

# ***Software Livre na Economia do Conhecimento: Instrumento de Fomento à Inovação Tecnológica***<sup>1</sup>

Cássia Isabel Costa Mendes<sup>1</sup>

cassia@cnptia.embrapa.br

Antonio Márcio Buainain<sup>2</sup>

buainain@eco.unicamp.br

<sup>1</sup> Embrapa Informática Agropecuária, Campinas - SP - Brasil

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas – SP - Brasil

## **RESUMO**

*No atual cenário de globalização econômica, produtiva e financeira, caracterizado pelo uso intensivo do conhecimento, surgiu e evoluiu o software livre questionando as restrições de acesso ao conhecimento. O artigo tem por objetivo discutir algumas questões que permeiam o debate sobre a amplitude dos espaços para o software livre em um ambiente de dominância do software proprietário na indústria nacional. Entre as questões abordadas estão as ameaças, oportunidades e motivações para uso e desenvolvimento de software livre; o contexto do software livre na economia baseada na informação e no conhecimento; o potencial do software livre para estimular a inovação tecnológica considerando seu modelo de desenvolvimento colaborativo em rede, discutindo como as características do processo inovativo – oportunidade tecnológica, cumulatividade do progresso técnico e apropriação privada – se manifestam e interagem no âmbito do software livre possibilitando o surgimento de inovações incrementais.*

Palavras-Chave: *software* livre, inovação tecnológica, economia do conhecimento

## **1. INTRODUÇÃO**

A importância da indústria de *software* é inquestionável, cujo faturamento vem crescendo de forma significativa e sustentável nos últimos 20 anos. Espera-se que em 2008 o mercado mundial de *software* e serviços represente uma soma de aproximadamente US\$ 900 bilhões, 10 vezes mais que os US\$ 90 bilhões de faturamento registrados em 1997 (SOFTEX e MIT, 2002).

O crescimento acelerado não é o único traço dessa indústria: inovação, renovação dos produtos e serviços ofertados, ampliação da área de ação e horizontalidade setorial exigem das empresas flexibilidade e capacitação para atender às crescentes demandas dos mais variados setores da economia e da sociedade.

Ainda que a indústria seja dominada pela presença marcante de poucas grandes empresas, GUTIERREZ E ALEXANDRE (2004) sustentam que a dinâmica setorial da indústria de *software* cria um ambiente favorável para o surgimento de novas empresas de porte pequeno e médio, seja em associação às grandes, seja de forma autônoma. Isso porque

<sup>1</sup> Este artigo é uma parte resumida de um dos capítulos da dissertação de mestrado da primeira autora, sob a orientação do co-autor.

as características dessa indústria se de um lado levam a barreiras à entrada pelos elevados investimentos, por outro, oferece espaços para novas propostas, ou modelos de desenvolvimento de *software*, seja no que se refere ao conteúdo, seja no que se refere à amplitude da utilização, seja na densidade e complexidade do conteúdo, seja na forma de distribuição, seja ainda na maior ou menor disponibilidade de acesso aos códigos fonte e na liberdade ou restrição para a difusão dos desenvolvimentos.

Paralelamente ao processo de evolução e de consolidação da indústria de *software* baseada na venda de licenças de uso, surgiu e evoluiu um movimento - denominado movimento de defesa do *software* livre - questionando as restrições de acesso ao conhecimento e à liberdade ao desenvolvimento e modificação do *software*.

O *software* livre, que tem na abertura do código fonte sua principal bandeira, se refere a quatro tipos de liberdades específicas do usuário que constituem os seus pilares: (i) a liberdade de executar o *software* para qualquer fim; (ii) a liberdade de estudar o *software* para entender seu funcionamento e adaptá-lo como se desejar; (iii) a liberdade de distribuir e compartilhar o *software*; e (iv) a liberdade de melhorar o *software* e redistribuir estas modificações publicamente, para que todos possam se beneficiar.

Desde o início, o movimento tinha um lado de negócio, mas surgiu “protegido” por uma “filosofia de liberdade” que o caracterizava como uma reação ao controle da “inteligência artificial” por algumas empresas: essa filosofia se propunha a restabelecer a liberdade de criação, a vivência em comunidade e o trabalho cooperativo que devem permear o desenvolvimento científico. Em sua origem mais se assemelhava a uma reação de jovens tanto contra as dificuldades enfrentadas para ter acesso ao *software* proprietário<sup>2</sup> como contra as restrições impostas à criatividade e inventividade, mas aos poucos foi se transformando em um negócio relativamente bem estruturado e, ao que tudo indica, com potencialidades até mesmo de produzir lucros significativos na cadeia de geração do *software*.

Este artigo aborda algumas das questões que permeiam o debate sobre o ingresso do *software* livre na indústria brasileira de *software*. O trabalho está dividido em cinco seções, incluindo esta introdução e a conclusão. A segunda seção focaliza algumas ameaças, oportunidades e motivações vislumbradas tanto no uso como no desenvolvimento de *software* livre no Brasil. A próxima percorre alguns fundamentos da economia baseada na informação e no conhecimento para contextualizar, na seção seguinte, como as características do processo inovativo – oportunidade tecnológica, cumulatividade do progresso técnico e apropriação privada – se manifestam e interagem no âmbito do desenvolvimento de *software* livre estimulando a inovação tecnológica. Por fim, seguem algumas reflexões à guisa de uma conclusão.

## **2. AMEAÇAS, OPORTUNIDADES E MOTIVAÇÕES PARA USO E DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE LIVRE**

Um estudo realizado no Brasil pela SOFTEX (2005) levantou algumas ameaças, oportunidades e motivações para empresas brasileiras quanto ao uso e desenvolvimento de *software* livre. Contou com 3.657 respondentes – entre desenvolvedores, empresas especializadas, consumidores, usuários.

---

<sup>2</sup> *Software* proprietário é aquele cujo modelo de negócios é centrado em licenças de propriedade, seu código-fonte não é distribuído e permanece como exclusivo conhecimento de seu criador. Por seu turno, o *software* livre é baseado em serviços e tem o código-fonte aberto, podendo ser estudado e modificado por qualquer pessoa.

O estudo indicou que as ameaças encontram-se no desenvolvimento de componentes de *software*, por ser este um mercado contestável pela emergência de bancos de componentes de acesso livre. Os produtos customizáveis são ameaçados em menor medida por comportarem parcela de especificidade no desenvolvimento que não é ameaçada pelo *software* livre. As oportunidades abertas pelo *software* livre estão no setor de serviços (de baixo ou de alto valor) e no *software* embarcado. Nos embarcados, por sua alta especificidade e baixos requisitos de apropriação (ligada ao equipamento e porque pode prescindir de regimes jurídicos restritivos de propriedade).

Os baixos requisitos de apropriação do *software* embarcado apontam oportunidades para a indústria nacional de *software*. Em contrapartida, o *software* de alto valor comporta sinais tanto de ameaças como de oportunidades, por apresentar elevada especificidade e médio grau de apropriação.

Vemos que o requisito apropriação é fator relevante para a definição de oportunidades no segmento de *software* livre, por representar uma barreira à entrada, que pode ser minimizada ou potencializada de acordo com o seu grau e os custos dela advindos.

Ao lado das oportunidades e ameaças, o citado estudo também indicou as motivações para o desenvolvimento e uso de *software* livre, as quais estão permeadas por razões de natureza técnica, econômico-financeira, ideológica e de capacitação, havendo uma sobreposição das de ordem técnica. Estas estão vinculadas à flexibilidade, segurança, potencial de adaptação e interoperabilidade de programas, entre outras, conforme apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Motivações para desenvolvimento e uso de *software* livre

Motivos	média*	desvio padrão
maior flexibilidade/liberdade para adaptação	2,68	0,69
maior segurança/privacidade/transparência	2,53	0,64
maior aderência a padrões/interoperabilidade	2,50	0,60
maior autonomia de fornecedor	2,30	0,82
maior qualidade	2,28	0,72
redução de custos ( <i>hardware</i> e <i>software</i> )	2,18	0,75
inclusão digital/social	2,03	1,00
maior escalabilidade	2,00	0,60
filosofia/princípios	1,98	0,97
maior legalidade (licenças)	1,85	1,00
menor tempo para o desenvolvimento	1,48	0,82
disponibilidade de recursos humanos qualificados	1,48	0,78

Fonte: SOFTEX (2005) \* Cerca de 50 respondentes, notas de zero a três.

Vemos que as motivações técnicas estão ligadas ao regime de proteção de propriedade intelectual aplicável ao *software* livre – o *copyleft*<sup>3</sup> –, o qual permite estudar, adaptar,

<sup>3</sup> Colares (2004, p. 6) define o *copyleft* como sendo a “permissão concedida ao público em geral para se redistribuir livremente o programa de computador ou outras obras autorais.”

modificar e redistribuir o *software*. As de natureza econômico-financeira dizem respeito à redução de custos operacionais e de capital – não pagamento de licenças, menor taxa de renovação de *hardware*. As de capacitação, às possibilidades de aprendizado compartilhado, que podem ampliar as condições de empregabilidade dos desenvolvedores. E, por último, as razões ideológicas manifestam-se em princípios favoráveis à inclusão social e contrários à restrição de uso e de avanço do conhecimento e à concentração econômica, representada pelos oligopólios e monopólios.

SOFTEX (2005) destaca que os atores envolvidos com o *software* livre – grandes corporações nacionais de diversos setores, micros e pequenas empresas de *software*, *hackers*, agentes governamentais, grandes consultores, universidades, organizações de pesquisa – têm diferentes motivações para o desenvolvimento do *software* livre, e que as vantagens técnicas são um atrativo para as diferentes perspectivas que povoam o mundo do *software* livre, sendo que o seu desenvolvimento depende de todos esse atores.

### 3. ECONOMIA BASEADA NO CONHECIMENTO

Após discorrermos sobre as ameaças, oportunidades e motivações para uso e desenvolvimento de *software* livre, cabe analisar se ele pode estimular a inovação tecnológica, e, caso positivo, se esta é radical, incremental ou de ambos os tipos.

Para analisar tal questão, percorremos na presente seção alguns dos fundamentos da economia baseada na informação e no conhecimento para, na seção seguinte, discutirmos a importância do processo inovativo e apresentando os modelos de desenvolvimento de *software* livre e seu contexto no debate, objetivando responder se o modelo de desenvolvimento colaborativo em rede proposto pelo *software* livre estimula a inovação tecnológica.

CASTELLS (2005) afirma que a inovação é função de três fatores: (i) criação de novos conhecimentos, na ciência, tecnologia e administração – os quais dependem de um sistema de P&D, público ou privado, capaz de suprir os elementos fundamentais da inovação; (ii) mão-de-obra altamente qualificada capaz de usar estes novos conhecimentos para aumentar a produtividade; (iii) empresários competentes dispostos a arriscar e transformar projetos comerciais inovadores em empresas.

Para LASTRES E FERRAZ (1999, p. 28), a “inteligência e competência humana sempre estiveram no cerne do desenvolvimento econômico em qualquer sociedade” e a informação e o conhecimento são os “pilares dos diferentes modos de produção”, sendo o insumo primordial às inovações tecnológicas. Tais inovações correspondem à utilização do conhecimento sobre novas formas de produzir e comercializar bens e serviços, principalmente na “nova” economia baseada no conhecimento, na informação ou na inovação, como alguns autores preferem designá-la.

Em um estudo sobre a caracterização econômica da informação, ALBUQUERQUE (2001) apresenta algumas propriedades da “mercadoria informação”: (i) é indivisível em seu uso, que se relaciona a economias de escala e retornos crescentes; (ii) apresenta complexos problemas para sua apropriação (o seu caráter intangível determina que seu uso por um agente não impede que um segundo agente possa utilizá-la; trata-se do caráter não-rival) que se dá por estabelecimento de leis de propriedade intelectual; (iii) o processo de invenção corresponde à produção de novas informações; (iv) a informação é insumo primordial para a produção de novas informações; (v) uma vez gerada, a informação pode ser utilizada de maneira infinita.

CASTELLS (1992) relata que o surgimento deste novo tipo de economia, a economia informacional, se dá de forma articulada com a revolução tecnológica das tecnologias da informação<sup>4</sup>. O conhecimento e a informação são fatores principais nestes novos sistemas econômicos. O autor também considera que a nova economia requer produtividade com sólida base tecnológica, sendo a Internet a expressão mais direta desta base. Afirma, analogicamente, que a tecnologia da informação é a eletricidade da Era da Informação, sendo equivalente à máquina, ao motor, ou seja, é “a fábrica da era industrial, a rede da Era da Informação.” (CASTELLS, 2005, p. 403).

Nesse sentido, LASTRES E FERRAZ (1999, p. 39) afirmam que a Revolução Industrial transferiu para as máquinas a força humana, havendo agora outro processo de transferência, “o de experiências e capacitações até então exclusivas aos seres humanos, como aquelas incorporadas, por exemplo, em *software*.” Portanto, a “revolução informacional é vista como transformando ainda mais radicalmente o modo como o ser humano aprende, faz pesquisa, produz, trabalha (...).”

O novo modo como o ser humano produz e trabalha “amplia as condições de produção e distribuição do conhecimento”, como apontam FORAY E LUNDEVALL (1996), ao discorrerem sobre o ponto central da economia enraizada fortemente na produção e no uso do conhecimento. Os mesmos autores acrescentam que as tecnologias da informação “dão à economia baseada no conhecimento uma nova e diferente base tecnológica (...).”

CASTELLS (2005) elenca as características do novo paradigma do desenvolvimento no mundo, que impulsionariam a produtividade, criando prosperidade: (i) formação de redes: produtividade e flexibilidade com base na formação de redes impulsionadas pela informática; (ii) informacional: produção e competição, baseadas em conhecimento e informação e impulsionadas pela tecnologia da informação; (iii) economia global: é a economia cujas atividades nucleares têm a capacidade de funcionar em escala planetária, em decorrência de questões tecnológicas, institucionais e organizacionais. O autor pondera, no entanto, que o desenvolvimento ocorre de forma desigual.

O desenvolvimento colaborativo em rede, preconizado pelo *software* livre, é um exemplo de um novo modo como o “ser humano aprende, faz pesquisa, produz, trabalha” no ambiente da economia informacional, possibilitando uma ampliação das “condições de produção e distribuição do conhecimento” numa estrutura produtiva “formada por redes.”

Nesse sentido, SOUZA, MIGLINO E BETTINI (2005) afirmam que o compartilhamento do conhecimento por diversos agentes significa a possibilidade de desfrutar de economias de rede.

A difusão dos conhecimentos codificados e tácitos ocorre no licenciamento livre do *software*, com a disponibilização do código-fonte do sistema. O código-fonte disponível e aberto promove uma interação social entre os diversos agentes envolvidos – desenvolvedores, testadores, usuários, entre outros – por intermédio da internet. A interação social e a cooperação impulsionam a aquisição, a construção, a acumulação e o compartilhamento de informação e conhecimentos, fomentando a inovação tecnológica. SOUZA, MIGLINO E BETTINI (2005, p. 13) explicam que a interação entre os agentes “acontece a partir do momento em que os atores cooperam a fim de inovar.”

---

<sup>4</sup> As tecnologias da informação abarcam, entre outras áreas: a informática, as telecomunicações, a comunicação, as ciências da computação, a engenharia de *software*.

#### 4. POTENCIAL DO SOFTWARE LIVRE ESTIMULAR A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Nesta seção, discutimos como as características do processo inovativo se manifestam e interagem no desenvolvimento no âmbito do *software* livre, buscando responder se ele estimula a inovação tecnológica.

DOSI (1984) apresenta como características do processo inovativo a oportunidade tecnológica, a cumulatividade do progresso técnico e a apropriação privada dos efeitos da mudança técnica.

A oportunidade tecnológica refere-se ao estágio fluido da trajetória tecnológica, com nascimento e mortalidade das empresas, na qual o grau de oportunidade é bastante elevado; a cumulatividade do progresso técnico diz respeito à maior probabilidade de acumulação futura, sempre relacionada a inovações constantes e em seqüência; por sua vez, a apropriação privada dos efeitos da mudança técnica tem maior ênfase numa fase posterior, a qual permite a apropriação dos ganhos advindos das inovações. A apropriação se dá, principalmente, por intermédio de instituições de propriedade intelectual, que funcionam como mecanismos para garantir o incentivo ao inovador e, para que este, além de se remunerar pela inovação, possa, também, auferir ganhos para investimentos em futuras inovações.

Concernente à oportunidade tecnológica podemos constatar que o ingresso do *software* livre na indústria de *software* “quebra”, ou minimiza, algumas barreiras à entrada de novos concorrentes, por basear-se em padrões abertos, beneficiando-se das economias em rede para a geração de *software* livre. Aproveitando-se das econômicas em rede, a geração de *software* livre possibilita a união de competências, reduzindo o custo de produção e a necessidade de capital para investimento em P&D, tendo escala mínima de produção sustentável.

A pesquisa realizada pela SOFTEX (2005) sobre *software* livre apresentou como um dos resultados o indicativo de que o investimento no modelo de *software* livre pode promover uma maior cooperação entre pequenas empresas, bem como servir de canal para divulgação das capacidades brasileiras na comunidade internacional. Outro resultado mostra que, em alguns casos, houve crescimento da equipe de desenvolvimento de *software*, no âmbito de um mercado dinâmico de produtores de *software*, notadamente pequenas e médias empresas. Destacando o potencial destas pequenas e médias empresas, a pesquisa evidencia que estas, concorrendo entre si na disputa de grandes clientes, geram parte significativa das inovações da indústria de *software*. No entanto, uma ponderação se faz necessária, a de que o investimento em *software* livre e as estratégias que o orientam no país precisam considerar a geração de negócios, as capacitações, as ações estruturantes e os investimentos para tal.

A segunda característica do processo inovativo – cumulatividade do progresso técnico – é muito promissora no modelo de desenvolvimento do *software* livre.

Para SILVEIRA (2004, p. 41), o “trabalho colaborativo e em rede é a essência do desenvolvimento do *software* livre (...) e existem dezenas de projetos de *software* bem-sucedidos que contam com colaboradores espalhados pelo planeta, sejam oriundos de países ricos ou pobres.”

O desenvolvimento colaborativo traz em seu bojo a possibilidade de compartilhar e multiplicar a informação e o conhecimento. A informação e o conhecimento são bens não-rivais e não esgotáveis. O compartilhamento é possibilitado pela formação de redes.

Neste contexto, insere-se o novo modelo de organização para criação de *software*. RAYMOND (2001) apresenta dois modelos de organização: (i) o “bazar” – correspondente ao processo de desenvolvimento colaborativo que permeia o *software* livre; e (ii) a “catedral” – modelo fechado e hierarquizado utilizado pela indústria de *software* proprietário.

O segundo termo faz referência a uma “catedral medieval” e descreve o relacionamento entre o gerente do projeto – delegando tarefas, estabelecendo metodologias e cronogramas – e sua equipe de programadores. Trata-se do modelo tradicional geralmente utilizado na indústria de *software*. Por sua vez, o primeiro modelo se assemelha ao “anárquico bazar”, sem hierarquias entre seus membros e com cooperação voluntária. A produção de *software*, neste modelo, mais freqüente no *software* livre, é organizada informalmente em torno de uma proposta inicial da qual os interessados participam voluntariamente.

Ao relacionar as conseqüências do desenvolvimento nos moldes da “catedral”, HEXSEL (2003, p. 10) cita a dificuldade de se atingir massa crítica de usuários e desenvolvedores na etapa inicial do projeto. Na fase de testes, apenas um grupo restrito é responsável por validar o *software*. No caso do *software* livre, ocorre o contrário desta situação, com ampla massa crítica tanto nas fases de concepção, desenvolvimento e teste, como na finalização do produto. Todo este processo tem sua gênese na publicação da primeira versão do código, como observa BACIC, (2003, p. 14):

O processo de criação de um *software* livre se inicia com o surgimento da primeira versão do código, com sua posterior publicação pelo autor ou coordenador, na Internet. Alguns usuários também desenvolvedores de *software* melhoram o código e o retornam ao coordenador. Este absorve as alterações e reinicia o ciclo.

No entanto, cabe uma ponderação quanto aos modelos “bazar” e “catedral”. Ambos podem ser utilizados tanto para desenvolvimento de *software* livre como para *software* proprietário. O modelo colaborativo não é recente. Ele era usado – e ainda continua sendo – em pesquisas desenvolvidas por universidades, institutos de P&D e até na iniciativa privada, em diversas áreas do conhecimento.

A adoção do modelo de desenvolvimento colaborativo, que envolve grande número de desenvolvedores voluntários, possibilita considerável qualidade técnica do *software* desenvolvido, o que por sua vez “atrai novos usuários, vários dos quais passam a agir como testadores e desenvolvedores do sistema. Esta atuação produz melhorias na qualidade do sistema, o que acaba por atrair novos usuários.” (HEXSEL, 2003, p. 5). O agrupamento de diversas competências ao redor da comunidade em rede, a informação e o conhecimento pré-existentes e disponíveis no código-fonte de inúmeros programas e a qualidade técnica como resultado final da junção destes ingredientes trazem, em seu bojo, maior probabilidade de acumulação futura do progresso técnico, fomentando inovações constantes e em seqüência.

ALMEIDA (2004, p. 2) apresenta, como exemplo do potencial de inovação presente no *software* livre, a experiência com a biblioteca digital<sup>5</sup> da Unicamp, criada exclusivamente com *software* livre. Menciona que, desde a concepção original, as metas básicas eram “não replicar esforços já existentes e ser tão simples e fácil de se usar quanto possível.” A equipe de desenvolvedores verificou que a “maior parte do trabalho já estava pronta”, disponível na internet, sob o licenciamento livre, o que permitiu “harmonizar todos os componentes e chegar onde queríamos.” Continua afirmando que é difícil mensurar todo o impacto do conhecimento disponível na biblioteca digital, a qual contém 5995 teses e dissertação digitalizadas, recebendo mais de 60.000 visitas mensais.

---

<sup>5</sup> Disponível em <http://libdigi.unicamp.br/>

Destacamos alguns pontos deste exemplo. O primeiro é relativo à importância do caráter de cumulatividade do conhecimento que permeia o desenvolvimento de *software* baseado em licenciamento livre. Esta cumulatividade evita “reinventar a roda”, e, mais importante, serve à função de concentrar esforços na construção de novos conhecimentos, os quais somam-se aos precedentes, posto que tanto a informação como o conhecimento não são recursos esgotáveis e nem deterioráveis, e, tal como afirmam LASTRES E FERRAZ (1999, p. 38), “o consumo dos mesmos não os destrói e seu descarte geralmente não deixa vestígios físicos.” O segundo ponto diz respeito à natureza de bem-não rival característica do conhecimento e da informação, apresentando um custo de reprodução mínimo, diferente de um produto industrial. Este custo mínimo é evidenciado, no exemplo da biblioteca digital, quando ALMEIDA (2004) afirma que a “inexistência de componentes livres que possibilitaram o desenvolvimento da biblioteca digital inviabilizaria todo o projeto.” Tal inviabilidade pode estar centrada, principalmente, nos altos custos de licenças de *software* proprietário, na eventual inexistência de componentes livres disponíveis, bem como no longo tempo para desenvolvimento do sistema partindo-se do zero.

Por estes motivos, ALMEIDA (2004, p. 3) responde o questionamento sobre onde repousa o poder da inovação do *software* livre, afirmando que é na possibilidade de poder “caminhar sempre para a frente”, não sendo necessário recriar idéias, pois “a partir do trabalho que milhares de outras pessoas criaram, com uma pequena contribuição, genialidade, inovação, temos a liberdade de criar, de nos concentrar em problemas novos e suas soluções.”

A última característica do processo inovativo é a apropriação privada dos efeitos da mudança técnica. A apropriação neste novo modo de desenvolvimento de *software* foi destacada em pesquisa de SALLES-FILHO ET AL (2005), sob duas dimensões: da aprendizagem (focalizando impactos individuais) e do desenvolvimento de negócios (focalizando impactos na organização), como consequência da primeira.

Seguindo SALLES-FILHO ET AL (2005, p. 10), utilizamos a acepção mais ampla possível do termo apropriação para “designar a possibilidade que indivíduos, entidades ou corporações têm de se apropriar do conhecimento e do valor que o mesmo gera”, seja pela geração de negócios ou pelo fomento ao desenvolvimento tecnológico.

A apropriação a partir da aprendizagem individual tem sua origem na abertura do código-fonte. O desenvolvedor de um *software* pode acelerar seu processo de aprendizagem, tanto pelo acesso ao conhecimento, como pelo estímulo à participação num projeto de criação de um sistema livre, na medida em que se apropria do conhecimento encerrado no código-fonte e participa do seu aprimoramento.

Interessante destacar que a aprendizagem individual é fator de motivação entre os desenvolvedores. SALLES-FILHO ET AL (2005, p. 11) indicam que as três motivações mais citadas na pesquisa SOFTEX (2005), num universo de 1953 desenvolvedores, foram: (i) desenvolver novas habilidades (49,2%); (ii) compartilhar conhecimento (46,4%); (iii) resolver problema sem solução com proprietário (34,1%). A última motivação indica a potencialidade da inovação a partir do processo de aprendizado, consubstanciando-se no empenho do desenvolvedor em “encontrar soluções ou criar código (p. ex. através da gestão de um novo projeto na comunidade) para solução de problemas não atendidos pelas soluções proprietárias.”

Nos resultados desta pesquisa, vemos a aderência da prática deste “novo” modo de produção do conhecimento – o desenvolvimento colaborativo em rede – ao processo inovativo. Conforme mostramos na seção anterior, a difusão dos conhecimentos codificados

(acesso ao código-fonte e suas documentações) e dos conhecimentos tácitos (experiência de cada agente, seja desenvolvedor, testador ou usuário) possibilita uma interação social cujo resultado pode ser tanto a melhoria de algum *software* como a “gestação de um novo projeto na comunidade” para solução de novos problemas. Nesse sentido, FREIRE (2002, p. 60) afirma que “as interações usuário-produtor desempenham papel fundamental no processo de inovação, sendo que, de fato, a proximidade dos usuários se torna essencial para o desenvolvimento do *software*.” Por este motivo, a produção e a difusão de *software* misturam-se e se revezam em importância para o processo inovativo.

O conhecimento acumulado, a interatividade e o aprendizado são terrenos férteis para o surgimento de novos produtos na indústria de *software*, sob licenciamento livre, que configuram inovações tecnológicas, baseadas no uso intensivo do conhecimento e na era da economia da informação, as quais apresentam uma nova dinâmica de produção de bens e serviços para a geração de riquezas.

A segunda dimensão, a da apropriação a partir do desenvolvimento de negócios, mostra que o *software* livre traz novas variáveis para a indústria de *software*. Mas não se trata de uma ruptura tecnológica, apenas de um novo modo para desenvolver e licenciar *software*, ocasionando a quebra de alguns modelos estruturais de apropriação nesta indústria. Os modelos de negócios do *software* livre são os mesmos da indústria de *software*, sendo que o *software* livre tem potencial para modificar padrões de concorrência no âmbito desta indústria.

SOFTEX (2005, p. 74) relata que o “principal impacto está em segmentos nos quais a importância da apropriação (manter códigos fechados) é um fator crítico de concorrência e a especificidade de aplicação (produtos mais ou menos específicos) é menor.” E acrescenta:

Neste cruzamento de características concorrenciais, o *software* livre ameaça fortemente o modelo de pacotes (plataformas e sistemas operacionais); componentes de *software*; e produtos customizáveis, exatamente porque esses modelos têm na apropriabilidade um fator essencial de concorrência. Já os modelos de serviços e de embarcados, por terem maior especificidade e menor importância de apropriabilidade por meio de códigos fechados, são, na verdade, modelos que apresentam as maiores oportunidades de investimento. Por definição, o *software* livre acelera a transição da indústria de *software* dos produtos para os serviços. (SOFTEX, 2005, p. 74)

Pelo exposto, em nosso entendimento o *software* livre apresenta potencial para fomentar a inovação tecnológica. E qual tipo de inovação: radical, incremental ou ambos os tipos? Em nossa opinião, o *software* livre pode estimular, principalmente, a inovação incremental. Segundo LEMOS (2000), a inovação incremental diz respeito às melhorias introduzidas num produto, processo ou organização da produção, sem que ocorra qualquer alteração na estrutura industrial. As obras derivadas – criação de outros programas a partir de *software* livre pré-existente – representam melhorias e avanços em relação aos anteriores, até mesmo gerando um novo *software*, mas não representam, quanto ao produto – *software* – uma inovação radical em sua acepção ampla, a qual corresponde à introdução de um novo produto, processo ou forma de organização da produção e pressupõe uma ruptura estrutural com o padrão tecnológico anterior.

## 5. CONCLUSÃO

A promoção e difusão da inovação tecnológica nos países em desenvolvimento é fator primordial para minimizar a defasagem existente entre estes e os países desenvolvidos. Continua sendo reproduzida a defasagem entre os países industrializados e os países produtores de produtos primários, e entre a empresa industrial de produção em massa e as

formas semi-artesanal de produção. Isto decorre, principalmente, do fato de que a simples abertura das fronteiras econômicas, sem uma transformação da capacidade produtiva das sociedades periféricas, em especial as latino-americanas, impede a produção de produtos do mesmo nível tecnológico das economias avançadas, e, também, porque a homogeneização das condições macroeconômicas destas economias avançadas não foi acompanhada pela modernização do sistema produtivo nas economias da periferia (CASTELLS, 2005).

O desafio que se coloca para os países em desenvolvimento, em especial para os latino-americanos, é atuar sobre alguns processos de maneira simultânea, adotando medidas dentre as quais destacamos: (i) concentrar ações de P&D em áreas específicas, para dar oportunidade de as universidades e os centros de pesquisa ingressarem em redes globais de ciência e tecnologia, para que possam contribuir em termo de conhecimentos ou aplicações específicas para possibilitar a comunicação e a contribuição para essas redes de cooperação tecnológica; e (ii) desenvolver aplicações específicas de novas tecnologias voltadas às necessidades de desenvolvimento do país, objetivando criar nichos de mercados para produtos e processos que não existem nas economias avançadas. Com relação ao segundo item, pode-se tomar como exemplo o Linux e outros programas livres que permitem aos usuários empresariais e governos acessar gratuitamente programas avançados para contribuir com suas elaborações em rede e com a utilização dos mesmos para criar suas aplicações.

O *software* livre emerge neste cenário como um dos possíveis instrumentos que podem contribuir para minimizar esta defasagem entre os países do centro e os da periferia. Para tanto, a ação conjugada de esforços de diversos agentes é essencial nesta empreitada – academia, empresas públicas de P&D, Estado, indústrias privadas de *software*, agências de fomento, entre outros –, com o objetivo de estimular a inovação tecnológica neste segmento, e, por conseguinte, alavancar a indústria de *software* no país.

O regime de venda de licenças de uso praticado pelo *software* proprietário também estimulou e estimula a inovação desta indústria, que se caracteriza exatamente pela intensidade e velocidade de novos lançamentos e atualizações. Vimos, também, que esta potencialidade inovativa está presente no *software* livre, principalmente quanto às inovações incrementais, pela forma como as características do processo inovativo se manifestam e interagem no âmbito do *software* livre.

Em nosso entendimento, é na inovação incremental que reside o potencial do *software* livre. No entanto, faz-se necessária a conjugação de ações adicionais de diversos agentes econômicos para dinamizar este setor, por intermédio de: (i) capacitação em gestão por processos, para disseminar a implementação de uma cultura de qualidade e outras ferramentas de gestão – de negócio, da marca, de marketing; (ii) promoção do associativismo de empresas; (iii) criação de mecanismos de financiamento às pequenas e médias empresas para ampliar linhas de crédito; (iv) sensibilização de atores governamentais quanto às potencialidades deste novo modelo de negócio; (v) regulação de editais de fomento ao desenvolvimento de *software* livre para inserção de empresas brasileiras no mercado nacional e internacional. (SOFTEX, 2005).

Por último, cabe salientar que o *software* livre não engendra regimes tecnológicos novos, na acepção dada ao termo por NELSON E WINTER (1982). No entanto, ele engendra “novos rumos para velhas trajetórias e novas trajetórias dentro de um mesmo regime tecnológico”, como afirma a pesquisa da SOFTEX (2005, p. 61).

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. D. M. **Informação, conhecimento e apropriação**: notas sobre o significado econômico das patentes e os impactos da emergência de uma economia baseada no conhecimento. 2001. Disponível em: <[http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/futAmaDilOportunidades/rev20010402\\_07.pdf](http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/futAmaDilOportunidades/rev20010402_07.pdf)> Acesso em: 04 nov. 2005.

ALMEIDA, R. Q. *Software* livre e inovação. **Revista Eletrônica de Jornalismo Científico da Unicamp**. Jun. 2004. Disponível em: <<http://www.dicas-l.unicamp.br/dicas-l/20040718.php>> Acesso em: 10 nov. 2005.  
32417879

BACIC, N. M. O. **O software livre como alternativa ao aprisionamento tecnológico pelo software proprietário**. Monografia. Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Campinas: 2003.

CASTELLS, M. A Economia Informacional: a nova dimensão internacional do trabalho e o projeto socialista. **Cadernos do CRH**, no. 17, Salvador, jul-dez. 1992.

CASTELLS, M. **O novo paradigma do desenvolvimento e suas instituições**: conhecimento, tecnologia da informação e recursos humanos. Perspectiva comparada com referência à América Latina. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/conhecimento/livro\\_debate/1-DesafiosCres-pdf](http://www.bndes.gov.br/conhecimento/livro_debate/1-DesafiosCres-pdf)> Acesso em: 21 ago. 2005.

COLARES, R. G. **Copyleft x copyright: fundamentos jurídicos e entraves da flexibilização os direitos autorais na TI**. III Congresso Internacional de Direito da Informação. Disponível em: <<http://www.internetlegal.com.br/artigos>> Acesso em: 10 nov. 2004.

DOSI, G. **Technical Change and Industrial Transformation**. London: Macmillan, 1984.

DOSI, G. The contribution of economic theory to the understanding of a knowledge-based economy. In: **OECD: Employment and growth in the knowledge-based economy**. Paris, 1996.

FORAY, D.; LUNDEVALL, B. The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy. In: OECD. **Employment and Growth in the knowledge – Based Economy**. 1996.

FREIRE, E. **Inovação e Competitividade**: O Desafio a ser Enfrentado pela Indústria de *Software*. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 2002.

GUTIERREZ, R. M.; ALEXANDRE, P. A. M. Complexo eletrônico: introdução ao *software*. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, no. 20, p. 3-76, set. 2004.

HEXSEL, R. A. **Software Livre**: Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2003.

LASTRES, H. M. M.; FERRAZ, J. C. Economia da informação, do conhecimento e do aprendizado. In: LASTRES, H. M. M.; ALBAGLI, S. (org.). **Informação e Globalização na Era do Conhecimento**. Rio de Janeiro, Campus, 1999. p. 27-57.

LEMOS, C. Inovação na era do conhecimento. Brasília: CGEE **Parcerias Estratégicas**. no. 8, maio 2000. p. 157-179

NELSON, R.; WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1982.

RAYMOND, E. **The cathedral & the bazaar**: musings on Linux an Open Source by an Accidental Revolutionary. Sebastopol, California: O'Reilly & Associates, 2001.

SALLES-FILHO, S. STEFANUTO, G. N.; DE LUCCA, J. E.; ALVES, A. M. O impacto do softwrelivre e de código aberto (SL/CA) nas condições de apropriabilidade na indústria de *software* brasileira. **XI Seminário de Gestão Tecnológica**. ALTEC: Salvador, 2005.

SILVEIRA, S. A. da. **Software livre**: a luta pela liberdade do conhecimento. São Paulo: fundação Perseu Abramo, 2004.

SOFTEX. **A indústria de software no Brasil 2002**: fortalecendo a economia do conhecimento. Massachusetts: Institute of Technology e Sociedade Softex. Campinas: Softex, 2002.

SOFTEX. **Impacto do software livre e de código aberto na indústria de software no Brasil**. Campinas: Softex, 2005.

SOUZA, M. C. de A. F.; MIGLINO, M. A. P.; BETTINI, H. F. de A. **Importância e Restrições ao Desenvolvimento de Ações Voltadas para o Apoio ao Compartilhamento do Conhecimento em Arranjos Produtivos Locais**: reflexões a partir do caso do ABC Paulista. IX Encontro Nacional de Economia Política. Campinas: 2005.