

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 920

**AGENDA DE PESQUISAS E
INDICADORES PARA ESTUDOS DE
DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS DA
INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO**

Paulo Bastos Tigre

Brasília, novembro de 2002

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 920

AGENDA DE PESQUISAS E INDICADORES PARA ESTUDOS DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Paulo Bastos Tigre *

Brasília, novembro de 2002

* Do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Governo Federal

**Ministério do Planejamento,
Orçamento e Gestão**

Ministro – Guilherme Gomes Dias

Secretário-Executivo – Simão Cirineu Dias



Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro –, e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Roberto Borges Martins

Chefe de Gabinete

Luís Fernando de Lara Resende

Diretor de Estudos Macroeconômicos

Eustáquio José Reis

Diretor de Estudos Regionais e Urbanos

Gustavo Maia Gomes

Diretor de Administração e Finanças

Hubimaier Cantuária Santiago

Diretor de Estudos Setoriais

Luís Fernando Tironi

Diretor de Cooperação e Desenvolvimento

Murilo Lôbo

Diretor de Estudos Sociais

Ricardo Paes de Barros

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, bem como trabalhos que, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou o do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

A produção editorial desta publicação contou com o apoio financeiro do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), via Programa Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Políticas Públicas – Rede-Ipea –, o qual é operacionalizado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), por meio do Projeto BRA/97/013.

Este trabalho foi realizado no âmbito do Convênio com a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal).

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 DIFUSÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS DE
INFORMAÇÃO: CONCEITOS E MARCO ANALÍTICO 7

2 MODELOS DE ESTUDOS DE DIFUSÃO 9

3 INDICADORES DE DIFUSÃO DE TI 15

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 23

SINOPSE

O estudo da difusão das Tecnologias da Informação e Comunicação (TI) vem ganhando crescente importância, devido aos impactos econômicos e sociais resultantes da utilização dessas tecnologias. Este texto visa a auxiliar a realização de novos estudos por meio da apresentação e discussão de modelos, metodologias e indicadores de difusão de TI. São revistos modelos de análise da “sociedade da informação”, apresentados os principais indicadores utilizados por organismos internacionais para monitorar e comparar o processo de difusão, e destacados indicadores de universalização e de uso empresarial e suas possíveis fontes de informação. Apesar da dificuldade de quantificar algumas questões, devido ao inerente caráter tácito e intangível, verificamos que existe um conjunto de indicadores que reflete uma prática do grau ou potencial de difusão das novas tecnologias. O estudo argumenta que uma agenda regional de estudos de difusão deve levar em conta não só as características do processo de difusão em si, mas também as alternativas técnicas, reguladoras e econômicas mais adequadas para o desenvolvimento de cada país ou região.

ABSTRACT

The study of the process of diffusion of information and communication technologies is becoming increasingly important for its economical and social impacts. This paper aims at providing information and technical support to monitor IT diffusion. It reviews diffusion models, methodologies and indicators adopted by international organizations to access and compare the use of IT tools in economic and social activities. Despite existing difficulties to measure some variables, due to their tacit and intangible character, there are proxy indicators to evaluate the degree and potential which IT is embedded in society. The study argues that a regional agenda for diffusion studies must take into account not only the characteristics of the diffusion process per se but also technical, economical, and regulatory alternatives most suited for each country or region.

1 DIFUSÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO: CONCEITOS E MARCO ANALÍTICO

A análise do processo de difusão e adoção de novas tecnologias tem ganhado crescente importância na literatura econômica. Diferentes escolas do pensamento vêm desenvolvendo marcos analíticos e estudos empíricos sobre a decisão de inovar o desempenho dos novos produtos ou serviços no mercado e os impactos econômicos e sociais das novas tecnologias. No caso da difusão das tecnologias da informação, a rapidez das mudanças resulta na necessidade de conduzir estudos de caráter eminentemente empírico, baseados na análise comparativa de indicadores quantitativos e qualitativos.

A convergência entre informática e comunicações provoca importantes impactos, tanto na estrutura econômica quanto nos aspectos sociais. Entretanto, os estudos geralmente estão centrados nos aspectos *hard* – a exemplo do ritmo de difusão de equipamentos e da disponibilidade de infra-estrutura de telecomunicações –, enquanto importantes questões associadas aos elementos *soft* são deixadas de lado. Isso inclui, por exemplo, as mudanças organizacionais associadas ao processo de difusão, o papel das instituições e das mudanças nas estruturas de mercado.

Para Miles (1995), os elementos físicos das Tecnologias da Informação e Comunicação (TI) representam apenas o meio pelo qual os serviços são fornecidos aos usuários. Os estudos de difusão de TI precisam articular os aspectos físicos com aqueles não físicos das tecnologias. Em termos econômicos, para entender os condicionantes da difusão das TI é necessário analisar tanto as características da oferta, quanto as da demanda. Entre os fatores associados à adoção e difusão de novas tecnologias que precisam ser levados em conta, em um estudo sobre o tema Legey (1998) destaca quatro, pela sua relevância para o setor de TI, conforme a seguir.

a) Complementaridade

A imbricação das tecnologias de informação e comunicação resulta em um processo de coevolução em um conjunto relacionado de inovações, de tal forma que, para que determinados produtos e serviços difundam-se no mercado, é preciso que outras inovações estejam disponíveis. O caráter sistêmico ou paradigmático das TI é semelhante ao exemplo da eletrificação oferecido por Rosemberg (1982). Para a nova tecnologia de força e luz se difundir amplamente foi necessário o desenvolvimento de outras inovações na área de geração, transmissão e equipamentos, e a realização de investimentos complementares em infra-estrutura e desenvolvimento de aplicações.

A existência de ativos complementares é também um fator muito importante na difusão de produtos baseados nas TI. Isso inclui a infra-estrutura de redes de comunicação, serviços de valor adicionado e serviços pós-venda. Em consequência, os avanços na difusão de TI dependem de inovações complementares de natureza tecnológica, comercial, organizacional ou institucional. Uma característica típica das TI é a possibilidade de interconectar as diversas partes e componentes de um determinado sistema, conforme as aplicações requeridas por seus usuários. Tal processo é condicionado

pela capacitação técnica dos usuários e disponibilidade de recursos para investimentos complementares pelo usuário.

b) Inovações organizacionais internas

A análise das necessidades de mudança no ambiente organizacional interno da empresa é crucial para promover o processo de difusão das novas tecnologias da informação. O estudo das inovações organizacionais requer diferentes tipos de enfoque, na medida em que o assunto atravessa as fronteiras entre as disciplinas. A introdução de uma inovação em uma firma não acontece no vácuo. Existe uma estrutura operacional e gerencial implantada, assim como rotinas, procedimentos, cultura organizacional e sistemas legados. A decisão de inovar implica mudanças organizacionais e a incapacidade de promovê-las põe em risco os investimentos em *hardware*, *software* e comunicações. A estrutura da organização e sua flexibilidade para mudanças condicionam a escolha de novas tecnologias.

Uma dificuldade comum, defrontada por organizações que pretendem introduzir sistemas avançados de TI, é reunir a capacitação e promover a reestruturação organizacional necessária para explorar as oportunidades de introduzir novos sistemas. Novas tecnologias de informação geralmente exigem uma “reengenharia de processos”, alterando rotinas e estruturas consolidadas. Subprodutos indesejados, mas quase sempre presentes, são os conflitos inerentes a mudanças nas esferas decisórias. Tais conflitos podem se transformar em barreiras às novas tecnologias, caso não haja liderança e flexibilidade organizacional.

Do ponto de vista da cadeia produtiva como um todo, a grande dificuldade é integrar empresas em redes utilizando tecnologias, procedimentos e objetivos compatíveis, conforme advoga a literatura sobre competitividade. Em cada rede de negócios existe uma assimetria significativa entre as empresas participantes, seja pelo porte, segmento de mercado, ou perfil dos dirigentes. Essa assimetria dificulta a difusão de novas tecnologias de comunicação e a coordenação de diferentes fases da cadeia produtiva.

Cabe lembrar, por fim, que as dificuldades organizacionais residem, principalmente, nas mudanças tácitas. As inovações organizacionais de caráter explícito, a exemplo das normas, manuais e rotinas codificadas, são mais fáceis de serem transmitidas entre os indivíduos de uma organização. Já as mudanças tácitas são mais complexas, pois envolvem fatores intangíveis, visões pessoais, expectativas e valores.

c) Complexidade tecnológica

A complexidade tecnológica pode ser definida pela quantidade de informações necessárias à especificação dos atributos de um bem ou serviço. Outro indicador de complexidade é a dificuldade de introdução de inovações em um determinado ambiente. O descompasso entre o ritmo de introdução de uma inovação pelo lado da oferta, e o ritmo de absorção e aprendizado da nova tecnologia por parte da demanda revelam um aspecto crucial de sua complexidade. Podemos derivar desse aspecto a necessidade de promover a capacitação e a reforma organizacional para permitir a absorção das novas tecnologias. Em países em desenvolvimento, o processo de *catching-up* é geralmente dificultado mais pela capacidade da demanda do que da oferta.

A complexidade tecnológica pode ser, segundo Legey (1998), classificada de acordo com os tipos aqui descritos.

- Originalidade introduzida por novas tecnologias. Tecnologias com características muito inovadoras podem provocar impasses no processo decisório das empresas, em decorrência da insuficiência de informações sobre o escopo de aplicações a que se destinam. O limitado conhecimento sobre diferentes aspectos da nova tecnologia dificultam o aproveitamento de seus benefícios potenciais.
- Variedade de alternativas tecnológicas oferecidas no mercado. As características exclusivas e a variedade das tecnologias tornam difícil, para os usuários, a comparação entre elas.
- Incerteza e riscos na adoção de novas tecnologias. A incerteza é maior quando há uma inovação radical que exige adaptações e pode não resultar em uma solução consagrada.
- Possibilidade de o usuário tornar-se dependente ou aprisionado a um determinado padrão ou fornecedor. O risco está associado à rigidez da solução adotada e aos altos custos de mudança de fornecedor. Nas tecnologias da informação, tais riscos estão associados à utilização de sistemas proprietários e padrões exclusivos.

d) Relacionamento entre usuários e fornecedores

O uso de uma nova tecnologia pode não estar desassociado de sua produção. A importância do papel do usuário está relacionada à sua contribuição para o aperfeiçoamento dos produtos (*learning by using*) e à definição das características da tecnologia. A literatura sustenta que o papel do usuário nas inovações está longe de ser passivo (Lundvall, 1998), fato que induz à necessidade de capacitação. Projetistas costumam desenvolver produtos e serviços assumindo (mesmo que de forma implícita) que suas próprias preferências coincidem com as dos usuários. Esse fato ajuda a entender porque determinadas tecnologias – desenvolvidas segundo padrões de gostos e/ou custos de produção típicos de um determinado país – não são facilmente transferíveis para outros países. Nas TI, o custo e a abrangência das soluções aplicadas a diferentes contextos geralmente induzem à necessidade de desenvolvimento local de aplicativos.

2 MODELOS DE ESTUDOS DE DIFUSÃO

Entre os modelos de difusão tecnológica existentes, destacamos dois particularmente relevantes, por seu caráter aplicado e complementar, para analisar o processo de difusão de TI. O primeiro conceitua as quatro variáveis-chave para a análise do processo de difusão. O segundo identifica os indicadores relevantes para analisar o processo de difusão, fixando parâmetros para uma comparação internacional.

2.1 O MODELO DRIF

O modelo estabelece variáveis para analisar a Direção, o Ritmo, os Impactos e Fatores (Dirf) determinantes na difusão de uma determinada tecnologia. O modelo é intuitivo e lógico, não estando associado a um único autor ou a uma corrente analítica. Os quatro aspectos podem ser interpretados como adiante.

a) Direção da tecnologia

O processo de inovação é incerto e a direção assumida pela tecnologia pode apresentar variações, implicando riscos para fornecedores e usuários. Em setores industriais maduros, a direção do progresso técnico é mais previsível, já que as tecnologias envolvidas estão consolidadas e as inovações têm caráter incremental. Já o setor de TI, apesar dos 50 anos decorridos desde a invenção do transistor, ainda pode ser considerado um setor novo em constante transformação. Inovações, como o microcomputador, a telefonia celular e a Internet, alteraram radicalmente não só a trajetória tecnológica, mas também a própria estrutura da indústria de TI.

A trajetória das inovações geralmente depende de mudanças de caráter sistêmico, principalmente pela necessidade de consolidar uma nova infra-estrutura, promover mudanças organizacionais e introduzir um processo de aprendizado contínuo. Inovações em componentes, produtos, processos e serviços de TI nem sempre são aceitas pelo mercado ou reúnem as condições sistêmicas necessárias para se consolidar. Esse fato cria dúvidas e incertezas, para usuários, fornecedores e *policy makers*, sobre diferentes padrões técnicos, *softwares* e equipamentos. As opções de hoje terão importantes implicações competitivas no futuro¹.

Em países em desenvolvimento o problema da prospecção tecnológica é menos urgente, na medida em que, geralmente, os usuários não estão no “estado da arte” internacional. Entretanto, o monitoramento das tendências é importante para fornecedores locais, órgãos públicos encarregados de regulamentar o setor e para o planejamento estratégico de grandes usuários públicos e privados.

b) Ritmo da difusão

Os indicadores de ritmo de difusão incluem uma ampla gama de variáveis, quantitativas e qualitativas, sobre a disponibilidade e penetração de equipamentos e tecnologias em diferentes mercados. A velocidade de adoção de uma tecnologia varia segundo o país, o setor e a região. A avaliação desses indicadores é de fundamental importância para estudos de mercado, análises comparativas e como parâmetro para o estabelecimento de metas e monitoramento de políticas públicas.

1. A título de exemplo, as tecnologias TDMA e CDMA na telefonia celular competiram durante algum tempo, até que se firmou aquela que tinha maiores facilidades de aplicações wap. Esse fato representou um risco de descontinuidade tecnológica para as empresas e os usuários que não previram a importância da Internet na telefonia celular.

c) Fatores condicionantes

O processo de difusão de TI é condicionado por uma gama de fatores, tanto positivamente quanto negativamente. Isso inclui a capacitação tecnológica, a disponibilidade de infra-estrutura, os custos dos produtos e serviços, a adequação da oferta às necessidades dos usuários, o regime legal e de incentivos, o aspecto cultural e o nível educacional da população. A difusão das TI é um processo sócio-técnico complexo, e a avaliação de como os fatores influenciam a direção e o ritmo de adoção constitui um tema especialmente relevante. Por meio da identificação das oportunidades e dificuldades é possível traçar políticas empresariais e governamentais mais consistentes.

d) Impactos

As TI têm o potencial de gerar benefícios para o desenvolvimento econômico e social. Em praticamente todos os setores, elas podem melhorar a produtividade, adicionar qualidade aos produtos e serviços, melhorar o processo decisório e abrir novas oportunidades de negócios. Entretanto, a disparidade dos níveis de difusão dos países pode contribuir para aumentar o *gap* tecnológico e erodir vantagens comparativas estabelecidas. As TI passaram a ser condição necessária para a participação em determinadas redes de negócios. Cabe ressaltar ainda a importância dos impactos sociais, derivados das oportunidades de aplicação das TI na educação, saúde, gestão de serviços públicos e cultura.

2.2 O MODELO INEXSK

O modelo procura identificar indicadores para o acompanhamento do crescimento de uma “sociedade da informação” nos países em desenvolvimento. Alguns deles são mais precisos e tangíveis, relativos a infra-estrutura e vendas, outros possuem uma definição mais difícil e abstrata, como a qualidade do “capital humano”, habilidades e conhecimento acumulados. O modelo INEXSK — seu nome deriva das iniciais, em inglês, das variáveis analisadas (infra-estrutura, experiência, habilidades e conhecimento) — foi desenvolvido por Mansell e Wehn (1998) para analisar comparativamente a difusão de TI em diferentes países.

Segundo Mansell e Wehn (1998), as TI podem contribuir para o crescimento econômico e para o aumento da competitividade, mas a sua difusão não pode ser interpretada apenas como causa do crescimento econômico, mas, também, como resultado. Equilibrar esses dois lados é um grande desafio para a política de difusão, pois os investimentos em equipamentos não devem ser isolados do desenvolvimento do capital humano.

O modelo considera que a busca pela produção e exportação de bens de TI pode ter um importante impacto em uma economia, mas não necessariamente leva sua difusão interna a um processo de consolidação de uma “sociedade da informação”. Os exemplos de Taiwan e Coreia demonstram que é possível se tornar líder em exportações de bens de TI sem que o padrão de utilização doméstica seja muito afetado. Por outro lado, um país que não dispõe de capacitação para gerar soluções idiossincráticas

pode ficar a reboque de sistemas pouco adaptados às suas necessidades. Em consequência, a análise dos impactos das TI sobre o crescimento econômico deve ser feita por meio de um método que cubra uma ampla gama de índices. Para permitir que a análise da difusão e a comparação entre países seja mais objetiva, o modelo estabeleceu uma abordagem gráfica que retrata os aspectos de infra-estrutura, experiência, habilidades e conhecimento de um país.

O gráfico é formado por um círculo com oito eixos, representando os diferentes indicadores. O raio da circunferência representa o índice ideal, definido a partir de um país onde a difusão é considerada satisfatória. O país índice não é aquele que apresenta a maior difusão, mas sim aquele que apresenta um grau desejável de difusão. A seguir, um resumo dos oito indicadores e das variáveis que são levados em consideração.

QUADRO 1

Indicadores de Difusão de TI

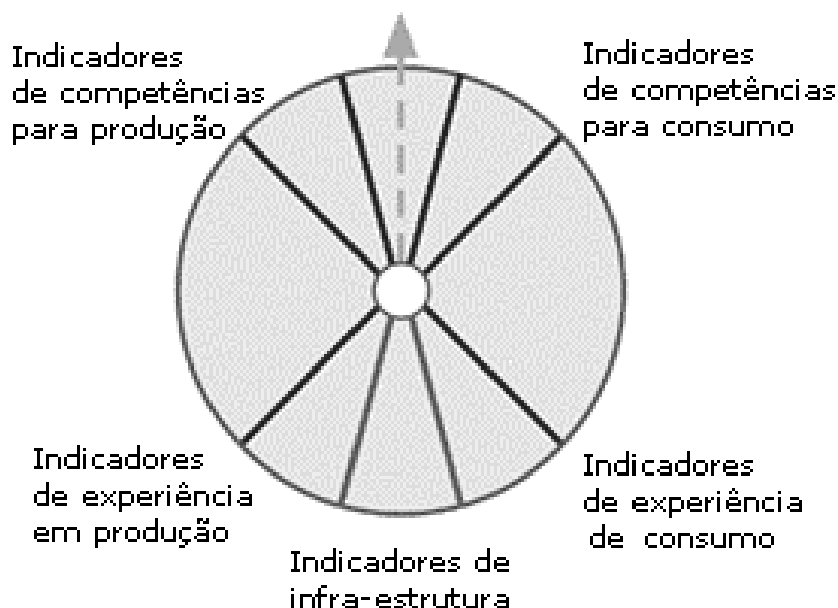
Indicador	Variável usada na construção do indicador	Forma de contabilização usada	País usado como índice (100)
Índice de computadores pessoais	Computadores; população	PCs per capita	Nova Zelândia
Índice de linhas telefônicas	Linhas Telefônicas; população	Linhas telefônicas per capita	Suécia
Índice de produção de eletrônicos	Renda com produtos eletrônicos; PIB	Participação da renda de eletrônicos no PIB	Irlanda
Índice de consumo de eletrônicos	Mercado de produtos eletrônicos; PIB	Participação do consumo de eletrônicos per capita no PIB per capita	Irlanda
Índice de disponibilidade de recursos humanos qualificados	Formados em Ciências da Computação, Matemática e Engenharia; população	Número de formados por 1.000 habitantes	Holanda
Índice de alfabetização	Percentagem da população alfabetizada	Percentagem simples	Nenhum (100% = 100)
Índice de hosts de Internet	Número de hosts; população	Número de hosts por 1.000 habitantes	Dinamarca
Difusão de televisores	Número de aparelhos de TV; população	Número de aparelhos de TV por 100 habitantes	Reino Unido

Fonte: Mansell e Wehn (1998).

Na parte inferior da figura 1 estão os indicadores de infra-estrutura que permitem avaliar quão sólida (ou precária) é a base para o desenvolvimento de experiência (de produção de bens e serviços de tecnologia de informação e comunicação) e de competências (de uso de bens e serviços de TI). Uma infra-estrutura pouco desenvolvida implica uma base muito estreita para o desenvolvimento da produção e do consumo de bens e serviços de tecnologia de informação e comunicação. Em seguida, são representados os indicadores de produção e de consumo, posto que é consenso entre especialistas que o conhecimento é um processo cumulativo decorrente de experiências tanto de produção quanto de consumo.

FIGURA 1

O Modelo INEXSK: Infra-Estrutura Necessária para o Conhecimento



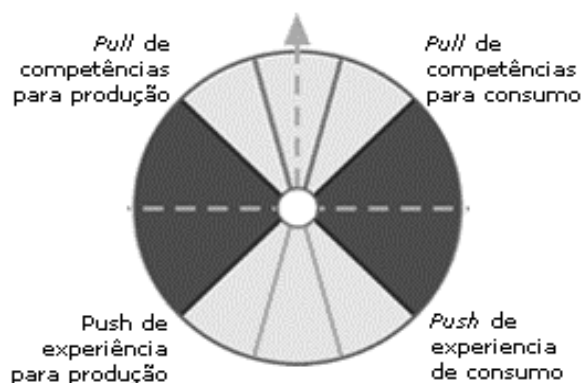
Fonte: Mansell e Wehn (1998).

No hemisfério superior da figura, aparecem indicadores de competência para produção e consumo, que reforçarão os indicadores de experiência em produção e consumo. Assim, os indicadores do hemisfério inferior contribuem para o desempenho dos indicadores do hemisfério superior. Finalmente, no topo da figura, está o indicador “ideal”, que aponta a situação da informação e da aplicação de informação para o desenvolvimento econômico e social de um país. Obviamente, o indicador “ideal” serve apenas como referência, daí o uso de um grupo de quatro níveis de indicadores para suprir a ausência do indicador “ideal”.

O diagrama também é capaz de ilustrar a relação entre as experiências e competências, representadas, respectivamente, na parte inferior e superior do gráfico. Vemos que entre os indicadores de cada hemisfério há uma grande área sombreada. Ela representa a dificuldade de articular tecnologias de informação e comunicação com o desenvolvimento, que reside na mobilização de conhecimentos tácitos e na capacidade organizacional para efetivamente utilizar experiências e competências na construção de sociedades baseadas em conhecimento.

FIGURA 2

O Processo Dinâmico do Modelo INEXSK



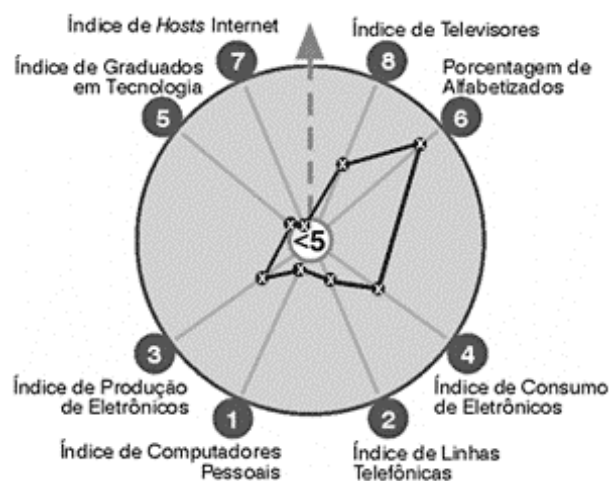
Fonte: Mansell e Wenh (1998).

A experiência com produção e consumo propicia às tecnologias um papel de empurrão (*push*) na criação de conhecimento. Não obstante, nem a produção nem o consumo, tomados independentemente, converterão infra-estrutura e experiência em criação de conhecimento. Isto requer o empuxo (*pull*) da parte de competência de produção e consumo, representado pelas linhas no hemisfério superior da figura.

A situação de cada país é desenhada por meio da ligação dos pontos correspondentes aos valores de índices desse país. A figura abaixo ilustra a situação do Brasil. No centro do diagrama da figura abaixo, o valor de cada índice é zero, e na borda do círculo o valor é 100. Quando um valor de índice estiver abaixo de cinco, ele será representado pelo pequeno círculo no centro do diagrama, para permitir visualizá-lo no todo.

FIGURA 3

O Modelo INEXSK Aplicado ao Caso Brasileiro



Fonte: Mansell e Wenh (1998).

3 INDICADORES DE DIFUSÃO DE TI

A crescente importância atribuída por órgãos internacionais e governamentais aos estudos de difusão de TI está relacionada à melhor percepção do seu impacto potencial sobre o desenvolvimento econômico e social. As novas tecnologias criam oportunidades assimétricas de exploração das externalidades positivas associadas à difusão de TI. Determinados países, regiões, empresas e indivíduos estão mais bem capacitados e dispõem de melhor acesso à infra-estrutura, gerando o que vem sendo chamado de *digital divide*. A brecha digital resultante das diferenças marcantes na difusão de tecnologias da informação é motivo de crescente preocupação, estimulando a criação de uma agenda de pesquisa sistemática sobre o processo de difusão de tecnologias da informação e comunicação. Tal agenda deve responder à necessidade de informações para tomada de decisões no plano público e no privado.

O desenvolvimento de um conjunto de indicadores para monitorar a brecha existente – em relação às oportunidades de acesso às TI e ao uso da Internet em diferentes atividades – deve levar em conta uma série de questões relevantes para pesquisa do processo de difusão das TI. Segundo a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico — OECD — (2001), é necessário entender:

- Onde a brecha ocorre?
- Quais são suas causas?
- Como ela pode ser medida?
- Quais são os parâmetros relevantes?
- Qual é a extensão da brecha digital?
- Quais são seus efeitos?
- O que pode ser feito para reduzir a brecha a curto, médio e longo prazos?

Apesar das dificuldades de quantificar tais questões, devido ao inerente caráter tácito e intangível, existe um conjunto de indicadores que refletem objetivamente o grau de difusão das novas tecnologias. Outros indicadores se referem ao potencial de difusão, em função da disponibilidade de infra-estrutura física e social em um determinado contexto. Resumiremos, a seguir, os parâmetros mais utilizados, e que vêm sendo monitorados e investigados de forma regular por organismos internacionais.

a) Acesso aos serviços de telecomunicações

O acesso à infra-estrutura de telecomunicações é considerado condição fundamental para a difusão de TI. O indicador básico é a *teledensidade*, que mede a quantidade de linhas telefônicas fixas para cada 100 habitantes. Esse indicador é coletado regularmente pela União Internacional das Telecomunicações (UIT) e serve como base para comparações internacionais. Outros indicadores de infra-estrutura de telecomunicações muito utilizados são: percentual de linhas digitais na rede telefônica, difusão de TV a cabo e de telefonia celular.

A América Latina apresenta uma brecha digital significativa em relação aos países da OECD. A brecha interna é também relevante entre países, regiões dentro de países,

e entre classes sociais. Em países onde a *teledensidade* é menor que 10%, a qualidade dos serviços é geralmente precária e a velocidade de transmissão é incompatível com as necessidades da Internet. Nesses países, os grandes usuários utilizam linhas dedicadas, e apenas uma minoria de empresas e indivíduos tem acesso regular à Internet. Em geral, o acesso à TV a cabo é incipiente e a telefonia celular se expande rapidamente para superar as dificuldades de acesso à telefonia fixa.

Nos países relativamente mais desenvolvidos da região, uma parcela significativa da população tem acesso a serviços de telecomunicação. A *teledensidade* varia de 10 a 30% e existe uma razoável difusão de telefonia celular e TV a cabo. No entanto, a qualidade dos serviços ainda fica a desejar e as conexões de dados caem freqüentemente. Há também grandes brechas regionais. Nas grandes cidades, a população tem acesso amplo a linhas discadas e existem alternativas para comunicação de dados via rádio, TV a cabo, satélite e conexões com anéis de fibra ótica. Já em regiões periféricas dos grandes centros e áreas rurais, o acesso às telecomunicações é muito precário. O acesso à infraestrutura de telecomunicações na América Latina é limitado pelo baixo poder aquisitivo da maioria da população.

QUADRO 2

Indicadores de Telecomunicações na América Latina

Infra-estrutura de telecomunicações	Investimentos em telecom (percentual no PIB)	Linhas telefônicas por mil habitantes	Telefones celulares por 100 habitantes	Percentual de linhas digitais	Assinantes de TV a cabo por 100 habitantes
Argentina	0,61%	20,1	12,1	100.0%	16,3
Brasil	1,25%	14,9	8,9	84.6%	1,2
Chile	1,04%	20,7	15,0	100.0%	4,4
México	0,84%	11,2	7,9	99.6%	2,0
Venezuela	1,02%	10,9	14,3	68.5%	2,6
América Latina	0,97%	14,4	9,6	90.4%	3,3
OECD	0,54%	50,8	32,5	93.8%	14,0

Fonte: International Telecommunication Union (2001).

Nota: A OECD é composta pelos seguintes países: Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, República Checa, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Japão, Coreia, México, Holanda, Nova Zelândia, Noruega, Polónia, Portugal, Espanha, Suécia, Suíça, Turquia, Reino Unido e Estados Unidos. Dados de 1999.

b) Acesso à infra-estrutura de informática

A disponibilidade de equipamentos de informática é geralmente medida pelos investimentos em TI como percentual do Produto Nacional Bruto (PNB) e pela quantidade de computadores pessoais por habitante. Indicadores que caracterizam um país como produtor e exportador de TI são geralmente associados à produção e exportação de *hardware* e *software*. O quadro a seguir resume esses indicadores para um conjunto selecionado de países latino-americanos, comparados ao de países da OCDE.

Infra-Estrutura de TI na América Latina

Infra-estrutura de TI	Percentual de TI no PNB de 1999	PCs por 1.000 habitantes em 1999	Produção de hardware em 1999 (em milhões de dólares)	Exportações de hardware em 1998 (em milhões de dólares)
Argentina	1,10%	49.21	n.d.	n.d.
Brasil	2,21%	36.31	8.569	249
Chile	1,64%	66.58	n.d.	n.d.
México	0,98%	44.16	8.567	6.950
Venezuela	1,48%	42.18	235	2
América Latina	1,51%	41.68	17.372	\$7.201
OECD	3,09%	285.55	221.159	169.573

Fonte: International Telecommunication Union (2001).

Análises do processo de difusão devem incluir indicadores qualitativos, como os exemplos a seguir.

- Padrões de uso empresarial das TI, destacando a distribuição setorial e por porte das empresas usuárias.
- Distribuição social: concentração de renda por classe, uso nas áreas de educação, saúde e organizações sociais.
- Governo eletrônico: estágio de desenvolvimento de cada país.
- Geração local de conteúdo, aplicativos e serviços.

c) Acesso à Internet e ao comércio eletrônico

O acesso à Internet não depende apenas da infra-estrutura de telecomunicações. Fatores culturais, demográficos, renda, educação, e formas de regulação podem exercer uma importante influência. O nível de renda e sua distribuição também são importantes. O acesso à Internet custa, em média, cerca de 5% da renda *per capita* em países como o Brasil e o México, mas, por problemas de má distribuição de renda, é inacessível individualmente para mais de metade da população (Tigre e O'Connor, 2001).

Fatores relativos à regulação das transações, proteção da privacidade, segurança, ao regime tributário e, políticas públicas de promoção do uso da Internet em atividades governamentais também favorecem ou inibem a difusão da Internet.

Os indicadores de infra-estrutura de Internet podem incluir o faturamento e o emprego gerado por empresas que atuam no provimento de redes e aplicativos. Em um primeiro nível, devem ser incluídas empresas que oferecem serviços de telecomunicações, *backbones* de fibra ótica, provedores de acesso final à Internet e fornecedores de equipamentos de acesso, como fabricantes de PCs e servidores, *modems* e outros equipamentos necessários para o uso da Internet.

Um segundo conjunto de empresas que deve ser considerado como infra-estrutura necessária para a difusão é formado pelos fornecedores de aplicativos (*software*) para a Internet e o comércio eletrônico, assim como consultores em aplicações multimídia (*webdesign*), *software* de busca, bases de dados para a Web, etc.

Outro grupo abrange os intermediários que atuam na Internet em um determinado país ou região. Um indicador pode ser obtido pela avaliação do faturamento e o emprego gerado por empresas que oferecem portais horizontais e verticais, serviços *on-line*, conteúdo e informações. A existência de portais e conteúdo escritos em língua local é considerado um fator importante para a difusão do uso de Internet. O valor dos negócios gerados pelos *sites* locais de B2B e B2C geralmente reflete o nível de desenvolvimento do comércio eletrônico em um determinado país.

QUADRO 4

Internet e Comércio Eletrônico nas Américas

	Servidores seguros por milhão de habitantes em 1998	Servidores seguros com forte criptografia em 1998	Comércio B2B em 2000 (em milhões de dólares)	Comércio B2C em 2000 (em milhões de dólares)
Argentina	0.58	0.11	617	47
Brasil	1.06	0.38	2.230	170
Chile	1.28	0.20	142	10
México	0.27	0.08	3.018	230
Venezuela	0.34	0.04	213	16
América Latina	0.74	0.24	6.224	475
OECD	17.77	11.47	588.900	52.184

Fonte: Mansell e Wehn (1998).

QUADRO 5

Estimativa de Crescimento do Comércio Eletrônico B2B

País	1999	2000*	2001*	2002*	2003*
Argentina	48.7	149.2	355.6	699.2	1,223.5
Brasil	211.2	379.0	800.7	1,547.7	2,700.8
Chile	19.6	53.0	121.0	236.7	418.7
Colômbia	22.4	56.2	134.2	269.9	475.3
México	80.9	237.8	575.8	1,126.5	1,877.2
Venezuela	14.8	31.4	73.7	163.9	302.9

Fonte: International Data Corporation.

Nota: * Estimativa.

d) Competição e política de preços

A importância dos fatores tecnológicos e regulatórios para a formação de preços – e a conseqüente difusão de TI – implica a necessidade de monitorar sistematicamente a evolução desses parâmetros. Uma agenda de estudos deve acompanhar a estrutura dos diferentes segmentos dos mercados de serviços de comunicações, os incentivos e barreiras à concorrência e a dinâmica do processo de expansão da infra-estrutura e da introdução de novas tecnologias.

A experiência internacional mostra que preços e disponibilidade de infra-estrutura de telecomunicações estão associadas à competição e ao acesso ao mercado. Os dados mostram que existem brechas digitais significativas entre países da OECD. Uma das explicações-chave para esse fato é a diferença substancial das tarifas praticadas nos países desenvolvidos. Tal assimetria é explicada pelo tipo de regulação adotada, pelas opções tecnológicas e pelo tamanho do mercado.

A convergência entre diferentes mídias favorece a competição em mercados tradicionalmente caracterizados como “monopólios naturais”. As novas tecnologias abrem oportunidades de integração dos mercados de transmissão de voz, dados e imagem, com grandes velocidades e alta *performance*, oferecendo alternativas aos usuários. Novas tecnologias, como a telefonia celular digital e o *Wireless Local Loop* (WLL), permitem que empresas entrantes superem a grande barreira dos custos afundados em telefonia fixa. Em alguns mercados, a liberalização de mercados permitiu não só a entrada de novos concorrentes como também novas formas de comprar e vender capacidade instalada de transmissão, criando alternativas às redes existentes. Entretanto, dificuldades para efetivamente implementar a competição permanecem na chamada “última milha”, que liga a complexa rede independente de cabos, rádios e satélites ao usuário final.

Quando a empresa dominante mantém sua força no mercado, seja em função da forma de regulação ou pelo investimento realizado, os serviços são prestados a preços excessivos. Em países em desenvolvimento, as oportunidades para a competição e a redução de preços são geralmente mais limitadas, especialmente quando as economias de escala e custos afundados criam monopólios naturais. Em alguns países latino-americanos, as empresas privatizadas conseguiram manter monopólios por um longo período, graças à obtenção de licenças exclusivas para serviços locais. Mesmo quando as licenças são concedidas de forma não exclusiva, a competição nos serviços locais ainda é muito limitada, devido à dianteira assumida pelos antigos monopólios. Quando os mercados são relativamente pequenos, os entrantes são cautelosos em relação aos investimentos necessários para construir infra-estrutura própria. Geralmente, essas empresas se restringem a operar em mercados específicos (a exemplo do mercado corporativo), deixando de lado os investimentos em *backbones* e redes nacionais.

A situação é, geralmente, melhor em mercados nos quais a tecnologia favorece a competição. Isso inclui a telefonia celular, na qual bandas de rádio-frequência são alocadas a diferentes competidores, e a telefonia internacional, na qual existem alternativas de cabo e satélite. O caso do Brasil oferece um exemplo marcante. Em comparação com as dos Estados Unidos (EUA), as tarifas de telefonia celular são competitivas. Já em relação aos serviços de comunicação de dados no plano nacional, o fato de uma empresa privatizada ainda deter a única rede de alcance nacional torna seus preços de cinco a nove vezes maiores que os praticados nos EUA.

QUADRO 6

**Comparação dos Preços de Serviços de Telecomunicações
entre Brasil e EUA (em dólares)**

Serviço	EUA	Brasil	Diferença de preço
Taxa de subscrição de linha fixa ¹	16,0	10,2	- 36.3%
Tarifa de telefone celular (um minuto) ²	0,3	0,2	- 34.0%
Pentium 3/800 Mhz/64Mb	92	1.08	+ 17.00
Conexão a rede IP em 1 Mbps (preço mínimo) ³	70	7.20	+ 900%
Conexão a rede IP em 1 Mbps (preço máximo) ³	1.20	7.20	+ 500%

Fonte: Empresas Valor, 12-14 Janeiro (2001).

Notas: (1) A taxa de subscrição nos EUA é, na verdade, menor, porque inclui todas as chamadas locais enquanto, no Brasil, cada pulso adicional de três minutos é cobrado. (2) Tarifa ilimitada nos EUA e tarifa média da Telesp Celular no Brasil. (3) Tarifas da UUNet nos EUA e preços da Embratel no Brasil.

e) Capacitação tecnológica e nível educacional

Os indicadores se referem a dois tipos de capacitação. O primeiro é a capacitação para o uso da informática, percebida como habilidades genéricas para entender comandos, textos e instruções. Em geral, o nível médio completo é aceito como a capacitação mínima para fazer uso eficiente de programas profissionais de computação. Conhecimento de inglês, idioma adotado em 85% das publicações sobre informática, é freqüentemente citado como capacitação necessária para o uso das TI.

QUADRO 7

Indicadores de Recursos Humanos

	México	Brasil	Coréia	Taiwan	Malásia
População (milhões) ¹	96,5	159	44,9	21	20,1
Percentual de adultos alfabetizados ¹	90	83	98	n.d.	84
Escolaridade média (anos) ²	4,7	3,9	8,8	n.d.	n.d.
Percentual de matrículas no ensino médio ¹	58	45	101	n.d.	57
Mestre e doutores em ciência e engenharias (1990) ³	5916	n.d.	7070	4011	n.d.
Cientistas e técnicos em P&D por 1.000 habitantes ¹	0,3	0,2	2,9	n.d.	0,2
Numero de profissionais de software ⁴	321,482	549,840	340,168	140,070	53,389

Fontes: (1) UNDP (1998). (2) UNDP (1993). (3) Dedrick and Kramer (1998). (4) Jones (1993).

O segundo grupo de indicadores se refere à capacidade de gerar, adaptar e dar suporte ao uso da informática. Isso inclui programadores, técnicos em eletrônica e informática e telecomunicações, analistas de sistemas, engenheiros e cientistas. Tais profissionais são fundamentais para o processo de difusão, na medida em que a implantação de sistemas requer adaptações, treinamento de usuários, criação de bases de dados, suporte a redes, manutenção, etc.

f) Indicadores para monitorar a brecha digital no Brasil

O estudo da difusão das tecnologias da informação pode envolver múltiplas variáveis, dependendo de seu objetivo. No nível mais básico, uma preocupação universal – não só nos países em desenvolvimento como também nos desenvolvidos – é avaliar as causas e conseqüências da brecha digital. Um país onde a maior parte da população, dos órgãos públicos e das empresas não possui acesso abrangente e confiável às TI tem seu desenvolvimento potencialmente limitado. Assim, estudos sobre a brecha em países, regiões, classes sociais ou setores da atividade econômica têm ganhado crescente relevância.

Uma agenda de estudos deve considerar os objetivos econômicos e sociais pretendidos. As TI constituem uma tecnologia genérica, aplicável em qualquer atividade que envolva informação. A priorização desses estudos numa agência de desenvolvimento econômico regional deve levar em conta não só as características do processo de difusão, mas também as alternativas técnicas, reguladoras e econômicas mais adequadas para o desenvolvimento da região. Isso inclui, por exemplo, o estudo da relevância do comércio eletrônico para as exportações regionais, o papel do acesso *on-line* às informações técnicas e de mercado para a competitividade em diferentes setores e regiões, e as prioridades em termos de infra-estrutura.

Para acompanhar o processo de difusão das TI — e seus impactos no Brasil —, existem indicadores, alguns coletados de forma sistemática e outros de forma eventual. Os quadros a seguir resumem os indicadores sociais e econômicos.

Com relação aos indicadores sociais, a questão enfrentada pelos analistas diz respeito a como monitorar a universalização do acesso às TI por estudantes, população de baixa renda, microempresas, serviços públicos, etc. Cabe lembrar que os indicadores internacionais nem sempre são suficientes para analisar o processo de difusão. No caso brasileiro, o de acesso à Internet deve considerar não apenas a disponibilidade *per capita* de equipamentos, mas também o compartilhamento de recursos. Em ambientes que propiciem o acesso coletivo aos serviços, a simples contagem dos equipamentos, como ocorre nos países da OECD pode subestimar o quadro real.

QUADRO 8

Indicadores de Universalização de Acesso

Indicador	Descrição	Fonte de coleta
PCs por domicílio	Número de PCs domésticos por classe de renda e região	IBGE
Usuários de Internet	Distribuição dos internautas por região	Ibope
Acesso doméstico à Internet	Número de domicílios com acesso à Internet por tipo de conexão (rádio, telefone, cabo, velocidade), por classe e região	IBGE, Provedores de acesso
Custos de acesso	Custo médio do acesso à Internet (cesta de serviços/acesso ilimitado)	Provedores de acesso
Acesso na escola	Percentual de alunos com acesso às TI e à Internet nas escolas e universidades	Censo escolar/Ministério da Educação
Acesso no trabalho	Percentual de trabalhadores com acesso às TI e à Internet no trabalho	Pesquisas anuais independentes
Acesso público	Postos de acesso público à Internet; percentual de cidadãos que acessaram telecentros ou quiosques públicos de Internet	Correios, outros pontos de acesso público, Programa Sociedade de Informações
Domínios	Número de domínios registrados no Brasil por tipo	Fapesp
Infra-estrutura de Internet	Hosts por 10 mil habitantes, linhas telefônicas, estrutura de cabeamento ótico, serviços de banda larga	Provedores, Anatel, RNP
Disponibilidade de conteúdo local	Sites locais, serviços de informação, conteúdo em língua portuguesa (percentual comparado ao acesso a conteúdo internacional)	Pesquisa anual
Serviços de suporte	Disponibilidade de técnicos de manutenção e suporte a TI por mil habitantes (técnicos de nível médio e graduados, profissionais de Internet, etc.)	Ministério da Educação, pesquisas regionais
Usuários de wap	Usuários de telefonia celular, percentual com acesso a serviços de dados sem fios	Anatel
Serviços públicos via TI	Abrangência dos serviços públicos prestados pela Internet e número de usuários	Ministério do Planejamento (responsável pelo Programa Governo Eletrônico)

Nota: A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) é o órgão responsável pelo registro de domínios brasileiros. Em seu *site* de estatísticas, atualizado diariamente, estão disponíveis dados sobre a quantidade de nomes de domínios registrados.

Com relação aos indicadores de uso empresarial, sua importância está associada ao fato de a Internet ser uma das molas propulsoras da chamada “nova economia”, oferecendo oportunidades para o crescimento, a produtividade e a competitividade das empresas. Em consequência, os indicadores devem mostrar não apenas o grau de difusão, mas também o tipo de uso que a empresa está fazendo das TI, assim como as mudanças organizacionais decorrentes, e seus impactos.

Indicadores Empresariais de Difusão das TI

Indicador	Descrição	Fonte
Comércio Eletrônico	Número e valor das transações B2B e B2C	Ibope, instituto de pesquisa on-line ¹
Mídia eletrônica	Valor do mercado publicitário on-line	Pesquisas mensais de agências de publicidade
Parque computacional instalado	Número e tipo de equipamentos instalados em empresas, por tamanho, região	Pesquisas por instituições de classe (CNI, CNT, CNC, etc.)
Empresas com acesso à Internet	Número de empresas com acesso à Internet por porte e região	Pesquisas eventuais
Empresas com website	Número de empresas que dispõem de website por porte, setor, região; tipo de conteúdo oferecido	Pesquisas eventuais
Empresas com comércio eletrônico	Número de empresas que praticam transações on-line por porte, setor e região	Pesquisas eventuais
Difusão do uso na empresa	Profissionais com acesso à Internet/total de funcionários	Pesquisas eventuais
Acesso à banda larga	Empresas com acesso a serviços de comunicação de dados de alta velocidade (fibra ótica, ISDN, rádio, satélite, etc.)	Anatel, Provedores
Custo de acesso	Custo mensal dos diferentes tipos de acesso (ex: custo de acesso 1 MBit/segundo)	Anatel, Provedores
Servidores seguros	Número de servidores com dispositivos de segurança	Pesquisas, Netcraft ²
Investimentos em TI	Valor dos investimentos em TI nas empresas (equipamento, treinamento, software, serviços)	Pesquisas eventuais
Sites mais visitados	Número de acessos aos principais sites, sites premiados	Pesquisas sistem.: Ernst & Young, Ibope, I-Best
Aplicações Web	Número de empresas com aplicações de TI em ambiente Web (ASP, Data center, video-conferência, supply-chain management, call-center)	Pesquisas dos fornecedores
Serviços de Telecomunicações	Receitas das operadoras por tipo de serviço (voz, dados, voz/IP, banda larga, serviços)	Anatel, informações das empresas
Investimentos em empresas de TI	Capital de risco, joint-ventures, fusões e aquisições	Pesquisas eventuais, teses
Serviços de suporte empresarial	Capacitação, disponibilidade e custo de serviços de web-design, software, data, Web e hospedagem de aplicações, suporte, etc.	Pesquisas anuais (Telecom, Informática Hoje, etc.)
Mudanças organizacionais	Adoção de técnicas organizacionais, mudanças na estrutura e capacitação do RH	Pesquisas eventuais por empresas de consultoria
Exportações e Importações	Impactos da Internet no comércio exterior das empresas	Pesquisas eventuais (Ipea, MCT, MDIC)
Comércio de serviços	Exportações e importações de serviços de telecomunicações	Anatel, MCT, MDIC

Notas: (1) Por exemplo: Forrester Research/Giga Information Group, etc. (2) <http://www.netcraft.com/>.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DEDRICK e KRAEMER. **Indicators of Scientific and Tecnological Actives**. México, 1998.
- INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. **World Telecommunication Indicators**. Geneva, March, 2001.
- JONES. **Software Productivity and Quality Total – The Worldwide Perspective** 1993.
- LEGEY, L. **Adoção e Difusão de Tecnologias de Informação e Comunicação: O Mercado de EDI no Brasil**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Coppe, 1998.
- LUNDVALL, B.A. Innovation as an interactive process: from users-producers interaction to the national system of innovation. *In*: Dosi, G. *et al.* (Eds). **Technical Change and Economic Theory**. Londres: Pinter Publishers, 1998.
- MANSELL, R. e Wehn, U. **Knowledge Societies**. Information Technology for Sustainable Development. Oxford University Press, 1998.
- MILES, I. **Innovation in Business Services**: knowledge-intensity and information technology. PICT International Conference, The social and economic implications of information and communications technologies. Londres, 12 a 14 de maio, 1995.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, SECRETARIA DE POLÍTICA DE INFORMÁTICA. **Internet Comercial**: Conceitos, Estatísticas e Aspectos Legais. MAZEO, L. (Org.). Brasília, abril de 2001.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Programa Sociedade da Informação. **O Livro Verde da Sociedade da Informação no Brasil**. TAKAHASHI, T. (Org.). Brasília, 2000.
- OECD. **Understanding the Digital Divide**. Paris, 2001.
- ROSEMBERG, N. **Inside the Black Box**: technology and economics. Cambridge University Press, 1982.
- TIGRE, P. e O'CONNOR, D. Policies and Institutions for E-Commerce Readiness: What can Developing Countries Learn from OECD Experience? (Trabalho submetido) **Technical Paper Series**. France: OECD Development Centre Paris, 2001.

EDITORIAL

Coordenação
Luiz Cezar Loureiro de Azeredo

Produção

Supervisão
Silvânia de Araujo Carvalho

Revisão
Luísa Guimarães Lima
Marco Aurélio Dias Pires

Editoração
Aeromilson Mesquita,
Elidiane Bezerra Borges
Iranilde Rego

Reprodução Gráfica
Antônio Lucena de Oliveira
Edilson Cedro Santos

Apoio Administrativo
Tânia Oliveira de Freitas
Wagner da Silva Oliveira
Rômulo Sófocles de Almeida Panza (estagiário)

Divulgação

Supervisão
Dóris Magda Tavares Guerra

Equipe
Edineide Ramos
Geraldo Nogueira Luiz
Mauro Ferreira
Marcos Cristóvão
José Carlos Tofetti
Janaína Maria do Nascimento (estagiária)

Brasília
SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES,
10º andar – 70076-900 – Brasília – DF
Fone: (61) 315-5336
Fax: (61) 315-5314
Correio eletrônico: editbsb@ipea.gov.br

Rio de Janeiro
Av. Presidente Antônio Carlos, 51,
14º andar – 20020-010 – Rio de Janeiro – RJ
Fone: (21) 3804-8118
Fax: (21) 2220-5533
Correio eletrônico: editrj@ipea.gov.br

URL: <http://www.ipea.gov.br>

ISSN 1415-4765

Tiragem: 130 exemplares