

THE INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES AS PRODUCTION FACTOR IN THE KNOWLEDGE ECONOMY

As tecnologias da informação e comunicação como fator de produção na economia do conhecimento.

Flavio Morgado, Renato da Silveira Pazotto, Maria Cristina Sanches Amorim

Pontificia Universidade Católica de São Paulo, Brazil

E-mail: fmorgado@pucsp.br; rpazotto@cisco.com; cris.amorim@pucsp.br

Abstract: : This article aims to assess the ICT as a production factor in the Knowledge Economy. Therefore, the modified production function of Robert Solow was, which adds to the neoclassical version the technological developments, was used. Was considered with factor A the percentage of internet use in households. In Brazil, whose percentage of Internet use is 54.2%, the multiplier effect of labor was 38.4%. Compared to countries where the percentage exceeds 90%, the multiplier effect exceeds 60%. Thus, we emphasize the importance of digital inclusion measures adopted by governments, companies and NGOs, so that the work factor is greater in the production function of Brazil.

Key-words: Information and Communication Technology; Information Society; Knowledge Economy; Production Factors.

Resumo: O artigo objetiva avaliar as TIC como fator de produção na economia do conhecimento. Para tanto, foi utilizada a função de produção modificada de Robert Solow, que acrescenta a evolução tecnológica à função de produção. Considerou-se como com fator A o percentual de utilização de internet nos domicílios. No Brasil, cujo percentual de utilização da internet é de 54,2%, o efeito multiplicador do fator trabalho foi de 38,4%. Comparando-se com países em que o percentual supera 90%, o efeito multiplicador ultrapassa os 60%. Assim, reforçamos a importância das medidas de inclusão digital adotadas por governos, empresas e ONG para aumentar a produtividade do trabalho no Brasil.

Palavras-chave: Tecnologia da informação e comunicação; sociedade da informação; economia do conhecimento; fatores de produção

Recebido em: 03/05/2017

Aceito em: 01/09/2017

INTRODUÇÃO

A tecnologia da informação e seu uso como fator de produção para a economia do conhecimento é um tema fundamental para a compreensão dos problemas e oportunidades do século XXI. Para discuti-lo, revisamos a literatura sobre a sociedade do conhecimento à luz da teoria econômica, em particular, das contribuições de Robert Solow.

O artigo objetiva avaliar as TIC como fator de produção na economia do conhecimento. Para tanto, foi utilizada a função de produção modificada de Robert Solow, que acrescenta a evolução tecnológica à função de produção. Considerou-se como com fator A o percentual de utilização de internet nos domicílios.

Autores como Castells (2000) e Webster (2006) são considerados “clássicos” na discussão sobre a informação como característica distintiva do contexto social, econômico e político do mundo, a partir dos anos 70. Dada a popularidade das TIC, expressões alusivas ao fenômeno e suas consequências são comuns e não raro, sem conteúdos definidos. Assim, para o andamento do artigo, é necessário qualificar as terminologias de uso generalizado, tais como “sociedade pré-industrial”, “democracias emergentes”, entre outras.

Freeman (1987) retoma os argumentos de Schumpeter na análise do papel da inovação tecnológica radical (a chamada “destruição criativa”) e de Kondratieff (a noção dos longos ciclos) para mostrar que as TIC não só representam uma nova época, como também trazem benefícios econômicos de longo prazo, apesar do desconforto inicial da adoção. Hall e Preston (1988) apontam para a emergência de um novo “paradigma” econômico-tecnológico, a partir do qual a sociedade da informação é estabelecida. As contribuições desses autores trazem em comum a ênfase nas bases tecnológicas produtivas como definidoras da sociedade da informação.

O artigo está organizado em quatro partes. Na primeira, apresentamos o histórico do tema mostrando as diferentes visões e termos utilizados e o papel da informação como fator que distingue o período a partir dos anos setenta até a primeira década do século XXI. Descrevemos também o papel das tecnologias de informação e comunicação (TIC) e as vertentes tecnológica e econômica definidoras da sociedade da informação. Na segunda, discutimos economia do conhecimento (na qual se insere a sociedade da informação) e a inserção do conhecimento na função de produção. Na terceira, utilizamos a teoria do crescimento econômico de Solow, com destaque para o papel dos avanços tecnológicos de seu modelo. As considerações finais resumem nossas reflexões sobre o tema.

A SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO

Termos como “sociedade pré-industrial”, “democracias emergentes” e mesmo “sociedade da informação” ou “economia do conhecimento” são corriqueiros. Esses supostos conceitos, como muitos outros, habilitam-nos a identificar e começar a entender os elementos essenciais do mundo em que vivemos e do qual emergimos (WEBSTER, 2006, p.1).

O termo “sociedade da informação” indica que estamos passando por um período pelo menos especial e diferente, a partir do momento em que há um padrão de descontinuidade que, segundo Castells (2000), ocorre com a evolução das novas tecnologias, a partir dos anos setenta. Como exemplo, citamos a microeletrônica, as telecomunicações, a optoeletrônica e o desenvolvimento de software. Daí a necessidade de compreender o papel do conhecimento nos avanços tecnológicos, e como as tecnologias da informação passam a ter relevância na economia do conhecimento que por sua vez, engloba a sociedade da informação.

Essas tecnologias, chamadas da informação, têm papel fundamental no compartilhamento da inovação e do conhecimento. A informação é a matéria prima e a tecnologia da informação cria condições para uma transformação tecnológica no processo conhecidas como revoluções industriais. A associação entre conhecimento e TIC impõe que quanto mais próximos forem os locais de inovação, produção e utilização das novas tecnologias, mais rápida será a transformação das sociedades, assim com haverá maior retorno positivo das condições gerais para favorecer futuras inovações (CASTELLS, 2000).

Em linha histórica, os progressos alcançados no pós-guerra com a evolução da tecnologia da informação (invenção do transistor e do computador programável), culminando com a rápida disseminação destas tecnologias nos anos 70, desenham o perfil revolucionário dos avanços tecnológicos concentrados nos Estados Unidos - e até certo ponto na Califórnia - influenciados por fatores institucionais, econômicos e culturais. Neste momento, houve grande impulso competitivo com a desregulamentação do setor de telecomunicações, com o desmembramento da ATT americana, seguido do surgimento de novas redes de telecomunicações, preparando “o terreno para a integração global dos mercados financeiros e a articulação segmentada da produção e do comércio mundial” (CASTELLS, 2000, p.98).

O contexto mundial a partir dos anos 70 promoveu uma interação sem precedentes entre tecnologia e sociedade, criando uma sociedade em rede que perpassa as fronteiras dos países onde se originaram, não só no âmbito empresarial, como no da sociedade de consumo. Vale notar o papel preponderante da aproximação dos centros de pesquisa das universidades (em particular o papel de liderança institucional da Universidade de Stanford) com uma rede eficiente de capital de risco no chamado Vale do Silício, ainda no fim dos anos 50. Em 1988, estimava-se que “o capital de risco representava cerca de metade dos investimentos em novos produtos e serviços associados ao ramo da informática e da comunicação.” (CASTELLS, 2000, p.102).

Autores que descrevem a sociedade da informação e discutem o tema trabalham de forma pouco elaborada sobre sua definição, parecendo ser tão óbvio o significado a ponto de ser dispensável a precisão do significado. Segundo Webster (2006), no afã de se fazer entender ou colocar sentido na interpretação do significado de sociedade da informação, os autores tecem relações com as novas formas de produção econômica, novas formas de interação social e processos inovadores de produção, mas falham em estabelecer como e porque a informação está se tornando um tema central tão importante, e de fato crítico, a ponto de nos conduzir a um novo tipo de sociedade.

Webster (2006) apresenta cinco definições sobre sociedade da informação, ainda que cada uma apresente um critério para apresentar a outra, com evidente circularidade: tecnológica; econômica; ocupacional; espacial e cultural. As definições não são mutuamente exclusivas, embora encontremos autores enfatizando um ou outro fator para apresentar seus contextos particulares.

Com o intuito de limitar o escopo do nosso estudo, vamos nos ater à primeira e segunda definições, necessárias ao entendimento da evolução do tema da sociedade da informação no Brasil, nos últimos dez anos.

Definição tecnológica

Enfatiza o fenômeno das mudanças tecnológicas da sociedade da informação partindo da análise da evolução dessas tecnologias, das inovações ocorridas no final dos anos 70. As novas tecnologias são vistas como os indicadores mais visíveis dos novos tempos e frequentemente conforme mencionado na introdução e nos estudos de Castells (2000), como os sinalizadores da emergência da sociedade da informação. Dentre essas estão televisão por cabo ou satélite, comunicação computador a computador, computadores pessoais, equipamentos de comunicação empresariais, serviços de informação on-line, processadores de texto, de imagem e de vídeo, etc.

Na mesma direção, Tofler (1980) discursava sobre as três “ondas” de inovações tecnológicas, a revolução agrícola, a industrial e a terceira, a revolução da informação, que estaria nos “engolindo”, definindo uma nova maneira de viver.

Para usar a expressão de Tofler, é possível identificar duas fases na revolução da informação, a primeira no final dos anos 70 e início dos anos 80, quando a capacidade computacional dos microprocessadores começou a revolucionar nosso estilo de vida. A segunda fase é mais recente, desde meados dos anos 90 quando do casamento das tecnologias de informação com as tecnologias de comunicações, as chamadas TIC, que estão, segundo Webster (2006), nos conduzindo a um novo tipo de sociedade.

Autores como Negroponte (1995) e Gates (1995) publicaram trabalhos específicos sobre a formatação da nova sociedade devido ao impacto das comunicações por meio dos computadores (e-mail, comunicações de dados on line e a troca de informações entre empresas em tempo real). Nesses discursos, encontrava-se a menção ao crescimento da internet, especialmente quanto à capacidade de promover crescimento econômico, educação e o processo democrático. Regularmente mostrava-se na mídia que “o futuro estaria baseado no surgimento das information superhighways e qualquer um que estivesse fora destas superestradas da informação iria encontrar sua ruína” (ANGELL, 1995, p.10).

Muito está sendo escrito sobre a adoção das tecnologias da internet, especialmente as tecnologias baseadas em banda larga que permitem a conexão dos sistemas de informação sem interrupção da telefonia usual. Com a evolução dos sistemas sem fio, temos o horizonte de comunicações à internet por meio dos telefones celulares, permitindo um mundo conectado o tempo todo, não importando onde e quando. Os primeiros a adotar as novas tecnologias foram a Finlândia, os Estados Unidos e a Coreia do Sul; enquanto Grécia, México e Kenya estão entre os que mais demoraram a adotar o uso da internet (WEBSTER, 2006, p.10).

A tabela 1 mostra o crescimento mundial do número de usuários de internet e a penetração percentual na população nas várias regiões do mundo.

Tabela 1 - Crescimento mundial do número de usuários de Internet no período de 2000-20014

Regiões do mundo	População (2014 Est.)	Usuários Internet Dez. 31, 2000	Usuários Internet 2014	Penetração (% População)	Crescimento 2000-2014	%
Africa	1,125,721,038	4,514,400	297,885,898	26.5 %	6,498.6 %	9.8 %
Asia	3,996,408,007	114,304,000	1,386,188,112	34.7 %	1,112.7 %	45.7 %
Europa	825,824,883	105,096,093	582,441,059	70.5 %	454.2 %	19.2 %
Oriente Médio	231,588,580	3,284,800	111,809,510	48.3 %	3,303.8 %	3.7 %
América do Norte	353,860,227	108,096,800	310,322,257	87.7 %	187.1 %	10.2 %
América Latina e Caribe	612,279,181	18,068,919	320,312,562	52.3 %	1,672.7 %	10.5 %
Oceania / Australia	36,724,649	7,620,480	26,789,942	72.9 %	251.6 %	0.9 %
TOTAL	7,182,406,565	360,985,492	3,035,749,340	42.3 %	741.0 %	100.0 %

Fonte: Internet World Statistics (2015).

De acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a evolução do uso de tecnologias nos domicílios brasileiros é:

Tabela 2 – Evolução do uso de tecnologias nos domicílios brasileiros

-	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Televisão	94,5%	95,1%	95,6%	95,0%	96,9%	97,2%	97,2%
Telefone (Fixo ou Celular)	77,0%	82,1%	84,1%	87,9%	89,9%	91,2%	92,5%
Rádio	88,1%	88,9%	87,8%	81,4%	83,4%	80,9%	75,7%
Microcomputador	26,6%	31,2%	34,6%	38,3%	42,9%	46,4%	48,9%
Microcomputador com acesso à Internet	20,2%	23,8%	27,3%	N.D.	36,5%	40,3%	42,4%
Total de Domicílios (milhares)	55.770	57.557	58.566	57.324	61.292	63.768	65.13

Fonte: PNAD (2007 – 2013)

Os dados da tabela 2 mostram como o Brasil se posiciona perante nações líderes na utilização da internet, como a Dinamarca e Suécia, que atingiram marcas superiores a 90% dos domicílios (Internet World Statistics, 2014).

O crescimento dos pontos de troca de tráfego (PTTs) nacionais e internacionais para bancos, corporações, governos e universidades indicam uma tendência para o estabelecimento de uma infraestrutura tecnológica que permite comunicações instantâneas entre computadores em qualquer parte do mundo e em qualquer horário.

No Japão, desde meados dos anos 60, adota-se como medida de adoção da tecnologia o crescimento da comunidade da informação. O Ministério dos Correios e Telecomunicações do Japão procura medir, desde 1975, o volume e tipo de sistema de transmissão de informações, tais como a quantidade de mensagens telefônicas, os tipos de aparelhos utilizados e a penetração dos equipamentos e sistemas utilizados (HALL e PRESTON, 1988).

Naisbitt (1984, p.28) menciona que “Tecnologia da computação é para a era da informação o que a mecanização foi para a Revolução Industrial”.

É difícil avaliar o quanto um determinado país está inserido – ou fora - na sociedade da informação. O problema é geralmente subestimado pelos pregadores do surgimento das novas tecnologias implicando, “automaticamente”, na sociedade da informação, insistindo que as TIC são o índice mais relevante da sociedade da informação.

Será realmente que a sociedade da informação é aquela em que todos têm um computador pessoal ou acesso a computadores e a internet? Ou será mais apropriado incluir também as novidades tecnológicas com os smartphones, PDA e blackberries, ou mesmo o acesso à rede de TV digital interativa? Será que a adoção individual do consumidor final das tecnologias é relegada a um segundo plano e o que realmente importa é a adoção dessas no âmbito corporativo ou de produção? Será que a propriedade individual realmente mostra o grau de adoção na economia de forma institucional?

As questões mostram, a definição de tecnologia para a avaliação da inserção na sociedade da informação não é uma assertiva direta e simples. Portanto, é forçoso investir mais nas definições e mensuração do uso e do papel da tecnologia para a qualificação da sociedade da informação. Outras objeções parecem quando se avalia afinal, qual o intervalo ideal para medir o impacto da tecnologia na sociedade: anos ou décadas (DICKSON, 1974).

A tecnologia em si parece ter a propriedade de se autoperpetuar, daí ser tratada como uma entidade separada da sociedade, como um elemento invasivo, sem contato com a sociedade durante seu desenvolvimento. Porém, em um contexto mais amplo, as evidências mostram, a tecnologia é parte integral da sociedade e, portanto, decisões sobre pesquisa e desenvolvimento expressam estas prioridades e deste julgamento são produzidas as tecnologias (por exemplo, projetos militares receberam mais orçamento do que os trabalhos desenvolvidos para a saúde por muito tempo durante o século XX). O investimento em tecnologia mostra claramente a marca da sociedade e seus valores (Webster, 2006, p.120).

A partir da definição do uso das tecnologias procuramos mensurar e qualificar o quanto da adoção das tecnologias da informação e comunicação são necessários para nos elevar à condição de sociedade da informação. Sem a base tecnológica não há sociedade da informação, porém apesar de ser condição necessária, não é condição suficiente.

Definição econômica

Uma segunda definição para a sociedade da informação baseia-se no impacto econômico no PIB, dos setores produtivos diretamente relacionados com a informação (educação, publicidade, mídia, serviços) e a indústria das TIC, em si, como produtos.

Jonscher (1999) foi um dos primeiros autores a mencionar que quando a maior parte da atividade econômica de um país é tomada por uma atividade de manuseio da informação, ao invés de uma economia agrícola de subsistência ou de manufatura industrial, estamos diante de uma sociedade da informação.

Machlup (1962) e Porat (1977) seguiram a mesma linha de análise para realizar estudos sobre a economia dos Estados Unidos, consolidando os dados dos setores produtivos. Chegaram à conclusão que quase a metade do PIB produzido nos Estados Unidos era contabilizado pelos setores chamados de informacionais.

Por si só a classificação dos setores leva em conta julgamentos pessoais para a definição de uma indústria do conhecimento, tomando como homogêneas várias atividades econômicas díspares. Com isso não se consegue fechar questão em relação ao impacto quantitativo de uma sociedade da informação na produção de um país contabilizada pelo PIB. De todo modo, é na esteira das discussões sobre a participação relativa dos setores informacionais que surgem as análises da economia do conhecimento. As contribuições das teorias econômicas deslocam a análise do fenômeno de sociedade a informação para economia do conhecimento.

O CONHECIMENTO COMO FATOR DE PRODUÇÃO

A economia do conhecimento, como o nome sugere, aponta o conhecimento como fator de produção da função de produção de inspiração neoclássica (ROMER, 1986; DOWBOR, 1998).

A produção de bens e serviços requer a transformação de recursos (matérias primas, máquinas, instalações e mão de obra) em bens ou produtos finais. Os recursos produtivos, como mão de obra e equipamentos utilizados na fabricação destes bens são chamados de insumos ou fatores de produção, e a quantidade de bens ou serviços produzidos são chamados de produtos da empresa. Para a fabricação de determinados bens é utilizada uma combinação de insumos transformados em produtos finais.

A função de produção é uma representação matemática das várias técnicas de produção que uma empresa pode escolher para realizar suas atividades. Em particular, a função de produção nos mostra a quantidade máxima de produto que a empresa pode produzir, dadas as quantidades de insumos empregado.

A função de produção pode ser escrita como:

$$Q = f(L, K)$$

onde Q é a quantidade de produto, L é a quantidade de mão de obra utilizada e K é a quantidade de capital empregada (BESANKO e BRAEUTINGAM, 2004, p. 147).

A função de produção depende de condições tecnológicas exógenas, que, com o progresso tecnológico, podem variar.

Em particular, o progresso tecnológico se refere a situação em que a empresa pode obter mais produtos a partir de uma dada combinação de fatores de produção, ou equivalentemente, a mesma quantidade de produção, a partir de menos insumos”. (BESANKO e BRAEUTINGAM, 2004, p. 170).

A análise dos fatores de produção, a partir dos ganhos de produtividade de capital e trabalho, é incrementada quando se considera a utilização das novas tecnologias da informação e comunicação. As TIC redefinem a importância do conhecimento na função de produção, à medida que alteram, substancialmente, o acesso dos agentes à informação (CASTELLS, 2000; WEBSTER, 2006).

Para Castells (2000, p.69), “pela primeira vez na história, a mente humana é uma força direta de produção e não apenas um elemento decisivo no sistema produtivo.”, ou seja, o conhecimento se torna fator de produção e estabelece novas implicações para a criação de uma sociedade baseada no conhecimento.

Contrariamente a certas crenças correntes, o conceito de Economia do Conhecimento não gira necessariamente em torno de tecnologias de informação e comunicação. As tecnologias são, apenas, habilitadores da mudança, facilitando a criação de conhecimento em sociedades onde já há uma infraestrutura para a educação e inovação (OECD, 1996).

No modelo neoclássico, os fatores de produção “capital” e “trabalho” são a força motriz da economia, sendo outros fatores, como conhecimento e progresso tecnológico, considerados exógenos. Romer (1986), beneficiando-se das contribuições de outros pesquisadores sobre as causas subjacentes ao crescimento de longo prazo, criticou a função de produção ao apresentar uma nova teoria do crescimento.

Nos modelos neoclássicos de crescimento, a taxa de crescimento de longo prazo é determinada de forma exógena. Em outras palavras, é determinada fora do modelo, assumindo-se, em geral, determinadas taxas de progresso tecnológico e crescimento da força de trabalho. A abordagem, no entanto, não explica a origem do crescimento. O principal pressuposto do modelo neoclássico é que o capital está sujeito a retornos decrescentes levando sempre a economia a convergir para uma condição de estabilidade, com níveis de produtividade da força de trabalho constantes. Evidências empíricas, no entanto, não suportam totalmente esse modelo. Dentre suas limitações inclui-se a falha em não reconhecer o empreendedorismo (que pode ser um catalisador do crescimento econômico) e a vitalidade das instituições (que podem facilitar o crescimento econômico). Adicionalmente, não explica como e por que o progresso tecnológico ocorre. Estas restrições levaram ao desenvolvimento da nova teoria do crescimento ou “crescimento endógeno”, a qual incorpora, à equação do crescimento econômico, o progresso tecnológico e a acumulação de conhecimento. Importância crucial é atribuída a novas tecnologias e ao capital humano. (FREEMAN e SOETE, 2008).

A partir de proposições de Schumpeter (1934; 1942) e Solow (1956; 1957), foram sugeridas mudanças no modelo neoclássico. Paul Romer (1986) propõe que a tecnologia, e o conhecimento no qual é baseada, sejam considerados fatores endógenos, ou seja, parte intrínseca do sistema econômico, sendo o conhecimento considerado o terceiro fator de produção em economias avançadas, elevando o retorno do investimento.

Em economias como a norte-americana, mais de 60% da força de trabalho já é constituída por trabalhadores do conhecimento. Estima-se que, anualmente, os gastos com educação e treinamento nos EUA já totalizem cerca de um trilhão de dólares, ou seja, cerca de 7% do PIB do país. A julgar pela importância do conhecimento nas economias, esse percentual deve continuar crescendo nos próximos anos. (VAHDAT, 2008, p. 31)

Para Dowbor (1988), a produtividade resulta da combinação dos fatores de produção, como capacidade e trabalho, de uma forma específica e ordenada, em função de um objetivo. O conhecimento é fundamental tanto para a definição do objetivo quanto para a correta combinação dos fatores.

A introdução do conhecimento como fator de produção é incômoda, pois não se mede como as outras categorias econômicas. No entanto, não podemos deixar de considerar o papel central que desempenha só porque não aprendemos a medi-lo, de forma adequada (DOWBOR, 1988).

O MODELO DE SOLOW

Solow (1956, p. 65-94) apresentou uma discussão sobre a compreensão do crescimento econômico, o que foi fundamental para que fosse agraciado, em 1987, com o Prêmio Nobel de economia.

O modelo de Solow é construído em torno de duas equações, uma função de produção e outra equação de acumulação de capital. A função de produção descreve a maneira como os insumos (matéria prima, máquinas, equipamentos, prédios, engenheiros e operários) se combinam para criar um produto. Para simplificar, vamos agregar e categorizar esses insumos, em capital, K e trabalho, L, chamando o produto de Y.

Com isso, podemos escrever a função de produção, como sendo a função Cobb-Douglas¹, dada por:

$$Y = F(K, L) = K^{\alpha}L^{1-\alpha} \quad (4.1.1)$$

Onde α é qualquer número, entre 0 e 1.

¹ Charles Cobb e Paul Douglas (1928) propuseram esta forma funcional em sua análise da indústria de transformação dos EUA. É interessante notar que eles argumentaram que essa função de produção, com um valor de $\frac{1}{4}$ para α , se ajustava muito bem aos dados sem considerar o progresso tecnológico.

Este tipo de função tem a característica de ser uma função de produção, que apresenta retornos constantes, à escala²; ou seja, o produto dobrará, se todos os insumos dobrarem. Quando se leva em consideração o crescimento econômico, é importante entender como se comporta o produto, por trabalhador, e ou o produto, per capita.

No modelo, as empresas pagam um salário w , por unidade de trabalho e uma renda r , por unidade de capital. Com isso, temos que as empresas maximizadoras de lucro resolvem o problema da seguinte forma, segundo Jones (2000), na teoria do crescimento econômico, analisando o modelo de Solow:

$$\text{Max } F(K, L) - rk - \omega L \quad (4.1.2)$$

De acordo com as condições de primeira ordem para esse problema, as empresas vão contratar mão de obra até que o produto marginal da mão de obra seja igual ao salário e vão arrendar capital até que o produto marginal seja igual ao preço do aluguel (JONES, 2000).

Na forma matemática, temos:

$$\omega = \frac{\partial F}{\partial L} = (1 - \alpha) \frac{Y}{L} \quad (4.1.3)$$

$$r = \frac{\partial F}{\partial K} = \alpha \frac{Y}{K} \quad (4.1.4)$$

Como $Y = \omega L + r K$, ou seja, o pagamento dos fatores é igual ao valor do produto, então não há lucro econômico e “esse importante resultado é uma propriedade geral das funções de produção, com retornos de escala constante” (JONES, 2000).

Se analisarmos isso, em termos de produto por trabalhador, temos $y \equiv Y/L$ e capital por trabalhador $k \equiv K/L$, então:

$$y = k^\alpha \quad (4.1.5)$$

Isto significa que, quanto mais capital por trabalhador, as empresas geram mais produto por trabalhador, porém, a função apresenta retornos decrescentes em capital por trabalhador, ou seja, a cada unidade adicional de capital que damos ao trabalhador, o produto gerado cresce menos e menos.

² Se $f(aK, aL) = aY$ para qualquer $a > 1$ dizemos que a função de produção apresenta retornos constantes à escala, se $f(aK, aL) > aY$, então a função de produção terá retornos crescentes de escala e se $f(aK, aL) < aY$ apresentará retornos decrescentes de escala.

O modelo de Solow discute, também, sobre o acúmulo de capital, a expressão matemática é dada, por:

$$\dot{K} = sY - dK \quad (4.1.6)$$

Onde: \dot{K} é a variação no estoque de capital, ou $\dot{K} = dK/dt$

sY é o montante do investimento bruto

dK é a depreciação que ocorre no processo produtivo

“De acordo com Solow, supõe-se que os trabalhadores / consumidores poupem uma fração constante, s , de sua renda combinada de salários e aluguéis” (JONES, 2000, p.20).

Aqui, considera-se a economia fechada, ou seja, a poupança é igual ao investimento e a única utilização do investimento, nessa economia, é a acumulação de capital.

Para o estudo da evolução do produto *per capita* desta economia, Solow desenvolve o raciocínio, com o acúmulo do capital *per capita* $k = K/L$ e utilizando o conceito da taxa de crescimento da força de trabalho L/L , e considerando que a taxa de participação da força de trabalho é constante, isto implica que a taxa de crescimento da força de trabalho é igual à taxa de crescimento populacional, que é dada, por “ n ”, que vem da seguinte equação:

$$L(t) = L_0 e^{nt} \quad (4.1.7)$$

Em termos de capital acumulado, por trabalhador, chegamos a:

$$\dot{k} = sy - (n + d)k \quad (4.1.8)$$

Esta equação indica que a variação no capital, por trabalhador \dot{k} , é determinada pelo investimento, por trabalhador sy , que aumenta k , e a depreciação dk , reduz k e agora considerando o crescimento populacional n , que também reduz k .

A cada período aparecem nL novos trabalhadores. Sem novos investimentos, nem depreciação, o capital por trabalhador se reduzirá devido ao aumento da força de trabalho.

Analisando as equações:

$$sy = sk^\alpha \quad (4.1.9)$$

e

$$\dot{k} = sy - (n + d)k \quad (4.1.10),$$

temos que, quando $sy=(n+d)k$ ou seja, quando o montante de investimento, per capita é igual ao novo investimento per capita necessário para manter constante. Neste ponto, o montante de capital por trabalhador permanece constante e tal ponto é chamado de estado estacionário.

Solow demonstrou, neste modelo simples, que no estado estacionário não há crescimento econômico per capita e a produção cresce, de acordo com o crescimento populacional. Para gerar um crescimento sustentado na renda *per capita*, neste modelo, Solow introduz uma nova variável, que é o progresso tecnológico, A , e representa a nova função de produção:

$$Y = F(K, AL) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} \quad (4.1.11)$$

Um ponto importante para o modelo de Solow é que o progresso tecnológico é uma variável determinada por forças externas ao modelo, e são chamadas, assim, de variáveis exógenas. Elas são as variáveis que explicam o modelo, também chamadas de variáveis explicativas.

Neste caso, o progresso tecnológico dado pela variável A , também chamada de índice de tecnologia, acontece quando A aumenta, com o tempo, aumentando, assim, a produtividade de uma unidade de trabalho L .

Sem levar em conta a origem da tecnologia, consideramos que, quando A cresce a uma taxa constante, temos o progresso tecnológico.

Definimos, então, a taxa de crescimento tecnológico, que é dada, por:

$$g = \frac{\dot{A}}{A} \leftrightarrow A = A_0 e^{gt} \quad (4.1.12)$$

Utilizando-se o mesmo raciocínio anterior, temos que a acumulação de capital, neste modelo, com o uso de tecnologia, é dado, por:

$$\frac{\dot{K}}{K} = s \frac{Y}{K} - d \quad (4.1.13)$$

A taxa de acumulação de capital só será constante, se Y/K for constante e, portanto, a taxa de crescimento do produto por trabalhador y e do kapital por trabalhador k , também crescem a uma taxa constante.

Utilizando-se do mesmo raciocínio anterior, temos que a função de produção, com tecnologia, em termos de produto por trabalhador, é dada, por:

$$y = k^\alpha A^{1-\alpha} \quad (4.1.14)$$

Usando a técnica do logaritmo e derivando obtemos:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha \frac{\dot{k}}{k} + (1 - \alpha) \frac{\dot{A}}{A} \quad (4.1.15)$$

Observando a equação (4.1.13), a taxa de acumulação de capital só será constante se Y/K for constante e, portanto, a taxa de crescimento do produto por trabalhador y e do capital por trabalhador k também crescem a uma taxa constante.

Conforme Jones (2000, p. 31), uma situação em que capital, produto, consumo e população crescem a taxas constantes pode ser denominada de trajetória de crescimento equilibrado.

Denominamos taxa de crescimento de um determinado fator x ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado, como g_x ; com isso, a taxa de crescimento do capital por trabalhador é g_k e a taxa de crescimento do produto por trabalhador é g_y . Logo, temos que:

$$g_y = g_k = g \quad (4.1.16)$$

Temos que ao longo desta trajetória de crescimento equilibrado, o capital por trabalhador e o produto por trabalhador crescem à taxa do progresso tecnológico g .

Retomando a discussão proposta por Jones (2000), o modelo com tecnologia revela que o progresso tecnológico é a fonte do crescimento *per capita*, sustentado.

Pode-se obter um crescimento maior, quando se atinge uma taxa de investimento maior que a taxa de crescimento populacional, e o crescimento sustentado se deve ao progresso tecnológico. Sem isso, o crescimento, *per capita* cessa, à medida que temos os retornos decrescentes, em relação ao capital.

Se levarmos em consideração apenas o percentual de domicílios com utilização de internet, independente da velocidade da banda, e aplicarmos na equação 4.1.11 como fator A para o Brasil, e considerando-se $\alpha = 0,25$, temos:

$$Y = F(K, AL) = K^{0,25} (1,424 L)^{0,75} \quad (4.1.17)$$

O efeito multiplicador do fator trabalho, para um percentual de utilização de internet de 54,2% dos domicílios, é de 38,4%. Este percentual não é a variação do PIB do Brasil, e só faz sentido quando comparado com o efeito produzido em outros países (em desenvolvimento, Latino-Americanos, OCDE, BRICS etc.), mantendo-se os demais parâmetros.

A tabela a seguir mostra, a título de comparação, os efeitos multiplicadores nas regiões do mundo e nos seus principais países.

Tabela 3 – Efeito multiplicador do fator trabalho devido à utilização da internet.

Regiões e países do mundo	População (2014 Est.)	Usuários Internet 2014	Penetração (%População)	Efeito multiplicador
AFRICA	1.125.721.038	297.885.898	26,5%	19,3%
Africa do Sul	48.375.645	24.909.854	51,5%	36,6%
Congo	77.433.744	1.703.542	2,2%	1,6%
Egito	86.895.099	46.200.000	53,2%	37,7%
Etiópia	96.633.458	1.836.035	1,9%	1,4%
Nigéria	177.155.754	70.300.000	39,7%	28,5%
ASIA	3.996.408.007	1.386.188.112	34,7%	25,0%
Bangladesh	166.280.712	40.800.000	24,5%	17,9%
China	1.355.692.576	642.261.240	47,4%	33,8%
Coréia do Sul	49.039.986	45.314.248	92,4%	63,4%
Filipinas	107.668.231	44.200.540	41,1%	29,4%
Índia	1.236.344.631	243.000.000	19,7%	14,4%
Indonésia	253.609.643	71.190.000	28,1%	20,4%
Japão	127.103.388	109.626.672	86,2%	59,4%
Paquistão	196.174.380	29.128.970	14,8%	10,9%
EUROPA	825.824.883	582.441.059	70,5%	49,2%
Alemanha	80.996.685	71.727.551	88,6%	60,9%
Dinamarca	5.569.077	5.419.113	97,3%	66,5%
Espanha	47737941	35705960	74,8%	52,0%
França	66.259.012	55.221.000	83,3%	57,6%
Itália	61.680.122	36.058.199	58,5%	41,2%
Portugal	10813834	7015519	64,9%	45,5%
Reino Unido	63.742.977	57.266.690	89,8%	61,7%
Rússia	142.470.272	87.476.747	61,4%	43,2%
Turquia	81.619.392	46.282.850	56,7%	40,1%
ORIENTE MÉDIO	231.588.580	111.809.510	48,3%	34,4%
Arábia Saudita	27.345.986	18.300.000	66,9%	46,9%
Irã	80.840.713	45.000.000	55,7%	39,4%
Iraque	32.585.692	2.997.884	9,2%	6,8%
AMÉRICA DO NORTE	353.860.227	310.322.257	87,7%	60,4%
Estados Unidos	318.892.103	277.203.319	86,9%	59,9%
AMÉRICA LATINA/CARIBE	612.279.181	320.312.562	52,3%	37,1%
Argentina	43.024.374	32.268.280	75,0%	52,2%
Brasil	202.656.788	109.773.650	54,2%	38,4%
Colômbia	46.245.297	28.475.560	61,6%	43,3%
México	120.286.655	59.200.000	49,2%	35,0%
OCEANIA	36.724.649	26.789.942	72,9%	50,8%
Austrália	22.507.617	21.176.595	94,1%	64,4%
TOTAL	7.182.406.565	3.035.749.340	42,3%	30,3%

Fonte: Elaboração dos autores, baseado em Internet World Statistics (2015).

Assim, tornam-se fundamentais as medidas de inclusão digital adotadas por governos, empresas e ONGs, para que o fator trabalho seja potencializado na função de produção do Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O significado de sociedade da informação modificou-se ao longo do tempo. Castells (2000), considerado leitura mandatória nesse campo, qualifica-a como um processo revolucionário de uma nova ordem econômica e social, resultante da concentração geográfica dos locais de inovação, produção e utilização das TIC associada à disseminação da informação.

Webster (2006), por sua vez, descreve a sociedade da informação como novas formas de produção econômica fortemente influenciada pelas TIC que revolucionaram a sociedade, a partir das décadas de anos 70 e 80. Trata o fenômeno em duas vertentes: a tecnológica e a econômica. Na primeira, o foco é a atuação simultânea das tecnologias da informação e evolução nas comunicações; na segunda, o uso e disseminação da informação e da indústria da comunicação, configurando um setor de extrema relevância na produção e circulação de riqueza.

Na vertente econômica acomoda-se também a discussão da economia do conhecimento, essa entendida como fator de produção. Robert Solow reafirma a análise convencional da função de produção constituída pelo trabalho e capital, mas agrega, como elemento endógeno ao modelo, a tecnologia, responsável pelo crescimento per capita sustentado.

No caso brasileiro, a aplicação do Fator A da função de Solow como o percentual de acesso à internet nos domicílios mostrou a necessidade de intensificar as medidas de inclusão digital, sejam por políticas públicas ou por iniciativas de empresas ou ONGs.

REFERÊNCIAS

- ANGELL, Ian (1995). Winner and Losers in the Information Age. LSE Magazine, 7 (1) summer:10-12, London – UK.
- BESANKO, David; BRAEUTIGAM, R. Ronald (2004). Microeconomia , uma abordagem completa, 3 ed., Rio de Janeiro: LTC.
- CASTELLS, Manuel (2000). Sociedade em rede. 8. ed. São Paulo: Paz e Terra, Volume 1.
- DICKSON, David (1974). Alternative Technology and the Politics of Technical Change. Fontana. Morrisville - North Carolina, USA.
- DOWBOR, Ladislau (1998). A Reprodução social. Rio de Janeiro: Vozes, Volume 2.
- FREEMAN, Christopher (1987). Technology, policy, and economic performance: lessons from Japan. Pinter Publishers.
- FREEMAN, Christopher; SOETE, Luc (2008). A economia da inovação industrial. Campinas: Unicamp.
- GATES, Bill (1995). The Road Ahead. Harmondsworth:Penguin, New York, USA.
- HALL, Peter. PRESTON, Pascal. (1988) The Carrier Wave: New Information Technology and the Geography of Innovation, 1846-2003. Unwin Hyman: Boston, USA.
- Internet World Statistics. Disponível em <http://www.internetworldstats.com/stats14.htm>, acesso em 27/02/2015.
- JONES, Charles I. (2000). Introdução à teoria do crescimento econômico, 16 ed., Rio de Janeiro: Elsevier.
- ROMER, Paul M. (1986). “Increasing returns and long-run growth”, Journal of political economy 94 (Outubro):1002-37
- VAHDAT, Henry (2008). Universidade Corporativa: um instrumento à serviço da competitividade. Dissertação de Mestrado, PUC SP.
- WEBSTER, Frank (2006). Theories of the information society, 3rd. Edition. Routledge: New York, USA.