

# Revista Eletrônica de Sistemas de Informação

ISSN 1677-3071

v. 13, n. 3

set-dez 2014

doi:10.21529/RESI.2014.1303

## Sumário

### Editorial

[Editorial](#)

*Pietro Cunha Dolci*

### Ensino e pesquisa

[SISTEMAS DE INFORMAÇÃO – TEMAS DE PESQUISA ACADÊMICA NO BRASIL ENTRE 1994 E 2013](#)

*Henrique Freitas, João Becker, Cristina Martens, Carla Marcolin*

### Foco na tecnologia

[CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE SGBD NOSQL EM ORGANIZAÇÕES BRASILEIRAS](#)

*Alexandre Morais de Souza, Edmir Parada Vasques Prado*

### Foco nas organizações

[A COMUNICAÇÃO NO ALINHAMENTO ESTRATÉGICO TI-NEGÓCIO: O PAPEL DAS CONVERSACÕES E SUAS COMPETÊNCIAS](#)

*Luís Kalb Roses, Jean Carlos Borges Brito, Gentil José de Lucena Filho*

[SOFTWARE LIVRE COMO FATOR DE INOVAÇÃO PARA O SETOR DE TIC](#)

*Luciano Cunha de Sousa, Cleidson Nogueira Dias, Solange Alfinito*

### Pensata

[FUTEBOL E A PESQUISA EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO: AFIRMANDO A IDENTIDADE BRASILEIRA](#)

*Maria Alexandra Cunha, Eduardo Henrique Diniz*

### Nominata de avaliadores

[Avaliadores ad hoc - 2014](#)



Este trabalho está licenciado sob uma [Licença Creative Commons Attribution 3.0](#).

ISSN: 1677-3071

Esta revista é (e sempre foi) eletrônica para ajudar a proteger o meio ambiente, mas, caso deseje imprimir esse artigo, saiba que ele foi editorado com uma fonte mais ecológica, a *Eco Sans*, que gasta menos tinta.

*This journal is (and has always been) electronic in order to be more environmentally friendly. Now, it is desktop edited in a single column to be easier to read on the screen. However, if you wish to print this paper, be aware that it uses Eco Sans, a printing font that reduces the amount of required ink.*

# SOFTWARE LIVRE COMO FATOR DE INOVAÇÃO PARA O SETOR DE TIC

## OPEN SOFTWARE AS AN INNOVATION FACTOR FOR THE ICT INDUSTRY

(artigo submetido em julho de 2013)

### Luciano Cunha de Sousa

Doutorando em Administração pelo  
Programa de Pós Graduação em  
Administração – Universidade de Brasília  
luciano.cunha.sousa@gmail.com

### Cleidson Nogueira Dias

Doutorando em Administração pelo  
Programa de Pós Graduação em  
Administração – Universidade de Brasília  
cleidson\_nogueira@yahoo.com.br

### Solange Alfinito

Professora do Programa de Pós Graduação em Administração – Universidade de Brasília  
solange.alfinito@gmail.com

### **ABSTRACT**

*This article analyzes possible benefits of using free software as an innovation factor in the Information and Communication Technology (ICT) market. By means of econometric studies it was found that the elasticity-investment for research relates to the number of free software in Brazil by a rate of 2.66, indicating that the use of free software brings a multiplying effect on the provision of solutions to the market. When this multiplicative potential is associated to the coefficient of elasticity-cost of product (-1.26), and if we take into account the fact that the cost of reusing code that is already available is close to zero, a set of factors is disclosed which proves the benefits of using free software.*

*Key-words: free software; innovation; collaboration; information technology and communications.*

### **RESUMO**

Este artigo avalia os possíveis benefícios do uso de software livre (SL) como fator de inovação no mercado de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Realizados estudos econométricos, verificou-se que a elasticidade-investimento para 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 (-1,26), e considerando-se que o custo de uso do código já disponibilizado é extremamente baixo, verifica-se um conjunto de fatores que comprova os benefícios de uso do SL.

Palavras-chave: software livre; inovação; colaboração; tecnologia da informação e comunicação.

## 1 INTRODUÇÃO

A busca pela inovação em um mundo de negócios intelectualmente conservador pode muito bem travar as novas ondas de inovação, conforme os direitos de propriedade intelectual se tornam um fator-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 essenciais para a preservação da inovação e para a dinamização da criatividade de que depende o progresso humano, antes e agora (CASTELLS, 2005).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é estudar a importância do uso do software livre para aumento de inovação e competitividade para empresas do setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), investigando o impacto da propriedade intelectual na difusão de softwares. O foco no software livre (SL) deve-se ao fato deste já possuir uma estrutura, que utilizando os direitos de propriedade intelectual (PI), permite o compartilhamento de conhecimento, evitando os possíveis efeitos deletérios da PI, como o aprisionamento tecnológico e a inibição da concorrência.

Quanto à importância da inovação e do software livre, Castells (2005) destaca que a criatividade e a inovação são os fatores-chave da criação de valor e da mudança social na sociedade. Em um mundo de redes digitais, o processo de criatividade interativa é contrariado pela legislação relativa a direitos de propriedade, herdados da Era Industrial. Muitas vezes, grandes empresas lograram riqueza e poder devido ao controle desses direitos de propriedade, apesar das novas condições de inovação, tornando a comunicação da inovação ainda mais difícil do que era no passado (LORENCZIK e NEWIAK, 2012).

Para a consecução do objetivo desta investigação, lançou-se mão da abordagem quantitativa, por meio de recursos estatísticos, para estimação de parâmetros em um modelo econométrico, adotando-se o método hipotético-dedutivo.

Dessa maneira, este artigo se estrutura em cinco partes, sendo que a primeira se refere a esta introdução. Na segunda, há uma fundamentação teórica que pode ser dividida em quatro tópicos principais, a saber: (i) inovação; (ii) propriedade intelectual; (iii) TICs e *software* livre; e (iv) inovação incremental e estratégias colaborativas. Em seguida, na terceira parte, são evidenciados os aspectos metodológicos empregados para o seu desenvolvimento. Na penúltima parte, são apresentadas as análises e discussão da pesquisa empírica. E, por fim, nas considerações finais, promove-se uma breve discussão dos resultados com base nas referências conceituais utilizadas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE INOVAÇÃO

“A inovação é mais do que criatividade. É a implementação de novos produtos, serviços, processos ou arranjos de organização” (FIGUEIREDO, 2009, p. 31). Isto significa que um aspecto geral de uma inovação é que ela deve ser implementada, isto é, implica unir diferentes tipos e partes de conhecimento e transformá-los em novos produtos e serviços úteis para o mercado ou para a sociedade (FIGUEIREDO, 2009; OCDE, 2005; SCHUMPETER, 1997).

Em alguns ramos, um determinado número de empresas chave adquiriu monopólios de propriedade intelectual, em elementos que podem ser reproduzidos com custo quase zero, porque eles podem ser representados como informação. Isto levou 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 bioindústrias). Conforme explica Ghosh (2005), 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).

Ainda para Ghosh (2005), as empresas que, devido a seu monopólio de PI e outros mecanismos de poder de mercado, tais como efeitos de rede, têm margens elevadas e capitalização forte, não sendo incentivadas a investir em mais inovação. Afinal, isso contribuiria para a canibalização de seus negócios existentes. Ao contrário, são incentivadas a escolher metas de pesquisa e inovação que envolvam, na sua maioria, a proteção das suas atuais linhas lucrativas ou modelos de negócios, o que determina investimento em mudanças de tecnologia superficiais, ou tecnologia para enfatizar direitos de PI já conquistados.

As firmas líderes de mercado podem acabar em uma rotina negativa, conforme afirmam Schoemaker e Marais (1996), reforçando a inércia, enfatizando compromisso com tecnologias existentes, suprimindo a criatividade, a flexibilidade e a experimentação.

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

Nas últimas décadas observa-se a ocorrência de alguns episódios em que firmas dominantes adquiriram concorrentes menores, muitas vezes

para fechá-los e impedir o progresso de determinadas pesquisas (LESSIG, 2004). Também foi adotada a estratégia de contratação de pesquisadores líderes de projetos de empresas concorrentes com o objetivo de eliminar o desenvolvimento técnico dos rivais (BOLDRIN e LEVINE, 2008).

Dentre as tendências atuais de inovação em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), observa-se que (1) patentes de algoritmos frequentemente levam à repetição de pesquisa sem inovações significantes e ao uso de técnicas subótimas em softwares comerciais (AIGRAIN, 2001); e (2) 10% das firmas de TIC e das empresas intensivas em TIC mudam ou evitam determinadas linhas de pesquisa devido a preocupações com patentes existentes nessa área (GOSH, 2005).

A inovação baseada em software livre (SL) ou a inovação em um domínio cujo SL desempenha um papel importante é caracterizada por uma situação em que a inovação antecedente está facilmente disponível para desenvolvimento incremental, e em que novas funcionalidades podem ser disseminadas muito rapidamente, com um baixo custo de entrada para testes ou utilização (FEITELSON, 2012). O SL favorece processos de inovação permanente e desenvolvimento rápido de mercado ou uso (PIVA; RENTOCCHINI e ROSSI-LAMASTRA, 2012).

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 serem os primeiros no mercado. Mas isso ocorre de forma e em um nível que não são comparáveis à capitalização baseada em PI, que monopoliza a livre reprodução das informações. Em particular, atividades baseadas em SL naturalmente apoiam a interoperabilidade por meio de padrões abertos. Definidos em termos econômicos, estes são padrões que se movem no sentido de um monopólio natural da tecnologia (como acontece com todos os padrões), mas garantem a plena concorrência no mercado de fornecimento da tecnologia, sem restrições de PI.

Por outro lado, as medidas que incentivam a produção ou desenvolvimento de SL por outros meios têm um efeito de reequilíbrio nos modelos de inovação: quanto mais SL está disponível em um dado domínio, menos as empresas utilizando estratégia de capitalização baseada em PI forte são capazes de impor preços arbitrários (WAYNER, 2000). Isto tem sido extensamente observado quando medicamentos genéricos (mesmo de diferentes efeitos terapêuticos) são disponibilizados ao mercado. O mesmo se vê quando software livre é adotado em aplicações de produtividade em escritório, para as quais os clientes utilizam a ameaça da concorrência de aplicativos SL para obter reduções significativas de preços, quando compram produtos de tecnologia proprietária (GHOSH, 2005).

Nesse ambiente inovativo, emergem reflexões sobre a fraca associação entre propriedade intelectual e inovação, bem como a associação

positiva entre tecnologias da informação e comunicação (TICs), software livre e inovação, que serão debatidas nos próximos tópicos.

## 2.2 PROPRIEDADE INTELECTUAL

Mansfield, Schwartz e Wagner (1981) estimam que cerca de metade das inovações patenteadas não teriam sido introduzidas sem a proteção oferecida por patentes, a maior parte delas proveniente da indústria farmacêutica. Mas, se retiradas as inovações em fármaco da amostra, o efeito da proteção jurídica atingiria menos de 25% das inovações.

O sistema de propriedade intelectual não é o único a fomentar a inovação. Mello (1995), ao analisar outros trabalhos, mostra que com exceção da indústria farmacêutica, a inexistência de leis de PI pouco afetaria a inovação. Em síntese, o possível efeito-incentivo da proteção legal deve ser relativizado uma vez que: (I) é setorialmente diferenciado; (II) há outras funções desempenhadas pelo instrumento jurídico; (III) a concorrência em determinadas áreas impõem a necessidade de gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) a despeito mesmo de existirem perspectivas de resultados lucrativos em curto ou médio prazo. Mesmo para decisões de investir ou inovar, a existência de proteção legal parece não influenciá-las a não ser de maneira indireta e sutil.

Um relatório das Nações Unidas, ao discutir a questão da propriedade intelectual, considera que sua proteção se tornou excessiva, transformando-se em um obstáculo ao avanço tecnológico dos países em desenvolvimento (UNDP, 2001). Esta posição é corroborada por um grupo de cientistas, incluindo Joseph Stiglitz (Prêmio Nobel de Economia em 2001) e John Suston (Prêmio Nobel de Medicina em 2002), que enviou carta à OMPI – Organização Mundial de Propriedade Intelectual, em 2003, destacando a possibilidade de se alcançar um alto nível de atividade inovativa, em algumas áreas da economia moderna, sem proteção da propriedade intelectual e alertando para o fato que a proteção intelectual excessiva poderia ser contraproducente (VAN DEN BELT, 2013).

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 século XX, em certos casos, como os da indústria 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, que passou a cobrir processos químicos e farmacêuticos apenas a partir de 1907 (mas não as substâncias que eram utilizadas como insumos nestes processos). Segundo Chang (2004), o desmedido esforço para fortalecer a propriedade intelectual e a forte campanha dos PADs em exigir que os países em desenvolvimento sigam tais regras fazem parte da

estratégia de “chutar a escada”, que os países desenvolvidos assumem para evitar que outros países os alcancem.

Arora, Ceccagnoli, e Cohen (2003) concluem que a divulgação por meio de patentes parece não ter impacto mensurável 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 em uma pesquisa sobre a utilização de bases de dados de patentes é que elas estão entre as menos relevantes fontes de informação externas à disposição das empresas. A análise que fez 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 sejam uma fonte útil de informações. A pesquisa de Ghosh (2005), por sua vez, mostra que mais firmas acreditam que o software livre é uma fonte de novas ideias (17%).

Lessig (2004), ao tratar dos direitos de PI, expõe que os bens do intelecto são diferentes de bens materiais e que não se subtrai algo de uma pessoa quando se copia sua ideia ou modo de vestir. Boldrin e Levine (2008) são também fortemente críticos dos direitos de PI, lançando o termo *monopólio intelectual* em contraposição ao termo *propriedade intelectual*. Para eles, a propriedade intelectual representa o direito de monopolizar uma ideia dizendo a outras pessoas como elas podem, ou mais frequentemente, não podem, utilizá-la.

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”.

### 2.3 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) E SOFTWARE LIVRE (SL)

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) são 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. Segundo Laudon e Laudon (2007), a TIC é composta por hardware, software, tecnologia de rede e telecomunicações, tecnologia de gerenciamento de dados e serviço de tecnologia. Desse modo, a TIC é um instrumento que permite ter acesso, de forma integrada, a um rol crescente de informações, correspondendo a ferramentas de criação, armazenamento e disseminação de dados e informações.

Nesse sentido, Botelho, Carrijo e Kamasaki (2007) relatam que a TIC é responsável por uma significativa quantidade de inovações empreendidas em empresas de menor porte em alguns setores produtivos. 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 pequenas e



microempresas (PMEs) do setor de TIC obtenham sucesso no mercado de software proprietário, existem grandes dificuldades para que estas se estabeleçam nesse segmento, pois os direitos de propriedade intelectual favorecem a formação de monopólios, acarretando em dificuldades de competição para elas (BOLDRIN e LEVINE, 2013).

Existe certa confusão sobre o termo software livre (SL), devido à origem do termo na língua inglesa: *free software* pode tanto significar software grátis quanto software de código aberto. Assim, Saleh (2004) considera software livre todo o software sobre o qual sejam garantidas, sem quaisquer restrições, as seguintes liberdades: (1) de se executar o programa; (2) de a qualquer momento se modificar o programa para atender a necessidades próprias ou de terceiros; (3) de se distribuir livremente cópias do programa original; e (4) de se 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 (SALEH, 2004), que é um texto, em uma sintaxe próxima à da linguagem humana, contendo as instruções sobre o que o programa deve executar.

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, nem modificá-lo. Muitos softwares proprietários são gratuitos, como por exemplo, alguns navegadores de Internet, antivírus e editores de textos. No entanto, como não permitem a visualização de seu código fonte, sua alteração ou redistribuição, não são livres.

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, Ogawa e Yoshimoto (2006) afirmam que a padronização tem um grande impacto no crescimento econômico e acelera a transferência de tecnologia e a redução de custos. Por conseguinte, a eficiência da sociedade como um todo é melhorada e é ampliado o benefício aos consumidores quando se adotam padrões.

De acordo com Nelson e Winter (1982), as empresas desenvolvem suas capacidades efetuando repetições delas. 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, baseando-se no valor externo do efeito de rede. Portanto, para limitar os efeitos do monopólio causado pela externalidade de rede, Ghosh (2005) propõe abstrair as externalidades de rede de produtos específicos por meio da identificação das características da tecnologia que proporcionam o efeito de rede e, assim, garantir que a sua utilização não esteja limitada a um determinado bem ou serviço.

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 (LEWIS, 2013). O *FLOSSPOLs survey*, realizado na Europa, confirma tal assertiva quando pesquisa os critérios de seleção para aquisição de novos softwares e verifica que 59% dos respondentes consideraram como principal critério a interoperabilidade (GOSH, 2005).

Software, e TIC em geral, são caracterizados como tecnologias cumulativas que gradualmente evoluem por meio de inovação incremental e integração de várias invenções, algoritmos e técnicas (MERGES e NELSON, 1990). A operação adequada de produtos de software requer 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 e GREENSTEIN, 1990; COHEN e LEMLEY, 2001). Isto evidencia que o acesso ao conhecimento e às especificações do software e padrões é vital para o desenvolvimento do setor de TIC.

#### 2.4 INOVAÇÃO INCREMENTAL E ESTRATÉGIAS COLABORATIVAS

De forma genérica, existem dois tipos de inovação: a radical e a incremental (OKE, 2007). 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. 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 (FREEMAN, 1988).

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, dependem 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 e SOETE, 2008, p. 282).

Merges e Nelson (1994) afirmam que o impacto do regime dos direitos de propriedade intelectual na taxa de inovação, provavelmente, depende 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 seja continuamente estimulado (MERGES E NELSON, 1994).

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. Nessas situações, uma estrutura institucional que facilite a apropriabilidade e a comercialização das inovações provavelmente conduz ao progresso tecnológico (MERGES e NELSON, 1994).

Habakkuk (1967) mostra que as inovações podem ocorrer sem a base científica respectiva, citando o caso da indústria metalmeccânica 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, dotadas de peças intercambiáveis de alta precisão. No caso do SL se observa que muitos avanços foram realizados por usuários ou com base na participação destes no processo (SANTOS, 2013). Mesmo não possuindo formação acadêmica na área ou realizando investimentos científicos, os usuários buscam realizar modificações no software simplesmente pela necessidade de atender sua demanda pessoal ou empresarial. Tal interação se torna possível devido ao acesso ao 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 frequentemente exclui a possibilidade de trabalhos solitários em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e impele 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. *Open innovation* é um paradigma que assume que as empresas podem e devem usar ideias externas, assim como ideias internas, e métodos internos e externos para alcançar o mercado, enquanto desenvolvem suas tecnologias.

Como característica dos processos abertos de inovação, “os projetos podem ser iniciados pela própria empresa ou por outros atores externos, bem como ser incorporados ou transferidos para outras organizações, em distintos estágios de desenvolvimento” (MOREIRA *et al.*, 2008, p. 5).

Ao analisar a relação entre as receitas e as despesas, Moreira *et al.* (2008) constatam que o modelo aberto de inovação permite uma potencialização das receitas por meio da venda e licenciamento das tecnologias, ou mesmo pela geração de *spin-offs* (subsidiárias), ao mesmo tempo em que a absorção externa de conhecimentos reduz o tempo e o custo de P&D, conseqüentemente, aumentando o retorno financeiro.

### 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

O método utilizado neste estudo foi o hipotético-dedutivo, que se utiliza da dedução a partir da elaboração de hipóteses que são testadas e buscam regularidades e relacionamentos causais entre elementos. Em pesquisas como essa, a causalidade é o eixo de explicação científica, enfatizando-se a relevância da técnica e da quantificação, daí serem os procedimentos estatísticos sua grande força (VERGARA, 2007). Segundo Pinheiro *et al.* (2004), a pesquisa quantitativa se destina a descrever as características de uma determinada situação, medindo-se numericamente as hipóteses levantadas a respeito de um problema de pesquisa.

#### 3.1 MODELO EXPLICATIVO

Existem os mais diversos conceitos de inovação, contudo, este estudo, para efeito de simplificação, considera como inovação, para uma empresa de software, a disponibilização de um sistema para um cliente potencial.

Para explicar o comportamento do software livre, foram utilizadas três variáveis explicativas: tamanho do mercado, custo total de produção e investimento em pesquisa.

Em relação às variáveis explicativas que foram consideradas no modelo,  $sl_t$  representa a quantidade de *software livre* na economia brasileira,  $merc_t$  representa o “tamanho do mercado” de *software* na economia brasileira,  $ct_t$  representa o “custo total da produção” do *software livre* e  $ip_t$  significa o “investimento em pesquisa” em *software livre*.

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

Como resultado do investimento em pesquisa ( $ip_t$ ) foi considerada a quantidade de linhas de código disponibilizadas para o mercado. Para isso, utilizou-se o conceito de *source lines of code* (SLOC), conforme proposto por Deshpande e Riehle (2008). Os dados históricos do investimento em pesquisa foram retirados da base de dados fornecida pelo projeto FLOSSMetrics (*Free/Libre Open Source software Metrics*), que acompanha estatísticas de um conjunto de software livre classificado em três áreas, conforme apresentado por Koch (2007): (1) coleções de produtos (ou megaprojetos); (2) produtos *standalone*; e (3) outros produtos.

Mas é relevante observar não só a variação de SLOC em um determinado conjunto de projetos, mas também o fato de a quantidade de projetos variar enormemente ao longo do tempo. Segundo os dados fornecidos no banco de dados analítico sobre SL da empresa Ohloh.net, que tem rastreado repositórios FLOSS desde 2005, em 2009, a análise dos dados indicou que tanto o número de projetos de SL estava crescendo a uma taxa exponencial, quanto a adição de linhas de código (SLOC).

Para estimativa dos custos de produção do *software* ( $ct_t$ ) foi utilizado o método COCOMOII (*CONstructive COSt Model*), conforme apresentado por Boehm *et al.* (2000). Foi considerado um projeto de complexidade média,

de forma que a variável P assumiu o valor de 1,12 nas estimativas de custo, conforme sugerido por aqueles autores.

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

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*<sub>t</sub> (*sl*<sub>t</sub>) na economia brasileira foi 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 (*merc*<sub>t</sub>) foram obtidos a partir de informações da Abes (2009). Como esta associação só possui informações anuais sobre o mercado, os dados foram “mensalizados” a partir da variação mensal do PIB brasileiro.

### 3.2 MODELO ECONOMÉTRICO E HIPÓTESES

O método utilizado no processo de estimação dos parâmetros do modelo de regressão linear gaussiana foi 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.

Apresenta-se também 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*).

A representação do modelo econométrico é dada pela seguinte equação:

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

onde:

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

$\beta_0$  = intercepto da equação econométrica.

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

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

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

$\mu$  = termo estocástico da equação econométrica.

É considerado que quanto maior o mercado existente, maior é a propensão a se desenvolver software para atender às demandas existentes, levando à primeira hipótese a ser investigada neste trabalho.

(1) Hipótese 1 –  $H_1$  – a variável explicativa *tamanho do mercado* ( $merc_t$ ) tem uma relação direta com a variável dependente *software livre* ( $sl_t$ ). Ou seja, quando se expande o *tamanho do mercado* ( $merc_t$ ) cresce *software livre* ( $sl_t$ ).

Uma das características do software livre é a possibilidade de ele ser utilizado sem custo ou, em caso de cobrança, o acesso ao código permite alterações que conduzem ao reuso do código, com uma significativa redução de custo. A segunda hipótese a ser avaliada é se este fato é verificado no mercado.

(2) Hipótese 2 –  $H_2$  – a variável explicativa *custo total* ( $ct_t$ ) tem uma relação inversa com a variável dependente *software livre* ( $sl_t$ ). Ou seja; quando cresce a quantidade de *software livre* diminui o *custo total*;

Ao se considerar que o *investimento em pesquisa* ( $ip_t$ ) resulta em aumento do número de linhas de código disponibilizadas para o mercado, este trabalho irá verificar sua terceira hipótese, que considera que o aumento de *investimento em pesquisa* ( $ip_t$ ) aumenta a quantidade de software livre disponível ( $sl_t$ ).

(3) Hipótese 3 –  $H_3$  – a variável explicativa *investimento em pesquisa* ( $ip_t$ ) tem uma relação direta com a variável dependente *software livre* ( $sl_t$ ). Ou seja, quando aumenta  $ip_t$  cresce a quantidade de *software livre* ( $sl_t$ ).

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com o resultado do teste de Shapiro-Wilk  $W$  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  $Prob > z = 0,05369$  e  $z = 1,610$ .

De acordo com o teste Ramsey RESET de erro de especificação [ $F(3,53) = 2,38$  e  $Prob > F = 0,0797$ ], não há indício de erro de especificação no modelo, logo o modelo está corretamente especificado.

O teste estatístico ADF (*Aumented Dickey-Fuller*) 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 [ $\chi^2 = 1,400$  e  $Prob > \chi^2 = 0,2367$ ] mostra que não há efeitos ARCH.

O teste alternativo de Durbin calculado [ $F = 2,223$  e  $Prob > F = 0,0965$  para  $lag(3)$ ] e [ $F = 6,496$  e  $Prob > F = 0,0137$  para  $lag(1)$ ] sugere que não

há auto-correlação serial dos resíduos, ao nível de significância de 1% para uma defasagem e 5% para três defasagens.

Observou-se que não existe um alto grau de correlação entre as variáveis do modelo, sugerindo-se baixa multicolinearidade<sup>1</sup>. Os testes parecem indicar um grau de incidência que não prejudica os resultados. VIF = (merc=1,21(VIF) e 0,828953(1/VIF); (ip=2,12(VIF) e 0,471711(1/VIF); custo=1,88(VIF) e 0,531378 (1/VIF).

Nos dois modelos reportados na Tabela 1 - *GLM* [chi2(3)=26,29 e Prob > chi2= 0,0000] e *IV2SLS* [chi2(3) = 19,26 Prob > chi2 = 0,0002] os valores das estatísticas qui-quadrado, aos níveis de significância de 1%, são estatisticamente diferentes de zero. Estas evidências implicam na rejeição da hipótese nula (de nulidade dos parâmetros estimados) e não rejeição da hipótese alternativa (de não nulidade dos parâmetros estimados). Pode-se concluir pela existência do modelo de regressão, ou seja, o modelo incluindo as variáveis independentes selecionadas ( $merc_t$ ,  $ct_t$  e  $ip_t$ ) é capaz de prever *software livre* ( $sl_t$ ) no Brasil.

Nos modelos estimados *GLM (1)* e *IV2SLS(2)*, a estatística *t Student* para todas as variáveis explicativas mostrou-se estatisticamente não nula ao nível de significância de 5% (exceto a variável  $merc_t$  no modelo *GLM*, que apresentou significância apenas para  $\alpha=10\%$ ). Devido a estas evidências encontradas para os modelos *GLM (1)* e *IV2SLS(1)*, rejeita-se a hipótese nula e não se rejeita a hipótese alternativa – ou seja, as 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.

## 4.2 DISCUSSÃO

A análise concentra-se no modelo *GLM (1)*, apresentado na Tabela 1. Este modelo apresentou parâmetros estatísticos mas aderentes ao proposto. A análise do modelo *IV2SLS* não será realizada, portanto, porque tal modelo representava um método alternativo para resolução de problema de endogeneidade, que acabou não ocorrendo.

A elasticidade-mercado com relação ao número de *software livre* é de 0,59 e apresentou alta sensibilidade quanto comparada aos outros coeficientes de elasticidades. Isto significa que um acréscimo de 10%, *ceteris paribus*, na expansão do mercado está associado a uma variação positiva de 5,9% na oferta de *software livre*.

---

<sup>1</sup> Embora não haja unanimidade quanto às consequências da multicolinearidade na estimação dos parâmetros na regressão, é importante que, entre as variáveis independentes, não haja altas correlações (medidas pelo *variance-inflating factor* (VIF)).

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

O valor do coeficiente calculado para o coeficiente de elasticidade-custo do produto, de acordo com a hipótese do modelo explicativo, foi -1,26. Isto significa que, dado um crescimento de 10% nos custos do produto, há uma redução de 12,6% na quantidade ofertada do produto.

Tabela 1 - Resultados dos métodos de estimação da oferta de software livre no Brasil 01/2004 – 11/2008

	glm(gaussian)		iv2sls	
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	
chi <sup>2</sup>	26,29		19,26	
r <sup>2</sup>			0.302	
aic	455.1			
bic	463.4			
P	0.00000829		0.000242	
*p<0.1 ** p<0.05, *** p<0.01. <i>t statistics</i> em parênteses.				
<i>ELASTICIDADES do modelo linear generalizado - GLS:</i>				
	<i>ELsmmerc</i>	<i>Elsip</i>	<i>Elscusto</i>	
	0,59	2.66	-1,26	

*ELsmmerc*= elasticidade do mercado com relação a  $sl_t$ .

*Elscusto* = elasticidade do custo total com relação a  $sl_t$ .

*Elsip*= elasticidade do investimento em pesquisa com relação a  $sl_t$ .

Fonte: elaboração própria

Segundo a Abes (2009), no Brasil, 69,5% do software é desenvolvido sob encomenda. Assim, com intuito de buscar determinar em qual grau é vantajosa a utilização de software livre como fator de inovação, realizou-se uma análise comparativa em uma situação comum de mercado, que é o desenvolvimento de um software customizado sob encomenda para uma determinada empresa.

Para a Softex (2007), a trajetória do reuso e da intercambiabilidade de software parece inexorável, motivo pelo qual decidiu-se comparar o



desempenho do SL e do software proprietário em um 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 somente tem 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. Essa é uma situação hipotética que caracterizaria uma empresa integradora, mas que consideramos como uma modalidade de empresa de desenvolvimento de software, para manter a comparação no modelo.

Bass *et al.* (2000) lembram o trabalho apresentado por Williams (1999) para efeito de comparação dos custos de desenvolvimento, considerando que o custo de aquisição de um módulo de software representa 50% do custo do desenvolvimento de uma quantidade idêntica de linhas de código. Bass *et al.* (2000) argumentam que o benefício de se adquirir um módulo pronto não lhes parece tão grande quanto apontado por Williams, mas, para os fins do presente trabalho, o valor foi mantido para evitar eventual viés em prol do software livre.

Para Bass *et al.* (2000, p. 13), um estudo do Gartner, no ano de 1999, mostrou que empresas que adotam um desenvolvimento baseado em componentes tem ganho de 50% no custo de programação. Entretanto, os autores relatam que uma predição de mercado sugere que somente 30% dos investimentos corporativos em componentes de primeira geração geram os ganhos de produtividade previstos, devido aos objetivos indefinidos e ao contexto de conflito dos componentes que inibem seu uso.

Foi considerado que a atividade de localizar o software ou módulo adequado e o aprendizado de utilização consomem 10% dos recursos que seriam necessários para realizar o mesmo tipo de codificação internamente. Os cálculos foram realizados para um projeto com 1.150.000 linhas de código e plotados no Gráfico 1.

A avaliação assume que, no caso de não haver reaproveitamento, o custo 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, favorecendo a utilização de SL, que 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. Associa-se tal fato à junção do custo do software a ser adquirido com o custo da atividade de identificação do software, que no modelo usado gerou uma inflexão da curva.

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, já que, em alguns casos, há necessidade de solucionar problemas críticos nas empresas.

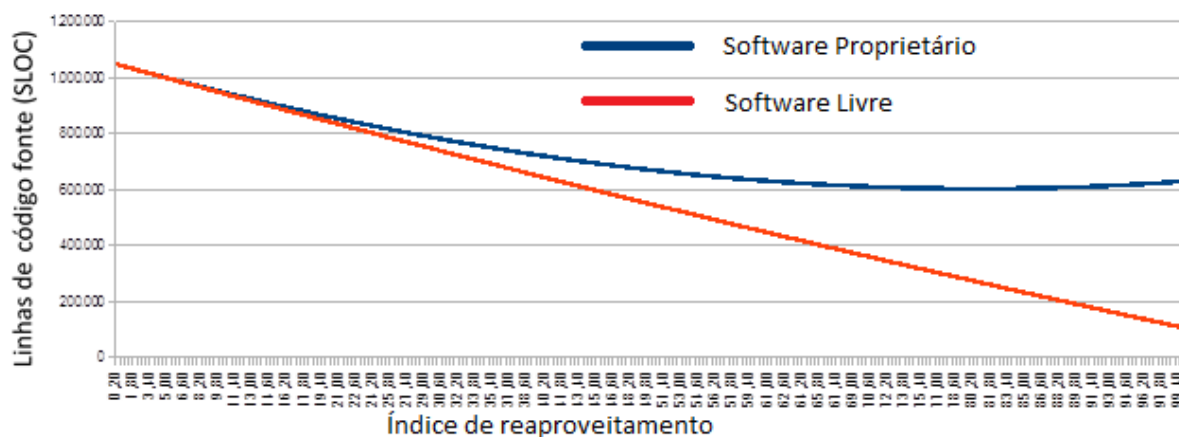


Gráfico 1 - Comparação de custos entre software livre e software proprietário em um cenário de reaproveitamento de Código

Fonte: elaboração própria

#### 4.2.2 Investimento em pesquisa

Ao avaliar a variação de linhas de código (SLOC) para o grupo de projetos analisados no âmbito do FLOSSmetrics, observa-se que inicialmente há um grande crescimento na quantidade de linhas total dos projetos, mostrando que eles apresentam um crescimento de investimento na produção. Em seguida, verifica-se 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, ainda que mantendo sua funcionalidade. Após os softwares serem corrigidos ou refinados, os esforços direcionam-se para a inclusão de novas funcionalidades, de maneira que a posterior adição de linhas de código indica, em geral, adição de novas funcionalidades ao software existente

Para as PMEs, cujo acesso ao capital é escasso, a disponibilidade de código para uso livre é extremamente relevante, pois permite atender mercados que estariam fora de seu alcance se houvesse necessidade de desenvolver o *software* necessário em sua totalidade com recursos próprios, já que isso demandaria uma grande quantidade de capital, ao qual, em geral, a empresa não tem acesso. Mesmo grandes corporações utilizam o *software* livre em sua estratégia, como a IBM, com a plataforma de desenvolvimento Eclipse, a Mozilla, com o navegador Firefox, a Google, com o sistema operacional para celulares Android e a Light Infocon, com o banco de dados LightBase (SANTOS JR., 2010).

## 5 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 progresso são diversas, desde autores que apresentam modelos em que esta variável é exógena, até outras correntes

mais recentes que tornam endógeno este fator. Mas a importância do progresso técnico para o crescimento econômico é inegável.

Ao analisar como se dá a inovação e seus principais aspectos, buscando compreender a importância dela e dos principais meios de apropriação, foi verificada a importância da inovação incremental para o desenvolvimento tecnológico e para o setor de TIC, em que se considera esta como a principal fonte de desenvolvimento.

Tratando da apropriabilidade da inovação e do progresso técnico, verifica-se que a propriedade intelectual não é o único meio de se garantir a inovação. O compartilhamento de conhecimento de forma ampla pode ser, inclusive, mais eficiente na geração de crescimento tecnológico e econômico. Boldrin e Levine (2008) defendem que nenhum tipo de propriedade intelectual é benéfico e que esta estrutura legal deve ser completamente abolida. Foram avaliados pela literatura vários tópicos relacionados e observa-se que realmente existe um grande número de áreas em que a abolição da PI poderia trazer ganhos, embora julguem-se necessárias avaliações detalhadas específicas para cada segmento.

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

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

Conclui-se que a utilização de software livre traz ganhos à inovação no mercado de TI, que podem ser estendidos ao mercado de dispositivos eletrônicos, em que é crescente o uso de software embarcado. Esses benefícios são ainda mais relevantes para as PMEs devido à carência destas de acesso ao capital necessário para P,D&I, para a realização dos custosos processos de PI e para investimentos na comercialização.

Especificamente na estimação da oferta de software livre no Brasil, este trabalho está limitado ao período de análise, entre 2004 e 2008. Esse limite se refere ao acesso à base de dados fornecida pelo projeto FLOSSMetrics (*Free/Libre Open Source software Metrics*), que disponibiliza os números somente para esses anos. Avançar com estudos que capturem a situação mais atual e adotando-se outras bases e procedimentos meto-

dológicos pode reforçar os resultados ora obtidos e contribuir para a intensificação da discussão do software livre como forma de estímulo à inovação e ao crescimento da economia.

## REFERÊNCIAS

- ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE. *Mercado brasileiro de software - Panorama e Tendências*. ABES, 2009. Disponível em: <[http://central.abessoftware.com.br/Content/UploadedFiles/Arquivos/Dados%202011/Mercado\\_BR2009.pdf](http://central.abessoftware.com.br/Content/UploadedFiles/Arquivos/Dados%202011/Mercado_BR2009.pdf)>. Acesso em: 15 dez 2014.
- AIGRAIN, P. 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.
- ARORA, A.; CECCAGNOLI, M.; COHEN, W. M. R&D and the patent premium, National Bureau of Economics Research, *Working Paper*, n. 9431. p. 17, 2003. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w9431>>. Acesso em: 15 dez 2014.
- ARUNDEL, A. *Patents in the knowledge-based economy*. Beleidstudies Technologie Economie, 2001.
- BASS, Len; BUHMAN, Charles; COMELLA-DORDA, Santiago; LONG, Fred; ROBERT, John; SEACORD, Robert; WALLNAU, Kurt. *Volume I: Market assessment of component-based software engineering assessments - CMU/SEI-2001-TN-007*. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2000. Disponível em: <<http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetid=5443>>. Acesso em: 15 dez 2014.
- BOEHM, B. W.; MADACHY, R.; STEECE, B. *Software cost estimation with Cocomo II with Cdrom*. [s.l.]. Prentice Hall PTR, 2000.
- BOLDRIN, M.; LEVINE, D. K. *Against intellectual monopoly*. 2008. Disponível em: <<http://www.dklevine.com/papers/anew.all.pdf>>. Acesso em: 15 dez 2014.
- BOLDRIN, M.; LEVINE, D. The case against patents. *Journal of Economic Perspectives*, v. 27, n. 1, p. 3–22, 2013. <http://dx.doi.org/10.1257/jep.27.1.3>
- BOTELHO, M. R. A.; CARRIJO, M. C.; KAMASAKI, G. Y. Inovações, pequenas empresas e interações com instituições de ensino/pesquisa em arranjos produtivos locais de setores de tecnologia avançada. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 6, n. 2, p. 331-471, jul/dez, 2007.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Indicadores. 2012. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/9058.html>>, 2012. Acesso em: 15 dez 2014.
- CASTELLS, M. Compreender a transformação social, artigo do livro: A Sociedade em Rede - Do Conhecimento à Acção Política. *Conferência promovida pelo Presidente da República*, Centro Cultural de Belém, 4 e 5 de março de 2005.
- CHANG, H. *Chutando a escada: a estratégia de desenvolvimento em*

- perspectiva histórica*. São Paulo: Unesp, 2004.
- CHESBROUGH, H. W. *Open business models: how to thrive in the new innovation landscape*. Boston: Harvard Business School Press, 2006.
- COHEN, J. E.; LEMLEY M. A. *Patent scope and innovation in the software industry*, *California Law Review*, n. 89, n. 1, p. 1-57, 2001.
- DAVID, P.; GREENSTEIN, S. The economics of compatibility standards: an introduction to recent research. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 1, p. 3-41, 1990. <http://dx.doi.org/10.1080/10438599000000002>
- DESHPANDE, A.; RIEHLE, D. *The total growth of open source*. In: *Proceedings of the Fourth Conference on Open Source Systems (OSS 2008)*. Springer Verlag, 2008. [http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-09684-1\\_16](http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-09684-1_16)
- FEITELSON, D. G. Perpetual development: a model of the Linux kernel life cycle. *Journal of Systems and Software*, v. 85, n. 4, p. 859–875, abr. 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2011.10.050>
- FIGUEIREDO, Paulo N. *Gestão da inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil*. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- FREEMAN, C. Introduction, In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SOETE, L. (orgs.). *Technical change and economic theory*. Londres: Pinter Publishers, 1988.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. *A economia da inovação industrial*. Editora da Unicamp, 2008.
- GHOSH, R. A. *An economic basis for open standards*. FLOSSPOLS project report, European Commission DG INFSO, 2005.
- HABAKKUK, J. *American and British technology in the nineteenth century*. Cambridge: Cambridge University Press, 1967.
- KOCH, S. Software evolution in open source projects — a large-scale investigation. *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*, v. 19, n. 6, p. 361–382, 1 nov. 2007. <http://dx.doi.org/10.1002/smr.348>
- LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. *Sistemas de Informações Gerenciais*. 7. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- LESSIG, Lawrence. *Cultura livre – como a mídia usa a tecnologia e a lei para barrar a criação cultural e controlar a criatividade*. Creative Commons 1.0 - Attribution, 2004.
- LEWIS, G. A. Role of standards in cloud-computing interoperability. 46th Hawaii International Conference on System Sciences. *Anais...* 2013. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6480040&isnumber=6479821>>. Acesso em: 15 dez 2014.
- LORENCZIK, C.; NEWIAK, M. Imitation and innovation driven development under imperfect intellectual property rights. *European Economic Review*, v. 56, n. 7, p. 1361–1375, out. 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.euroecorev.2012.07.003>
- MANSFIELD, E.; SCHWARTZ, M.; WAGNER, S. 1981. imitation costs and

patents: an empirical study. *Economic Journal*, v. 91, p. 907, 1981. <http://dx.doi.org/10.2307/2232499>

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. On the complex economics of patent scope. *Columbia Law Review*. v. 90, n. 4, 1990. <http://dx.doi.org/10.2307/1122920>

MERGES, R.; NELSON, R. R. On limiting or encouraging rivalry in technical progress: the effect of patent-scope decisions, *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 25, p. 1-24, 1994. [http://dx.doi.org/10.1016/0167-2681\(94\)90083-3](http://dx.doi.org/10.1016/0167-2681(94)90083-3)

MOREIRA, B.; SAAD, D.; FELDHAUS, D.; PEREIRA, G.; MATTIOLI, M.. *As oportunidades e desafios do open innovation no Brasil*. Instituto Inovação. Disponível em: <[http://inventta.net/wp-content/uploads/2010/07/as\\_oportunidades\\_e\\_desafios\\_do\\_open\\_innovation\\_no\\_brasil.pdf](http://inventta.net/wp-content/uploads/2010/07/as_oportunidades_e_desafios_do_open_innovation_no_brasil.pdf)>. Acesso em: 15 dez 2014.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Belknap, 1982.

OECD. *Manual de Oslo: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica*. 3. ed. (Trad.) FINEP. Brasília: FINEP, 2005. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264013100-en>

OKE, A. Innovation types and innovation management practices in service companies. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 27, n. 6, p. 564–587, 29 maio 2007. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570710750268>

PENROSE, E. *La economía del sistema internacional de patentes*. México: Siglo XXI, 1974.

PINHEIRO, Roberto; CASTRO, Guilherme; SILVA, Helder Haddad; NUNES, José. *Comportamento do consumidor e pesquisa de mercado*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2004.

PIVA, E.; RENTOCCHINI, F.; ROSSI-LAMASTRA, C. Is Open Source Software about Innovation? Collaborations with the Open Source Community and Innovation Performance of Software Entrepreneurial Ventures. *Journal of Small Business Management*, v. 50, n. 2, p. 340–364, 1 abr. 2012. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-627X.2012.00356.x>

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

SANTOS JR., Carlos Denner dos. Atratividade de projetos de software livre: importância teórica e estratégias para administração. *RAE (Impresso)*, v. 50, p. 424-438, 2010.

SANTOS, C.; KUK, George; KON, Fabio; PEARSON, John. The attraction of contributors in free and open source software projects. *The Journal of Strategic Information Systems*, v. 22, n. 1, p. 26–45, mar. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsis.2012.07.004>

- SCHOEMAKER, P. J. H.; MARAIS, L., Technological innovation and large firm inertia. In: DOSI, G.; MALERBA, F. (eds). *Organization and strategy in the evolution of the enterprise*. London: MacMillan, 1996. [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-349-13389-5\\_8](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-349-13389-5_8)
- SCHUMPETER, Joseph A. *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1997.
- SHINTAKU, Junjiro; OGAWA, Koichi; YOSHIMOTO, Tetsuo. *Architecture-based approaches to international standardization and evolution of business models*. Genebra, Switzerland: IEC, 2006.
- SOFTEX. *Perspectivas de desenvolvimento e uso de componentes na indústria brasileira de software e serviços*, 2007.
- UNDP. *Human development report 2001*. New York: UNDP, 2001. Disponível em: <<http://www.undp.org>>. Acesso em: 15 dez 2014.
- VAN DEN BELT, H. Synthetic biology, patenting, health and global justice. *Systems and Synthetic Biology*, v. 7, n. 3, p. 87–98, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s11693-012-9098-7>
- VERGARA, Sylvia C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- WAYNER, P. *Free for all: How Linux and the free software movement undercut the high-tech titans*. [s.l.] Harper Business New York, 2000.
- WEF - WORLD ECONOMIC FORUM. *The global competitiveness report 2011-2012*. Disponível em: <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GCR\\_Report\\_2011-12.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCR_Report_2011-12.pdf)>. Acesso em: 15 dez 2014.