

# O Paradoxo da Produtividade

Jacques Wainer

8/12/2002

## 1. Introdução

Pode-se dizer que a informática, como um fenômeno de mercado, tem por volta de 40 anos. Nos anos 60 e 70 a informática se resumia aos grandes computadores, a fabricantes como IBM, Digital, etc, e a programas de caráter mais empresarial, tais como sistemas de controle de estoque, de recursos humanos, de contas a pagar, etc. Nos anos 80 surgiram os micro computadores e a informática pessoal, isto é programas de uso individual, tais como planilhas, editores de texto, etc. Também é deste período o investimento em redes locais que interligam os vários computadores. E a segunda metade dos anos 90 viu o surgimento da Internet como uma tecnologia de amplo uso, tanto por empresas quanto por indivíduos.

Quanto dinheiro foi investido, por exemplo, nos Estados Unidos nestes 40 anos da era da informática? Segundo o departamento de comércio americano (Department of Commerce 1998, 1999, 2000) a soma de todos os investimentos em computadores nos Estados Unidos, de 1960 a 1998 é de 500 bilhões de dólares (dólar de 1996); em software gastou-se 1 trilhão de dólares (dólar de 1996) e em comunicações, outros um trilhão de dólares. Estes números não dizem muito pois tanto software quanto computadores são substituídos. Se contarmos a desvalorização, etc. o valor acumulado em 1998 dos bens de computadores nos EUA era de 228 bilhões de dólares (em dólares de 1996), e em software, 250 bilhões de dólares.

Quanto, nestes 40 anos, este investimento trouxe de aumento de produtividade, de aumento de riquezas para as empresas e para as nações de modo geral? Não há nenhuma evidencia que a informática trouxe qualquer aumento de produtividade no setor terciário nestes 40 anos. Ou seja, os trilhões de dólares investidos em informática não trouxeram nenhum benefício para quem os investiu. Se pensarmos num nível de tarefas individuais, por exemplo, edição de um texto, parece obvio que editar um texto no computador é muito mais eficiente que editá-lo numa maquina de escrever, principalmente no que se refere a correções de erros: qualquer editor de texto permite que se corrija apenas a palavra que esta errada, em vez de ter-se que redigitar toda a pagina no caso da maquina de escrever. Qualquer editor moderno ainda aponta erros de ortografia e propõe correções. Parece óbvio que produzir um texto deve ser muito mais rápido quando feito através do computador do que usando uma maquina de escrever. Como isso não trouxe benefícios para a produtividade das empresas? Da mesma forma, se pensarmos em sistemas organizacionais tais como sistemas de controle de pagamentos, de conta corrente nos bancos, etc, parece inadmissível que tais sistemas não trouxeram benefício para bancos, por exemplo, ou para grandes companhias de venda em varejo que podem fazer um controle mais rápido e preciso sobre seus estoques. E, no entanto a evidencia empírica aponta para os baixos benefícios da informática no aumento da produtividade, contrariando o senso comum.

Esta aparente inabilidade de investimentos em informática se traduzirem em aumento de produtividade é chamado de paradoxo da produtividade. O paradoxo parece ter sido primeiro tornado público por Robert Solow em 1987 que disse “os computadores estão por toda parte menos nas estatísticas de produtividade”. Desde então o paradoxo tem sido estudado por uns poucos pesquisadores na sua maioria americanos, o que é surpreendente tendo em vista a importância do assunto. Entre os pesquisadores que estudam o fenômeno estão:

- Stephen Roach, economista chefe do banco Morgan Stanley
- Martin Baily, economista do Brookings Institute
- Paul Attewell, sociólogo na New York University
- Paul Strassmann, consultor e ex-diretor de informática do departamento de defesa americano
- Erik Brynjolfsson, economista no MIT
- Thomas Landauer, cientista cognitivo na Universidade do Colorado

É importante notar que os pesquisadores que estudam o paradoxo não são membro de seitas minoritárias dentro da economia: os dados que embasam a existência do paradoxo são dados obtidos pelo Departamento de Estatísticas do Trabalho (DLS) do Departamento de Comercio americano, e mesmo nas publicações de 1999, este departamento concorda com as avaliações que o paradoxo é real, mas aponta otimisticamente para indicações de melhoria. Dos pesquisadores listados acima, apenas Erik Brynjolfsson defende a posição que o paradoxo não existe, mas suas opiniões são recebidas com um grande entusiasmo pelo jornalismo econômico<sup>1</sup>.

O modo como o paradoxo é tratado pela imprensa, e a baixa quantidade de publicações acadêmicas a respeito é, por si só, um fenômeno que merece um estudo mais aprofundado – se trilhões de dólares estão sendo investidos sob a justificativa de aumento de produtividade que não esta acontecendo, por que tão poucas pessoas sabem disso?

Este artigo discutira as evidencias empíricas do paradoxo da produtividade, e discutirá as explicações para o paradoxo aventadas por diferentes pesquisadores, e algumas das contra explicações. A próxima seção discutirá o que é produtividade, a seguinte, fará um pequeno retrato da industria de produção de tecnologia da informação. Depois discutiremos as evidencias macro-econômicas em favor ao parados, e as evidencias baseada em empresas. Finalmente na seção mais longa, discutiremos as varias explicações para o paradoxo. A ultima seção o autor apresenta algumas opiniões pessoais sobre o assunto.

Neste artigo, usaremos a abreviação TI para Tecnologia de Informação, que inclui tanto aspectos de informática (computadores (*hardware*) e programas (*software*)), quanto telecomunicações (equipamento e serviços). A parte empírica do artigo se refere a dados dos Estados Unidos. Os EUA são o país onde dados de investimentos e produtividade parecem ser coletados com maior seriedade ou pelo menos há mais tempo. Todos os pesquisadores na área do paradoxo da produtividade se baseiam em dados americanos. Pelo

---

<sup>1</sup> Fortune, 27 de Junho de 1994 “The productivity payoff arrives”, Business Week, 14 de Junho de 1994 “The technology payoff”, Economist 22 Janeiro de 1994 “What computers are for”, por exemplo.

menos um artigo (Dewan 1998) parece apontar que as conclusões sobre a existência do paradoxo também são validas para outros países industrializados. Por outro lado, a maioria das explicações ao paradoxo pode ser generalizada e talvez transferida ao Brasil.

## 2. O que é produtividade?

Porque nos preocuparmos com produtividade? O senso comum nos diz que existem outras medidas econômicas que são mais importantes que produtividade para o cidadão. Por exemplo, renda familiar, inflação ou desemprego parecem ser medidas econômicas que tem impactos sociais mais importantes. No entanto, segundo a teoria clássica de economia, produtividade é uma medida de extrema importância.

Em termos abstratos, produtividade é uma medida de eficiência na conversão de recursos em bens econômicos, isto é, é a relação entre o que é produzido (bens e/ou serviços) e recursos que são usados para produzi-los. Neste capítulo estamos interessados em produtividade do trabalho, ou do trabalhador, e, portanto, o recurso usado, e, portanto o denominador da relação, são horas totais trabalhadas.

Há várias medidas de produtividade do trabalho, o que por si só gera muito debate e falsas conclusões quando comparamos resultados da literatura. Do ponto de vista macroeconômico, isto é, para todo um país, a medida tradicional de produtividade do trabalhador é produto interno bruto por horas totais trabalhadas. Uma outra medida usada pelo BLS é produto interno de negócios (*business sector output*) por horas totais trabalhadas. O produto interno de negócios nos EUA é por volta de 80% do PIB e não inclui produtos e serviços gerados pelo governo, por instituições que não visam lucro, e pelo trabalho doméstico.

Quando falamos de um setor da economia em particular, por exemplo, montagem de carros, ou produção de frango congelado, pode-se medir produtividade do trabalhador pelo produto interno bruto daquele setor dividido pelas horas totais trabalhadas. Mas isto pode gerar alguma distorção pois como um todo aquele setor precisa adquirir serviços ou insumos de outros setores da economia. Por exemplo, a montagem de carros compra peças de fornecedores, vários tipos de aço, etc. Portanto sempre que possível, deve-se calcular produtividade como o valor agregado (isto é, o valor do bem produzido menos o custo dos insumos necessários para produzir o bem) dividido pelas horas totais trabalhadas.

Existe uma outra medida de produtividade que é relevante quando se fala sobre TI. Os ganhos de produtividade podem ser divididos em duas partes: ganho devido ao investimento de capital no trabalho (ou no trabalhador) e ganhos devido a técnicas, tecnologias, engenharia, etc. Ou seja, o ganho de produtividade num porto pode ser devido a compra de um guindaste novo (ganho devido ao capital), ou porque se organizou os guindastes existentes de um tal jeito que é possível descarregar navios mais rapidamente (ganho devido a técnica ou a mudanças na organização do trabalho). Este último componente é chamado de produtividade multi-fatorada (*multi-factor productivity* – MFP) ou fator total de produtividade (*total factor productivity* –TFP). Os pesquisadores que trabalham com produtividade de TI tendem a concordar que os ganhos de TI deveriam

aparecer como produtividade multi-fatorada; isto é, TI causaria uma mudança na forma de trabalho. Eu discordo desta posição. Parece-me que investimento em TI para um trabalhador de informação deveria ser comparável a comprar um guindaste para um estivador; são investimento de capital em ferramentas que aumentam a produtividade do trabalhador que as usa.

Quando falamos de uma empresa em particular, as medidas de produtividade do trabalho mais comuns são: faturamento por horas totais trabalhadas, faturamento por funcionário, lucro por funcionário ou lucro por horas totais trabalhadas.

Por outro lado quando pensamos em tecnologia de informação, em particular em aquisição de TI numa empresa, pode-se entender isto como um investimento que esta sendo feito pela empresa; neste caso estamos interessados na produtividade do investimento, ou seja, quanto dinheiro vai ser ganho tendo em vista o investimento que se pensa em fazer em TI. É claro que o dinheiro que vai ser ganho virá de ganhos na produtividade do trabalhador que possuirá mais ferramentas computacionais (computadores, software, infra-estrutura, etc) para executar suas tarefas. Mas do ponto de vista de uma decisão empresarial, investir em TI deve ser tratado como qualquer investimento. Produtividade de investimentos são medidas pelo ROI (*return on investment*) que é a relação entre o dinheiro que se espera ganhar (por ano) e o que foi investido. Um ROI de 40% significa que a cada ano espera-se ganhar 40% do que foi investido. Outra forma de medir ROI é o período que levará para que os ganhos compensem os investimentos. No exemplo anterior o ROI seria de 30 meses, isto é, depois de dois anos e meio o investimento já se pagou e a partir daí ele passa a “dar lucro”.

### **Porque produtividade?**

Existem duas razões porque a produtividade é uma medida de extrema importância. A primeira é que na economia clássica, o aumento de produtividade é um dos limites para o crescimento real da economia. A idéia é a seguinte: a economia de uma nação esta limitada apenas pela sua capacidade de produzir, quem produz mais tem uma economia maior. Então o aumento da economia se da por duas razões: 1) ou mais trabalhadores entraram no sistema produtivo, e, portanto estes trabalhadores extras produzem mais e, portanto a economia cresceu, ou 2) ou a produtividade dos trabalhadores aumentou, isto é, os mesmos trabalhadores agora produzem mais e, portanto de novo a economia. Assim, no caso clássico o aumento de economia é a soma do aumento de produtividade com o aumento (proporcional) da força de trabalho: se a produtividade aumentou 2% e a força de trabalho outros 1%, a economia então pôde crescer 3%. Além do mais, aumento de produtividade é classicamente a única forma de tornar um bem ou serviço mais acessível: o aumento da força de trabalho aumenta a produção de um bem, mas o custo “mínimo” deste bem não diminui com o aumento do numero de trabalhadores que o produzem. Apenas com o aumento de produtividade na produção do bem causaria uma diminuição no custo de produção do bem e o tornaria mais acessível. Por outro lado, o aumento de produtividade normalmente gera num primeiro momento um maior desemprego: se uma empresa pode fazer o mesmo numero de bens com o mesmo numero de funcionários, ela despedirá os

funcionários extras. Talvez por causa desta forte correlação entre produtividade e desemprego (ou pelo menos um desemprego inicial), pessoas preocupadas com o bem social não dão a atenção devida à produtividade.

É claro que a economia real é mais complexa que isto, mas de um certo modo tanto o crescimento da força de trabalho, como o aumento da produtividade, são, talvez, os fatores básicos de um crescimento real e prolongado da economia. Por exemplo, nos anos 70 e 80 quando se falava de uma perda do poderio econômico dos Estados Unidos frente ao Japão e talvez a Alemanha, o que se falava como sendo as causas desta perda era exatamente os baixos ganhos de produtividade americanos em relação aos japoneses, especialmente os devidos ao uso de tecnologias de fabricação (robôs etc) e os devidos ao aumento de qualidade. As visões de uma “nova economia” ou pelo menos um novo ciclo de liderança econômica americana que surgiram em 1999 vem principalmente da avaliação do aumento de produtividade da economia americana no período 1995-2000.

A segunda e talvez mais importante razão para se falar em produtividade é que produtividade é a medida pela qual se deve julgar, comparar, e avaliar tecnologias. O principal objetivo (do ponto de vista clássico) de desenvolver ou comprar uma tecnologia é o aumento de produtividade. A principal razão para comprar um guindaste para o dono de um porto é que o guindaste permite que faça mais como, por exemplo, descarregue *containers* mais pesados, ou faça o mesmo serviço que antes com custos menores.

### **3. Indústria de produção de TI**

Certamente a área de produção de TI se beneficia da crença que a tecnologia de informação é necessária ou contribui para o aumento da produtividade de nações e empresas. Uma visão mais limitada de TI incluiria os fabricantes e vendedores de computadores e outros equipamentos correlatos (impressoras, equipamento de redes, etc), e fabricantes e vendedores de software. Provavelmente deveríamos também incluir toda a área de prestação de serviços de informática, desde consultorias, manutenção, escolas especiais, etc. Mas, uma visão mais ampla das tecnologias de informação inclui também as telecomunicações, tanto a produção de equipamento de telecomunicações (telefones, cabos, transmissores, centrais telefônicas, etc) quanto o fornecimento do serviço.

No entanto, o departamento de comércio americano inclui outras áreas de negócios como componentes do setor de produção de TI. Em particular a área de transmissão de rádio e televisão, TV a cabo, etc, e a produção de bens nestas áreas (televisores, rádios, equipamento de transmissão). No geral as áreas de produção de TI são classificadas em 4 grandes famílias:

1. Indústria de hardware:
  - 1.1. Computadores e equipamentos
  - 1.2. Venda (atacado e varejo) de computadores e equipamentos
  - 1.3. Maquinas de escritório
  - 1.4. Meios de gravação magnéticos e óticos
  - 1.5. Válvulas e tubos de TV
  - 1.6. Placas de circuito impresso

- 1.7. Semicondutores
- 1.8. Componentes eletrônicos passivos
- 1.9. Equipamento industrial para medição
- 1.10. Instrumentos de medição elétrica
- 1.11. Instrumentos analíticos de laboratório
- 2. Software/Indústrias de serviço
  - 2.1. Serviços de programação
  - 2.2. Software embalado (*prepackaged software*)
  - 2.3. Venda (atacado e varejo) de software
  - 2.4. Projeto de sistemas integrados
  - 2.5. Processamento por computador, preparação de dados
  - 2.6. Serviços de recuperação de informação
  - 2.7. Gerenciamento de serviços de computador
  - 2.8. Aluguel de computadores
  - 2.9. Manutenção e conserto de computadores
  - 2.10. Serviços relativos a computadores
- 3. Equipamentos de Comunicação
  - 3.1. Equipamento de áudio e vídeo domésticos
  - 3.2. Equipamento telefônico
  - 3.3. Equipamento de rádio e televisão
- 4. Serviços de comunicação
  - 4.1. Comunicações telefônicas e telegráficas
  - 4.2. Transmissão de rádio e televisão
  - 4.3. TV a cabo e outros serviços de TV paga

Os setores acima correspondem, na média entre 1990 a 1997, a 8.2% do PIB privado, não agrícola, americano (sem contar agricultura, o governo e atividades de organizações que não visam o lucro). Deste grupo, os que produzem bens físicos (itens 1 e 3), correspondem a 2% do PIB privado, não agrícola dos EUA e o subconjunto que produz serviços (itens 2 e 4) corresponde a 6.2%.

Em 2000, o setor de produção de TI foi responsável por 30% do crescimento de economia americana naquele ano. Além disso, este setor tem crescido 10% ao ano nos EUA (DE-2000). Em 1998 as empresas de produção de TI empregavam nos EUA 5.2 milhões de pessoas, ou 4% da força de trabalho americana, com um salário médio anual de US\$ 58.000,00 (o salário médio americano em 2000 foi de US\$ 31.400,00 ao ano).

A importância de TI na economia americana pode ser vista de outras perspectivas. Em 2000, as dez maiores empresas americanas em termos de valor de mercado de suas ações são na ordem: Microsoft, Cisco, GE, Intel, Exxon, Oracle, Lucent Technologies, Wall-Mart, IBM, AT&T. Destas, Microsoft, Cisco, Intel, Oracle, Lucent, IBM e AT&T são da área de produção de TI<sup>2</sup>. Se listarmos as dez maiores fortunas pessoais nos EUA, de novo os dois primeiros colocados são donos de negócios de produção de TI.

---

<sup>2</sup> Revista Forbes ([www.forbes.com](http://www.forbes.com)), acessada em 2000.

Vender TI é um bom e crescente negocio. A questão é se comprar TI é ou não um bom negocio.

#### 4. O Paradoxo -- Evidencias macroeconômicas

Para verificar se a tecnologia de informação traz algum beneficio à produtividade seria preciso, idealmente, verificar quais atividades dentro das empresas fazem maior uso das TI, verificar se houve aumento de produtividade com o uso de TI, e finalmente verificar qual a contribuição que estas atividades trazem para o aumento de produtividade da nação ou para a lucratividade das empresas. Infelizmente não ha dados com tal nível de precisão, embora veremos mais abaixo pelo menos uma tentativa de derivar aproximações para tais dados.

Uma segunda alternativa seria verificar quais os setores da economia fazem maior uso de TI, e verificar se houve ou não aumento de produtividade nestes setores, se possível extraindo os outros fatores que poderiam ter causado também um aumento ou diminuição da produtividade. Esta é a linha de investigação mais adotada.

O Departamento de Comercio americano usa duas definições para o termo “fazem maior uso de TI” no parágrafo acima. Uma definição é a porcentagem de investimento em TI frente todos os investimentos das empresas de um setor; neste caso, um setor da economia “faz maior uso de TI” porque TI corresponde a uma parcela importante dos investimentos que o setor faz. A segunda definição é o valor de investimento em TI por funcionário; neste caso, um setor “faz maior uso de TI” se o investimento em TI por funcionário é alto.

Se selecionarmos os 15 setores com maior proporção de investimento em TI sobre investimento total e os 15 setores com maior investimento em TI por funcionário, usando dados de 1998, segundo o Departamento de Comercio, o resultado será a seguinte lista de 20 setores de atividades que são os maiores consumidores de TI. O total de setores não soma 30 pois vários setores aparecem em ambas as listas.

telecomunicações	produção de instrumentos
transmissão de TV e radio	bancos ( <i>depository</i> )
produção de filmes	oleodutos
serviços legais	produtos químicos
seguradoras ( <i>carriers</i> )	negócios imobiliários ( <i>real state</i> )
investimentos ( <i>security and commodity</i> )	seguradoras ( <i>agents and brokers</i> )
serviços de negócios	investimentos ( <i>nondepository</i> )
serviços de saúde	produtos de petróleo e carvão
investimentos ( <i>holding and investment offices</i> )	equipamento eletrônico
atacadistas ( <i>wholesale</i> )	outros serviços

**Tabela 1: Vinte setores que mais consomem TIs**

Este conjunto apresenta algumas peculiaridades devido a definição ampla de TI adotada pelo DC. Por exemplo, serviços de transmissão de radio e TV (item 2 acima) aparece na lista de setores de produção de TI também dos consumidores de TI: para transmitir radio e TV as companhias usam uma grande quantidade de equipamentos de transmissão, tanto como porcentagem dos equipamentos totais, e quanto em investimento por empregado.

O setor de consumidores de TI corresponde a 48.2% do PIB privado dos EUA, onde os produtores de bens correspondem a 5% e os de serviço a 43.2%. Entre os consumidores de TI os setores de serviços são os mais significativos tanto em número de setores, quanto em porcentagem do PIB. Isto parece concordar com a visão de senso comum que computadores e telecomunicações são comprados e usados como suporte para atividades de escritório, para prover ferramentas para “trabalhadores de informação” ou “trabalhadores de conhecimento”, tipicamente associados a trabalhadores da área de serviços.

E é exatamente este o problema. O setor de serviços, o grande consumidor de TI, não tem tido ganho de produtividade significativos. A tabela abaixo, dados do Department of Commerce (1999), resume os ganhos de produtividade dos setores que produzem, os que consomem e os que não são muito TI intensivos, para o período de 1990 a 1997.

Setor	Ganho de produtividade media anual (1990 a 1997)
Setor privado, não agrícola	1.4
<b>Produtores de TI</b>	<b>10.4</b>
bens	23.9
serviços	5.8
<b>Consumidores de TI</b>	<b>-0.1</b>
bens	2.4
serviços	-0.3
<b>Não TI intensivos</b>	<b>1.1</b>
bens	1.3
serviços	1.3
<b>Todos os setores não produtores de TI</b>	<b>0.5</b>

**Tabela 2 Ganhos de produtividade médios anuais por setores.**

Ou seja, os setores consumidores de TI tomados como um todo, não tiveram nenhum ganho de produtividade durante o período de 1990 a 1997. Destes setores, os produtores de serviços, os principais consumidores de TI tiveram uma perda de produtividade de 0.3% ao ano. É curioso notar que os produtores de serviços que não são grandes consumidores de TI tiveram algum ganho de produtividade no mesmo período.

Para os outros anos no período 1970 a 2000, infelizmente os dados disponíveis não estão agrupados nos grupos acima (produtores de TI, bens e serviços, consumidores de TI, bens e serviços, e não TI intensivos, bens e serviços). Mas a tabela abaixo resume para os vários

setores, com detalhe maior para o setor de serviços, os ganhos de produtividade media anual para os períodos de 1960 a 1973, 1973 a 1997, e o período de 1987 a 1997.

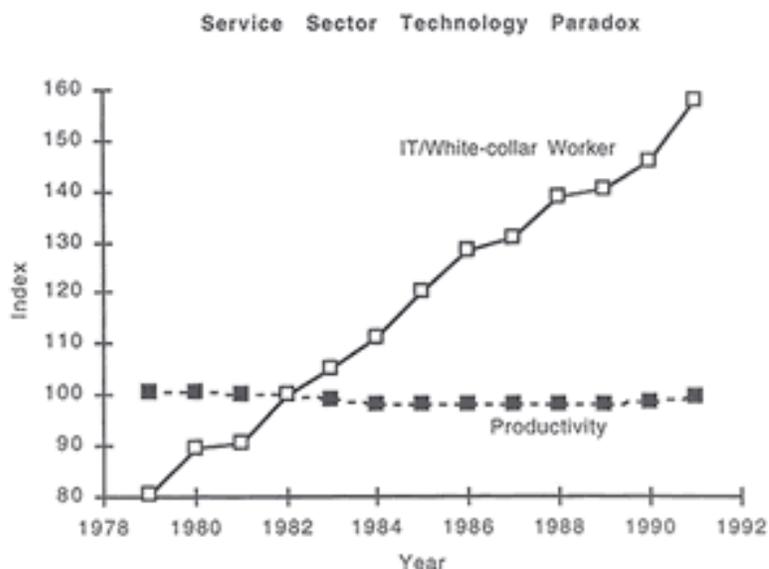
Setores	1960-1973	1973-1997	1987-1997
<b>Total setor privado</b>	<b>2.5</b>	<b>0.9</b>	<b>1.1</b>
<b>Agricultura</b>	<b>3.9</b>	<b>3.8</b>	<b>2.2</b>
<b>Mineração</b>	<b>3.6</b>	<b>1.2</b>	<b>4.4</b>
<b>Construção</b>	<b>-2.1</b>	<b>-0.7</b>	<b>-0.1</b>
<b>Manufatura</b>	<b>3.3</b>	<b>2.7</b>	<b>2.9</b>
duráveis (menos eletrônicos)	3.7	2.4	2.5
eletrônicos	0.2	5.8	8.7
não duráveis	3.6	2.1	1.3
<b>Serviços</b>	<b>2.2</b>	<b>0.4</b>	<b>0.7</b>
transportes	3.2	0.9	0.8
comunicações	5	3.9	2.9
utilidades(utilities)	4.8	1.5	3.8
atacadistas	3.3	2.9	4
imobiliária	2	0.8	1.6
finanças	1.3	0.5	1.6
outros serviços	1.3	-0.5	-0.7
Serviços			
bancos(depository and nondep)	0.2	-0.3	-0.3
security and commodities brokers	0	4	8.8
seguradores (carriers)	1.9	-0.1	4.6
seguradoras (agentes)	0.2	-0.8	-0.3
holding and investment	0.1	-0.3	0
serviços de negócios	-0.2	-0.4	0
serviços de saúde	0.6	-1.5	-2.2
serviços legais	0.9	-2.5	-0.8
serviços educacionais	0	-0.5	-0.9

**Tabela 3 Ganhos de produtividade para vários setores.**

Resumindo, os setores que mais compram tecnologia da informação, que são setores de serviços, na sua maioria, não tiveram ganhos de produtividade significativos, quando comparados com os setores que não são grandes compradores de TI e quando comparados com o período pre-1973.

Roach (1992) em vez de estudar a produtividade de setores da economia, tenta avaliar a produtividade dos trabalhadores de escritório, ou trabalhadores da informação, que em principio são os principais consumidores de TI. A figura abaixo mostra que, de 1979 a 1992, houve um crescimento linear do capital investido num trabalhador de escritório enquanto que a produtividade deste trabalhador se manteve constante. Ou seja, embora tenha havido um crescimento nos investimentos para prover os trabalhadores de escritórios com ferramentas computacionais, não houve nenhum ganho de produtividade para estes

trabalhadores. Outros estudos mostram que a produtividade dos trabalhadores de chão de fábrica (*blue collar*) cresceu no período.



**Figura 1: Comparação entre investimentos em TI e produtividade do trabalhador de escritório (fonte: Landauer 95 citando Roach 82).**

O período de 1995 a 2000.

O período de 1995 a 2000 apresenta ganhos de produtividade em relação ao período pós-1973 em geral. O crescimento da produtividade americana entre 1997 a 1999 foi de mais de 3% ao ano, bem maior que a média entre 1973 a 1997. Tal ganho de produtividade global trouxe um otimismo que foi batizado de “A Nova Economia”. Uma das idéias por trás da “Nova Economia” seria que finalmente as TI estariam manifestando seus ganhos em produtividade. Alguns autores, e jornalistas até declararam que o paradoxo da produtividade estava finalmente resolvido, tendo em vista a declaração do presidente do Banco Central americano que “...as TI começaram a mudar a forma que fazemos negócios e criamos valor, de forma imprevisível há cinco anos atrás, e aparentemente aumentou a produtividade multifatorada e portanto a aceleração da produtividade do trabalho<sup>3</sup>”.

Neste artigo não discutiremos mais a Nova Economia<sup>4</sup>. É claro que a empolgação com a nova economia e com a possível resolução do paradoxo da produtividade diminuiu muito desde a queda da bolsa Nasdaq e o fim do *boom* das ponto-com. Artigos mais recentes, por exemplo (FMI 2001), argumentam que no final os ganhos de produtividade durante o

<sup>3</sup> “... information technologies have begun to alter the manner in which we do business and create value, often in ways not readily foreseeable even five years ago...and, as a consequence, has apparently added to growth of multifactor productivity, and thus to labor productivity acceleration” Alan Greenspan, em palestra ao Federal Board of Chicago em 6 de Maio de 1999.

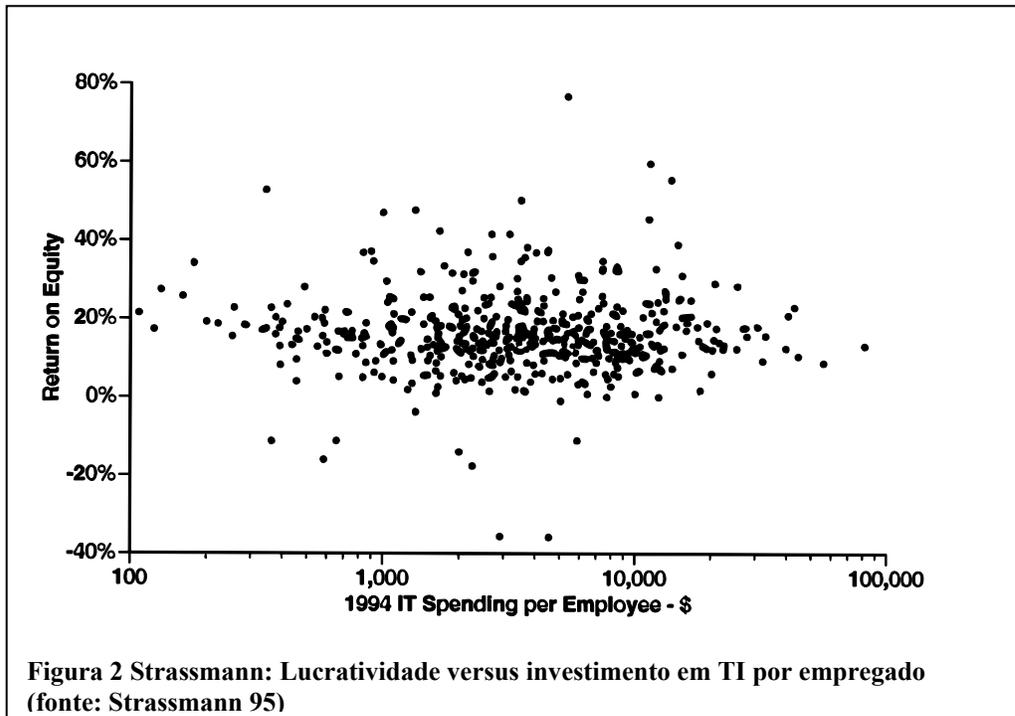
<sup>4</sup> Pochmann neste volume apresenta uma discussão sobre a Nova Economia.

período da Nova Economia podem ser explicados por uma combinação de mudanças cíclicas na produtividade e os ganhos extraordinários de produtividade no setor de produção de TI, mais especificamente no setor de fabricação de hardware.

## 5. O paradoxo -- Evidencias baseadas em empresas

Nenhuma pesquisa macroeconômica contradiz as evidencias apresentadas acima, embora como veremos, há autores que argumentam que tal informação macro econômica talvez seja errônea. Algumas explicações para o paradoxo afirmam que os investimentos em TI não causam aumento de produtividade pois são de cunho competitivo. Por exemplo, se investimentos em TI permitem uma empresa ofereça serviços novos aos seus clientes e, portanto permite que esta empresa compita melhor no mercado, tais investimentos não causariam mudanças nas medidas macro-economicas do setor. Isto porque todo o investimento que transfere mercado de uma empresa para outra do mesmo ramo não aumenta a produtividade do setor; apenas redistribui as rendas entre as empresas.

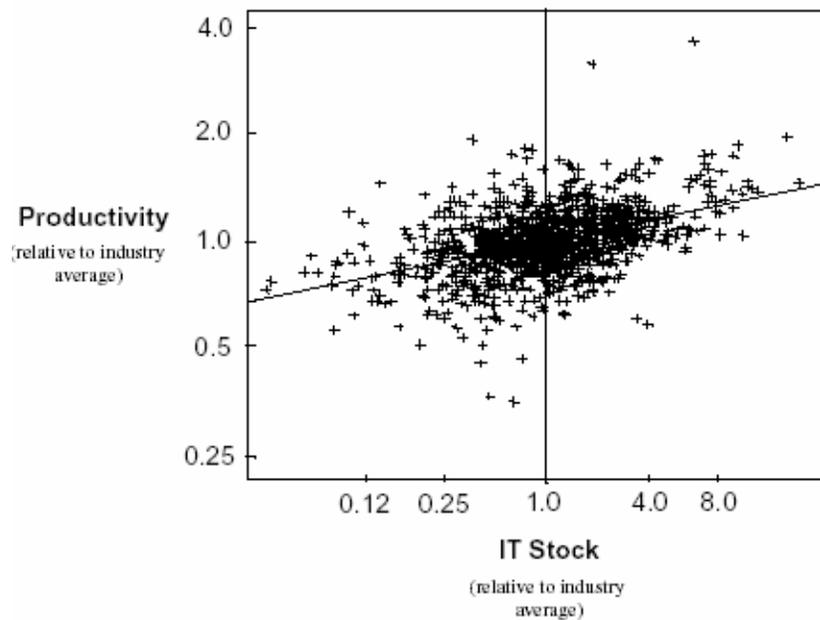
Portanto, uma investigação no nível de empresas poderia fornecer outras indicações dos efeitos positivos de investimentos em TI. Strassmann talvez tenha sido um dos primeiros pesquisadores a tentar medir correlações entre investimento em TI e lucratividade. Embora a pesquisa publicada dele não seja muito sofisticada em termos do ferramentas estatísticas usadas, Strassmann faz afirmações do tipo: não existe nenhuma correlação entre nível de gastos em TI e lucratividade, medida de varias formas. Os dados de Strassmann são de empresas clientes da sua firma de consultoria e incluem empresas de manufatura, vendas, bancos, entre outros. A figura abaixo é um exemplo típico das afirmações de Strassmann. Lucratividade é medida em “*return on equity*” que é o lucro das empresas menos “uma remuneração justa” para os acionistas da empresa. A idéia é que os acionistas “emprestaram” dinheiro para a empresa, e portanto devem receber uma remuneração justa por este “empréstimo”. Por “remuneração justa”, no Brasil, por exemplo, poderia se pensar na remuneração da caderneta de poupança que é um investimento sem risco; nos EUA poder-se-ia usar as obrigações do tesouro americano. O gráfico abaixo se refere ao dados de 1994 de 486 empresas de vários setores. Strassmann afirma que se obtém gráficos semelhantes quando usa outros anos, e outros conjuntos de empresas.



Erik Brynjolfsson, em vários artigos (Brynjolfsson 93, 96a, 96b, 98) tem obtido conclusões diferentes das de Strassmann. Em uma pesquisa, Brynjolfsson obtém uma correlação pequena porém positiva entre investimento em TI e produtividade multi-fatorada. A figura 3 abaixo representa resultados típicos da pesquisa de Brynjolfsson, que deve ser comparada com a figura similar de Strassmann. A figura se refere a dados de 1988 a 1992, para várias empresas. As diferenças entre as figuras são:

- No eixo vertical, Brynjolfsson usa produtividade multifatorada, Strassmann uma medida de lucratividade. Na verdade, Brynjolfsson usa a relação entre a produtividade da empresa e a produtividade média do setor.
- No eixo horizontal Brynjolfsson usa a relação do investimento em hardware das empresas com a média de investimento do setor, enquanto que Strassmann usa uma escala logarítmica de investimento total em TI por empregado.

- Strassmann usa dados de apenas um ano 1994, Brynjolfsson usa dados de menos empresas, mas de vários anos. Assim uma empresa aparece com vários pontos no gráfico, um para cada ano.
- Strassmann usa dados de empresas de diferentes setores, Brynjolfsson não é claro sobre de que setores da economia suas amostras são retiradas.
- Strassmann não afirma nada sobre análises estatísticas, além do fato que ele “não achou nenhuma correlação”, Brynjolfsson afirma que a correlação que ele encontra é estatisticamente significativa.



**Figura 3 : Brvniolfsson: Produtividade versus investimento em TI**

Além de correlação entre produtividade multi-fatorada e investimentos em TI, Brynjolfsson verifica que empresas que tem uma estrutura de funcionamento com menos níveis hierárquicos tentem a ter uma correlação maior entre produtividade e TI, enquanto empresas com muitos níveis hierárquicos, tendem a ter uma correlação negativa, isto é mais investimentos em TI resulta em menos produtividade.

Em outras pesquisas, Brynjolfsson calcula o ROI de investimentos em TI, isto é, quanto estes investimentos geram de dinheiro por ano. Os detalhes dos dados e da metodologia usada não são claros, mas Brynjolfsson obtém resultados de um ROI de 60% em investimentos em TI para empresas de manufatura. Isto significa que \$1000,00 de investimento rendem \$600,00 por ano (em produção) que é um ROI extremamente alto (os ROI usuais são de 10%).

Finalmente Brynjolfsson calcula quanto cada dólar investido em TI reflete no valor das ações de uma empresa. Comparando-se varias empresas do mesmo setor, e dentro da suposição que o valor de mercado, isto é o valor das ações de uma empresa são uma medida

correta de como o mercado avalia a empresa, Brynjolfsson calcula que \$1,00 de gastos em TI aumentam em \$10,00 o valor de mercado da empresa.

Claramente existe uma contradição entre os resultados de Strassmann e de Brynjolfsson. Não apenas estes, mas Brynjolfsson (93) sumariza várias pesquisas de produtividade de TI em nível de empresas e mostra que a maioria deles não concorda com os resultados dos outros.

Em resumo, embora haja muito mais divergências nos estudos baseados em empresas que nos estudos macro econômicos, no mínimo pode-se dizer que há evidências contraditórias sobre se investimento em TI traz algum benefício para a lucratividade (ou produtividade) das empresas<sup>5</sup>.

## 6. Explicações

Se o paradoxo da produtividade é real, como é possível explicá-lo? Se o senso comum nos diz que computadores ajudam as nossas atividades, onde este ganho de produtividade esta sendo perdido para que não seja notado nos níveis macro econômico e mesmo de empresas individuais?

As explicações para o paradoxo são na sua maioria teóricas, no sentido que elas não são fundamentadas em dados empíricos. Desta forma é difícil dizer quais das explicações é a mais correta, ou qual explica a maior porcentagem da “perda de produtividade”. Certamente todas as explicações tem algum impacto na perda de produtividade das TI, provavelmente com diferentes pesos em diferentes empresas, ramos de negócios e países.

As explicações podem ser classificadas nas seguintes famílias, tendo em vista o nível onde elas identificam a perda de produtividade:

- Macro-econômica. Explicações macro econômicas se baseiam no fato que o paradoxo na sua versão mais conhecida é um fenômeno macro-econômico. Por exemplo, vários autores comentam que as estatísticas governamentais são inapropriadas para medir a produção do setor de serviços.
- Inter-organizacional. A explicação neste nível diz que investimentos em TI são investimentos de cunho competitivo e não produtivo. Ou seja, se investe em TI para competir com os concorrentes e isso não traz ganhos de produtividade.
- Organizacional. Alguns autores e algumas pesquisas empíricas parecem indicar que TI por si não é uma tecnologia que possa gerar diretamente ganhos de produtividade, mas que ela é útil na medida que propicia outras transformações dentro da empresa, principalmente transformações nos processos de negócios e nas estruturas hierárquicas. As explicações organizacionais afirmam que TI propicia a mudança das organizações e é isto que traz ganhos. Enquanto tais transformações não acontecem, não há ganho de produtividade.

---

<sup>5</sup> No entanto veja no capítulo de Meirelles, neste volume, o relato de uma pesquisa que mostra uma correlação positiva entre investimento em TI e lucratividade em bancos brasileiros.

- Gerencial. As explicações gerenciais, na sua maioria levantadas por Strassmann, centram nos custos visíveis e invisíveis das TI, principalmente no que se refere a projetos de sistemas organizacionais.
- Programas. As explicações neste nível criticam como os sistemas atuais foram desenvolvidos, a dificuldade em operá-los e a “perda de produtividade” que isto causa.

É claro que a fronteira entre estes níveis de explicações é meio nebulosa.

### ***Explicações macro-econômicas***

**Erros de medição:** A principal explicação macro econômica é que para o setor de serviços é muito difícil medir o que seria a produção. O próprio BEA, que coleta a maioria das informações usadas pelos pesquisadores, aponta para as limitações do seu método de coleta de dados para o setor de serviços. Em particular para a área bancária, o BEA não mede o valor produzido diretamente mas calcula-o, assumindo que não há ganho de produtividade algum, baseado no tamanho da força de trabalho. Portanto qualquer cálculo do ganho de produtividade nesta área será por força de construção nulo. Outras áreas como seguros, planos de saúde, etc são consideradas pelo BEA como áreas difíceis de medir.

*Comentário.* Uma resposta a esta explicação aponta para o fato de que os erros de medidas são provavelmente proporcionais, isto é se pode-se dizer que uma porcentagem fixa da produção do setor terciário não esta sendo levada em conta nas estatísticas oficiais. Isto, por si só, não resolve o paradoxo. Se por exemplo 50% da produção do setor terciário não esta sendo levada em consideração pelos métodos de coletas do BEA, isto não traz conseqüências para o calculo do ganho de produtividade pois o que é computado é a variação da produção. Se a produção do setor terciário num ano foi medida como X, que significa que na realidade foi 2X, e no ano seguinte foi medida como Y, então o ganho de produtividade real é  $(2Y-2X)/2X$  dividido pelo numero de empregados do setor. Isto é igual a  $(Y-X)/X$  dividido pelo numero de empregados no setor, que é exatamente o ganho de produtividade usando os dados medidos em vez dos valores reais. Finalmente se os erros de medição do setor terciário forem uniformes para o setor e constantes no tempo, resta ainda explicar porque os setores de serviço que não são fortemente dependentes de TI tiveram algum aumento de produtividade no período de 90 a 97, como ilustra a tabela 1, e porque houve um decréscimo dos ganhos de produtividade depois de 1973.

Roach comenta que horas trabalhadas no setor terciário são subavaliadas e subreportadas ao BEA, principalmente com a introdução de tecnologia como computadores em casa, celulares, fax, etc. Segundo Roach é provável que medições inferiores que o real de produção do setor terciário sejam compensadas pelas medições inferiores que o real em horas trabalhadas.

Por outro lado existem evidencias que indicam que se há erro de medidas da produção do setor de serviços, este erro não pode ser muito alto. Baily and Gordon (1988) encontraram erros de medição nos setores bancários e de companhias aéreas. Mas eles afirmam que tais erros provavelmente existiam para os dados pre-1973, e portanto existe uma perda real nos

ganhos de produtividade. Eles avaliam que tais erros contribuiriam no máximo com 0.2 pontos percentuais (ou seja, soma-se no máximo 0.2 nas percentagens de ganho de produtividade). Landauer propõe um outro argumento que de uma certa forma limita o possível erro de medição dos setores terciários. Segundo ele, se erros são responsáveis pelas quedas do crescimento de produtividade após 1973, então em 1995 o PIB real dos EUA seria um trilhão de dólares maior que o “medido” e que esta diferença seria percebida.

Finalmente pode-se argumentar que metodologicamente isto é uma desculpa após o fato, pois são exatamente estas áreas difíceis de medir que mostram nenhum ou ganhos negativos de produtividade. Ou seja, os métodos e pressuposições por trás da coleta destes dados só foram escrutinados com mais cuidado porque estes dados são os que mais contrariam as expectativas.

**Muito cedo para sentir os ganhos:** Uma outra explicação afirma que é muito cedo para que os investimentos feitos em IT se convertam em ganhos de produtividade sensíveis no nível macro econômico. Paul David (1990) argumenta que um processo semelhante aconteceu com a substituição de máquinas movidas a força hidráulica ou a vapor, para máquinas elétricas, e que levou 30 anos (de 1890 a 1920) para que tal substituição causasse algum ganho de produtividade na economia americana. Na verdade durante o período que o motor elétrico substituiu as outras formas motrizes nas empresas, a produtividade se manteve constante e portanto houve algo semelhante ao paradoxo para o motor elétrico.

Se o número de 30 anos é um número mágico que mede o tempo de substituição de uma tecnologia por outra, teremos uma “feliz coincidência” que se considerarmos 1965 como o começo da revolução da TI, então os ganhos a partir de 1995 seriam os ganhos reais da TI depois dos 30 anos de substituição.

*Comentário.* Contra esta teoria existe o fato que a dinâmica e os mecanismos de adoção da tecnologia de informação e do motor elétrico são completamente diferentes. Primeiro, a velocidade de adoção de TI foi muito mais rápida que a do motor elétrico. Por exemplo, em 1900, dez anos após a introdução da inovação, 5% das indústrias usavam máquinas elétricas, em comparação já em 1980, 15 anos depois da introdução pressuposta das TI, 100% dos bancos já tinham computadores (Landauer 1995). Entre outras razões, o custo de adotar uma máquina elétrica numa fábrica era muito maior que o custo de adotar computadores num escritório, e portanto a velocidade de adoção do motor elétrico foi menor. Segundo, a forma da adoção também é diferente. Durante vários anos, mesmo depois de 1920 havia a convivência de motores com diferentes forças motrizes: elétrica, a vapor e hidráulica. Ou seja, a adoção da tecnologia de motores elétricos, não desvalorizou os investimentos anteriores em máquinas com diferentes forças motrizes. Mas a adoção de TI, com muito maior intensidade, substituiu as tecnologias anteriores. Arquivos de fichas, máquinas calculadoras mecânicas, e mesmo máquinas de escrever deixaram de ser usadas muito rapidamente depois da introdução de TI.

Segundo David, os ganhos de produtividade do motor elétrico começaram a acontecer quando 50% das fábricas já haviam adotado tal tecnologia e o máximo ganho de produtividade se deu com 70% de adoção. Tais marcas já foram há muito ultrapassadas para as TI.

Um segundo ponto atribuído a David é que demorou 30 anos para as fabricas realmente “entenderem” o motor elétrico e incorporá-lo nos seus processos fabris. Por exemplo, uma fabrica baseada em força hidráulica ou a vapor possuía apenas um gerador de movimento (a caldeira ou a roda d’água) cuja força motriz era distribuída para as maquinas através de correias, eixos, etc. Isto impunha restrições em como as fabricas eram organizadas (devido as restrições nos eixos e correias), nos turnos e modos de trabalho (porque uma maquina não poderia ser desligada independentemente das outras). Este argumento não faz uso do número mágico de 30 anos, mas apenas afirma que melhorias tecnológicas levam tempo até se tornarem visíveis como ganhos de produtividade, pois as organizações precisam aprender a usá-las de forma apropriada. Tal argumento tem sido usado no contexto de TI: computadores por si só não trazem ganhos de produtividade, o que traz tais ganhos são as transformações no modo de trabalhar e de construir as organizações que os computadores possibilitam. Voltaremos a este argumento quando discutirmos as explicações organizacionais.

### ***Explicações inter-organizacionais***

**TI como corrida armamentista:** A explicação inter-organizacional diz que investimentos em TI são investimentos que permitem uma empresa competir com as outras e não necessariamente aumentar a sua produtividade. Se uma empresa rouba o mercado de outra não há ganho de produtividade—as duas empresas juntas continuam produzindo a mesma coisa com o mesmo numero de empregados—mesmo que a segunda empresa tenha despedido alguns empregados devido a diminuição dos lucros, a outra terá que contratar estes mesmos empregados (na verdade o mesmo número de novos empregados) para dar conta dos novos clientes. Desta forma investimento em TI seria equivalente a uma corrida armamentista: um investimento que as empresas não podem deixar de fazer com medo que isso as tornaria incapazes de competir, embora não traga nenhum ganho para elas. Assim um banco ofereceria serviços via Internet pois tem medo de perder os seus clientes para outros bancos que tem tal serviço, sem nenhuma consideração se haverá retorno para tal investimento.

*Comentário.* Esta explicação parece razoável para certas áreas de negócios e para certos investimentos em TI, mas é preciso se lembrar que os investimentos em TI começaram muito antes da existência da Internet. Atualmente, parece natural assumir que bancos, supermercados, livrarias, etc acabem criando diferentes serviços via Internet para seus clientes por pressão da concorrência. Mas muito dos investimentos em TI predatam estas novas aplicações e serviços. Os primeiro investimentos foram em sistemas corporativos de grande porte, para controle de pagamentos, de estoques. Um segundo momento, os investimentos foram, na sua maioria, em prover micro-computadores para os “trabalhadores de informação”. Só recentemente que os investimentos são em domínios visíveis aos clientes, tais como comercio eletrônico, reclamações via Internet, etc. Não me parece razoável assumir que todos estes investimentos anteriores foram para manter os cliente.

**TI e os imensuráveis:** Uma outra crítica, que eu vou classificar como similar a anterior, afirma que tecnologia de computação não é usada pelas empresas para a melhora da produtividade, mas para melhorar aspectos “imensuráveis” do negócio, tal como qualidade, variedade, velocidade na entrega dos serviços e produtos, capacidade de adaptação às necessidades do cliente, capacidade de adaptação a mudanças no mercado, etc. Tais melhoras não causam o aumento de produtividade, mas beneficiam os clientes de uma forma que não é capturada pelas medidas econômicas tradicionais. Brynjolfsson defende este argumento veementemente e realizou uma pesquisa entre diretores de informática de varias empresas que mostra que “benefício ao cliente” é a mais comum justificativa para novos investimentos em TI. Pesquisas no Brasil, com gerentes de TI em bancos (Lunardi, Becker e Maçada 2001), ou com gerentes de TI de empresas que investem em comercio eletrônico (Albertin 2001) mostram resultados similares.

*Comentário.* Na visão clássica de mercado estes imensuráveis deveriam se tornar mensuráveis: se uma empresa é capaz de produzir um bem ou um serviço com melhor qualidade que os concorrentes, ou cujo produto chega mais rápido nas mãos do cliente, então tal empresa deveria poder cobrar mais pelo produto ou serviço. Ou, o que é mais provável, estes imensuráveis são uma forma de competição no mercado: uma empresa oferece alguns imensuráveis, por exemplo, melhor atendimento ao cliente, outra, oferece outros imensuráveis, entrega do serviço ou bem mais rápido, outra ainda, oferece mais opções de modificação ao cliente. Todas estas empresas estão, na pratica, competindo uma com as outras, mas em vez de centrarem suas energias nos ponderáveis do produto, elas competem entre si oferecendo um conjunto de imponderáveis.

### ***Explicação organizacional***

A explicação organizacional tem muitos defensores. A essência desta posição é que TI é uma ferramenta que por si só não traz benefícios, mas que pode proporcionar grandes benefícios desde que a empresa/organização aprenda a trabalhar de novas formas. Por exemplo, a pesquisa de Brynjolfsson que mostra que empresas com um menor número de níveis hierárquicos tem uma correlação positiva entre investimento em TI e produtividade enquanto que empresas com muitos níveis hierárquicos têm uma correlação negativa. Castels (2000) também apresenta um argumento similar.

A explicação organizacional também pode usar dos argumentos de David sobre a historia de tecnologias revolucionarias. O motor elétrico realmente só começou a gerar aumento de produtividade quando os engenheiros perceberam que com o motor elétrico a organização de uma fabrica poderia seguir outra lógica que a usada ate então. Por exemplo, as maquinas de trabalho poderiam estar organizadas segundo o fluxo de trabalho que flui de uma para outra, e não segundo regras de proximidade ao eixo central de uma fabrica movida a vapor.

*Comentário.* Mesmo que seja uma realidade que empresas com menos níveis hierárquicos possam aproveitar mais os ganhos de produtividade devido a TI, resta explicar porque. Por

que menos níveis hierárquicos causariam um ganho de produtividade? Eu gostaria levantar uma hipótese alternativa, onde o número de níveis hierárquicos é apenas um componente secundário, o principal é a centralização ou não das decisões relativas a sistemas computacionais. Na minha experiência há muito desperdício de esforços em empresas muito descentralizadas, onde níveis intermediários de gerência tem poder de decidir sobre o desenvolvimento de sistemas computacionais. Nestes casos, cada departamento, por assim dizer, tem o seu sistema local, que representa os objetivos e idiosincrasias do departamento e não são parte de um processo ou sistema global. Estes sistemas departamentais acabam gerando uma série de retrabalhos quando um processo cobre vários departamentos. Por exemplo, o nome do cliente deve ser entrada no sistema departamental do departamento de vendas, de contas a pagar, de marketing, de transportes, e possivelmente no de estoque, fabricação, etc.

Como cada sistema foi desenvolvido com os objetivos dos respectivos departamentos acaba sendo muito difícil integrar tais sistemas; por exemplo, o campo endereço para o departamento de vendas é o endereço de cobrança, e o endereço de entrega para o departamento de transporte, e o de contato para o departamento de marketing, etc. Além destas diferenças de sentido, de formato de dados, de infra-estrutura computacional, há pouca motivação para que os departamentos abram mão do controle do seu sistema para integrá-los num sistema global.

Voltando a questão da dos níveis hierárquicos, empresas com muitos níveis tem que distribuir poder entre estes níveis, e provavelmente decisões em TI é um deles. Desta forma empresas com muitos níveis hierárquicos, seriam as com mecanismos de decisão descentralizados. Esta hipótese ainda necessita de pesquisas empíricas para confirmá-la ou refutá-la.

### ***Explicação gerencial***

As explicações gerenciais centram-se mais na questão dos custos da TI. Segundo esta explicação, o aumento de produtividade de setores que usam TI é baixa porque os custos de TI acabam sendo muito altos. Vejamos um exemplo: digamos que um trabalhador custa a empresa 2000 reais por mês, e produza o equivalente a 3000 reais por mês. A produtividade por mês seria 1,5 ou seja produção dividido pelo custo. Vamos assumir que computadores melhorem a produtividade deste trabalhador, e que com um computador ele passa a produzir o equivalente a 4000 reais por mês. Assim aparentemente a produtividade cresceu para 2. Mas é preciso levar em conta o custo deste computador para este trabalhador. Se o computador custar 1000 por mês para a empresa, a produtividade do trabalhador seria 1.3 (produção dividido pelo custo do trabalhador mais o custo do computador). Ou seja neste exemplo, embora o computador tenha trazido ganhos de produção, porque com ele o trabalhador produz mais, não trouxe ganhos de produtividade, pois quando se leva em conta os custos do computador, tais custos “roubam” os ganhos de produtividade. Mas o exemplo acima depende muito dos números; se o custo mensal do computador for 500 reais por mês, então a produtividade seria 1,6 e haveria ganho de produtividade. Por outro lado, se com o computador, o trabalhador produzir apenas 500 reais por mês a mais, em vez de 1000, mesmo com o computador custando 500 reais por mês, a produtividade seria de 1,4.

Existem então dois números centrais nestes cálculos: o ganho de produção com o computador e o custo do computador. As explicações gerenciais centram-se na questão do custo: os custos de computadores são altos e pouco compreendidos pelas gerências. Chamaremos estes custos de custos produtivos, pois mesmo que sejam altos, e pouco compreendidos pela gerência, são custos que podem ser tornados visíveis e calculados. Também discutiremos que talvez os ganhos de produção também são baixos pois se por um lado com o computador o trabalhador pode fazer um cálculo ou um relatório mais rápido, ele também passa a fazer outras coisas, com ou por causa do computador, no horário de trabalho: ler e-mail, instalar software, navegar pela Web, ensinar os companheiros a usar um software, imprimir relatórios, etc. Estas atividades “não-produtivas” que são feitas pelo computador ou mesmo por causa do computador, podem ser computadas como custos também, mas custos de certa forma invisíveis, pois não são fáceis de calcular; chamaremos estes custos de não-produtivos.

### **Custos produtivos:**

Os custos comumente associados introdução e a manutenção de TI numa empresa são:

- custo de construção e manutenção da infra-estrutura de rede e servidores (inclusive pessoal de suporte)
- custo de reposição e manutenção de hardware
- custo de telecomunicações
- custo de reposição e aquisição de software
- custo de manutenção de sistemas
- custos de treinamento
- custo de projetos que são abandonados
- custo de desenvolvimento sistemas que não foram abandonados

Os exemplos de custo acima são custos visíveis e passíveis de serem medidos a partir dos orçamentos dos departamentos de TI das várias empresas. Os três primeiros são os únicos que seria de se esperar como custos operacionais de computadores: computadores são máquinas e portanto precisam de manutenção e para funcionarem dependem de uma infra-estrutura de redes, servidores, pessoal de suporte, etc. Em particular, o software deveria ser um insumo permanente: uma vez que um sistema foi implantado, para resolver um problema, o sistema deveria continuar em funcionamento por tempo indeterminado. Na prática, tanto o hardware quanto o software acabam tendo custos de manutenção e substituição mais altos do que se deveria esperar.

Na área de computadores pessoais, em 1995, computadores eram trocados a cada 3 anos em média. Esta periodicidade é muito menor do que seria justificável apenas por razões de manutenção. O processo pelo qual computadores ficam obsoletos a uma taxa muito mais alta que o razoável é um processo que vários de nós já passamos: devido a lógica de mercado, empresas de software lançam novas versões de seus produtos com alta frequência e deixam de dar suporte as versões antigas; as pessoas compram as novas versões com medo de perder compatibilidade; as novas versões são muito maiores e menos eficientes que as versões anteriores; depois de pouco tempo é preciso comprar um novo computador

para que basicamente as mesmas aplicações, nas suas versões novas, possam rodar. Numa pesquisa informal e não sistemática feita pelo autor, a grande maioria das pessoas perguntadas disseram trocaram de versão do pacote Office, da Microsoft, não porque eles precisavam das novas funcionalidades, mas por medo que outras pessoas trocassem de Office e elas não poderiam mais abrir documentos Word ou Excel. A Microsoft tem consistentemente criado novos formatos, incompatíveis com os anteriores, para armazenar documentos Word ou Excel, e portanto tais medos não são sem fundamento. Argumentos baseados no medo de perda de compatibilidade também foram os mais comuns, de novo através de uma pesquisa informal e não sistemática, para mudar de Windows 95 para Windows 98, e do Windows 98 para o XP. Portanto a substituição de software, por razões na maioria das vezes secundárias, gera a necessidade de substituição do hardware.

Na área de sistemas corporativos, isto é, programas de grande porte, o problema dos custos de reposição de software também se reproduz, mas por outras razões. Strassmann e outros, têm apontado para o fato que há talvez muito mais manutenção dos programas existentes que seria preciso, e há também um desperdício no projeto de novos sistemas. No domínio de programas e sistemas organizacionais, existe muito desperdício devido a baixa qualidade de software, baixa produtividade de criação de software e baixa qualidade nas decisões relativas a software em empresas.

Por exemplo, num estudo de 1995 o Standish Group verificou que 31% dos projetos de softwares foram cancelados por ultrapassarem os custos ou o tempo de desenvolvimento; mais de 50% dos projetos acabam custando na media 189% a mais que o planejado.

A baixa qualidade e produtividade no desenvolvimento de software têm duas conseqüências. A primeira é que projetos são cancelados e seus custos têm que ser absorvidos pelas empresas. A outra conseqüência é que mesmo quando os projetos se completam a termo, os produtos gerados, isto é o software, não é de boa qualidade e precisa sofrer manutenção constante.

Há um outro componente no que se refere a software corporativos: os custos de instalação do software. Normalmente um software de grande porte custa caro, mas para instalá-lo na empresa, para fazer as adaptações no programa, treinar os usuários no novo sistema, comprar novos computadores ou adaptar os computadores existentes para rodar o novo programa, etc, incorre-se em novos custos. Numa pesquisa informal e não sistemática o autor verifica que normalmente os custos de instalação são de 4 a 10 vezes os custos do software. E muito comumente a instalação acaba levando muito mais tempo (de 2 a 4 vezes) que o planejado.

Finalmente por razões que explicarei na abaixo, as decisões quanto ao desenvolvimento de novos projetos, pode também ser criticada. Em particular os consultores, os fabricantes de aplicativos e as revistas do gênero têm constantemente proposto novos conceitos de programas, ou siglas, que ganham aceitação nos círculos de decisão empresarial e passam a ser projetos a serem desenvolvidos. As siglas que surgiram recentemente são: sistemas especialistas (87), cliente-servidor, *groupware* (91), *knowledge management* (92), ERP (*Enterprise resource planning*) (92), EIS (*Executive information systems*) (94), *workflow* (94), GED (gerenciamento eletrônico de documentos) (94), *bug* do milênio (96), *data*

*warehouse* (96), OLAP (*On-line analytical processing*) (98), Intranet (98), CRM (*Customer relation management*), sem contar com as siglas relacionadas ao comércio eletrônico e WEB: *e-commerce*, *b2b*, *content management*, SCM (*Supply chain management*).

Porque empresas, talvez muito apressadamente, embarcam em projetos de TI caros (ou melhor, que se mostram caros depois que foram implementados ou abandonados) e de retorno financeiro duvidoso? Este certamente é um assunto importante e relevante para as empresas, sobre o qual o autor não conhece muitos trabalhos científicos, e que mereceria uma pesquisa e reflexão mais profunda. Vou listar aqui alguns fatores, obtidos através da minha experiência pessoal, que podem ser importantes nestes processos:

- 1) **Informática como tecnologia genérica e universal.** Esta crença muito difundida, afirma que a informática é uma tecnologia genérica e que ela é igualmente aplicável em qualquer organização. Desta forma idéias desenvolvidas em uma empresa (e que se tornam conhecidas devido as consultorias e revistas de administração e informática) passam a ser consideradas como aplicáveis a outras empresas.
- 2) **O papel dos consultores e dos meios de divulgação.** A crença que TI é universal é alimentada e alimenta um crescente conjunto de veículos e pessoas que vivem de fazer a divulgação das novas idéias e tecnologias ligadas as TI. Os consultores também tiveram uma mudança de papel. Passaram de avaliadores independentes de idéias e tecnologias, para vendedores e desenvolvedores de uma particular tecnologia ou produto.
- 3) **O ganho de prestígio da tecnocracia de informática.** Por causa da crença que informática é universal e uma potencial fonte de renda para a organização, os grupos de informática dentro da empresa têm ganho status e poder. Em particular algumas empresas falam em um CIO (*Chief Information Officer*), com cargo de vice-presidente, responsável por pensar como a informática pode auxiliar os objetivos da empresa. O aumento de prestígio acarreta num poder maior de decidir sobre investimentos em TI.
- 4) **Programadores como criadores.** Programadores e analistas não obtêm muita satisfação profissional em manter e corrigir programas já prontos. A satisfação profissional é a criação de novos sistemas, quanto mais elaborados e mais "futurista" melhor, e que possam atrair o interesse da alta gerência das companhias.
- 5) **Transferência de responsabilidade.** Uma consequência da crença que informática é uma tecnologia universal é a transferência da responsabilidade das decisões para o mundo. Já que todo mundo está entrando no "e-commerce", tendo em vista o que os consultores e os meios de comunicação falam, a empresa decide também entrar, sem que esta decisão precise ser justificada ou atacada por ninguém em particular. Transferência de responsabilidade também pode ser a razão pelas quais avaliações de consultorias quanto a custos e tempos de desenvolvimento e instalação de programas

são aceitas mesmo quando claramente exageradas<sup>6</sup>: a culpa pelos erros não é de ninguém na organização mas da consultoria, que por seu lado, já foi paga, e raramente sofre pelos seus erros de avaliação (pois nem a empresa contratante nem a consultoria divulga seus erros de avaliação!)

- 6) **Fantasia sobre o futuro.** As TI, talvez mais que qualquer outro desenvolvimento tecnológico e científico recentes traz consigo fantasias sobre o trabalho e a vida no futuro. Autores, alguns claramente comprometidos com uma visão positiva das TIs, outros não tão claramente, tais como Gates (95), Tapscot e Caston (93), para citar alguns, são responsáveis pela divulgação de uma visão provavelmente fantasiosa do futuro devido as TI.

### **Custos “não produtivos”**

Além de custos operacionais descritos acima, é preciso calcular os custos de um funcionário que não está executando uma tarefa produtiva, mas está usando o computador para:

- atividades de cunho pessoal (lendo e respondendo e-mail, trazendo arquivos de música, navegando pela Internet, jogando jogos, etc)
- exploração (modificando formato dos documentos, modificando as configurações do computador, explorando alternativas nas ferramentas, lendo informação de auxílio sobre as ferramentas, etc)
- tratamento de erro (tentando descobrir o que fazer quando o sistema responde inesperadamente, seja por erro do programa, falha do sistema, ou erro do usuário)
- manutenção do sistema e dos dados (rodando antivírus, fazendo backup, re-arranjando arquivos e diretórios).
- auxílio informal (respondendo a questões dos outros colegas de trabalho).

Há muito poucas pesquisas sobre estas atividades não produtivas no computador, com exceção da primeira. A primeira atividade é reconhecida mais comumente como uma atividade não produtiva, que numa organização mais autoritária, poderia ser evitada com mecanismos de controles. Há histórias de empresas que removem o jogo de paciência dos computadores, empresas que mantêm um histórico dos acessos dos funcionários a páginas de Web, para desencorajar por exemplo acesso a páginas de pornografia, empresas que limitam de várias formas o uso de e-mail por funcionários, etc.

O segundo item da lista acima não é comumente reconhecido como uma atividade por si só. Mas, acredito, uma parte do tempo que as pessoas passam “sem o que fazer” na frente do computador, elas passam explorando o computador e os aplicativos. Nesta atividade de exploração estão incluídos as modificações de configuração do Windows, do pano de

---

<sup>6</sup> Exame de 4/7/97 relata um caso conhecido no Brasil envolvendo um projeto de grande porte de um banco e uma firma de consultoria muito conhecida.

fundo, etc. Esta incluído também a exploração das ferramentas que os usuário normalmente usa, por exemplo lendo os manuais de ajuda, ou modificando o formato de documentos, ou explorando maneiras alternativas de fazer algo que ele já sabe fazer de algum modo, e assim por diante.

Strassmann (1997) cita um relatório da empresa de consultoria Gartner Group que calcula os custos de algumas atividades “não produtivas” que incluem os três últimos itens acima. O Gartner Group calcula que são gastos 5000 dólares por funcionário por ano nestas tarefas, divididas da seguinte forma: auxílio informal corresponde a 22% deste custo; manutenção do sistema e dos dados corresponde a 10% do custo; finalmente o tratamento de erros corresponde a 30% dos custos. Sobre a recuperação de erros, há um estudo mais antigo da 3M<sup>7</sup> que 30% dos funcionários perdem dados anualmente e passam em média uma semana por ano para recuperar os dados.

Finalmente, vários pesquisadores têm apontado para a importância e a quantidade de tempo que as pessoas se dedicam a perguntar e responder questões de colegas. Este aprendizado através dos pares soma-se ao aprendizado por exploração como as principais formas de aprender a usar um programa. Talvez isto explique porque mais e mais computação é um assunto explorado em reuniões sociais.

### ***Explicações baseadas em programas***

Finalmente, o menor nível de explicações para o paradoxo da produtividade são as explicações que atribuem aos programas que são usados a perda de produtividade. Segundo esta posição, programas são escritos por pessoas que não sabem quem os usará e em que contexto o programa será usado. Os programas acabam sendo difíceis de usar, e de aprender a usar. Landauer (1995) é talvez o mais conhecido defensor desta linha de argumentação.

Também nesta linha, critica-se por exemplo, as empresas de produção de software. Como estas empresas lucram da venda do software, a elas interessa criar sempre novas versões, que de alguma forma tragam o incentivo para que os consumidores troquem de versão de software. A Microsoft, por exemplo, incentiva a troca de versões sob a ameaça de não compatibilidade. A Microsoft, e outras empresas, também incentivam a troca de versões através do aumento do número de funcionalidades: a nova versão contém mais (normalmente muito mais) funcionalidades que a velha. Mas este aumento em funcionalidades significa que o usuário do programa terá que aprender a utilizar o novo programa, e em particular aprender a fazer o que ele já fazia antes na versão anterior, mas de uma forma nova.

Quanto à primeira posição, existem alguns exemplos interessantes onde a intuição de um programador se mostra contrária ao que usuários realmente precisam. Por exemplo, já em 1982, a Bell Labs estava experimentando com a possibilidade de ter mapas interativos em

---

<sup>7</sup> Relatado na Exame de 4/7/97.

carros, que mostrassem a posição atual e o destino, e marcassem de forma clara o melhor caminho para o destino. Depois de verificar como vários grupos de pessoas usam mapas para se orientar, os pesquisadores verificaram que as pessoas preferem receber instruções verbais a se orientar através de mapas. Pessoas que receberam instruções verbais fizeram 40% menos erros do que as que receberam um mapa com o caminho marcado, e chegaram mais rápido ao seu destino. Curiosamente as pessoas que receberam tanto as instruções verbais quanto um mapa com o caminho marcado acabaram fazendo mais erros que aquelas que receberam apenas as fitas com as instruções verbais<sup>8</sup>. Programadores, que normalmente tem um nível de raciocínio lógico maior que a media da população, naturalmente preferem mapas à instruções verbais e assumiram que era isso que os usuários queriam e precisavam.

Defensores desta explicação para o paradoxo ainda propõem um método para o desenvolvimento de programas que, segundo eles, traz grandes ganhos de produtividade. Este método é apropriado para o desenvolvimento de software para grupos específicos de usuários e envolve a produção de inúmeros protótipos, que são testados com um numero pequeno de usuários, em condições de laboratórios. Na media, a eficiência dos usuários em fazer a atividade suportada pelo programa melhora em 40% do primeiro ao ultimo protótipo.

*Comentário.* Este argumento encontra eco na maioria dos usuários de programas de computadores. Todos temos exemplos de programas que são tão inapropriados para os nossos próprios gostos, que existe uma tentação grande em superdimensionar este argumento. Mas o corpo desta linha de argumentação e os exemplos de ganhos de utilizabilidade do programas que foram desenvolvidos usando métodos centrados nos usuários predam a grande disseminação de ambientes gráficos. Resultados como os apresentados por Landauer (95) como reduções em 40% nos erros feitos, etc, foram obtidos no fim dos anos 80 onde a utilização de ambientes gráficos não era comum. Na maioria das vezes os resultados da redução de erros se dava exatamente porque o programa mudou de uma interface textual (coisa muito rara hoje em dia) para uma interface gráfica, como estamos acostumados, com ícones, menus, botões, etc.

O principal problema com este argumento é que os efeitos do mau desenho de programas seria no máximo responsável por todos os erros que uma pessoa incorre em utilizar o computador. Se a pesquisa do Gartner Group relatada acima pode ser generalizada, então estes erros representam apenas 30% dos 5000 dólares de custos não produtivos.

## **7. Resumo e opinião pessoal**

Este capítulo apresentou um resumo das pesquisas mais recentes sobre o paradoxo da produtividade. O leitor interessado deve consultar especialmente Landauer (95), Strassman (97), Brynjolfsson (96a, 96b, 98), e Castels (2000 – capítulo 2) para mais argumentos e contra-argumentos relativos as varias “explicações” para o paradoxo. Resumindo, as evidencias macro econômicas parecem unanimemente apontar que tecnologia da

---

<sup>8</sup> Landauer, 1995.

informação não (ou ainda não) trouxe benefícios em termos de ganhos de produtividade. As evidências no nível de empresas são contraditórias, umas parecem apontar que investimentos em TI trazem ganhos de produtividade, enquanto outras parecem indicar que não há relação entre investimentos em TI e aumento de produtividade.

Existem vários argumentos que “explicam” o porque do paradoxo, organizados em diferentes níveis: no nível macroeconômico, inter-organizacional, organizacional, gerencial e de programas. Este capítulo tentou expor os argumentos e contra argumentos debatidos na literatura.

O autor acredita que provavelmente as questões gerenciais são as que mais explicam o paradoxo: acredito que os custos reais e necessários para manter computadores funcionando, que custos mal gerenciados, que os erros nos processos de adoção de TIs em organizações, que os fatores culturais, e políticos que levam a decisões em investimentos em TI, etc, estão roubando os ganhos de produtividade que computadores poderiam trazer para o trabalho de escritório. Também acredito que mesmo que se os custos de manter computadores funcionando fosse baixo, e que se estes custos fossem bem administrados, e que processos de decisão fossem mais “racionais”, os ganhos da utilização de computadores seriam mesmo assim limitados. O exemplo do editor de textos que mencionei no começo deste artigo é por um lado enganoso e por outro revelador. Realmente para quem teve que escrever seus primeiros textos em máquinas de escrever, o uso de processadores de texto parece mostrar ganhos fabulosos. O último texto que eu escrevi na máquina de escrever foi meu trabalho de graduação, que provavelmente tinha umas 7 a 10 páginas, e deve ter me tomado 2 semanas. Claramente usando o Word, por exemplo, tal tarefa levaria não mais de um dia – resultando num aparente ganho de produtividade imenso – o mesmo trabalho é agora feito em um quinzeavos do tempo, ou pro outro lado, eu poderia escrever 15 trabalhos de fim de ano no mesmo tempo, ou um trabalho 15 vezes mais longo. Ou eu poderia hoje tirar quase duas semanas de descanso e escrever o trabalho no último dia dessas duas semanas. O exemplo é enganoso pelo tamanho aparente do ganho em produtividade.

Vejamos porque ele é revelador. Primeiro o ganho foi só numa atividade, escrever o texto de um relatório, que no total das atividades que um estudante universitário deve se engajar é apenas uma das menos significativas: para escrever o trabalho, eu tive que coletar os dados, formar uma opinião, elaborar minha opinião, desenvolvê-la em sentenças em Português, e transferir as sentenças para o papel. O processador de texto só teria me ajudado na última; uma grande ajuda tendo em vista o número de vezes que eu tive que digitar uma página, mas ajuda apenas na última das tarefas. Talvez desde 95, com a popularização da Internet, um aluno na mesma situação usaria a Internet para coletar os dados. Se o aluno usasse a Internet para achar um texto, e imprimi-lo, obtendo assim um ganho de produtividade imenso ele estaria plagiando, por um lado, e por outro estaria violando o objetivo do trabalho, que é que o aluno pense e argumente sobre um assunto!

Alguém pode argumentar, segundo a linha das explicações que os computadores melhoram aspectos imponderáveis, que pelo menos com a Internet, o aluno poderia coletar mais dados, que a opinião que ele desenvolveria sobre o assunto seria mais “correta” e, portanto que seu trabalho final seria “melhor”. O argumento parece sólido, mas é preciso notar o

argumento faz algumas pressuposições que provavelmente são falsos. Primeiro não é obvio que mais informação gera opiniões mais “corretas” – numa visão cínica de como opiniões são formadas, as pessoas buscam nos dados fundamentação e justificativa para as opiniões que elas já tinham ou chegaram através de outros meios. Obviamente esta é uma posição polemica, e o autor não vai se estender muito nela, mas o próprio fato que muito provavelmente existe um paradoxo da produtividade e que mesmo assim empresas e organizações continuam a fazer investimentos crescentes em TI parece indicar que buscar dados para se criar uma opinião não é comum. Quantas pessoas o leitor conhece que mudaram de opinião sobre em quem votar depois de ouvir um debate pela televisão? E quantas pessoas o leitor conhece que depois do debate acharam que seu candidato anterior ao debate foi o que se saiu melhor?

Segundo a Internet provavelmente apresentaria muito mais dados que o necessário para o aluno, uma experiência que quem já usou um pagina de busca compartilha – a Internet provavelmente forçaria o aluno a aprender a filtrar e selecionar as informações, uma habilidade cada vez mais importante nos dias de hoje, onde há o que alguns autores chamam de *Information Overload*<sup>9</sup>, em que uma das principais causas é a Internet.

Finalmente há um outro fenômeno curioso em ação. Como eu mencionei meu trabalho tinha de 7 a 10 paginas, porque este era considerado o tamanho correto, ou talvez o tamanho mínimo, de um trabalho de fim de ano. Trabalhos de fim de ano agora têm muito mais paginas! Eu não tenho dados empíricos que suportam isso, mas me parece que trabalhos de graduação, teses de mestrado e de doutorado, para citar relatórios no meu domínio de experiências, tem tornado cada vez mais grossas constantemente até muito recentemente.<sup>10</sup> Exatamente porque passou a ser tão “fácil” escrever texto, para “mostrar trabalho” uma pessoa deve escrever textos mais longos! Mas veja a perversidade da situação: o texto deverá ser lido por alguém, que agora tem que ler um texto mais longo. No geral do processo de produção e consumo de texto, o produtor do texto esta criando textos mais longos, por causa da disponibilidade de ferramentas de TI que facilitam sua tarefa, e o consumidor de texto passa a gastar mais tempo lendo-os (e provavelmente nenhuma ferramenta de TI facilitará sua tarefa num futuro próximo). O processo ficou menos eficiente exatamente porque ferramentas que tornam uma das tarefas do processo mais produtivas acabam roubando produtividade da outra<sup>11</sup>. Eu acho que este tipo de situação perversa acaba limitando os possíveis ganhos de produtividade que TI traria mesmo se fosse uma tecnologia barata de manter, e que seu gerenciamento fosse mais “racional”.

Opiniões do autor aparte, se o paradoxo da produtividade traz alguma lição é que na área de tecnologia de informação, intuição e bom senso têm muito pouco valor. É preciso mais

---

<sup>9</sup> Por exemplo, a busca pela frase “Information Overload” no Google, em dezembro de 2002, retornou 89.000 paginas!.

<sup>10</sup> Por exemplo, ate uns 5 anos atrás existia “regras” semi-serias tais com “uma tese de doutorado deve ser larga suficiente para ficar de pe sozinha” ou “uma tese de livre docência deve ser maior que uma de doutorado”. Felizmente a tendência de teses crescentemente mais grossas tem sido revertida nos anos recentes, am algumas áreas acadêmicas.

<sup>11</sup> Como um *mea culpa* este texto certamente seria muito mais curto se o autor estivesse escrevendo-o na mesma maquina de escrever que usou no seu trabalho de fim de curso em 1982!

pesquisas para verificar se TI traz ou não ganhos de produtividade e principalmente quais são as razões para uma possível perda de produtividade. É preciso também desenvolver pesquisas nestas áreas no Brasil: existe o paradoxo da produtividade no Brasil? Se ele existe, quais são as suas peculiaridades no Brasil? Existe alguma peculiaridade de como decisões sobre TI são tomadas no Brasil, e existem peculiaridades brasileiras de como o uso das TI se dissemina nas organizações, e de como esse uso é gerenciado? Todas estas questões me parecem meritórias de maiores pesquisas.

## 8. Referencias

Albertin 2001 – A. Albertin, Pesquisa FGV Comercio Eletronico no Mercado Brasileiro 4ª edição. Editora FGV, 2001

Bayle and Gordon 1988 – M. Bayle and R. Gordon *The productivity slowdown, measurement issues and the explosion of computer power*. (No 1199). Cambridge, MA, National Bureau of Economic Research. 1988.

Brynjolfsson 93 – Erik Brynjolfsson, The Productivity Paradox of Information Technology, *Communications of the ACM*, Vol. 36, No. 12 pp. 67-77, December 1993.

Brynjolfsson 96a - Brynjolfsson, E. and Hitt, L. Paradox Lost? Firm-level Evidence on the Returns to Information Systems Spending, *Management Science*, Vol. 42, No. 4, pp. 541-558, April 1996.

Brynjolfsson 96b -- Brynjolfsson, E. and Yang, S. Information Technology and Productivity: A Review of the Literature, *Advances in Computers*, Academic Press, Vol. 43 pp. 179-214, 1996.

Brynjolfsson 98 – Erik Brynjolfsson and Lorin Hitt, Beyond the productivity Paradox: Computers are the catalyst for bigger changes. *Communications of the ACM*, 41(8), pp. 49-55, August 1998

Castels 2000 – Manuel Castels, *A Sociedade em Rede*, Paz e Terra, 2000.

David 1991 – Paul David. The dynamo and the computer: An historical perspective on the modern productivity paradox. *American Economic Review*, 80(2), pp. 355-361, 1990.

Dewan 1998 -- Sanjeev Dewan and Kenneth L. Kraemer International Dimensions of the Productivity Paradox *Communications of the ACM*, 41(8), 56-62, 1998.

Department of Commerce 1998 – *The Emergent Digital Economy*. Division of Productivity Research, Office of Productivity and Technology, Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor, Washington D.C., 20212, telephone: (202) 691-5606, 1998

Department of Commerce 1999 – *The Emergent Digital Economy II*. Division of Productivity Research, Office of Productivity and Technology, Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor, Washington D.C., 20212, telephone: (202) 691-5606, 1999

Department of Commerce 2000 – *The digital economy 2000*. Division of Productivity Research, Office of Productivity and Technology, Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor, Washington D.C., 20212, telephone: (202) 691-5606, 2000.

Exame 4/7/97 – Revista Exame, Delete-se, Edição 4/7/1997

FMI 2001 -- International Monetary Fund, *World Economic Outlook The Information Technology Revolution*

October 2001. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2001/02/index.htm>

Gates 95 – Bill Gates, *The Road Ahead*, Viking Penguin. 1995

Landauer 95 – Thomas Landauer, *The trouble with computers*, The MIT Press, 1995.

Lunardi, Becker e Maçada 2001 – G. Lunardi, J. Becker, A. Maçada, A tecnologia da informação como ferramenta estratégica nos bancos do cone sul, XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção 2001.

Roach 1992 – Stephen Roach. *Technology Imperatives*. Morgan Stanley, 1992.

Roach 1998 – Stephen Roach, *The Boom for Whom: Revisiting America's Technology Paradox*, Morgan Stanley, 1998.

Strassmann 1997 – Paul Strassmann. *The Squandered Computer*. The Information Economics Press. 1997.

Tapscot e Caston 1993 – D. Tapscot e A. Caston, *Paradigm Shift – the New Premise of Information Technology*, McGrawHill. 1993

Jacques Wainer é professor livre-docente do Instituto de Computação da UNICAMP e professor visitante do Departamento de Informática em Saúde da UNIFESP (antiga Escola Paulista de Medicina).