

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO,  
CONTABILIDADE e CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO e  
DOCUMENTAÇÃO**

**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA**

**SOFTWARE LIVRE COMO FATOR DE INOVAÇÃO  
PARA PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS DO SETOR  
DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO**

**LUCIANO CUNHA DE SOUSA**

**ORIENTADOR: PAULO ROBERTO AMORIM LOUREIRO**

**BRASÍLIA / DF**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO,  
CONTABILIDADE e CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO e  
DOCUMENTAÇÃO**

**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA**

**SOFTWARE LIVRE COMO FATOR DE INOVAÇÃO  
PARA PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS DO SETOR  
DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO**

**LUCIANO CUNHA DE SOUSA**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ECONOMIA DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS  
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ECONOMIA.

**APROVADA POR:**

---

**PAULO ROBERTO AMORIM LOUREIRO, Doutor (UnB)**

**(ORIENTADOR)**

---

**RICARDO SILVA AZEVEDO ARAÚJO, Doutor (UnB)**

**(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**ADOLFO SACHSIDA, Doutor (Universidade Católica de Brasília)**

**(EXAMINADOR EXTERNO)**

**DATA: BRASÍLIA/DF,**

## RESUMO

Esta dissertação visa avaliar como se dá a inovação no mercado de TI e os possíveis benefícios do uso de Software Livre como fator de inovação. Realizados estudos econométricos verificou-se que a elasticidade-investimento em pesquisa em relação ao número de software livre no Brasil é de 2,66, comprovando que o uso de software livre traz um efeito multiplicador na disponibilidade de soluções ao mercado. Quando associado esse potencial multiplicativo ao coeficiente de *elasticidade-custo do produto* de -1,26, ao fato do custo de uso do código já disponibilizado ser próximo à zero, verificamos um conjunto de fatores que comprova os benefícios de uso do SL. Esses benefícios são ainda mais relevantes para as PME's devido à carência destas ao capital necessário para P&D, para realização dos custosos processos de PI e para investimentos na comercialização.

## ABSTRACT

This thesis aims to study how innovation occurs in the IT market and the possible benefits of using Free Software as a factor for innovation. Econometric studies found that the elasticity of investment in research in relation to the number of free software in Brazil is 2.66, showing that the use of free software brings a multiplier effect on the availability of solutions to the market. When associated with this potential multiplicative coefficient of elasticity of product cost of -1.26, the fact that the cost of using the code already available to be close to zero, we find a set of factors that prove the benefits of using SL. These benefits are even more relevant to SMEs due to the lack of these necessary capital for R, D & I, to carry out the costly process of IP and marketing investments.

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	3
1.1	O problema e sua importância.....	5
1.1.1	Brasil – um país pouco inovador.....	5
1.1.2	A importância das TICs.....	7
1.1.3	A importância das PMEs.....	10
2	Revisão de Literatura.....	11
2.1	Software Livre.....	11
2.2	A Importância da Padronização e da Modularização.....	12
2.3	Importância da inovação incremental.....	16
2.4	Críticas à Propriedade Intelectual.....	18
2.4.1	Propriedade Intelectual ou Monopólio Intelectual?.....	21
2.5	O Valor Social da Imitação.....	22
2.6	Estratégias colaborativas e substituição de P & D.....	23
2.7	Custos para os países importadores de tecnologia.....	25
2.8	Competição e inovação.....	26
3	Metodologia.....	30
3.1	Modelo Teórico – Microeconomia da inovação.....	30
3.2	Modelo Explicativo.....	34
3.3	Hipóteses.....	36
3.4	Modelo Econométrico.....	36
3.5	Análise.....	39
3.5.1	Reutilização de software.....	39
3.5.2	Investimento em Pesquisa.....	41
4	Conclusão.....	43

# 1 Introdução

No início de um novo milênio vivemos na “Sociedade da Informação” ou “Sociedade do Conhecimento” ou “Sociedade da Aprendizagem” ou “Sociedade em Rede”, discussões a parte sobre a terminologia ou características desta nova forma de organização da sociedade, é senso comum que existem grandes mudanças em curso causadas pelo desenvolvimento ou amadurecimento de novas tecnologias e do fenômeno da globalização. A produção de bens materiais é certamente imprescindível, pois como seres humanos necessitamos de ofertar alimentação e conforto material ao corpo físico, mas, “... existe um desacoplamento cada vez maior entre a produção material, no antigo sentido da era industrial, e a geração de valor. A geração de valor, no capitalismo informático, é, em essência, produto do mercado financeiro. Porém, para alcançar o mercado financeiro, e competir por um valor mais alto nele, empresas, instituições e indivíduos precisam realizar o duro trabalho da inovação, da produção, da administração e da criação de imagens em bens e serviços.[...] A nova economia reúne a informática e sua tecnologia na geração de valor a partir da nossa crença no valor que geramos.” Castells (2000)

O desenvolvimento do país em setores de alto valor agregado é extremamente importante por permitir a criação e manutenção de empregos para mão-de-obra qualificada no país, bem como para melhorar as condições da balança. Segundo dados do Banco Central, no ano de 2008 pagamos ao exterior 2,5 bilhões de dólares na rubrica computação e informação e recebemos meros 189 milhões. É relevante observar que em 2000, o saldo da Balança de Pagamentos nesta área era de -1,1 bilhões e atualmente (2009) é de -2,6 bilhões, mostrando um crescente dependência do país neste setor da economia.

O mercado mundial de TI em 2007 foi de US\$ 1,3 trilhões, sendo US\$ 20,7 bilhões no Brasil, representando 1,6% do mercado mundial e 43,4% do mercado da América Latina, com as PME's representando em número 90,2% do total de empresas no Brasil. (ABES, 2008) Segundo a AT Kearney, o setor movimentou no Brasil em 2008, US\$ 26,8 bilhões.

Bairoch (1981, p. 7-8), citado por Dosi et al. (1992), mostra que no ano de 1750 a renda *per capita* dos países desenvolvidos era de US\$ 182,00 e a dos países em desenvolvimento era de US\$ 188,00. Em 1977 a renda nos países desenvolvidos era de US\$ 2.737,00 e nos países em desenvolvimento US\$ 355,00. Os dados apresentados mostram que têm havido um

distanciamento da renda *per capita* entre países desenvolvidos e em desenvolvimento ao longo do tempo. O desenvolvimento técnico é a razão para o crescente distanciamento entre as rendas dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, sendo importante a afirmação de Freeman & Soete (2008) “que as taxas de mudança técnica e de crescimento econômico dependiam mais de uma eficiente difusão que de uma primazia mundial em inovações radicais, e tanto de inovações sociais quanto de inovações organizacionais. “

O foco no software Livre (SL) deve-se ao fato deste já possuir um estrutura, que utilizando os direitos de Propriedade Intelectual (PI) permite o compartilhamento de conhecimento, evitando os possíveis efeitos deletérios de PI como o aprisionamento tecnológico e a inibição da concorrência. Quanto à relevância do compartilhamento de conhecimento como fator de crescimento econômico, Nuvolari (2004) mostra que as “collective invention settings” são fontes de inovação cruciais. Allen (2003) chamou de “collective invention settings” os ajustes realizados por firmas competitivas compartilhando conhecimento tecnológico.

Castells (2005), afirma que “ Criatividade e inovação são os factores-chave da criação de valor e da mudança social nas nossas sociedades — ou melhor, em todas as sociedades. Num mundo de redes digitais, o processo de criatividade interactiva é contrariado pela legislação relativa a direitos de propriedade, herdados da Era Industrial. Muitas vezes, devido a grandes empresas terem criado a sua riqueza e poder graças ao controlo desses direitos de propriedade, apesar das novas condições de inovação, empresas e governos estão a tornar a comunicação da inovação ainda mais difícil do que era no passado. A «caça» da inovação, por um mundo de negócios intelectualmente conservador, pode muito bem travar as novas ondas de inovação das quais a economia criativa e o sistema redistributivo da sociedade em rede dependem ainda mais a um nível planetário, conforme os direitos de propriedade intelectual se tornam um factor-chave para os que só agora chegaram à competição global. Acordos internacionais para a redefinição dos direitos de propriedade intelectual, que começaram com a já enraizada prática do *software* de fonte aberta, são fundamentais para a preservação da inovação e para a dinamização da criatividade das quais depende o progresso humano, antes e agora.”

Considerando a importância da Tecnologia da Informação como um dos pilares dessa nova Sociedade do Conhecimento e também que a Teoria Econômica do Desenvolvimento mostra que o bem-estar, a competitividade e o emprego só podem ser sustentados, a longo

prazo, se forem baseados no crescimento da produtividade e da inovação, e que conhecimento gera conhecimento, ou seja que a existência de pesquisa já realizada é um fator relevante para novos resultados, o objetivo deste estudo é mostrar que o uso do Software Livre é de grande importância para aumento de inovação e competitividade para empresas de pequeno e médio (PME's) porte do setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), principalmente para países em desenvolvimento. A diferença do estudo presente, frente aos demais que tratam sobre Software Livre é que neste a abordagem é focada no aspecto econômico, enquanto os demais estudos usualmente apresentam foco no aspecto social de compartilhamento de conhecimento e distribuição de renda.

A estrutura desta dissertação é composta, além desta introdução, pelo capítulo 2 onde é feita uma revisão da literatura, abordando tópicos sobre o Software Livre, Inovação e Propriedade Intelectual. Em seguida, abordamos no capítulo 3 a metodologia utilizada, bem como a microeconomia da inovação. No capítulo 4 apresentamos a conclusão do trabalho.

## **1.1 O problema e sua importância**

### **1.1.1 Brasil – um país pouco inovador**

A revista britânica *The Economist* divulgou, em 2009, o Índice Global de Inovação (2004-2008) no qual o Brasil é o 49º colocado entre um grupo de 82 países – o país caiu uma posição desde o último levantamento feito para o período de 2002-2006, ficando atrás de países como Argentina (42ª) e México (48ª). O relatório mostra ainda que a China subiu da 59ª para 54ª posição e a Índia saltou da 58ª para a 56ª. Para o próximo período (2009-2013) a previsão é que a China alcance o 46º lugar, a Índia o 54ª e o Brasil mantenha sua posição. Outros *rankings* de inovação apresentam algumas divergências de posição entre países, mas em qualquer estudo realizado o Brasil apresenta-se como um país pouco inovador. Numa economia baseada na inovação como fator-chave de criação de valor, esta situação é preocupante e necessita ser estudada para determinação de suas causas e possíveis correções.

Xavier et al (2008) ao analisar o desempenho das exportações da indústria intensiva em P&D, verifica a concentração da exportação de produtos manufaturados de maior intensidade tecnológica em um número restrito de países em desenvolvimento, destacando-se a China,

Coréia e Cingapura, com o Brasil na sétima posição. Os autores verificam ainda que a ampliação da participação dos países em desenvolvimento nas exportações de manufaturas foram acompanhadas por um crescimento expressivo dos fluxos de investimento direto externo (IDE) mundiais. Fato que nos leva a um novo paradigma de crescimento econômico orientado para as exportações e “puxado” pelo IDE, com as multinacionais tendo um papel cada vez maior no desenvolvimento das economias.

Na tabela a seguir, observamos o trabalho dos autores para um grupo de países selecionados. Destacamos algumas linhas do trabalho original, onde podemos constatar que o país apresentou crescimento na participação (%) de produtos primários agrícolas e minerais; e diminuiu a participação (%) da Indústria agroalimentar e intensiva em outros recursos agrícolas. Tais constatações indicam que mesmo em produtos de baixo grau tecnológico, tem ocorrido uma diminuição (%) da industrialização realizada no Brasil.

**Tabela 1.1**

Composição das exportações (part. %) – 1994-1998 e 2001-2005 - Brasil e países selecionados

Cód. SITC	País	Brasil		México		Coréia do Sul		EUA		Japão		Mundo	
		1994 - 1998	2001 - 2005	1994 - 1998	2001 - 2005	1994 - 1998	2001 - 2005	1994 - 1998	2001 - 2005	1994 - 1998	2001 - 2005	1994 - 1998	2001 - 2005
110	Produtos primários agrícolas	14,6	16,5	4,2	3	1,1	0,6	6,9	5,7	0,2	0,2	4,8	3,8
120	Produtos primários minerais	6,7	6,9	1	0,6	0,3	0,2	1,3	1,2	0,1	0,2	1,2	1,3
211	Indústria agroalimentar	13,8	11,2	2,8	2,8	1	0,8	4,5	4,1	0,4	0,3	5,9	5
212	Indústria intensiva em outros recursos agrícolas	8,4	6,7	1,2	0,5	1,5	1,2	3	2,1	0,5	0,6	2,9	2,3
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
224	Indústria intensiva em P&D	4,5	8,7	9,7	12	20,5	24	22,1	25,5	19,3	19,3	14,5	16,3

Fonte: Xavier *et al.*

Obs.: A tabela apresentada por Xavier *et al* apresenta a totalidade dos setores, que foram selecionados de acordo com a temática do presente trabalho

Na indústria intensiva em P&D houve um aumento significativo no período analisado, de 4,5% (1994-1998) para 8,7% (2001-2005) de participação nas exportações brasileiras. Porém destaca-se que ainda apresentamos patamares significativamente inferiores ao de outros países. Os autores ao analisarem os dados desagregados dos setores da *indústria intensiva em P&D* – tabela 1.2, mostram que a maioria apresentou queda de participação no período analisado, com exceção de apenas três setores: “equipamentos de telecomunicações” e “aeronaves” com uma participação expressiva no subgrupo e “instrumentos de óptica”. Cabe aqui ressaltar que o grupo “instrumentos de óptica”, teve aumento mas tem participação



mínima na pauta de exportações (0,1%); o grupo “equipamentos de telecomunicações” teve um grande aumento de participação, mas é uma indústria fortemente baseada na montagem de equipamentos por multinacionais, que importam quase que a totalidade dos componentes e exportam o produto montado, apresentando pouca agregação de valor em território nacional. O único grupo com aumento de participação nas exportações e com um elevado índice de agregação de valor internamente é o de “aeronaves”, mostrando que frente aos demais países em desenvolvimento ou desenvolvidos o Brasil apresenta pouca competitividade na *indústria intensiva em P&D*.

**Tabela 1.2**  
Composição setorial das exportações da *indústria intensiva em P&D*  
1994-1998 e 2001-2005 – Brasil e países selecionados (em %)

País	Brasil		México		Coréia do Sul		EUA		Japão		Mundo	
	1994 - 1998	2001 - 2005	1994 - 1998	2001 - 2005	1994 - 1998	2001 - 2005	1994 - 1998	2001 - 2005	1994 - 1998	2001 - 2005	1994 - 1998	2001 - 2005
598	Produtos químicos Diversos											
	6,3	2,4	1,9	1,4	1,4	1,8	4,3	4,8	3,8	5,8	4,4	4,3
764	Equipamentos de Telecomunicações											
	6,3	24,3	41,4	46,8	17	50,4	14,3	13,2	20,1	15,4	17,4	21,2
792	Aeronaves											
	28,7	43,2	4	1,4	1,9	0,7	27,6	24,7	1,3	1,5	12,7	9,8
871	Instrumentos de óptica											
	0,1	0,1	0,1	0,2	2,4	5,9	0,7	1,2	2	3,7	0,9	2,1
882	Materiais fotográficos											
	10,3	1,9	2,9	1,9	0,3	0,3	1,9	1,6	4,9	4,4	2,5	1,6

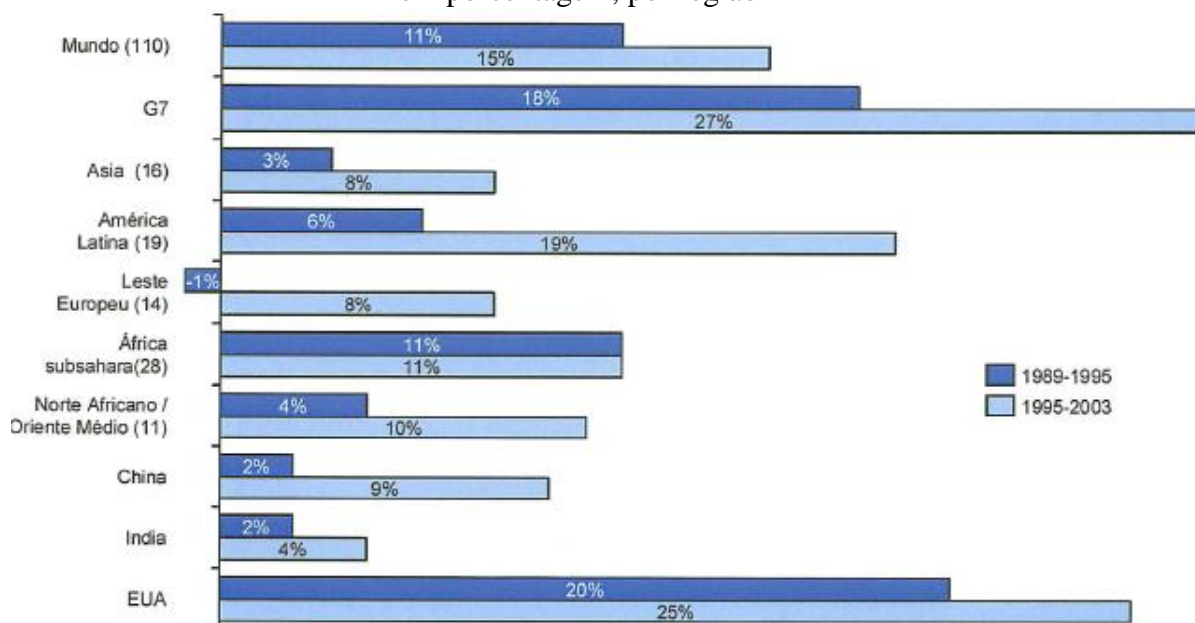
Fonte: Xavier *et al* (2008).

Obs.: A tabela apresentada por Xavier *et al* apresenta a totalidade dos setores, que foram selecionados de acordo com a temática do presente trabalho

### 1.1.2 A importância das TICs

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são certamente fundamentais nas estruturas modernas de nossa sociedade. Como um setor transversal, o desempenho do país nesta área traz reflexos para a competitividade de toda economia. Jorgenson & Vu (2005) ao analisarem a contribuição das TIC para o crescimento do PIB constatam uma crescente influência das TIC, bem como o fato desta influência ser significativamente maior no G7, correspondendo à 27%, conforme pode ser visto no gráfico 1.1.

**Gráfico 1.1 – Contribuição das TIC para o crescimento do PIB**  
Contribuição do capital de TIC para crescimento econômico,  
em porcentagem, por região



Fonte: Jorgenson & Vu (2005)

Os autores ao analisarem os dados da América Latina, mostram que no Brasil as TIC contribuíram com 0,46 % ao ano para o crescimento do PIB no período de 1995-2003, valor inferior ao de diversos outros países da região – Tabela 1.3.

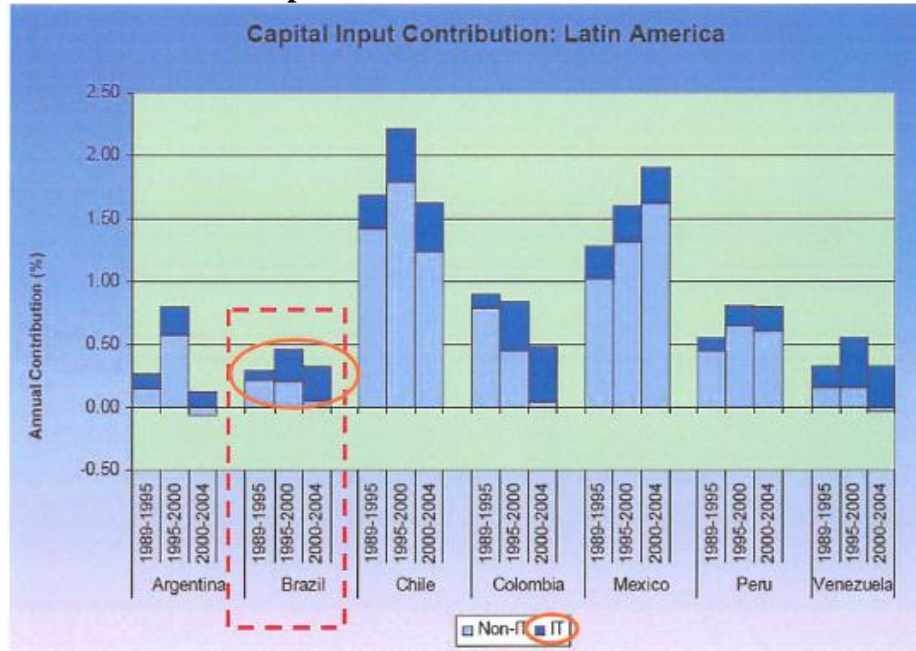
**Tabela 1.3 – Contribuição das TICs para crescimento do PIB**  
por país da América Latina

Economy	Period 1989-1995							Period 1995-2003						
	GDP Growth	Sources of Growth (% points per annum)				TFP	GDP Growth	Sources of Growth (% points per annum)				TFP		
		Capital	ICT	Non-ICT	Labor			Capital	ICT	Non-ICT	Labor			
Argentina	6.17	0.10	0.24	-0.18	0.31	6.62	0.69	0.30	-0.36	0.91	0.28	-1.14		
Bolivia	3.89	0.15	0.50	2.36	0.38	0.23	2.81	0.78	1.00	1.35	0.36	-0.68		
<b>Brazil</b>	<b>1.87</b>	<b>0.09</b>	<b>0.29</b>	<b>0.99</b>	<b>0.38</b>	<b>0.20</b>	<b>1.94</b>	<b>0.46</b>	<b>0.24</b>	<b>0.67</b>	<b>0.27</b>	<b>0.21</b>		
Chile	7.24	0.21	1.60	1.62	0.25	3.55	3.83	0.54	2.23	0.98	0.24	-0.16		
Colombia	4.09	0.16	1.04	1.79	0.98	0.79	1.79	0.87	0.32	0.71	0.36	-0.36		
Costa Rica	3.80	0.57	1.54	1.82	0.30	-0.43	4.18	0.99	1.29	1.48	0.28	0.17		
Ecuador	2.70	0.14	0.50	2.01	0.42	-0.36	1.22	0.36	0.15	1.44	0.38	-1.12		
El Salvador	4.78	0.21	1.12	2.17	0.38	0.85	2.68	0.47	1.04	1.89	0.36	-0.89		
Guatemala	3.46	0.11	0.58	1.97	0.44	0.37	2.93	0.45	1.04	1.88	0.42	-0.85		
Honduras	0.98	0.17	1.06	2.36	0.50	-3.09	2.68	0.40	1.47	1.89	0.46	-1.63		
Jamaica	0.72	0.28	0.88	0.98	0.37	-1.77	0.76	0.64	0.66	0.48	0.34	-1.35		
Mexico	2.18	0.24	0.86	1.48	0.38	-0.87	3.66	0.23	1.11	1.78	0.31	0.14		
Nicaragua	-0.50	0.26	-0.31	1.32	0.50	-2.26	2.10	0.40	0.91	2.27	0.46	-1.94		
Panama	4.32	0.13	0.89	1.95	0.33	0.92	2.62	0.19	1.82	1.33	0.29	-1.01		
Paraguay	4.36	0.08	1.00	1.88	0.36	1.05	0.28	0.49	0.26	1.48	0.32	-2.27		
Peru	4.19	0.14	0.78	1.86	0.40	1.01	2.82	0.22	0.79	1.59	0.34	-0.32		
Trinidad and Tobago	0.76	0.11	0.31	1.80	0.33	-1.60	5.10	0.29	1.26	1.85	0.31	-1.59		
Uruguay	3.79	0.20	0.37	0.52	0.28	2.43	0.01	0.47	0.35	-0.27	0.27	-0.81		
Venezuela	3.31	0.13	0.12	1.81	0.44	0.71	-2.07	0.27	-0.03	1.31	0.39	-4.02		
<b>All Group</b>	<b>3.06</b>	<b>0.16</b>	<b>0.58</b>	<b>1.20</b>	<b>0.37</b>	<b>0.75</b>	<b>2.11</b>	<b>0.39</b>	<b>0.81</b>	<b>1.10</b>	<b>0.34</b>	<b>-0.32</b>		

Fonte: Jorgenson & Vu

Jorgenson (2007), mostra que as TICs também contribuem de maneira significativa para o crescimento médio da produtividade do trabalho.

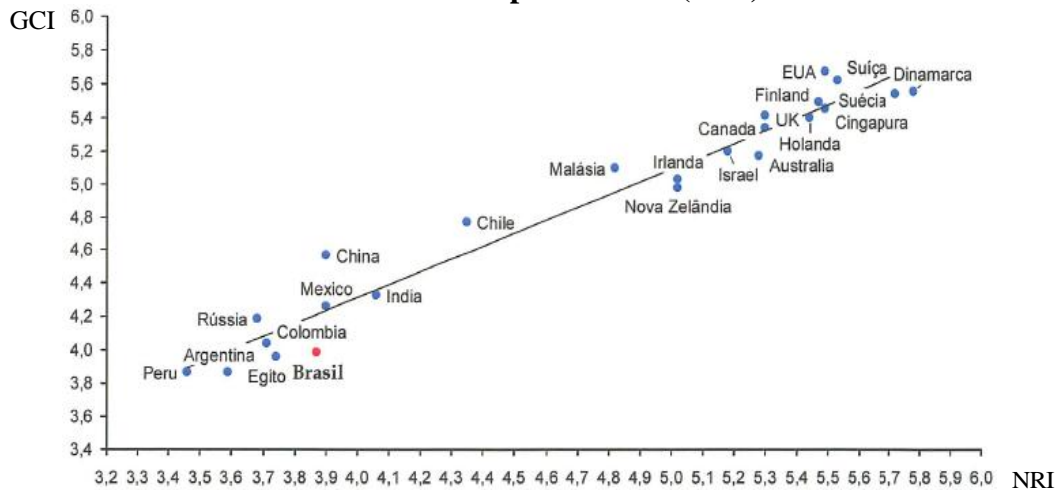
**Gráfico 1.2 – Contribuição de TIC para o crescimento anual de produtividade do trabalho**



Fonte: Dale Jorgenson research at Harvard (março de 2007)

No relatório do Fórum Econômico Mundial, considera-se que as TICs impactam positivamente a competitividade de cada nação – gráfico 1.3, sendo um dos principais componentes do índice de competitividade. É relevante observar que o Brasil, além de ser considerado pouco inovador, também apresenta baixa competitividade internacional, ressaltando a correlação direta entre estas variáveis.

**Gráfico 1.3 – Índice de Preparo em TIC (NRI) vs. Índice Global de competitividade (CGI) 2007-2008**



Fonte: WEF, Global Competitiveness Report global IT report, 2007-2008

### 1.1.3 A importância das PMEs

A avaliação específica para Pequenas e Médias Empresas (PMEs) deve-se ao fato destas comporem a imensa maioria das empresas do setor no país, representando em número 90,2% do total de empresas. Botelho *et al* (2007) também relatam haver “... uma participação significativa de inovações empreendidas em empresas de menor porte em alguns setores produtivos”, conforme pode ser observado na tabela 1.4. Outro fator relevante é que as grandes empresas possuem recursos e condições de aproveitarem o mercado tanto de software proprietário quanto de software livre. Apesar de não haver impedimentos formais para que as PME's do setor de TIC obtenham sucesso no mercado de software proprietário, existem grandes dificuldades para que estas se estabeleçam neste segmento, já que os direitos de Propriedade Intelectual favorecem a formação de monopólios, acarretando em dificuldades de competição para pequenas empresas.

**Tabela 1.4**  
**Número de inovações de grandes e pequenas empresas**  
**nas indústrias mais inovadoras (1982)**

<b>Indústria</b>	<b>Inovações totais</b>	<b>Inovações de grandes firmas</b>	<b>Inovações de pequenas firmas</b>
Equipamento de computação eletrônica	395	158	227
Instrumentos de controle de processo	165	68	93
Componentes eletrônicos	128	54	73
Instrumentos científicos e de engenharia	126	43	83
Produtos plásticos	107	22	82
Medidores de eletricidade	77	28	47
Equipamentos médicos e cirúrgicos	66	30	36
Controles industriais	61	15	46
Válvulas e conexões	54	20	33
Equipamentos de medida e controle	52	3	45
Estruturas metálicas	35	12	17
Lentes e instrumentos óticos	34	12	21
Materiais sanitários e para polir	33	13	19
Caminhões e tratores	33	13	20

*Fonte:* U.S. Small Business Administration Innovation Data Base, in Acs & Audretsch, 1990, p. 13-4. Apud Botelho *et al*  
Obs.: 1) os dados referem-se a inovações introduzidas na indústria dos Estados Unidos em 1982 e resultam de invenções realizadas, em média, 4,3 anos antes;

2) são consideradas grandes empresas aquelas que possuem mais de 500 empregados e pequenas empresas as que possuem até 500 empregados;

3) as inovações de grandes e pequenas empresas nem sempre coincidem com a soma total das inovações porque várias delas não podem ser classificadas de acordo com o tamanho da empresa.

4) A tabela apresentada por Botelho *et al* apresenta a totalidade dos setores, que foram selecionados de acordo com a temática do presente trabalho.

## 2 Revisão de Literatura

### 2.1 Software Livre

Existe uma certa confusão sobre o termo Software Livre, devido à origem do termo na língua inglesa “Free Software”, que tanto pode significar software grátis quanto software de código aberto, irei adotar as mesmas regras de Saleh (2004):

Neste trabalho, é considerado software livre, independentemente sob que termos esteja legalmente licenciado, todo o software sobre o qual sejam garantidas, sem quaisquer restrições, as seguintes liberdades:

- De executar o programa;
- De a qualquer momento modificar o programa para atender às necessidades próprias ou de terceiros;
- De distribuir livremente cópias do programa original;
- De distribuir livremente cópias das versões modificadas.

Para que essas quatro liberdades sejam efetivas, é necessário que os usuários tenham acesso ao código fonte do programa. Código fonte é um texto, numa sintaxe próxima à da linguagem humana, que contém as instruções sobre o que o programa deve executar. Esse código traz consigo o conjunto de tarefas que devem ser desempenhadas, e pode ser facilmente compreendido pelas pessoas. Isso implica que para que seja possível a alteração e a melhoria de um determinado software, o acesso a seu código fonte é um imperativo. No software livre, o código fonte é livremente distribuído. No software proprietário, ele é escondido, e tratado como segredo industrial.

No software proprietário, em geral a única liberdade garantida ao usuário é a de usar o programa, mesmo assim apenas após seu licenciamento, e normalmente com o compromisso de não redistribuí-lo e nem de modificá-lo. Muitos softwares proprietários são grátis, como por exemplo, alguns navegadores de Internet, anti-vírus e editores de textos. No entanto, como não permitem a visualização de seu código fonte, alteração ou a redistribuição, não são livres. Software livre, portanto, não é sinônimo de software grátis. O software só é livre se atender às quatro liberdades acima.

O termo “software livre” será utilizado neste trabalho como referência a qualquer tipo de software que contemple as liberdades descritas. Existem algumas diferenças filosóficas entre os termos “software livre” e “código aberto”.... Quando estiverem sendo descritas as diferenças entre os dois modelos, isso estará explícito no texto. Caso contrário, o termo “software livre” é utilizado como referência a todas as categorias, englobando inclusive o “código aberto”.”

Lessig (2004), apresenta em seu livro o ponto de vista sobre SL de John Seely Brown, cientista chefe da Xerox Corporation, cujo trabalho, como ele o descreve em seu Web site, envolve “o aprendizado humano e [...] a criação de ecologias de conhecimento para a criação de [...] inovação”. Brown ressalta que as tecnologias digitais permitem um tipo diferente de criação — uma que envolve ideias abstratas que são “materializadas”, e que estas criam um ambiente propício para uma nova forma de bricolagem, ou “colagem livre”. “O código aberto tornou-se uma plataforma importante de aprendizado”. Nesse processo, “as coisas concretas com as quais você trabalha são abstratas. São códigos”. As crianças estão “passando a ter a habilidade de manipular o abstrato, e essa manipulação não é mais uma atividade isolada que você faz na sua garagem. Você está participando de uma plataforma comunitária. [...] Você está brincando com o trabalho de outros. Quanto mais você fuça, mais você melhora-a”. Quanto mais você a melhora, mais você aprende.

## **2.2 A Importância da Padronização e da Modularização**

Uma das características de grande importância no SL é a utilização de padrões abertos em suas diversas vertentes: formato de arquivos, protocolos de comunicações etc, bem como a prática da construção modular de programas. Shintaku *et al* (2006) afirmam que “A padronização tem um grande impacto no crescimento econômico – acelera a transferência de tecnologia e a redução de custos.[...] Conseqüentemente, a eficiência da sociedade como um todo é melhorada e o benefício aos consumidores é ampliado.” Os autores realizaram análise estatística do mercado de dispositivos ópticos de armazenamento, tais como DVD, CD, VCR e mini-disc, tendo verificado que o produto (DVD) que teve um fórum de padronização com ampla participação foi o que teve maior crescimento e também o mais rápido. Mostraram ainda que no caso do CD, onde o desenvolvimento da tecnologia permitiu mudar a produção de um modelo monolítico para uma produção modularizada, houve uma inflexão positiva na

venda, queda de custos e participação de países em desenvolvimento na cadeia produtiva. Os autores afirmam que “estas mudanças no processo de *catch-up* não significam que os ganhos econômicos dos países desenvolvidos diminuí.” Avaliando o setor de painéis LCD, os autores concluem que “A participação de firmas japonesas na cadeia vertical diminuiu. Contudo, a quantidade total de ganho econômico dos japoneses continua crescendo devido ao crescimento do mercado total.”

**Padronização Internacional aberta = arquitetura modular**

- 1) Tecnologia aberta & regras de design abertas  
→ Acelera a difusão e popularização da tecnologia e do produto
- 2) Remoção da interdependência entre produtos acabados e componentes chaves  
→ Acelera a divisão internacional de trabalho
- 3) Base instalada espalhadas mundialmente  
→ Propicia novas oportunidades de negócio com valor-agregado

As normas podem ser, *de facto*, quando o monopólio natural surge através de condições de mercado que é inicialmente competitivo entre tecnologias diferentes, com o acordo entre os produtores sobre a tecnologia padrão ocorrendo sem um processo formal. Normalmente, este tipo de norma emerge de uma posição de domínio da tecnologia, muitas vezes de mãos dadas com o domínio do mercado vendedor de tecnologia. Lucros de tais normas *de facto* estão entre os mais atraentes disponíveis para empresas de TI (Morris & Ferguson, 1993).

As normas também podem ser *de jure*, quando são baseadas em associações com mandato para estabelecimento do processo, tais como ITU, IEEE, W3C etc. Porém, West (2004) ressalta que “tentativas de criar vantagem e *lock-in* estão longe de serem limitadas aos patrocinadores de normas de facto. Patrocinadores de normas de jure e de consórcio também obtêm vantagem em atrair adotantes e criar *lock-in*, se essas normas são sobrecarregadas por solicitações de patentes privadas, tais como as normas do W-CDMA, MPEG-4 e DVD.”

Ghosh (2005), ao avaliar os efeitos econômicos da padronização, trata dos problemas gerados pelos efeitos de rede e afirma que “um monopolista ou *player* dominante fica em condições de aumentar o preço de acesso de um usuário individual além de seu valor inerente, com base no valor externo do efeito de rede.” Para limitar os efeitos do monopólio causado pela externalidade de rede, o autor propõem “tentar abstrair as externalidades de rede de produtos específicos [...] através da identificação das características da tecnologia que proporcionam o efeito de rede, e garantindo que a sua utilização não esteja limitada a um determinado produto ou serviço. “ O autor apresenta então seu conceito de *padrões abertos*:

“Se políticas de licenciamento de tecnologia forem adotadas (ou pelos organismos de normalização ou voluntariamente pelos detentores dos direitos da tecnologia), que permitam que todos os potenciais fornecedores de produtos e serviços baseados na tecnologia possam utilizá-la, sem fornecer uma vantagem competitiva para os titulares dos direitos, o impacto econômico teórico de normas interoperáveis pode ser alcançado. Normas de licenciamento com base em tais políticas poderiam ser chamados de "padrões abertos", com monopólios naturais na tecnologia em si, mas a concorrência na oferta de produtos e serviços usando a tecnologia.”

Segundo o autor, o mercado de SL está intimamente ligado à efetiva implementação de padrões, pois se o FLOSS fornece uma solução existente ou potencialmente competitiva para um problema em dado domínio, um padrão aberto teria de ser compatível com o desenvolvimento e distribuição sob condições de licenciamento FLOSS.

West (2004) afirma que "para normas de sistemas digitais complexos, a especificação formal é inerentemente incompleta e o padrão atual é definido tanto através da especificação escrita quanto através de implementações atuais [...] para qualquer empresa tentando implementar um padrão, o conhecimento tanto do processo formal de especificação quanto de implementações existentes é valioso. [...] Assim, uma tipologia de abertura deve considerar tanto a abertura da especificação quanto da implementação. "

No caso do software, uma das principais vantagens da norma aberta é a capacidade de ser interoperável com outros softwares, permitindo ao usuário ser independente do fornecedor. O FLOSSPOLLS *survey* realizado na Europa confirma tal assertiva quando pesquisa os critérios de seleção para aquisição de novos softwares e verifica que 59% das respostas colocaram como principal critério a Interoperabilidade.

A Declaração de Princípios da Cúpula Mundial sobre a Sociedade da Informação, em seu parágrafo 44 diz claramente : “A padronização é um dos pilares essenciais da Sociedade da Informação. Deve haver especial ênfase no desenvolvimento e adoção de padrões internacionais. O desenvolvimento e uso de padrões abertos, interoperáveis, não-discriminatórios e orientados a demandas, que levem em conta as necessidades dos usuários e dos consumidores, é um elemento básico para o desenvolvimento e ampla difusão das TICs e para uma maior viabilidade econômica no acesso a estas tecnologias, particularmente nos países em desenvolvimento. Padrões internacionais se destinam a criar um ambiente onde os consumidores possam acessar serviços em qualquer parte do mundo, a despeito de quais



sejam as tecnologias subjacentes”.

Taurion (2008) estima “que hoje, pelo menos 80% das informações das empresas não estejam em bases de dados estruturadas, mas espalhada por milhares e milhares de documentos e planilhas. E à medida em que os documentos passam a ser digitalizados, cresce de forma exponencial a sua geração – há estudos que preveem que nos próximos cinco anos geraremos um número de documentos digitais equivalente à quantidade total de documentos gerados nos últimos 25 anos.” O autor coloca então dois desafios associados a esta proliferação de documentos eletrônicos: “o primeiro é a deterioração gradual do meio físico, o que nos obriga a, de tempos em tempos, substituir o arquivo de mídia onde armazenamos dados, para garantir sua perenidade. O segundo desafio é mais complicado: no contexto atual, os arquivos de documentos são armazenados em formato binário, proprietário. Isto significa que se quisermos acessá-los daqui a vinte ou trinta anos, os softwares que os criaram deverão continuar existindo. Ou seja, além da perenidade do meio, temos que garantir a perenidade do software.”

O assunto é de extrema importância e vários governos tem buscado soluções. No dia 16 de dezembro de 2008, o Comitê Executivo para Governo Eletrônico do Ministério de Planejamento do Brasil lançou a versão 4.0 do e-PING, o framework de Interoperabilidade do Brasil. Nessa nova versão, o status do ODF (formato aberto para documentos) subiu de "R" (Recomendado) para "A" (Adotado), o que significa que o uso de ODF agora é mandatório no Brasil . Segundo dados da ODF Alliance, 16 países, incluindo França, Alemanha e Japão, dentre outros, já adotaram o ODF como padrão de seus documentos, bem como diversos estados também já adotaram o padrão.

Ghosh (2006) ao avaliar os modelos de *Total Cost Ownership* (TCO) de um software, ressalta que a estimativa baseada “nos custos do trabalho de suporte e manutenção, juntamente com a metodologia de se considerar o custo de licença do produto uma única vez [...] ignora o impacto do alto custo do aprisionamento ao fornecedor resultante da utilização de software proprietário, que geralmente não dá suporte (ou desestimula) a utilização de normas abertas, forçando os consumidores em um ciclo perpétuo de substituição por novas versões do produto e taxas de licença adicionais.”

Em artigo anterior, Ghosh (2003) também analisando o TCO, critica um dos principais pressupostos do modelo que é assumir que “os custos do trabalho (para suporte e manutenção) são de longe superiores à licença como uma quota do TCO”, pois isso só é fato

em alguns poucos países mais desenvolvidos. O autor destaca ainda que “devido à barreiras à entrada menores e o desenvolvimento de competências, mas onde os custos do trabalho (e do PIB per capita) são menores para começar, o custo total relativo à licença é muito maior e as inclinações ao argumento são favoráveis à soluções SL.”

Software, e TIC em geral, são caracterizados como tecnologias “cumulativas” que gradualmente evoluem através de inovação incremental e integração de várias invenções, algoritmos e técnicas (Merges e Nelson, 1990). A operação adequada de produtos de software requerem também interoperabilidade com Sistemas Operacionais e outras aplicações que demandam a divulgação de informações tecnológicas para assegurar um desenvolvimento apropriado de programas por outras partes (David and Greenstein, 1990; Cohen and Lemley, 2001). Ambas as afirmações demonstram que o acesso ao conhecimento e às especificações dos softwares e standards são vitais para o desenvolvimento do setor de TIC.

## **2.3 Importância da inovação incremental**

De forma genérica, existem dois tipos de inovação: a radical e a incremental. Pode-se entender a inovação radical como o desenvolvimento e introdução de um novo produto, processo ou forma de organização da produção inteiramente nova. Esse tipo de inovação pode representar uma ruptura estrutural com o padrão tecnológico anterior, originando novas indústrias, setores e mercados. Também significam redução de custos e aumento de qualidade em produtos já existentes. Algumas importantes inovações radicais, que causaram impacto na economia e na sociedade como um todo e alteraram para sempre o perfil da economia mundial, podem ser lembradas, como, por exemplo, a introdução da máquina a vapor, no final do século XVIII, ou o desenvolvimento da microeletrônica, a partir da década de 1950. Estas e algumas outras inovações radicais impulsionaram a formação de padrões de crescimento, com a conformação de paradigmas tecno-econômicos (Freeman, 1988).

As inovações podem ser ainda de caráter incremental, referindo-se à introdução de qualquer tipo de melhoria em um produto, processo ou organização da produção dentro de uma empresa, sem alteração na estrutura industrial (idem).

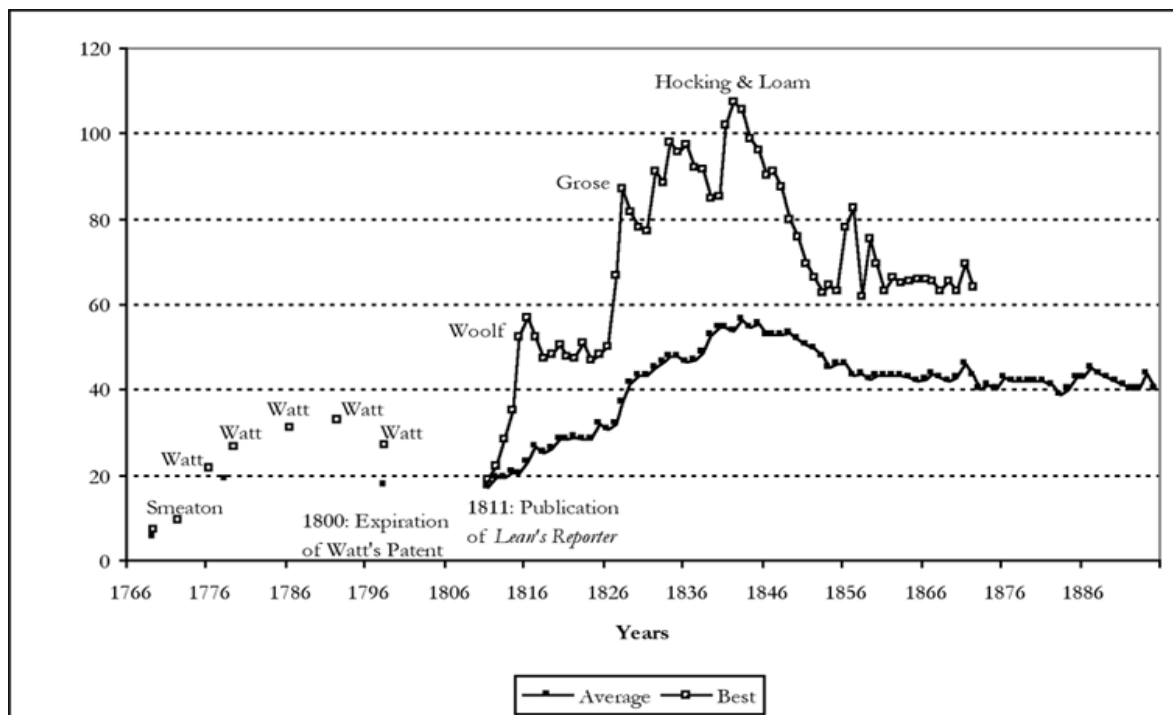
Inúmeros são os exemplos de inovações incrementais, muitas delas imperceptíveis para o consumidor, podendo gerar crescimento da eficiência técnica, aumento da produtividade,

redução de custos, aumento de qualidade e mudanças que possibilitem a ampliação das aplicações de um produto ou processo. A otimização de processos de produção, o design de produtos ou a diminuição na utilização de materiais e componentes na produção de um bem podem ser considerados inovações incrementais. (Lemos, 1999)

Raramente é possível falar de forma significativa sobre o “inventor” de qualquer um dos principais produtos eletrônicos. As realizações bem sucedidas deles, primeiro em laboratório e depois em escala comercial, dependeram das contribuições, durante longo período, de muitos cientistas e engenheiros de diversos países. Eles representam sistemas que envolvem um grande número de componentes, todos sujeitos a constantes mudanças e melhorias. (Freeman & Soete, 2008 p. 282)

Nuvolari (2004) mostra que as “*collective invention settings*” foram fontes de inovação cruciais durante as fases iniciais da industrialização. Ao analisar dados históricos sobre a eficiência da máquina a vapor, constatou que a partir do compartilhamento de informações técnicas fornecidas de modo livre (sem patente) no *Lean's Report* houve um crescimento significativo de eficiência da máquina a a vapor, conforme apresentado no gráfico a seguir:

**Gráfico 2.1 – Eficiência em motores de bombeamento a vapor  
(medida pelo consumo de combustível)**



fonte: Nuvolari (2004)

Merges e Nelson (1994) afirmaram que o impacto do regime dos direitos de propriedade intelectual na taxa de inovação é provável depender muito da natureza da tecnologia em questão. No caso das tecnologias cumulativas (isto é, tecnologias que consistem em um número de componentes interconectados e em que melhorias atuais são relacionadas firmemente às inovações precedentes), a aplicação forte dos direitos de propriedade intelectual pode, no extremo, impedir o progresso tecnológico. Nestes casos, um contexto melhor para a inovação é um no qual um alto nível de pluralismo e rivalidade na exploração de oportunidades tecnológicas é continuamente rejuvenescido. Em outros casos, o processo de mudança técnica tende a ser mais discreto e a dinâmica da inovação menos cumulativa. Tipicamente, isto acontece quando as tecnologias são relativamente “simples”. Nestas situações, uma estrutura institucional que facilita a apropriabilidade e a comercialização das inovações é provável ser conducente ao progresso tecnológico.

## 2.4 Críticas à Propriedade Intelectual

O sistema de PI não é o único a fomentar a inovação, Mello (1995) ao analisar outros trabalhos nos mostra que com exceção da indústria farmacêutica a inexistência de leis de PI pouco afetaria a inovação: “No trabalho de Taylor e Silberston (1973) tenta-se medir o grau de influência da legislação patentaria na disposição de as empresas assumirem investimentos em P & D. A pesquisa baseou-se em questionários respondidos por cerca de 30 companhias inglesas com programas de pesquisa, distribuídas em cinco indústrias, às quais foi perguntado em que proporção seus gastos em pesquisas teriam sido reduzidos se não houvesse proteção patentaria: constatou-se que em mais da metade das empresas da amostra (53%) não haveria praticamente nenhuma redução do gasto em P&D, 22% apresentariam uma pequena redução (de menos de 5%), enquanto segmentos da indústria química e farmacêutica seriam os mais afetados, com reduções de gastos da ordem de 25% e 64% respectivamente”.

Mansfield *et al.* (1981) estimam que cerca de metade das inovações patenteadas não teriam sido introduzidas sem proteção patentaria, a maior parte delas proveniente da indústria farmacêutica. Mas se retiradas as inovações em fármaco da amostra, o efeito da hipotética falta de proteção jurídica atingiria menos de 25% das inovações.

Scherer (2004) demonstrou que protegendo e buscando manter os lucros de monopólio explica o comportamento em P & D da indústria farmacêutica. Este achado corrobora a

análise sobre os benefícios das novas drogas que tem mostrado uma vasta inovação predominantemente orientadas em *me-too drugs*, drogas sem nenhum valor medicinal novo, mas que substituem os medicamentos atuais cujas patentes estão próximas de expirar.

Mello (1995), ao analisar o efeito da propriedade intelectual no processo de inovação tem uma conclusão esclarecedora: “Em síntese, o possível efeito-incentivo da proteção legal deve ser relativizado uma vez que: (a) é setorialmente diferenciado; (b) há outras funções desempenhadas pelo instrumento jurídico; (c) a concorrência em determinadas áreas impõem a necessidade de gastos em P&D a despeito mesmo de existirem perspectivas de resultados lucrativos a curto ou médio prazo. Mesmo para decisões de investir ou inovar a existência de proteção legal parece não influenciá-las a não ser de forma muito sutil e indireta.”

Em 2001 um relatório das Nações Unidas ao discutir a questão da Propriedade Intelectual considera que sua proteção se tornou excessiva, tornando-se um obstáculo ao avanço tecnológico dos países em desenvolvimento. (UNDP, 2001, p.103) Em 2003 um grupo de cientistas, incluindo Joseph Stiglitz (nobel de economia em 2001) e John Suston (nobel de medicina em 2002) enviou carta à OMPI – Organização Mundial de Propriedade Intelectual, onde destacamos que “pode-se alcançar um alto nível de atividade inovativa em algumas áreas da economia moderna sem proteção da propriedade intelectual” e que a “proteção intelectual excessiva pode ser contraproducente”.

A apropriação das inovações tem diversos mecanismos (Scherer & Ross, 1990; Levin et al. 1987; Dosi, 1988), dentre os quais destacam-se:

- as vantagens de ser o primeiro (*first mover*);
- as vantagens do inovador em função de sua evolução na curva de aprendizado;
- o segredo industrial;
- os esforços de vendas e de prestação de serviços; e
- as patentes.

Albuquerque (2006) ao analisar estes mecanismos verifica que os mesmos são imperfeitos e ressalta que se a apropriabilidade fosse perfeita, haveria uma diminuição da necessidade das empresas se apoiarem em sua capacitação tecnológica. O autor destaca que a existência de “imitadores” potenciais estabelece ameaças que forçam a empresa inovadora inicial a investir em capacitação tecnológica e organizacional a fim de sustentar os lucros

alcançados pela inovação.

Chang (2004) ao analisar os Direitos da Propriedade Intelectual explica porque os PADs (Países Atualmente Desenvolvidos) não respeitavam tais direitos até o começo do século XIX, ou mesmo do XX, em certos casos, como o da química e farmacêutica:

- A Holanda aboliu, em 1869, sua lei de patentes de 1817, entre outros motivos, para se coadunar com o movimento europeu em prol do livre comércio;

- o Japão estabeleceu sua primeira lei de patentes somente em 1885; e

- a Suíça não reconhecia quaisquer direitos de propriedade intelectual até 1888, quando introduziu uma lei de patentes que protegia apenas invenções mecânicas, a qual apenas a partir de 1907 passou a cobrir processos químicos e farmacêuticos (mas não as substâncias que eram utilizadas como insumos nestes processos).

Segundo o autor, o desmedido esforço para fortalecer a Propriedade Intelectual e a forte campanha dos PADs em exigir que os países em desenvolvimento sigam tais regras, faz parte da estratégia de “chutar a escada” que os países desenvolvidos assumem para evitar que os outros países os alcancem.

Arora et al (2003) conclui que "divulgação através de patentes parecem não ter impacto mensuráveis sobre os fluxos de informação de outras empresas e, portanto, nenhum efeito mensurável sobre a produtividade de P & D". Arundel (2001) considera que "um resultado consistente numa pesquisa sobre a utilização de bases de dados de patentes é que elas estão entre as menos importantes fontes de informação externas à disposição das empresas". Sua análise de 12.445 respostas de empresas para a pesquisa CIS mostra como resultado que entre 5% e 18% das pequenas e médias empresas creem que as patentes seja uma fonte útil de informações.

A pesquisa mostra (Arundel et al, 2006) que mais firmas acreditam que o software Livre é uma fonte de novas idéias (17%) que bancos de dados de patentes (5%). A opinião de inovadores individuais (engenheiros) é ainda mais relevante já que os questionários sobre patentes enviados às empresas em geral são respondidos pelo departamento jurídico e não pelos inovadores. Os inovadores mais que as empresas pensam que o SL (41%) é moderadamente ou muito importante como fonte de novas idéias, comparado às patentes (24%).

### 2.4.1 Propriedade Intelectual ou Monopólio Intelectual?

Scherer (1970, p. 123), discutindo o impacto de políticas governamentais na determinação de estruturas de mercado, afirma que “através da concessão de direitos de patentes para invenção, o governo pode facilitar o domínio de um mercado por uma ou por poucas firmas, e tornar a entrada nesse mercado por novas firmas difícil ou impossível”. Segundo ele, nos Estados Unidos as patentes teriam contribuído para aumentar a concentração industrial, “especialmente em ramos tecnologicamente vigorosos como os de equipamento elétrico e os de produtos químicos”. Na análise do autor o monopólio garantido pelas patentes constitui o “custo social” do sistema. Cita o caso da Du Pont como o de uma empresa que monopolizou um segmento da indústria química, através da propriedade de extenso *portfólio* de patentes. Menciona a General Electric como um exemplo de utilização de patenteamento piramidal que se ramificava dinamicamente, garantindo o domínio da indústria de lâmpada incandescente entre 1892 e 1930.

Lessig (2004) ao tratar dos direitos de PI expõem que os bens do intelecto são diferentes de bens materiais e que você não subtrai algo de uma pessoa quando copia sua ideia ou modo de vestir e cita Thomas Jefferson com bastante propriedade: “Aqueles que recebem uma ideia minha, recebem eles próprios informações sem me prejudicarem em nada; aqueles sobre quem as luzes que eu criei brilham, recebem luz sem me obscurecer.”

Boldrin & Levine (2008) são também fortemente críticos quanto à PI, lançando o termo Monopólio Intelectual em contraposição ao termo Propriedade Intelectual: “A propriedade intelectual, entretanto, é o direito de monopolizar uma ideia dizendo a outras pessoas como elas podem, ou mais frequentemente, não podem, utilizá-la. [...] Nos referimos a este direito como monopólio intelectual, para enfatizar que é este monopólio sobre todas as cópias de uma ideia que é controversa, não o direito de comprar e vender cópias.”

Penrose (1974, p.219), ao estudar o sistema internacional de patentes, concluiu que os estrangeiros patenteiam em países pouco desenvolvidos “para proteger a sua posição monopolista no mercado local”. Ela considera ainda que “as patentes estrangeiras podem restringir de várias maneiras o desenvolvimento industrial dos países pouco desenvolvidos”.

## 2.5 O Valor Social da Imitação

Uma característica que difere os animais de maior inteligência dos outros é a capacidade de imitar. Imagine se nós não conseguíssemos imitar de nossos pais o uso da linguagem, teríamos de criar um novo meio de comunicação? Como utilizá-lo se os nossos contemporâneos fossem cada um deles criador de sua própria forma de se expressar?

Para Aristóteles, “Imitar é natural ao homem desde a infância – e nisso difere dos outros animais, em ser o mais capaz de imitar e de adquirir os primeiros conhecimentos por meio da imitação – e todos têm prazer em imitar”

List (1841) ao analisar os sistemas nacionais de inovação reconhece a interdependência da importação de tecnologias estrangeiras com o desenvolvimento técnico local, sendo importante que as economias nacionais não somente adquiram as tecnologias estrangeiras, mas sejam capazes de ampliá-las.

Freeman & Soete (2008), quando fazem uma análise do período de alto crescimento após a Segunda Guerra Mundial (1945 – 1975) conclui sobre a importância das atividades tecnológicas e afirma que “o emparelhamento tecnológico e o dos níveis de renda estão correlacionados num 'círculo virtuoso', o qual consiste de imitações, aprendizados e inovações crescentes, junto com uma produtividade do trabalho também crescente e altas taxas de crescimento.

Kim (2005, p. 27) afirma “A imitação abrange desde a reprodução ilegal de produtos populares até a fabricação de produtos inovadores que são apenas inspirados numa marca pioneira.” Schnaars (1994) classifica vários tipos diferentes de imitação: falsificações ou pirataria, cópias ou clonagens, cópias de *designs*, adaptações criativas, saltos tecnológicos e adaptações a outros ramos de atividade.

A imitação raramente ocorre no vácuo. Diferentemente da réplica dentro de uma mesma empresa, na reprodução de produtos ou processos de outras empresas, a rotina-alvo não está disponível como modelo. Portanto, não é possível resolver todos os problemas decorrentes da imitação somente por um exame mais minucioso do sistema de produção do protótipo. Em casos extremos, a produção em questão pode ser uma nova combinação de elementos tecnológicos altamente padronizados. Nesse caso, a engenharia reversa pode resultar na identificação desses elementos e da natureza de suas combinações, levando a uma imitação



economicamente vantajosa. No outro extremo, a rotina-alvo pode implicar em tantos conhecimentos idiossincráticos e específicos à empresa que a imitação se torna extremamente problemática, exigindo grande suporte, com transferência formal de tecnologia de parte do criador. (Kim, 2005. p. 27-28)

Albuquerque (2006, p.247) destaca que “todos os países que hoje estão na primeira categoria dos sistemas de inovação iniciaram o *catching up* tecnológico através de processos de cópia, de imitação e de importação de tecnologia. A imitação e a cópia representaram um momento necessário para a transição à condição posterior de país situado na fronteira tecnológica. A história dos sistemas de inovação mostra a possibilidade de mudanças nas condições internas e na posição internacional dos países.”

## 2.6 Estratégias colaborativas e substituição de P & D

Habakkuk (1967) mostra em seu trabalho que as inovações podem ocorrer sem a base científica respectiva, sendo o caso da indústria metalomecânica dos EUA no século XIX, cujo desenvolvimento tecnológico baseou-se em conhecimentos empíricos que permitiram gerar inovações de processos (com ampliação da escala de operação), baseados na adoção de sistemas de máquinas-ferramenta, dotados de peças intercambiáveis de alta precisão. No caso do SL se observa que muitos avanços ou foram realizados por usuários ou pela participação destes no processo. Mesmo não possuindo formação acadêmica na área ou realizando investimentos científicos os usuários buscam realizar as modificações nos softwares simplesmente pela necessidade de atenderem sua demanda pessoal ou empresarial. Tal interação se torna possível devido ao acesso do código fonte do programa, fator essencial para realização das alterações.

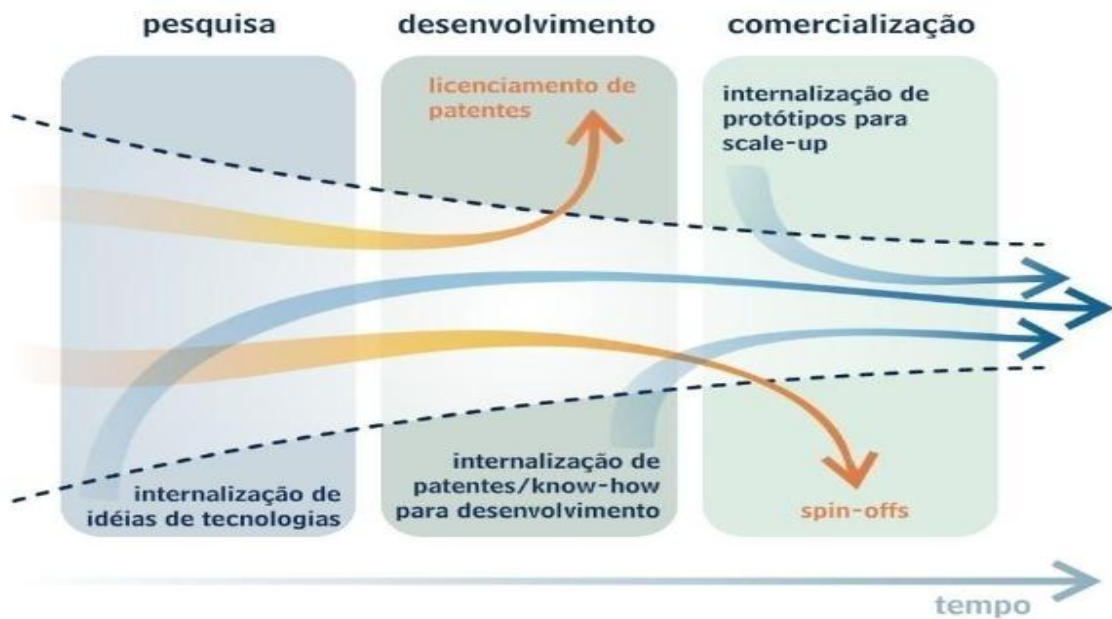
Em sua análise sobre os fatores de sucesso de firmas inovadoras, Freeman (2008) identifica que no setor de *hardware* e *software* eletrônicos “A complexidade do desenvolvimento tecnológico destas e de outras tecnologias atuais frequentemente excluem a possibilidade de trabalhos solitários em P&D e impelem as firmas para arranjos produtivos de um tipo ou de outro.”

Chesbrough (2006) em um trabalho seminal define o conceito de *Open Innovation* (Inovação Aberta) como “o uso intencional dos fluxos internos e externos de conhecimento

para acelerar a inovação interna e aumentar os mercados para uso externo das inovações, respectivamente. O Open Innovation é um paradigma que assume que as empresas podem e devem usar ideias externas assim como ideias internas, e caminhos internos e externos para alcançar o mercado, enquanto elas desenvolvem suas tecnologias.”

Nesse modelo, as organizações podem comercializar tecnologias internas ou externas e utilizam recursos internos ou externos na execução de projetos. Como característica dos processos abertos de inovação, os projetos podem ser iniciados pela própria empresa ou por outros atores externos, bem como serem incorporados ou transferidos para outras organizações, em distintos estágios de desenvolvimento. (Moreira et al, 2008, p.5)

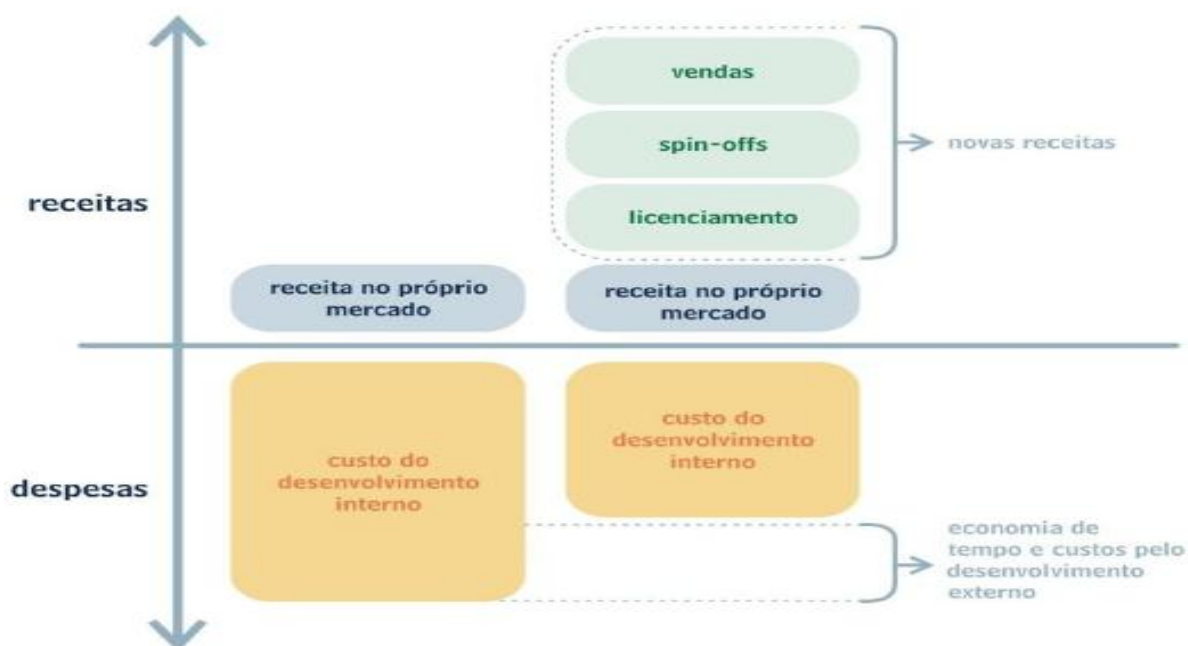
**Figura 2.1 – As possibilidades do Modelo de Open Innovation**



Fonte: Chesbrough, conforme apresentado em Moreira et al.

Ao analisar a relação entre as receitas e as despesas, os autores constataam que “ o modelo aberto de inovação permite uma potencialização das receitas através da venda e licenciamento das tecnologias, ou mesmo pela geração de *spin-offs*.” ao mesmo tempo em que a absorção externa de conhecimentos reduz o tempo e o custo de P&D, consequentemente aumentando o retorno financeiro.

**Figura 2.2 - Retorno sobre o investimento e o Open Innovation**



Fonte: Chesbrough, conforme apresentado em Moreira et al.

Uma das características extremamente positivas do SL é que seu modo de desenvolvimento substitui parte da P&D interna e habilita a empresa a focar em P&D para projetos avançados, ao invés de “reinventar a roda”. O princípio básico do SL de reuso do código reforça a excelente porém raramente alcançada meta de reuso da inovação. (Ghosh, 2005, p. 140).

Um caso clássico para confirmar a afirmação do autor é o reuso de código em distribuições Linux, tais como o Debian, onde se atinge um reaproveitamento em torno de 40% do código.

## 2.7 Custos para os países importadores de tecnologia

Como é sobejamente conhecido, a posse de um monopólio tecnológico nos setores emergentes da economia mundial permite ao país dinâmico extrair uma *renda tecnológica* dos demais países do sistema. Se se consideram os custos econômicos da pretendida nova estrutura da proteção à propriedade intelectual, parece bem claro que a apropriabilidade abrangente requerida pelos países avançados teria implicações financeiras e perdas sociais indiretas para os países em desenvolvimento, já que estes são (e, presumivelmente,

permanecerão) típicos importadores líquidos de tecnologia e de produtos sofisticados. Almeida (1991)

Primo Braga (1989), salienta que , "uma consequência frequente de um regime mais restrito de leis de propriedade intelectual seria um incremento nos pagamentos de royalties para os estrangeiros. [...] Outros custos sociais associados com a reforma seriam o custo de oportunidade da P&D nacional suplementar e a perda efetiva para os consumidores acarretada pelos altos preços que podem resultar do processo de monopolização.[...] Uma outra fonte de custos potenciais, [...] são as subsidiárias locais das corporações transnacionais. A pesquisa local por essas companhias pode traduzir-se em futuras remessas de *royalties* ao exterior se os direitos de propriedade intelectual pertencerem à empresa matriz, independentemente da localização da pesquisa."

Scherer (1980) discorda da afirmação comum de que países que não protegem a PI não são passíveis de receber investimentos: "os economistas chamam a atenção para o fato de que os investimentos diretos e a transferência de tecnologia são relativamente insensíveis à proteção dos direitos de propriedade intelectual: as companhias estrangeiras tendem, antes, a enfatizar as dimensões do mercado local e o ambiente social e econômico global." Tem sido amplamente observado tal fato no desenvolvimento econômico da China. O país oferta um baixo grau de proteção e ainda assim é o maior atrator de investimentos externos entre os países em desenvolvimento. Atualmente o país é tido como um dos melhores locais para realização de manufaturas em diversos setores de conteúdo tecnológico como eletrônicos e TICs, a despeito de sua baixa proteção à PI.

## **2.8 Competição e inovação**

Em alguns ramos, um determinado número de empresas chave adquiriram monopólios de propriedade intelectual fortes e crescentes mundialmente em elementos que podem ser reproduzidos com custo quase zero, porque eles podem ser representados como informação. Isto levou, em um número de sucursais ou empresas, a uma disjunção sem precedentes entre os custos (incluindo custos de P & D) e os preços para as respectivas mercadorias. Estes monopólios podem assumir a forma de marcas (em alimentos e bens de luxo), *copyright* (para software e mídia) ou patentes (TI, farmacêuticos e outras bio-indústrias). Os seus efeitos são, geralmente associados a outros fatores de poder de mercado, tais como a promoção (bens de

luxo, alimentos, medicamentos e mídia), controle de distribuição (mídia, telecomunicações, alguns produtos alimentares), e efeitos de rede (software, telecomunicações). (Ghosh 2005, p. 120)

As empresas que, devido a seu monopólio de PI e outros mecanismos de poder de mercado, tais como efeitos de rede, têm margens muito fortes e capitalização forte não são incentivadas a investir em mais inovação (e, provavelmente, a canibalizar seu(s) negócio(s) existente(s)) e são incentivadas a escolher metas de pesquisa e inovação que são na sua maioria proteção das suas atuais linhas lucrativas ou modelos de negócios (por exemplo, investimento em mudanças de tecnologia superficiais, ou tecnologia para a execução dos seus direitos de PI ou desenvolvimento dessa tecnologia). (idem, p. 118-119).

As firmas líderes de mercado podem acabar em uma rotina negativa, conforme afirmam Schoemaker e Marais (1996): “As rotinas podem reforçar a inércia, enfatizar compromisso com tecnologias existentes, suprimir a criatividade, a flexibilidade e a experimentação.” Levinthal (1996) identifica isto como “armadilha de competência”, que pode ser entendida como um aprisionamento no conhecimento de velhas competências, capaz de inibir esforços de adquirir novas capacidades.

A falta de concorrência, em particular, permite aos operadores de mercado com maiores escalas de rendimento elevar as despesas de P & D das empresas dominantes (geralmente, uma parte fixa das receitas). No entanto, diversos estudos sugerem que uma estrutura mais competitiva permite entrada de novas empresas no mercado, aumenta a diferenciação de produtos e resulta em maior aprendizado das empresas e melhoria da qualidade técnica em longo prazo (Merges & Nelson, 1990; Harison, 2003).

O Trabalho de Bessen e Maskin (1999) e Bessen e Hunt(2004) sobre patentes de software revelou que a existência de mecanismos de patente agiu como um desincentivo ao gasto em P & D, e que este efeito foi mais forte em empresas que mais patenteiam.

Na história das últimas décadas temos visto a ocorrência de alguns episódios onde as firmas dominantes adquiriram concorrentes menores, muitas vezes para fechá-los e impedir o progresso de determinadas pesquisas. Muitas vezes também foi adotada a estratégia de contratação de pesquisadores líderes de projetos de empresas concorrentes com o objetivo de eliminar o desenvolvimento técnico dos concorrentes.

Dentre as tendências atuais de inovação em TIC, observamos:

- Patentes de algoritmos frequentemente levam à repetição de pesquisa sem inovações significantes e uso de técnicas sub-ótimas em softwares comerciais. (Aigrain, 2001)
- 10% das firmas de TIC e das empresas intensivas em TIC mudam ou evitam determinadas linhas de pesquisa devido a preocupações sobre patentes existentes nessa área. (Arundel *et al*, 2006)

A inovação baseada em SL ou a inovação em um domínio onde o SL desempenha um papel importante é caracterizada por uma situação em que a inovação antecedente está facilmente disponível para desenvolvimento sobre a mesma, e na qual novas funcionalidades podem ser disseminadas muito rapidamente, com um baixo custo de entrada para testes ou utilização. O SL favorece processos de inovação permanente e desenvolvimento rápido de mercado ou uso. O SL é tão propenso a efeitos de rede, quanto o software proprietário. A inovação em SL pode levar à captura de externalidades positivas pelos seus autores, em particular pelo fato de ser o primeiro no mercado e pelos efeitos de rede, mas de forma e num nível que não é comparável com a capitalização baseada em PI que monopoliza a livre reprodução das informações. Em particular, atividades baseadas em SL naturalmente apoiam a interoperabilidade através de padrões abertos. Definido em termos econômicos, estes são padrões que se movem no sentido de um monopólio natural na tecnologia (como acontece com todas os padrões), mas garantem a plena concorrência no mercado de fornecimento de tecnologia, sem restrições de PI.

Mesmo as medidas que incentivem a produção ou desenvolvimento de SL por outros meios têm um efeito de re-equilíbrio nos modelos de inovação: quanto mais SL está disponível em um dado domínio, menos as empresas utilizando estratégia de capitalização baseadas em PI forte são capazes de impor preços arbitrários. Isto tem sido extensamente observado quando medicamentos genéricos (mesmo de diferentes efeitos terapêuticos) estão disponíveis, e está se ampliando para software em aplicações como o Office, onde, por exemplo, os clientes utilizam a ameaça da concorrência de aplicativos SL para alcançar reduções significativas de preços, quando compra aplicações proprietárias. (Ghosh, 2005)

Nos países que tem algum tipo de política relacionada ao uso de SL ou mesmo naqueles que o estão utilizando simplesmente pela economicidade este fato é amplamente observado. No Brasil onde a implantação de laboratórios de informática nas escolas públicas vem sendo

implantados com SL, a Microsoft chegou a oferecer um pacote básico de seu Sistema Operacional e de sua suíte de escritório por menos de R\$ 20,00, enquanto o valor habitual de mercado se situa acima da casa dos R\$1.000,00.

## 3 Metodologia

### 3.1 Modelo Teórico – Microeconomia da inovação

Freeman e Soete (2008), consideram que a teoria neoclássica de curto-prazo tenha relevância limitada para interpretação e entendimento do comportamento inovativo, sendo uma das possíveis abordagens avaliar as estratégias à disposição das firmas quando confrontadas à mudança técnica. As teorias da firma são mais consistentes para explicar a inovação, levando em conta a racionalidade limitada, a informação imperfeita e as incertezas técnicas e de mercado, mas também sendo necessário levar em conta a variedade de comportamentos nos diferentes ramos industriais e em diferentes períodos históricos. Esta seção é baseada nos estudos dos autores sobre a Microeconomia da inovação.

De forma geral, contamos com seis estratégias inovativas:

- i. **Ofensivas:** visam alcançar uma liderança técnica e de mercado mediante a antecipação aos concorrentes na introdução de novos produtos. Deve basear-se ou numa relação especial com parte do sistema de ciência e tecnologia mundial, ou numa forte P&D independente, ou numa exploração muito mais rápida de novas possibilidades, ou ainda, em alguma combinação destas vantagens.
- ii. **Defensivas:** não desejam ser as primeiras, nem tampouco estarem longe das empresas ofensivas. Usam intensivamente a P&D, mas evitam os riscos de serem as primeiras, buscando identificar os erros das inovadoras ofensivas e aproveitar o mercado criado. Podem ter seu poder relacionado a aptidões de engenharia de produção ou no marketing. Este é o principal tipo de P&D nos países líderes, que se concentram em modificações de produtos e processos já existentes, sendo fortemente relacionada aos mercados oligopolistas. Hobday (1994) afirma que “em indústrias como as de semicondutores e de software, todos os inovadores precisam ser extremamente ágeis, já que a vida de cada nova geração de componentes e produtos é muito curta.
- iii. **Imitativas:** se contentam em acompanhar os líderes a um certa distância, usualmente desfrutam de vantagens decorrentes de menores custos de mão-de-obra, investimentos, instalações, fornecimentos de energia ou insumos materiais. Também



podem ter uma maior eficiência administrativa. Uma outra alternativa é que estas firmas de alguma maneira tenham um mercado cativo ou proteção nacional. Usualmente possuem a engenharia de produção e de projetos como pontos fortes.

- iv. **Dependentes:** são empresas que aceitam um papel de subordinação com relação a outras firmas maiores e mais fortes, como no caso da indústria de auto-peças e as montadoras de automóveis. A empresa maior especifica tecnicamente os novos produtos que deseja que sejam desenvolvidos.
- v. **Tradicionalis:** são empresa de setores onde o mercado não exige mudanças e a concorrência não as força a fazer. É o mercado mais próximo do modelo econômico de concorrência perfeita. Em alguns casos se mostram vulneráveis por não serem capazes de se adequarem a alguma mudança técnica exógena.
- vi. **Oportunistas:** são empresas que conseguem aproveitar novas oportunidades num mercado em rápida mudança, muitas vezes sem necessidade de qualquer P&D interna ou projetos complexos.

Sobre as características das firmas inovativas bem-sucedidas do século XX, os autores consideram que sejam:

1. Uma forte P&D profissional interna;
2. Execução de pesquisas básicas ou vínculos próximos com os que faziam tais pesquisas;
3. O uso de patentes para obter proteção e para negociar com concorrentes;
4. Um tamanho suficientemente grande para poder financiar gastos relativamente pesados de P&D por um longo período de tempo;
5. Menores períodos de experimentação que os dos concorrentes;
6. Disposição para correr altos riscos;
7. A identificação precoce e imaginativa de um mercado potencial;
8. Uma atenção cuidadosa com o mercado potencial e esforços substanciais para envolver, educar e proporcionar assistência aos usuários e consumidores;
9. Um empreendedorismo suficientemente forte para coordenar a P&D, a produção e o *marketing*;

10. Boas comunicações com o mundo científico externo, assim como com os consumidores.

Rothwell (1994) ao estudar a influência das TIC no processo inovativo mostra a crescente importância das várias formas de rede e que os novos, mais rápidos e eficientes meios de comunicação são essenciais para esta colaboração. Além disso o autor destaca a larga incorporação de elementos de *hardware* e *software* em diversos produtos. Já Hagedoorn & Schakenraad (1990; 1992) mostram que na escala crescente de acordos de colaboração entre firmas nas décadas de 80 e 90 uma alta proporção envolveu firmas de TIC , biotecnologia e materiais avançados. Os diversos estudos tem mostrado que a complexidade do desenvolvimento tem eliminado a possibilidade de trabalhos solitários em P&D levando a diversos tipos de arranjos colaborativos.

Analisando a correlação entre o tamanho da firma, gastos em P&D e inovação, os autores apresentam diversos dados que comprovam esta correlação e constataam ainda que na França, Grã-Bretanha e EUA menos de 5% das pequenas empresas realizam P&D. Cohen (1995) nos afirma: “A constatação mais robusta da pesquisa empírica que relaciona P&D ao tamanho da firma e à estrutura de mercado é a de que existe um relação uniforme positiva próxima entre tamanho e P&D, que parece ser aproximadamente proporcional entre as empresas realizadoras de P&D na maioria dos ramos ou quando controladas para fins industriais.”

Porém temos também uma série de estudos que apresentam que as MPEs são as empresas mais inovadoras, Freeman e Soete postulam que as firmas pequenas que realmente realizam P&D tendem a se enquadrar em 3 categorias:

- i. Firmas que acabam de começar a desenvolver ou explorar uma nova invenção;
- ii. Firmas altamente especializadas, possuidoras de habilidades específicas, sustentadas por um intensivo programa de pesquisas num campo bastante restrito.
- iii. Firmas que lutam pela sobrevivência em ramos nos quais a concorrência de um novo produto faz com que o crescimento da P&D seja necessário.

As PMEs apresentam vantagens comparativas nos estágios iniciais e menos custosos do trabalho inventivo das inovações mais radicais, enquanto as grandes firmas tem vantagens nos estágios finais, na melhora e no aumento de escala das descobertas iniciais, havendo enormes diferenças entre os diversos ramos industriais. É provável que as maiores vantagens das PMEs

sejam a flexibilidade, concentração e comunicação interna.

O alto grau de incerteza no processo inovativo em diversas situações leva as empresas a pouco empreender ou se concentrar em posições de melhorias incrementais ou defensivas. Quanto a possibilidade de diminuição da incerteza, as evidências empíricas confirmam que os métodos de *portfolio* mais avançados desenvolvidos por estatísticos e consultores administrativos raramente chegam a ser usados. Esta situação leva as firmas a estarem mais dispostas a tentar inovações radicais em relação a seus próprios processos do que em relação a seus produtos, pois esta situação lhes garante um maior domínio sobre a situação do mercado. Quando existe um mercado assegurado (tanto do governo como de outros tipos) podem ser esperadas muito mais inovações de produto do que em um mercado competitivo.

São fatores inibidores do uso da previsão tecnológica formal:

- i. O malogro em integrar a previsão tecnológica nos planos normais da organização;
- ii. A incapacidade de selecionar objetivamente projetos de pesquisa e desenvolvimento;
- iii. O malogro do entendimento do papel de técnicas sofisticadas de administração;
- iv. A omissão da alta administração em apoiar os esforços de previsão;
- v. A incapacidade da administração divisional de ter uma visão suficientemente prospectiva.

A aceitação de um alto grau de incerteza nas inovações pode ser confinada às seguintes categorias:

- i. Alguns poucos inovadores de firmas pequenas dispostos a fazer grandes apostas;
- ii. Inovadores de grandes firmas que usam cuidadosos métodos de seleção de projetos, contrapondo alguns poucos investimentos muito incertos a um grande número de projetos medíocres;
- iii. inovadores de grandes firmas que não são controladas de perto por qualquer sistema formal de seleção de projetos, sendo capazes de impor suas estimativas subjetivas;
- iv. inovadores de pequenas e grandes firmas que, inconscientemente, aceitam um nível de incerteza muito alto, por meio de “impulsos instintivos”;
- v. inovadores apoiados por governos que igualmente aceitam altos riscos;
- vi. inovadores apoiados por governos que aceitam inteiramente estimativas super-

otimistas dos retornos futuros;

vii. pesquisadores individuais “clandestinos que empreendem projetos extra-oficiais.

## 3.2 Modelo Explicativo

Existem os mais diversos conceitos de inovação conforme apresentamos na seção anterior. Em nosso estudo, para efeito de simplificação, iremos considerar como inovação para uma empresa de *software* a disponibilização de um sistema para um cliente potencial.

$$sl_t = f ( merc_t , ct_t , ip_t )$$

Para explicar o comportamento do software livre, foram utilizadas três variáveis explicativas. Em relação às variáveis explicativas foram consideradas no modelo, o  $sl_t$  representa a quantidade de *software livre*<sub>t</sub> na economia brasileira. O  $merc_t$  representa o tamanho do mercado de *software* na economia brasileira. O  $ct_t$  representa o custo total da produção do *software livre*<sub>t</sub>. E por fim,  $ip_t$  significa o *investimento em pesquisa* em *software livre*<sub>t</sub>.

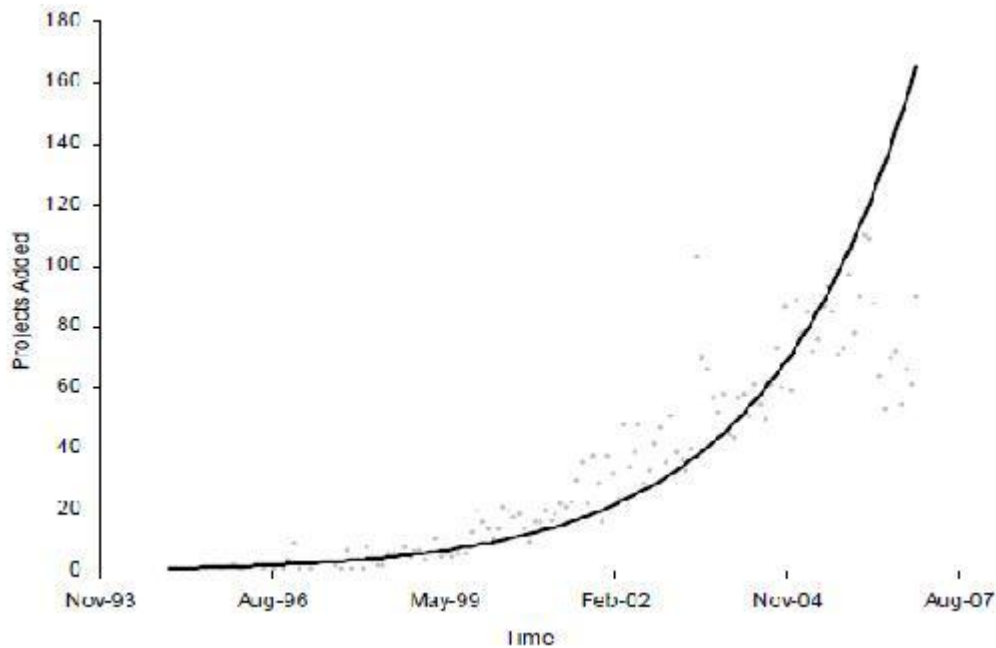
Iremos considerar como resultado do Investimento em Pesquisa ( $ip_t$ ) a quantidade de linhas de código disponibilizadas para o mercado. Utilizaremos o conceito de *source lines of code* (SLOC) utilizado por Deshpande & Riehle (2008). Os dados históricos do Investimento em Pesquisa serão retirados da Base de Dados fornecida pelo projeto FLOSSMetrics (stands for Free/Libre Open Source software Metrics). Este projeto acompanha estatísticas de um conjunto de softwares livres classificados em 3 áreas, Koch e Dueñas (2007):

- Coleções de Produtos (ou “megaprojetos”);
- Produtos “Standalone”; e
- Outros produtos.

Mas é relevante observar não só a variação de SLOC num determinado conjunto de projetos, mas também que a quantidade de projetos varia enormemente ao longo do tempo. Segundo os dados fornecidos pelo banco de dados analítico sobre SL da empresa Ohloh.net, que tem rastreado repositórios FLOSS desde 2005, atualmente contamos com 412.291

projetos. Deshpande & Riehle (2008) ao analisarem os dados de projetos de SL sugerem que tanto o número de projetos de SL está crescendo a uma taxa exponencial, quanto a adição de linhas de código (SLOC).

**Gráfico 3.1 – Número de projetos de SL adicionados**



fonte: Deshpande & Riehle (2008)

Para estimativa dos custos de produção do *software* iremos utilizar o método COCOMOII (COConstructive COst Model) apresentado por Barry *et al* (2000). Consideraremos um projeto de complexidade média, de forma que a variável P terá o valor de 1,12 nas estimativas de custo.

$$PM = 2.45 * EAF * (SLOC/1000)^P$$

EAF - effort adjustment factor (0.6-1.4)

SLOC - source lines of code

P - project complexity (1.04-1.24)

PM - person-months needed for project

A quantidade de *software livre* ( $sl_t$ ) na economia brasileira é tomada a princípio como sendo a mesma quantidade disponibilizada mundialmente já que o software é disponibilizado para uso sem restrição de país. Foram utilizados dados do projeto FLOSSMetrics.

Os dados referentes ao tamanho do mercado de *software* na economia brasileira foram

obtidos a partir de informações da ABES. Como esta associação só possui informações anuais sobre o mercado, os dados foram “mensalizados” a partir da variação mensal do PIB brasileiro.

### 3.3 Hipóteses

$$(1) \frac{sl_t}{merc_t} > 0; \quad (2) \frac{sl_t}{ct_t} < 0; \quad (3) \frac{sl_t}{ip_t} > 0;$$

(1) A variável explicativa *mercado<sub>t</sub>* tem uma relação direta com a variável dependente *software livre<sub>t</sub>*. Ou seja; quando expande o tamanho do *mercado<sub>t</sub>* cresce o número de *software livre<sub>t</sub>*;

(2) A variável explicativa *custo total<sub>t</sub>* tem uma relação inversa com a variável dependente *software livre<sub>t</sub>*. Ou seja; quando diminui o *custo total* cresce a quantidade de *software livre<sub>t</sub>*;

(3) A variável explicativa *investimento em pesquisa<sub>t</sub>* tem uma relação direta com a variável dependente *software livre<sub>t</sub>*. Ou seja, quando aumenta o *ip<sub>t</sub>* cresce a quantidade de *software livre<sub>t</sub>*;

### 3.4 Modelo Econométrico

O método utilizado no processo de estimação dos parâmetros do modelo de regressão linear gaussiana é o modelo linear generalizado (GLM), uma generalização flexível das ordinárias de regressão em que a variável resposta obedece a outras distribuições que não a Normal, ou em que a relação entre a variável resposta e as variáveis explicativas não é linear. Nesta seção apresentamos um método de estimação alternativo que se baseia em mínimos quadrados a dois passos (IV2SLS) para a possível resolução de problema de endogeneidade que o modelo pode apresentar (*software e investimento em pesquisa*).

$$sl_t = \beta_0 + \beta_1 merc_t + \beta_2 ct_t + \beta_3 ip_t + \mu_t$$

$sl_t = \textit{software livre}_t$ .

$\beta_0 =$  intercepto da equação econométrica.

$\beta_1 =$  representa o impacto do *mercado*<sub>t</sub> sobre o *software livre*<sub>t</sub>.

$\beta_2 =$  representa o impacto do *custo total*<sub>t</sub> sobre o *software livre*<sub>t</sub>.

$\beta_3 =$  representa o impacto *ip*<sub>t</sub> sobre o *software livre*<sub>t</sub>.

$\mu =$  termo estocástico da equação econométrica.

O teste de Shapiro-Wilk W para verificar a presença de normalidade nos resíduos (hipótese nula) tem como hipótese alternativa a não-normalidade dos resíduos. De acordo com o resultado do teste há indícios para não rejeitar a hipótese nula (normalidade), logo, o modelo será estimado com correção de resíduos. O valor do teste Shapiro-Wilk W é  $\text{Prob} > z = 0,05369$  e  $z = 1,610$ .

De acordo com o teste Ramsey RESET de erro de especificação:  $F(3,53) = 2,38$  e  $\text{Prob} > F = 0,0797$ , não há indicio de erro de especificação no modelo, logo o modelo está corretamente especificado.

O teste estatístico ADF (Aumented Dickey-Fuller) identifica a presença de raiz unitária ( $\rho = 1$ ). Se a estatística calculada em módulo é maior do que o teste ADF tabelado nos níveis estabelecidos de 1% (3,5730), 5% (-2,926) e 10% (-2,598) indicam não existir raiz unitária. As séries estatísticas do modelo de *software livre* [dfuller *sl*, lags (3) = -2.751 (10%)] e as variáveis *mercado* [dfuller *merc*, lags(4) = 2.616 (10%)], [dfuller *ip*, lags(3) = -3,283 (5%)] e *custo total* [dfuller *custo*, lags(3) = -6,764 (1%)], mostram que são estacionárias.

O teste multiplicador de Lagrange-Engle testa a presença de auto-regressivo e heterocedasticidade condicional. Hipótese nula.  $H_0$ : não há efeitos arch contra a hipótese alternativa: há efeitos arch: De acordo com os resultados [ $\chi^2 = 1,400$  e  $\text{Prob} > \chi^2 = 0,2367$ ] verificou-se que não há efeitos ARCH.

Com base no teste alternativo de Durbin calculado [( $F = 2,223$  e  $\text{Prob} > F = 0,0965$  para lag(3)] e [( $F = 6,496$  e  $\text{Prob} > F = 0,0137$  para lag(1)], estas evidenciam sugerem não auto-correlação serial dos resíduos, aos níveis de significância de 1% para uma defasagens e 5% para 3 defasagens.

Observou-se que não existe um alto grau de correlação entre as variáveis do modelo,

sugerindo-se um baixo grau de multicolinearidade. Os testes parecem indicar um grau de incidência que não prejudique os resultados.  $VIF = [(merc=1,21(VIF) \text{ e } 0,828953(1/VIF); [ip=2,12(VIF) \text{ e } 0,471711(1/VIF); custo=1,88(VIF) \text{ e } 0,531378 (1/VIF)]$ . É importante que, entre as variáveis independentes, não haja altas correlações (medido pelo **variance-inflating factor (VIF)**). Não há unanimidade quanto às consequências da multicolinearidade na estimação dos parâmetros na regressão.

Considerando os valores das estatísticas “qui-quadrado” dos dois modelos *GLM* [ $\chi^2(3)=26,29$  e  $Prob > \chi^2 = 0,0000$ ] e *IV2SLS* [ $\chi^2(3) = 19,26$   $Prob > \chi^2 = 0,0002$ ] reportados na Tabela 3.1 aos níveis de significantes de 1% são estatisticamente diferentes de zero. Estas evidências implicam na rejeição da hipótese nula (de nulidade dos parâmetros estimados), e não rejeitando a hipótese alternativa (de não nulidade dos parâmetros estimados). Pode-se concluir pela existência do modelo de regressão, ou seja, o modelo é capaz de fazer previsão sobre o número de **software livre** no Brasil.

Nos modelos estimados *GLM (1)* e *IV2SLS(2)*, a estatística *t Student* para todas as variáveis explicativas mostrou-se ser estatisticamente não nulas ao nível de significância de 5% (exceto a variável “mercado” no modelo *GLM*, apresentou-se significância de 10%). Devido às estas evidências encontradas para os modelos *GLM (1)* e *IV2SLS(1)*, a decisão aponta para rejeição da hipótese nula e não rejeição da hipótese alternativa – variáveis explicativas influenciam estatisticamente o número de *software livre* no Brasil.

Todos os sinais dos coeficientes estimados nas duas equações estimadas *GLM (1)* e *IV2SLS(2)*, estão de acordo com as hipóteses do modelo teórico. E, agora a análise concentra-se ao modelo *GLM (1)*.

A elasticidade-mercado com relação ao número de *software livre* é de **0,59**, apresentou basta sensibilidade quanto comparada aos outros coeficientes de elasticidades (tabela 3.1). Significa que a um acréscimo de 10%, *ceteris paribus*, na expansão do mercado pelos produtores, está associada uma variação de positiva de 5,9% na oferta do *software livre*.

Observa-se um forte efeito positivo dos *investimentos em pesquisa* na determinação da quantidade oferta de *software livre no Brasil* (o coeficiente de *ip/sl*= 0,313) (tabela 3.1). O valor do coeficiente de elasticidade-investimento em pesquisa em relação ao numero de software livre no Brasil é de 2,66. Isto implica que dado aumento de 10% nos investimento em pesquisa corresponderá um aumento de 26,6 % em termos de quantidade ofertada do produto.

O sinal do coeficiente de *elasticidade-custo do produto* de acordo com a hipótese do



modelo explicativo. O valor do coeficiente calculado é de **-1,26**. Isto diz que dado um crescimento de 10% nos *custo do produto* corresponderá uma redução de 12,6 % em termos de quantidades ofertada do produto (tabela 3.1).

**TABELA 3.1**  
**Resultados dos Métodos de Estimação da Oferta de software livre no Brasil**  
**Jan 2004 - Nov 2008**

	<b>glm(guassian)</b>	<b>iv2sls</b>
merc	0.0346* (1.81)	0.0428** (2.04)
ip	0.313*** (5.11)	0.383*** (4.36)
custo	-0.205*** (-3.66)	-0.250*** (-3.66)
_cons	-16.80* (-1.69)	-24.70** (-1.98)
N	59	58
chi2	26,29	19,26
r2		0.302
aic	455.1	
bic	463.4	
P	0.00000829	0.000242
t statistics in parentheses *p<0.1 ** p<0.05, *** p<0.01		
<b>ELASTICIDADES do modelo linear generalizado - GLS:</b>		
<i>ELsmmerc</i>	<i>Elsip</i>	<i>Elscusto</i>
0,59	2.66	-1,26

t statistics in parentheses

\* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001

*ELsmmerc*= elasticidade do mercado com relação ao software livre<sub>t</sub>.

*Elscusto* = elasticidade do custo total com relação ao software livre<sub>t</sub>.

*Elsip*= elasticidade do investimento em pesquisa com relação ao software livre<sub>t</sub>.

## 3.5 Análise

### 3.5.1 Reutilização de software

Com intuito de buscar determinar em qual grau é vantajosa a utilização de software livre como fator de inovação, iremos realizar uma análise comparativa numa situação comum de

mercado que é o desenvolvimento de um software customizado sob encomenda para uma determinada empresa. Segundo a ABES (2009), no Brasil, 69,5% do software é desenvolvido sob encomenda.

Para Softex (2007), a trajetória do reuso e da intercambiabilidade de software parece inexorável, motivo pelo qual iremos comparar o desempenho do SL e do software Proprietário num cenário de reaproveitamento de código, variando de 0,2 à 100% de reaproveitamento. No caso do software Livre, 100% de reaproveitamento significa que a empresa irá somente ter o trabalho de identificar e estudar o software que irá fornecer ao contratante. Já no caso do software Proprietário, 100% de reaproveitamento envolveria uma situação da empresa desenvolvedora simplesmente fazer a junção de diversos módulos adquiridos no mercado.

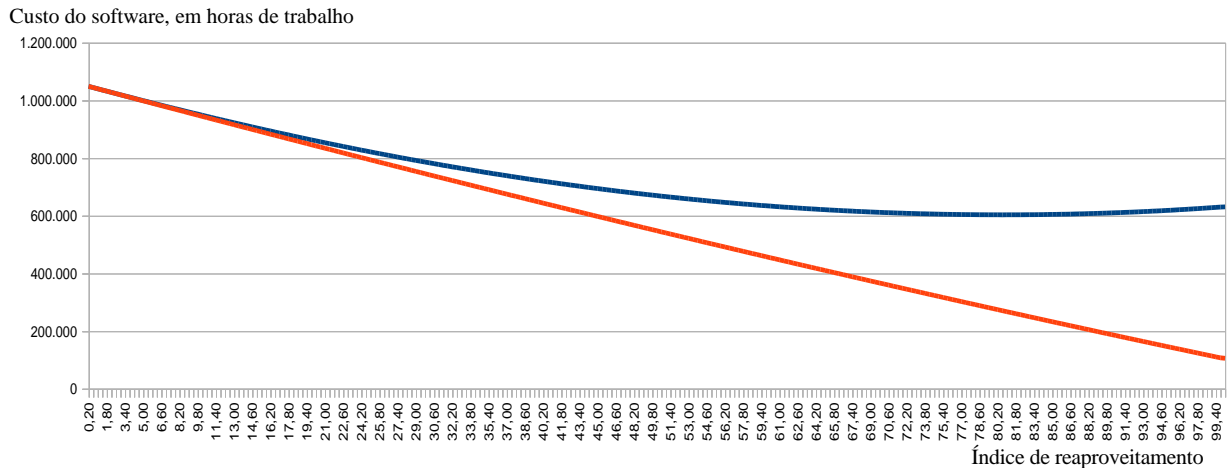
Para efeito de comparação dos custos de desenvolvimento, iremos considerar que o custo de aquisição de um módulo de software representa 50% do custo do desenvolvimento de uma quantidade idêntica de linhas de código, conforme apresentado por Willians (99). Bass *et al* (2000) fazem considerações que o ganho não é tão grande, porém preferimos utilizar este valor para que não se afigure um “favorecimento” ao software livre.

“Um estudo do Gartner mostrou que empresas que adotam um desenvolvimento baseado em componentes tem um ganho de 50% no custo de programação Willians (99). Entretanto nem todos são tão otimistas sobre o fato deste ganho de produtividade ocorrer imediatamente. Uma predição de mercado sugere que somente 30% dos investimentos corporativos em componentes de primeira geração irão gerar os ganhos de produtividade previstos, devido aos objetivos indefinidos e o contexto de conflito dos componentes que inibem seu uso. ( Gartner 99b)”Bass *et al* (2000)

Nesta estimativa iremos considerar que a atividade de localizar o software ou módulo adequado, bem como o aprendizado de utilização consome 10% dos recursos que seriam necessário para realizar o mesmo tipo de codificação internamente. Os cálculos foram realizados para um projeto com 1.150.000 de linhas de código. A avaliação mostra que no caso de não haver reaproveitamento, o preço de desenvolvimento de software, seja livre ou proprietário é o mesmo. Ao aumentar o reaproveitamento do código, há uma crescente divergência entre as curvas de custo, mostrando que o SL apresenta ganhos superiores com o

aumento do reuso. A partir de 80,6% de reuso o software Proprietário passa a ter um incremento no custo.

**Gráfico 3.2 - Comparação de Custos entre software Livre e software Proprietário num cenário de reaproveitamento de Código**

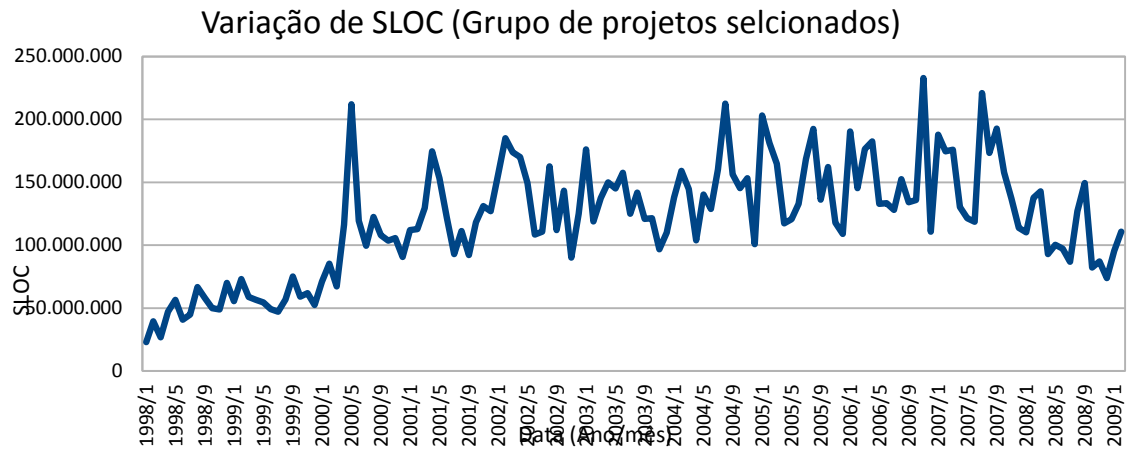


A crescente economia proporcionada pelo SL com o aumento de reuso é relevante, porém cabe salientar que a economia de tempo no atendimento à demanda ou para o lançamento de um novo produto pode ser até mais importante que a redução de custos.

### 3.5.2 Investimento em Pesquisa

Ao avaliar a variação de linhas de código (SLOC) para o grupo de projetos analisados no âmbito do FLOSSmetrics, observamos que inicialmente há um grande crescimento na quantidade de linhas total dos projetos, mostrando que os mesmos apresentam um crescimento de investimento na produção, em seguida verificamos que existem bruscas reduções na quantidade de linhas de código dos projetos, com posterior crescimento. As reduções ocorridas não indicam uma redução de investimento, mas sim que os softwares estão sendo refinados e aprimorados, tornando-se menores mas mantendo suas funcionalidades, gerando um código mais refinado. A posterior adição de linhas de código indicam em geral adição de novas funcionalidades aos softwares existentes.

Gráfico 3.3



Para as PMEs, cujo acesso ao capital é escasso, a disponibilidade de código para uso livre é extremamente relevante pois permite às mesmas atender mercados que estariam fora de seu alcance se houvesse necessidade de desenvolver o software necessário em sua totalidade com recursos próprios.

## 4 Conclusão

As mais diversas correntes da economia apresentam o progresso técnico como vital para o crescimento econômico. As formas de se analisar como se dá este crescimento são diversas, desde autores que apresentam modelos onde esta variável é exógena, até outras correntes mais recentes que “endogenizam” este fator, mas a importância do progresso técnico é inegável.

Ao analisar como se dá a inovação e seus principais aspectos, buscando compreender a importância da mesma e os principais meios de apropriação, foi verificada a enorme importância da inovação incremental para o desenvolvimento tecnológico e para o setor de TI, onde se considera esta como a principal fonte de desenvolvimento.

Tratando da apropriabilidade da inovação e do progresso técnico, verificamos que a Propriedade Intelectual não é o único meio, conforme defendido por vários autores e empresários, mas que o compartilhamento de conhecimento de forma ampla pode ser mais eficiente na geração de crescimento tecnológico e econômico. Boldrin & Levine (2008) defendem que nenhum tipo de Propriedade Intelectual é benéfico e que esta estrutura legal deve ser completamente abolida. Estudamos vários tópicos relacionados e observamos que realmente existem um grande número de áreas em que a abolição da PI traria grandes ganhos, mas para uma alegação tão ampla, julgamos ser necessário avaliações detalhadas para cada segmento que seria afetado.

No caso da indústria de software, avaliamos que já existem ferramentas legais, bem como uma cultura disseminada do SL que permite demonstrar que o compartilhamento traz inúmeros ganhos e benefícios à sociedade. De maneira geral podemos afirmar que o software proprietário baseado na legislação de PI pode ser abolido com ganhos significativos para sociedade, principalmente levando-se em conta a transversalidade deste segmento e que um maior acesso às ferramentas de TI trazem um aumento generalizado na produtividade.

Quando verificamos no estudo econométrico que o valor do coeficiente de elasticidade-investimento em pesquisa em relação ao número de software livre é de 2,66, temos a comprovação que o uso de software livre traz um efeito multiplicador na disponibilidade de soluções ao mercado. Se associarmos esse potencial multiplicativo ao coeficiente de *elasticidade-custo do produto* de -1,26, e ao fato do custo de uso do código já disponibilizado ser próximo à zero, verificamos uma associação de fatores que comprova os benefícios de

uso do SL.

Concluimos que a utilização de Software Livre traz ganhos à inovação no mercado de TI, estendendo-se tais ganhos ao mercado de dispositivos eletrônicos onde é crescente o uso de software embarcado. Esses benefícios são ainda mais relevantes para as PME's devido à carência destas ao capital necessário para P,D&I, para realização dos custosos processos de PI e para investimentos na comercialização.

## BIBLIOGRAFIA

AIGRAIN, Philippe. 11 questions on software patentability issues in Europe and the US , software and Business Method Patents: Policy Development in the U.S. and Europe meeting, organizado pelo The Center for Information Policy, University of Maryland em 10 de Dezembro de 2001.

ALBUQUERQUE, Eduardo da Motta e. A Apropriabilidade dos Frutos do Progresso Técnico. Livro Economia da Inovação Tecnológica.

ALMEIDA, Paulo Roberto de. Propriedade intelectual: os novos desafios para a América Latina. *Estud. av.* [online]. 1991, vol. 5, no. 12 [citado 2009-03-01], pp. 187-203. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40141991000200012&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141991000200012&lng=pt&nrm=iso). ISSN 0103-4014. doi: 10.1590/S0103-40141991000200012

ALLEN, R. C. 1983. Collective invention, *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 4, 1–24

ARORA, A. et al., 2003. “R&D and the patent premium”, Nat’l Bureau of Econ. Research, Working Paper N° 9431. p17. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w9431>

ARISTÓTELES. Poética. Tradução e comentários Eudoro de Souza. São Paulo: Victor Civita, 1984. (Os Pensadores; v. II).

Arundel, Anthony. “Patents in the Knowledge-Based Economy”, *Beleidstudies Technologie Economie* 67;

ARUNDEL, A., BERGSTRÄ, J., FEIJOO, C., GHOSH, R.A., GLOTT, R., HALL, B., KLINT, P., MARTIN, A., THOMA, G., and TORRISI, S. 2006. “Empirical Study of economic impact: Approach and preliminary findings”. European Commission DG INFSO, não publicado. Parte do “Study of the effects of allowing patent claims for computer-implemented inventions”. Apud Ghosh, 2005

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE software. Mercado Brasileiro de software: panorama e tendências. ABES, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE software. Mercado brasileiro de software - Panorama e Tendências. Disponível em: <http://www.abes.org.br/arquivos/MercadoBR-2009-ResumoExec.pdf>. ABES, 2009.

AT Kearney. Crise acirra disputa entre Brasil e Índia. *Gazeta Mercantil* 14/05/2009.

Barry Boehm, Chris Abts, A. Winsor Brown, Sunita Chulani, Bradford K. Clark, Ellis Horowitz, Ray Madachy, Donald J. Reifer, and Bert Steece *software cost estimation with COCOMO II* (with CD-ROM). Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall, 2000

BASS, L., et al. "Volume I: Market Assessment of Component-based software Engineering". Technical Report CMU/SEI-2001-TN-007, software Engineering Institute, 2000.

BESSEN, James e MASKIN, Eric (1999), Sequential Innovation, Patents, and Imitation , working paper, Research on Innovation. Disponível em: <http://www.researchoninnovation.org/patent.pdf>

BESSEN, James e HUNT, Robert M. (2004), An Empirical Look at software Patents, Research on innovation working paper nº03/17R. Disponível em: <http://www.researchoninnovation.org/swpat.pdf>

BOLDRIN, Michele & LEVINE, David K. (2008), Against Intellectual Monopoly. Disponível em: <http://www.dklevine.com/papers/anew.all.pdf>

BOTELHO, Marisa dos Reis Azevedo; CARRIJO, Michelle de Castro e KAMASAKI, Gilsa Yumi. Inovações, Pequenas Empresas e Interações com Instituições de Ensino/Pesquisa em Arranjos Produtivos Locais de Setores de Tecnologia Avançada. Revista Brasileira de Inovação, Rio de Janeiro (RJ), 6(2), p. 331-471, julho/dezembro 2007

CASTELLS, Manuel. A era da informação: economia, sociedade e cultura. *In: A Sociedade em rede*. São Paulo : Paz e Terra, 2000. v. 1.

CASTELLS, Manuel - Compreender a Transformação Social, artigo do livro *A Sociedade em Rede - Do Conhecimento à Acção Política*. Conferência promovida pelo Presidente da República, 4 e 5 de Março de 2005 | Centro Cultural de Belém. *Organizado por* Manuel Castells e Gustavo Cardoso

CHANG, Ha-Joon. Chutando a escada: a estratégia de desenvolvimento em perspectiva histórica. Tradução Luiz Antônio Oliveira de Araújo. São Paulo. Editora Unesp, 2004.

CHESBROUGH, H. W. "Open Business Models: how to thrive in the new innovation landscape". Boston, MA: Harvard Business School Press: 2006

COHEM, W.M.. (1995). Empirical studies of innovative activity. In: STONEMA, P. (ed.) handbook of the Economics of Innovation and technological Change. Oxford: Blackwell. Citado por Freeman & Soete.

COHEN, J. E. & M. A. Lemley (2001). "Patent Scope and Innovation in the software Industry," *California Law Review* 89(1): 1-57.

CÚPULA MUNDIAL SOBRE A SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO, 2005, Túnis. Anais

DAVID, P. e GREENSTEIN, S. (1990). "The Economics of Compatibility Standards: An Introduction to Recent Research." *Economics of Innovation and New Technology* 1: 3-41.

DESHPANDE, Amit & RIEHLE, Dirk. The Total Growth of Open Source. In *Proceedings of the Fourth Conference on Open Source Systems (OSS 2008)*. Springer Verlag, 2008, to appear.



DOSI, G. “The nature of the innovative process in Dosi”. In Dosi, G. et alii (orgs.), *Technical change and economic theory*. Londres: Pinter Publishers, 1988. Citado em *Inovação na Era do Conhecimento - Cristina Lemos. Informação e globalização na era do conhecimento / Helena M. M. Lastres, Sarita Albagli (organizadoras)*. — Rio de Janeiro: Campus, 1999.

DOSI, Giovanni; TEECE, David J.; WINTER, Sidney. *Toward a Theory of Corporate Coherence: Preliminary Remarks*. In: DOSI, G. et al. *Technology and Enterprise in a Historical Perspective*. Oxford: Oxford University Press, 1992.

FREEMAN, Christopher. “Introduction”, in Dosi, G. et alii (orgs.), *Technical change and economic theory*, Londres: Pinter Publishers, 1988.

FREEMAN, Christopher. & SOETE, Luc. *A economia da inovação industrial*. Editora da Unicamp, 2008. Tradução: André Luiz Sica de Campos e Janaina Oliveira Pamplona da Costa.

GHOSH, R.A. 2003. “Licence fees and GDP per capita: The case for open source in developing countries”. *First Monday*, volume 8, number 12 (December). Disponível em: [http://www.firstmonday.org/issues/issue8\\_12/ghosh/](http://www.firstmonday.org/issues/issue8_12/ghosh/)

GHOSH, R.A. 2005. “An economic basis for open standards”, FLOSSPOLs project report, European Commission DG INFSO. Disponível em: <http://flosspols.org/deliverables/FLOSSPOLs-D04-openstandardsv6.pdf#search=%22ghosh%20open%20standards%20economic%22>

GHOSH, R.A. 2006. “Economic impact of open source software on innovation and the competitiveness of the Information and Communication Technologies (ICT) sector in the EU”

HABAKKUK, J. (1967) *American and British Technology in the Nineteenth Century*. Cambridge: Cambridge University Press.

HAGEDOORN, J., & J. SCHAKENRAAD (1990). *Inter-firm partnerships and co-operative strategies in core technologies*. Citado em FREEMAN & SOETE.

HOBDAY, M. *The limits of silicon valley: a critique of network theory*. *Technology Analysis & Strategic Management*, v. 6, n. 2, 1994.

JEFFERSON, Thomas. Carta para Isaac McPherson (de 13 de Agosto de 1813) em *The Writings of Thomas Jefferson*, vol. 6 (Andrew A. Lipscomb e Albert Ellery Bergh, eds., 1903), 330, 333-34

JONES, N. “Why Your Component Investments May Never Pay Back.” *Gartner Group Strategic Analysis Report*. Stamford, CT: Gartner Group, November 1999.

JORGENSEN, Dale W. and VU, Khuong, *Information Technology and the World Economy*. *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 107, No. 4, pp. 631-650, December 2005. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=870661> or DOI: 10.1111/j.1467-9442.2005.00430.x

JORGENSON, Dale W. Latin America in the World Economy. Harvard University (março de 2007)

KIM, Linsu. Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coreia. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2005

KOCH, Stefan e DUEÑAS, Santiago. 2007. Free/Libre Open Source software Metrics - List of Selected Projects.

LEMOES, Cristina. Inovação na Era do Conhecimento. *Informação e globalização na era do conhecimento* / Helena M. M. Lastres, Sarita Albagli (organizadoras). — Rio de Janeiro: Campus, 1999.

LESSIG, Lawrence (2004). Cultura Livre – Como a mídia usa a tecnologia e a lei para barrar a criação cultural e controlar a criatividade. Tradução por Fábio Emílio Costa.

LEVIN, R., KLEVORICK, A., NELSON, R. AND WINTER, S. 1987. “Appropriating the Returns from Industrial Research and Development,” *Brookings Papers on Economic Activity* [3], pp. 783.

LEVINTHAL, D. (1996) Learning and Schumpeterian Dynamics, citado por Sérgio.

LIST, F. (1841) *The National System of Political Economy*, English edn. London: Longman (1904). Citado em Freeman & Soete.

MANSFIELD, E., SCHWARTZ, M. AND WAGNER, S. 1981. “Imitation Costs and Patents: An empirical study,” *Economic Journal*, v. 91, pp. 907.

MELLO, M. T. L. Propriedade intelectual e concorrência: uma análise setorial. Tese (doutorado). Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Campinas: 1995

MERGES, R. & Nelson, R. R. (1990), "On the complex economics of patent scope", *Columbia Law Review* 90, 839-916.

MERGES, R. and NELSON, R.R. 1994. On Limiting or Encouraging Rivalry in Technical Progress: the Effect of Patent-Scope Decisions, *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 25, 1-24

MOREIRA et al – As Oportunidades e Desafios do Open Inovation no Brasil. Instituto Inovação. Disponível em: <http://www.institutoinovacao.com.br/internas/noticia/idioma/1/146>

MORRIS, Charles R. & FERGUSON, Charles H., 1993. “How Architecture Wins Technology Wars”. *Harvard Business Review* 71:2 (Março/Abril), pp. 86-96.

NASCIMENTO, Célia Joseli do. O software brasileiro, a gestão pela qualidade e o mercado externo. Artigo no livro *O mercado de software no Brasil : problemas institucionais e fiscais*.

NUVOLARI, Alessandro. Collective invention during the British Industrial Revolution: the case of the Cornish pumping engine. *Cambridge Journal of Economics* 2004, **28**, 347–363

OPEN DOCUMENT FORMAT ALLIANCE. National Governments Requiring Use of ODF.ODF Alliance. Documento disponível em: <http://www.odfalliance.org/resources/Adoptions-ODF-Dec2008.pdf>

PENROSE, E. (1974) *La Economía del Sistema Internacional de patentes*. México: Siglo XXI. Citado por Eduardo da Motta e Albuquerque. A Apropriabilidade dos Frutos do Progresso Técnico. Livro Economia da Inovação Tecnológica.

PRIMO BRAGA, Carlos Alberto, 1989. "The Economics of Intellectual Property Rights and the GATT: A View from the South", in *Vanderbilt Journal of Transnational Law* (22, 2, pp. 243-264).

ROTHWELL, R. (1994). Industrial innovation: success, strategy, trends. In: DODGSON, M.; ROTHWELL, R. (eds.) *Handbook of Industrial Innovation*. Cheltenham: Elgar. Citado por Freeman & Soete.

SALEH, Amir Mostafa. Adoção de tecnologia: Um estudo sobre o uso de software livre nas empresas. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004.

SCHERER, Frederic M. (1970) *Industrial Market Structure and Economic Performance*. Chicago: Rand McNally. Citado por Eduardo da Motta e Albuquerque. A Apropriabilidade dos Frutos do Progresso Técnico. Livro Economia da Inovação Tecnológica.

SCHERER, Frederic M., 1980. *Industrial Market Structure and Economic Performance* (Chicago, Rand MacNally).

SCHERER, Frederic M., A Note on Global Welfare in Pharmaceutical Patenting. *The World Economy*, Vol. 27, No. 7, pp. 1127-1142, July 2004. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=568264>

SCHERER, Frederic M., ROSS, D. (1990), *Industrial Market Structure and Economic Performance*, Houghton and Mifflin Company, Boston.

SCHNAARS, Steven P., *Managing Imitation Strategy: How Entrants Seize Markets from Pioneers* (New York: Free Press, 1994), p. 5-14 apud Kim(2005)

SCHOEMAKER, P.H. & Marais L. (1996) *Technological Innovation and Large Firm Inertia*, citado por Sérgio Queiroz. Livro Economia da Inovação Tecnológica.

SHINTAKU, Junjiro; OGAWA, Koichi e YOSHIMOTO, Tetsuo. Architecture-based approaches to international standadization and evolution of business models.

SOFTEX, 2007. *Perspectivas de desenvolvimento e uso de componentes na Indústria Brasileira de software e Serviços*

TAURION , Cezar Chede – Padrões abertos, interoperabilidade e interesse público – artigo – revista Politics -novembro de 2008. disponível em: [http://www.politics.org.br/edicao\\_02/m4.html](http://www.politics.org.br/edicao_02/m4.html)

THE ECONOMIST. United Kingdom: THE ECONOMIST NEWSPAPER LTD, 2009.

UNDP (2001) *Human Development Report 2001*. New York: UNDP ([www.undp.org](http://www.undp.org))

WERTHEIN, Jorge. A sociedade da informação e seus desafios. **Ci. Inf.** , Brasília, v. 29, n. 2, 2000 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-19652000000200009&lng=&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19652000000200009&lng=&nrm=iso)>. Acesso em: 05/12/2008. doi: 10.1590/S0100-19652000000200009.

WEST, Joel. 2004. “What are Open Standards? Implications for Adoption, Competition and Policy”. Standards and Public Policy conference, Federal Reserve Bank of Chicago. 11 de maio: Chicago, Illinois. Disponível em: [http://www.chicagofed.org/news\\_and\\_conferences/conferences\\_and\\_events/files/west.pdf](http://www.chicagofed.org/news_and_conferences/conferences_and_events/files/west.pdf)

XAVIER, Clésio Lourenço; Avellar, Ana Paula Macedo e Cunha, Samantha Ferreira. Desempenho das Exportações da Indústria Intensiva em P&D: comparação entre o Brasil e países selecionados no período 1994-2005. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro (RJ), 7(2), p. 409-443, julho/dezembro 2008.

WILLIAMS, J. “Distributed Components and the Internet.” *Application Development Trends* (December 1999): 79-80.

## APENDICE

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of sl

Ho: model has no omitted variables

F(3, 53) = 2.38

Prob > F = 0.0797

Durbin's alternative test for autocorrelation

```
-----
-----
lags(p) | F df Prob > F
-----+-----
1 | 6.496 ( 1, 53 ) 0.0137
-----
-----
```

H0: no serial correlation

.. estat durbinalt, lags(3) robust

Durbin's alternative test for autocorrelation

```
-----
-----
lags(p) | F df Prob > F
-----+-----
3 | 2.223 ( 3, 52 ) 0.0965
-----
-----
```

H0: no serial correlation

. estat archlm

LM test for autoregressive conditional heteroskedasticity (ARCH)

```
-----
-----
lags(p) | chi2 df Prob >
-----+-----
chi2
```

```

-----+-----
-----
      1      |      1.400      1      0.2367
-----
-----

```

H0: no ARCH effects vs. H1: ARCH(p) disturbance

Szroeter's test for homoskedasticity

Ho: variance constant

Ha: variance monotonic in variable

```

-----
Variable |      chi2   df      p
-----+-----
      sl |      6.68   1   0.0098 #
      merc |     13.12   1   0.0003 #
      custo |      7.77   1   0.0053 #
      ip |      0.06   1   0.8015 #
-----

```

# unadjusted p-values

```
. dfuller sl, lags(3)
```

Augmented Dickey-Fuller test for unit root          Number of obs =          55

```

----- Interpolated Dickey-Fuller -----
      Test          1% Critical      5% Critical      10% Critical
      Statistic      Value          Value          Value
-----
Z(t)          -2.751          -3.573          -2.926          -2.598
-----

```

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0656

```
. dfuller merc, lags(4)
```

Augmented Dickey-Fuller test for unit root                      Number of obs    =            54

----- Interpolated Dickey-Fuller -----

Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical
Statistic	Value	Value	Value
Z(t)	2.616	-3.574	-2.927

-----  
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9991

. dfuller ip, lags(3)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root                      Number of obs    =            55

----- Interpolated Dickey-Fuller -----

Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical
Statistic	Value	Value	Value
Z(t)	-3.283	-3.573	-2.926

-----  
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0156

. dfuller custo, lags(3)

Augmented Dickey-Fuller test for unit root                      Number of obs    =            55

----- Interpolated Dickey-Fuller -----

Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical
Statistic	Value	Value	Value
Z(t)	-6.764	-3.573	-2.926

-----  
MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

.  
. dfuller sl, lags(0)





## ----- Interpolated Dickey-Fuller -----

Test	1% Critical	5% Critical	10% Critical
Statistic	Value	Value	Value
Z(t)	2.616	-3.574	-2.927
			-2.598

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.9991

. vif

Variable	VIF	1/VIF
ip	2.12	0.471711
custo	1.88	0.531378
merc	1.21	0.828953
Mean VIF	1.74	

Avaliação do custo do software X reaproveitamento - Método COCOMOII						
Linhas de código	Horas pessoa	Preço da hora	Preço Total (sem reaproveitamento)	Índice de reaproveitamento (%)	Preço com reaproveitamento (Proprietário) (O código adquirido tem preço de 50% do desenvolvimento interno e a busca pelo código custa 10%)	Preço com reaproveitamento (SL) (O código adquirido não tem custo e a busca pelo código custa 10%)
2.300	996	1	996	0,20	1.048.090	1.048.089
6.900	3.410	1	3.410	0,60	1.043.901	1.043.890
11.500	6.043	1	6.043	1,00	1.039.724	1.039.694
16.100	8.809	1	8.809	1,40	1.035.561	1.035.499
20.700	11.673	1	11.673	1,80	1.031.412	1.031.307
25.300	14.614	1	14.614	2,20	1.027.278	1.027.117
29.900	17.621	1	17.621	2,60	1.023.159	1.022.930
34.500	20.684	1	20.684	3,00	1.019.056	1.018.746
39.100	23.797	1	23.797	3,40	1.014.968	1.014.564
43.700	26.954	1	26.954	3,80	1.010.897	1.010.385
48.300	30.151	1	30.151	4,20	1.006.841	1.006.208
52.900	33.385	1	33.385	4,60	1.002.802	1.002.034
57.500	36.653	1	36.653	5,00	998.780	997.863
62.100	39.953	1	39.953	5,40	994.774	993.695
66.700	43.282	1	43.282	5,80	990.785	989.529
71.300	46.639	1	46.639	6,20	986.813	985.367
75.900	50.022	1	50.022	6,60	982.858	981.207
80.500	53.429	1	53.429	7,00	978.920	977.050
85.100	56.860	1	56.860	7,40	975.000	972.896
89.700	60.313	1	60.313	7,80	971.097	968.745
94.300	63.788	1	63.788	8,20	967.212	964.597
98.900	67.283	1	67.283	8,60	963.345	960.452
103.500	70.798	1	70.798	9,00	959.495	956.310
108.100	74.331	1	74.331	9,40	955.664	952.170
112.700	77.883	1	77.883	9,80	951.850	948.034
117.300	81.452	1	81.452	10,20	948.055	943.901
121.900	85.037	1	85.037	10,60	944.278	939.771
126.500	88.640	1	88.640	11,00	940.519	935.644
131.100	92.257	1	92.257	11,40	936.778	931.520
135.700	95.890	1	95.890	11,80	933.056	927.399
140.300	99.538	1	99.538	12,20	929.353	923.281
144.900	103.201	1	103.201	12,60	925.668	919.166
149.500	106.877	1	106.877	13,00	922.001	915.054
154.100	110.567	1	110.567	13,40	918.354	910.946
158.700	114.270	1	114.270	13,80	914.725	906.840
163.300	117.986	1	117.986	14,20	911.115	902.738
167.900	121.715	1	121.715	14,60	907.524	898.639
172.500	125.456	1	125.456	15,00	903.952	894.543
177.100	129.208	1	129.208	15,40	900.399	890.450
181.700	132.973	1	132.973	15,80	896.865	886.360
186.300	136.749	1	136.749	16,20	893.351	882.274
190.900	140.536	1	140.536	16,60	889.855	878.191
195.500	144.335	1	144.335	17,00	886.379	874.111
200.100	148.144	1	148.144	17,40	882.923	870.034
204.700	151.963	1	151.963	17,80	879.485	865.961
209.300	155.793	1	155.793	18,20	876.068	861.890
213.900	159.633	1	159.633	18,60	872.669	857.823
218.500	163.483	1	163.483	19,00	869.290	853.760
223.100	167.342	1	167.342	19,40	865.931	849.696
227.700	171.211	1	171.211	19,80	862.592	845.642
232.300	175.090	1	175.090	20,20	859.272	841.588
236.900	178.978	1	178.978	20,60	855.972	837.537
241.500	182.875	1	182.875	21,00	852.692	833.490
246.100	186.780	1	186.780	21,40	849.431	829.446
250.700	190.695	1	190.695	21,80	846.191	825.405
255.300	194.618	1	194.618	22,20	842.971	821.368
259.900	198.550	1	198.550	22,60	839.770	817.334
264.500	202.490	1	202.490	23,00	836.589	813.303
269.100	206.438	1	206.438	23,40	833.429	809.276
273.700	210.394	1	210.394	23,80	830.289	805.252
278.300	214.359	1	214.359	24,20	827.168	801.231
282.900	218.331	1	218.331	24,60	824.068	797.214
287.500	222.311	1	222.311	25,00	820.989	793.200
292.100	226.298	1	226.298	25,40	817.929	789.189
296.700	230.294	1	230.294	25,80	814.890	785.182
301.300	234.296	1	234.296	26,20	811.871	781.178
305.900	238.306	1	238.306	26,60	808.873	777.178
310.500	242.323	1	242.323	27,00	805.895	773.181
315.100	246.348	1	246.348	27,40	802.937	769.187
319.700	250.379	1	250.379	27,80	800.000	765.197
324.300	254.417	1	254.417	28,20	797.083	761.211
328.900	258.463	1	258.463	28,60	794.187	757.227
333.500	262.515	1	262.515	29,00	791.312	753.247
338.100	266.573	1	266.573	29,40	788.457	749.271
342.700	270.639	1	270.639	29,80	785.623	745.298
347.300	274.711	1	274.711	30,20	782.810	741.328
351.900	278.789	1	278.789	30,60	780.017	737.362
356.500	282.874	1	282.874	31,00	777.245	733.400
361.100	286.965	1	286.965	31,40	774.494	729.441
365.700	291.062	1	291.062	31,80	771.764	725.484
370.300	295.166	1	295.166	32,20	769.054	721.533
374.900	299.276	1	299.276	32,60	766.366	717.584
379.500	303.391	1	303.391	33,00	763.698	713.639
384.100	307.513	1	307.513	33,40	761.052	709.697
388.700	311.641	1	311.641	33,80	758.426	705.759
393.300	315.774	1	315.774	34,20	755.822	701.824
397.900	319.914	1	319.914	34,60	753.238	697.893
402.500	324.059	1	324.059	35,00	750.675	693.965
407.100	328.210	1	328.210	35,40	748.134	690.041
411.700	332.366	1	332.366	35,80	745.614	686.120
416.300	336.528	1	336.528	36,20	743.115	682.203
420.900	340.696	1	340.696	36,60	740.637	678.290
425.500	344.869	1	344.869	37,00	738.180	674.379
430.100	349.047	1	349.047	37,40	735.745	670.473
434.700	353.231	1	353.231	37,80	733.331	666.570
439.300	357.420	1	357.420	38,20	730.938	662.671
443.900	361.614	1	361.614	38,60	728.566	658.775
448.500	365.814	1	365.814	39,00	726.216	654.882
453.100	370.018	1	370.018	39,40	723.887	650.994
457.700	374.228	1	374.228	39,80	721.580	647.108
462.300	378.443	1	378.443	40,20	719.294	643.227
466.900	382.663	1	382.663	40,60	717.029	639.349
471.500	386.888	1	386.888	41,00	714.786	635.474
476.100	391.118	1	391.118	41,40	712.565	631.603
480.700	395.353	1	395.353	41,80	710.365	627.736
485.300	399.593	1	399.593	42,20	708.186	623.872
489.900	403.837	1	403.837	42,60	706.030	620.012
494.500	408.087	1	408.087	43,00	703.894	616.156
499.100	412.341	1	412.341	43,40	701.781	612.303
503.700	416.599	1	416.599	43,80	699.689	608.454
508.300	420.863	1	420.863	44,20	697.619	604.619
512.900	425.131	1	425.131	44,60	695.570	600.766
517.500	429.404	1	429.404	45,00	693.543	596.927
522.100	433.681	1	433.681	45,40	691.538	593.093
526.700	437.963	1	437.963	45,80	689.555	589.261
531.300	442.249	1	442.249	46,20	687.593	585.434
535.900	446.539	1	446.539	46,60	685.654	581.610
540.500	450.835	1	450.835	47,00	683.736	577.790