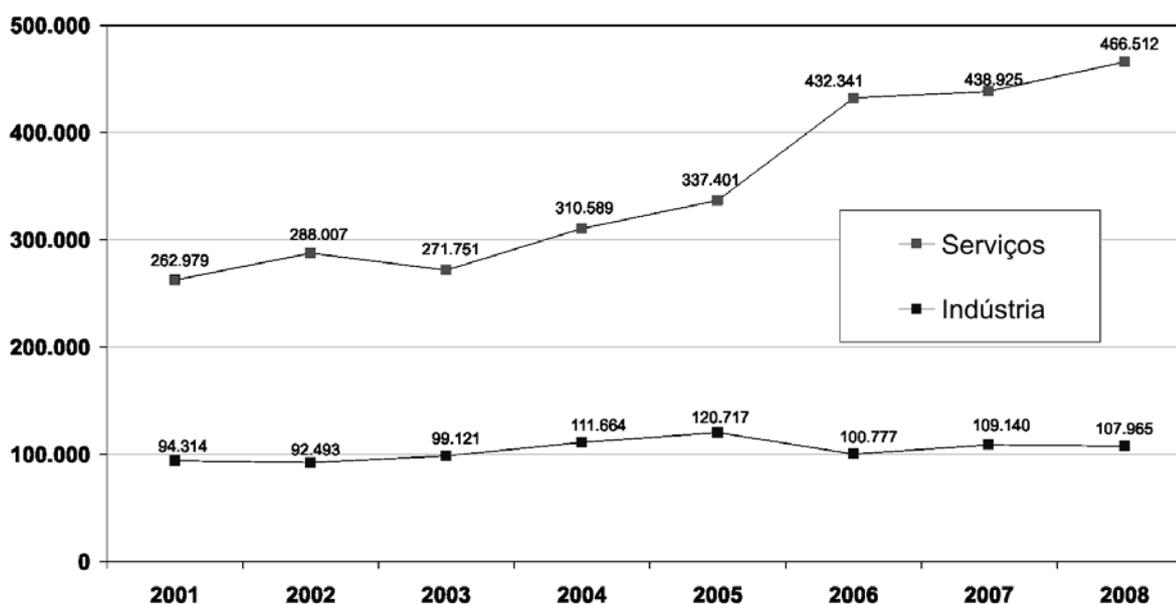
Tabela 12 – Categorias de ocupação incluídas no mercado de TIC

Indústria	
CLASSE 26108	Fabricação de componentes eletrônicos.
CLASSE 26213	Fabricação de equipamentos de informática.
CLASSE 26221	Fabricação de periféricos para equipamentos de informática.
CLASSE 26311	Fabricação de equipamentos transmissores de comunicação.
CLASSE 26329	Fabricação de aparelhos telefônicos e de outros equipamentos de comunicação.
CLASSE 33121	Manutenção e reparação de equipamentos eletrônicos e ópticos.
Serviços	
CLASSE 61108	Telecomunicações por fio.
CLASSE 61205	Telecomunicações sem fio.
CLASSE 61302	Telecomunicações por satélite.
CLASSE 61906	Outras atividades de telecomunicações.
CLASSE 62015	Desenvolvimento de programas de computador sob encomenda.
CLASSE 62023	Desenvolvimento e licenciamento de programas de computador customizáveis.

CLASSE 62031	Desenvolvimento e licenciamento de programas de computador não-customizáveis.
CLASSE 62040	Consultoria em tecnologia da informação.
CLASSE 62091	Suporte técnico, manutenção e outros serviços em tecnologia da informação.
CLASSE 63119	Tratamento de dados, provedores de serviços de aplicação e serviços de hospedagem na Internet.
CLASSE 63194	Portais, provedores de conteúdo e outros serviços de informação na Internet.
CLASSE 63992	Outras atividades de prestação de serviços de informação não especificadas anteriormente.
CLASSE 95118	Reparação e manutenção de computadores e de equipamentos periféricos.

Os cadastrados na RAIS de 2008 nos setores de ocupação identificados somam 107.965 empregados, na indústria e 466.512 empregados em serviços. Observa-se um rápido crescimento dos empregos em serviços, que praticamente dobra no período 2001-2008, em contraste com uma relativa estagnação dos empregos na indústria. Tal quadro é coerente com a tendência apontada no capítulo I de agregar mais *software* e serviços aos produtos. Reflete também a relativa perda de competitividade da indústria eletrônica brasileira frente aos produtos importados. Por este motivo, o presente trabalho enfatiza as atividades de *software* e serviços de TIC que deverá concentrar grande parte da demanda por profissionais no futuro próximo.

Gráfico 5 – Evolução do número de empregados no setor elétrico-eletrônico, segundo grandes setores – Brasil – 2001/2008



Fonte: RAIS, 2008.

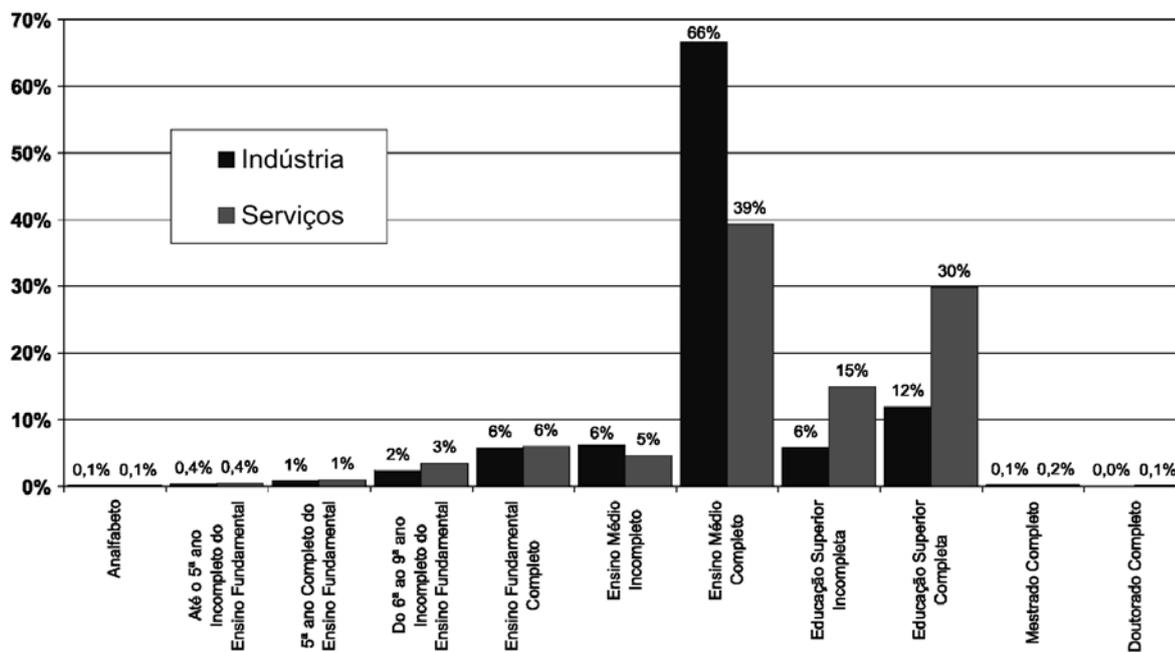
A crescente difusão de TIC vem aumentando a demanda por profissionais qualificados, não apenas no próprio setor, mas também, e principalmente, em empresas usuárias. O Softex (2009:13) estima que as empresas usuárias empregam quase quatro vezes mais profissionais de TIC que o setor de *software* em si. Para realizar esta estimativa, o Softex (2009, p.114) identificou, com base na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), as famílias ocupacionais relacionadas às atividades de *software* e serviços de TI, segmentando-as nos diferentes perfis de competência. As ocupações selecionadas estão diretamente vinculadas às atividades de TIC, excluindo perfis ocupacionais de maior transversalidade. Assim, foram selecionadas dez famílias ocupacionais: “diretores de serviços de informática”; “gerentes de TI”; “engenheiros em computação”; “analistas de sistemas computacionais”; “técnicos de desenvolvimento de sistemas e aplicações”; “administradores de redes, sistemas e bancos de dados”; “técnicos em operação e monitoramento de computadores”; “operadores de redes”; “operadores de equipamentos de entrada e transmissão de dados” e “técnicos em telecomunicações”. Em 2005, nessas dez famílias, encontravam-se mais de 80 mil empregados em empresas de TICs e 285 mil em empresas usuárias de TICs.

Tal relação é coerente com estimativas feitas para outros países. Mochi e Hualde (inTigre e Marques, 2009) mostram que a atividade de desenvolvimento interno de *software* em empresas usuárias ocupou quase cinco vezes mais que as pessoas empregadas especificamente no setor de *software* e serviços. Segundo o *Information Technology Outlook*, os países da OECD empregam 4% do total de trabalhadores em atividades diretamente associadas à área de TIC, seja em empresas próprias do setor ou em firmas usuárias. Além deste contingente, diretamente envolvido em TIC, estima-se que cerca de 20% de todos os trabalhadores utilizam estas ferramentas para exercer suas atividades laborais, embora esta não constitua o centro de suas ocupações (OECD, 2006 apud LOPEZ; RAMOS, 2009). Tais estimativas mostram que há uma grande demanda potencial por recursos humanos especializados em TIC, em função da difusão tecnológica. Ao contrário da produção manufatureira, na qual a automação e a competição internacional têm limitado a oferta de novos empregos, o setor de TIC apresenta-se como uma promessa de empregos para recursos humanos qualificados.

4.2 Perfis dos trabalhadores em TIC

Embora não seja imprescindível, o nível superior é a qualificação típica para a maioria dos empregos em TIC. Nos Estados Unidos, cerca de 70% dos trabalhadores do ramo possuem pelo menos um diploma de graduação. No Brasil, observa-se uma escolaridade menor: segundo a RAIS apenas 45% dos empregados em empresas de *software* e serviços e 20% dos empregados na indústria de TIC têm nível superior completo ou incompleto. A distribuição dos empregados, segundo a escolaridade, está descrita na figura 11. Essa aponta uma média de instrução mais elevada para os prestadores de serviço em relação aos envolvidos em atividades industriais. A maior parte dos trabalhadores apresenta o ensino médio completo (66% na indústria e 39% nos serviços) ou curso superior (6% incompleto e 12% completo, na indústria e nos serviços, 15% e 30%, respectivamente). Com o ensino fundamental completo ou médio incompleto, na indústria ou nos serviços, a proporção de trabalhadores é de cerca de 6% em cada classe.

Gráfico 6 – Distribuição dos empregados no setor de TIC, segundo escolaridade – Brasil – 2008



Fonte: RAIS, 2008.

Já o Softex, em pesquisa mais restrita realizada junto a 280 empresas de *software* associadas, apresenta um perfil semelhante ao observado nos Estados Unidos, conforme mostra a Tabela 13, a seguir:

Tabela 13 – Nível de instrução dos profissionais de TI em empresas do setor de *software* e serviços filiadas ao Sistema Softex (2008)

Nível de qualificação	Participação no total de empregados
Ensino fundamental	0,1%
Nível médio	6,3%
Nível médio profissionalizante	8,3%
Tecnólogo ou superior de curta duração	11,5%
Curso superior tradicional	57,1%
Pós-graduação	16,7%

Fonte: SOFTEX, 2009, p.158.

A formação mais típica dos empregados em TIC é Ciência da Computação, Engenharia de Sistemas ou Informática, principalmente, nas áreas de Produção e Desenvolvimento. Já nas áreas de Comercialização, Administração e Gestão, outros tipos de formação podem levar a uma carreira no ramo. O processo de incorporação de serviços aos produtos, descrito na sessão I, requer capacitações profissionais múltiplas em vários ramos do conhecimento. Graduados em engenharia, administração de empresas, economia, contabilidade, comunicação e marketing são geralmente empregados em atividades que requerem habilidades comerciais e/ou conhecimentos sobre processos de negócios. No desenvolvimento de determinados serviços e aplicações, pode ser mais fácil ensinar informática a especialistas em processos que capacitar técnicos em informática em processos administrativos e industriais.

Os cursos de graduação considerados de interesse para o setor de TIC formaram 309 mil pessoas no Brasil em 2005, das quais apenas 57 mil em carreiras mais diretamente vinculadas À Produção e Desenvolvimento de TIC. Mais de dois-terços destes profissionais foram formados na região Sudeste (Softex, 2009:166).

Cabe lembrar que nem todos os trabalhadores em TIC necessitam de nível superior possuem apenas o segundo grau e adquirem capacitações em TIC em cursos de curta duração e por meio da experiência prática.

Uma forma crescentemente utilizada para demonstrar a qualificação em uma determinada tecnologia é a certificação profissional. Os programas de certificação não exigem escolaridade específica e geralmente requerem que os candidatos se submetam a um teste ou a um conjunto de testes, visando comprovar seus conhecimentos e habilidades a potenciais empregadores.

A certificação é oferecida tanto por empresas de TI, quanto por organizações profissionais. As qualificações específicas exigidas dos trabalhadores estão geralmente associadas a plataformas tecnológicas utilizadas pelos usuários. As empresas de TI, geralmente, oferecem certificação em hardware e *software* produzidos por eles, algumas das quais são consideradas obrigatórias para seus empregados. Já as organizações profissionais oferecem certificações voluntárias em uma ampla gama de disciplinas e tecnologias como, por exemplo, redes sem fio e segurança da informação.

As principais empresas globais, como Microsoft, Oracle, Sun e IBM oferecem uma gama de certificados para seus produtos, principalmente no que tange à sistemas operacionais, administração de banco de dados, administrador de servidores de aplicações Web e para o desenvolvimento de aplicações. O Linux Professional Institute oferece um certificado de especialista em *software* aberto Linux, considerando três níveis de habilidades.

4.3 Níveis salariais

Aprofundando a análise do mercado de trabalho formal, a tabela 15 expõe a distribuição dos empregados nas ocupações, que compõe as atividades da indústria e a tabela 3 nos serviços, além dos respectivos salários médios.

Na indústria, a fabricação de componentes eletrônicos é a principal atividade (36%), seguida pela fabricação de periféricos para equipamentos de informática (23%). A fabricação dos equipamentos de informática (14%) encontra-se no mesmo patamar que a fabricação de aparelhos telefônicos (14%), enquanto que fabricação de transmissores representa 8% e a manutenção e reparação de equipamentos apenas 4%.

Tabela 14 – Empregados na indústria e nos serviços de TIC, salário médio e distribuição segundo ocupações – Brasil/2008

Setor	Ocupações	Total	%I	Salário Médio
Indústria	Fab. de componentes eletrônicos.	39.180	36%	1.345,12
	Fab. de equipamentos de informática.	15.589	14%	2.041,38
	Fab. de periféricos para equip. de info.	25.056	23%	1.365,08
	Fab. de equipamentos transmissores de comunicação.	8.699	8%	2.582,83
	Fab. de aparelhos telefônicos e de outros equipamentos de comunicação.	15.563	14%	2.522,47
	Manutenção e reparação de equipamentos eletrônicos e ópticos.	3.878	4%	1.906,81
	Total	107.965	100%	1.718,74
Serviços	Telecomunicações por fio.	35.826	8%	3.877,43
	Telecomunicações sem fio.	37.588	8%	2.908,63
	Telecomunicações por satélite.	2.612	1%	2.931,53
	Outras atividades de telecomunicações.	39.107	8%	2.030,71
	Desenvolvimento de programas de computador sob encomenda.	45.729	10%	2.347,56
	Des. e licen.o de programas customizáveis.	9.168	2%	2.982,51
	Des.e licen. de prog. não-customizáveis.	22.584	5%	2.415,04
	Consultoria em tecnologia da informação.	52.717	11%	2.300,76
	Suporte técnico, manutenção e outros serviços em tecnologia da informação.	65.775	14%	2.179,42
	Tratamento de dados, provedores de serviços de aplicação e hospedagem na Internet.	67.727	15%	1.426,82
	Portais, provedores de conteúdo e outros serviços de informação na Internet.	1.385	0%	2.169,41
	Outras atividades de prestação de serviços de informação não especificadas anteriormente.	49.778	11%	837,07
Reparação e manutenção de computadores e de equipamentos periféricos.	36.516	8%	1.387,40	
Total	466.512	100%	2.076,46	

Fonte: RAIS, 2008.

Quanto à prestação de serviços no setor de TIC, o tratamento de dados, provedores de serviços de aplicação e serviços de hospedagem na Internet e de suporte técnico, manutenção e outros serviços em tecnologia da informação apresentam os maiores percentuais de trabalhados. Em um segundo nível estão os serviços de consultoria e outras atividades em tecnologia da informação

(11%) e desenvolvimento de programas (10%), enquanto as atividades na área de telecomunicações e a reparação e manutenção de computadores agregam 8% dos empregados. Os menores percentuais de trabalhadores formais no setor encontram-se nos serviços de portais e provedores de conteúdo, telecomunicações por satélite e no desenvolvimento de licenciamento de programas, sobretudo os customizáveis.

O salário auferido pelos empregados no setor de TIC na prestação de serviços é, em média, 20% mais elevado que nas atividades industriais. A remuneração média das ocupações de melhores salários na indústria está em torno de R\$ 2.550,00 (Fabricação de equipamentos transmissores de comunicação e de aparelhos telefônicos e outros equipamentos de comunicação), enquanto na prestação de serviços as maiores remunerações estão por volta dos R\$ 3.000,00, (no setor de telecomunicações e no desenvolvimento de programas customizáveis). Sendo que a maior média salarial, dos ocupados nas telecomunicações por fio, chega a R\$ 3.877,43, ou seja, uma diferença de mais de R\$ 1.300,00 em comparação ao maior salário médio da indústria. Apesar disso, é na prestação de serviços que se encontra a menor remuneração média do setor de TIC (dos envolvidos em outras atividades de prestação de serviços de informação não especificadas: R\$ 837,07, cerca de R\$ 500,00 a menos que a ocupação de menor remuneração na indústria (fabricação de componentes eletrônicos: R\$ 1.345,12).

Segundo a pesquisa realizada pelo Softex (2009, p.13), caso as taxas de crescimento da demanda observada nos últimos anos se mantenha, haverá um déficit, em 2013, de 140 mil profissionais de *software*. A mesma pesquisa revela que cerca de metade das empresas de *software* e serviços no Brasil enfrenta dificuldades para recrutamento de pessoal com o perfil desejado. Mais de 70% das empresas revelaram existirem vagas em aberto, para as quais buscavam profissionais no mercado. Entre os postos vagos, destacam-se os de perfil técnico: desenvolvedor/programador (86% das empresas entrevistadas); analistas de sistemas para definição de requisitos (50,5%); e técnico de suporte/ *help desk* (34,2%).

5 Conclusões

Ao analisar a evolução recente do desempenho econômico dos principais segmentos da indústria de TICs no Brasil, verificamos um explosivo crescimento dos mercados de informática e telecomunicações, em função da evolução tecnológica, do crescimento da renda da população e da redução do preço dos equipamentos, graças à desoneração fiscal e a valorização do real frente ao dólar. Computadores e telefones celulares vêm se tornando produtos de consumo popular, fato que coloca o Brasil entre os cinco maiores mercados mundiais para estes equipamentos. Este fato reflete no aumento da produtividade da economia como um todo que passa a contar com um crescente grau de inserção digital e acesso a informações.

No entanto, devido às deficiências na produção nacional de componentes eletrônicos e da baixa competitividade internacional da indústria local, o aumento da demanda tem sido suprido principalmente por importações. O déficit comercial do setor de TICs no Brasil hoje é de cerca de US\$ 20 bilhões, sem incluir o segmento de *software* e serviços de TIC.

Do ponto de vista do emprego, observa-se uma relativa estagnação na oferta de vagas no setor de hardware, em função não apenas da baixa competitividade, mas também devido à tendência tecnológica, a qual transfere funções do hardware para *software* e para componentes opticoeletrônicos, reduzindo a necessidade de atividades de montagem. De 2001 a 2008, enquanto o emprego em hardware cresceu 1,7% ao ano, os empregos em *software* aumentaram 7,4%. Em consequência, a proporção entre trabalhadores formais de *software*/hardware que era de 2,8 em 2001 passou a 4,32 em 2008. Tal proporção seria significativamente maior se incluíssemos os trabalhadores informais, que são a maioria no segmento de *software* e serviços.

Ao contrário do hardware, que pode ser importado, os serviços de TICs precisam efetivamente serem prestados no local. Os empregos nesta área requerem maior qualificação: enquanto 45% dos empregados em *software* e serviços possuem curso superior completo ou incompleto, apenas 18% dos empregados da indústria atingem este nível de escolaridade. Em

termos salariais, o setor de *software* e serviços paga, em média, 20% mais que a indústria de hardware. A maioria das empresas de *software* enfrenta dificuldades para contratar empregados com as qualificações necessárias e o déficit de trabalhadores em *software* e serviços deverá alcançar 140 mil em 2013, segundo o Softex. Estes fatos indicam a direção que os esforços de formação e treinamento de recursos humanos nesta indústria devem assumir.

Com relação às tendências tecnológicas, observa-se a crescente convergência entre segmentos anteriormente distintos do mercado, assim como uma forte tendência de agregação de serviços aos produtos. A trajetória tecnológica dos novos produtos e modelos de negócios é orientada para atender a demanda por portabilidade, flexibilidade, e customização. As principais tendências tecnológicas observadas nos diferentes segmentos de TICs, identificadas nesse estudo indicam novas trajetórias para a microeletrônica, informática e telecomunicações, que exigirão crescentes investimentos em equipamentos, infra-estrutura e *software* e serviços, além de novas estratégias de alianças e novas formas de acesso à tecnologia para enfrentar os desafios competitivos.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE) (2009). **A indústria elétrica e eletrônica em 2020**: uma estratégia de desenvolvimento. [s.l], 2009.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Superintendência de Pesquisa e Informação. **Relatório estatístico preliminar de resultados da lei de informática**: ano base 2006: versão 1. Disponível em:<www.sepin.mct.gov>.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)**. Brasília, 2008.

CHESBROUGH, Henry. **Open Business Models**. Harvard: Business School Press, 2006.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio (PNAD)**. Brasília, 2008.

_____. **PINTEC**. Brasília, 2005.

_____. **Pesquisa Industrial Mensal (PIA)**. Brasília, 2006.

JARUZELSKI, DEHOFF. **Profits Down, Spending Steady**:The Global Innovation 1000. [s.l]: Strategy + Business, 2008. Disponível em: <www.strategy-business.com>.

MORGAN, J. P. **Forecast iSuppli**. [s.l], Spring 2008.

MOCHI, P.; HUALDE, A. México: producción interna e integración mundial. In: TIGRE, P.; MARQUES, F. (Ed.). **América Latina en la Industria Global de Software y Servicios de Informática**. Colombia: Mayol, 2008.

TIGRE, P.; MARQUES, F. (Ed.). **América Latina en la Industria Global de Software y Servicios de Informática**. Colombia: Mayol, 2009.

TECNOLOGIA da informação: software. São Paulo, 20 06. (Série Estudos Tecnologia).

WRIGHT, Benjamin. **Employment, trends, and training in ITC**. [s.l]: Occupational Outlook Quarterly, 2009.

SENAI/DN

Unidade de Prospectiva do Trabalho – UNITRAB

Luiz Antonio Cruz Caruso

Gerente-Executivo

Marcello José Pio

Coordenação Técnica

SUPERINTENDÊNCIA CORPORATIVA – SUCORP

Unidade de Comunicação Social – UNICOM

Projeto Gráfico e Editoração

SUPERINTENDÊNCIA DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS – SSC

Área Compartilhada de Informação e Documentação – ACIND

Renata Lima

Normalização

Vitor Boaventura

Produção Editorial

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Grupo de Pesquisa em Economia da Inovação/IE

Paulo Bastos Tigre

Marcelo Nicoll

Autores

Lu Câmara

Revisão Gramatical

Link Design

Editoração Eletrônica