

Software Livre e Inovação Tecnológica¹

Cássia Isabel Costa Mendes², Antônio Márcio Buainain³

²Embrapa Informática Agropecuária – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) – Caixa Postal 6041 – 13083-970 – Campinas – SP – Brasil

³Instituto de Economia – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Caixa Postal 6135 – 13083-970 – Campinas – SP – Brasil

cassia@cnptia.embrapa.br, buainain@eco.unicamp.br

Abstract. *This article intends to discuss to what extent the characteristics of the innovative process — namely, technological opportunity, technical progress cumulativeness and private appropriation — interact, are disclosed, become manifest or make themselves known, and whether they may or not facilitate the technological innovation in the software industry, especially in the scope of free software, in developing countries, having Brazil as main reference. As a system of theoretical references, here is employed the neoschumpeterian approach, which presents the innovations as the linchpin of the capitalist dynamics. We also examine the unfoldings to the innovations in the software industry with the advent of the new ways of practice and use of copyright (intellectual property rights) in the ambit of free software.*

Resumo. *Este artigo tem por objetivo discutir em que medida as características do processo inovativo – oportunidade tecnológica, cumulatividade do progresso técnico e apropriação privada –, interagem, se manifestam e podem ou não facilitar a inovação tecnológica na indústria de software, em especial no âmbito do software livre, em países em desenvolvimento, tendo o Brasil como referência. O referencial teórico utilizado é a abordagem neo-schumpeteriana a qual apresenta as inovações como mola mestra da dinâmica capitalista. Discutimos os desdobramentos para a inovação na indústria de software com o advento do novo modo de exercícios dos direitos de propriedade intelectual no âmbito do software livre.*

1. Introdução

A inovação tecnológica, já identificada por Schumpeter (1912) como motor do capitalismo, é movida pela geração de conhecimento e sua aplicação na geração de novos produtos e processos que possam trazer vantagens competitivas para as empresas. Apropriar-se e proteger ativos e insumos relevantes, dentre eles aqueles protegidos pela propriedade intelectual, para o processo de inovação passou a ser estratégico para empresas e países. Neste sentido, nos últimos 20 anos observam-se movimentos aparentemente contraditórios no que se refere à propriedade intelectual (PI). De um lado, a tentativa de ampliar o escopo e reforçar a eficácia dos mecanismos de proteção da PI, seja com a inclusão do tema no âmbito da Organização Mundial do

¹ Este trabalho é uma versão resumida de um dos capítulos da dissertação de mestrado da primeira autora, sob a orientação do segundo autor.

Comércio (OMC), por intermédio do Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (TRIPs), seja pela regulamentação de novas modalidades de proteção. De outro lado, a própria inovação tecnológica reduz a eficácia dos mecanismos tradicionais de proteção, seja por facilitar a reprodução de ativos protegidos, seja por provocar reações à própria proteção.

É neste cenário de ampliação e reforço da proteção à propriedade intelectual que emerge e se situa o movimento do *software* livre (SL) como reação contestatória à restrição de acesso ao conhecimento imposto pela indústria de *software* proprietário ao proteger o coração de seus produtos — o código-fonte — por meio de patentes e direitos de autor. A consolidação do SL representa uma evolução da dinâmica da indústria de *software* e tem efeitos relevantes sobre a estrutura da indústria: de um lado, enseja mudanças relevantes na estratégia competitiva das empresas dominantes no setor; de outro, abre oportunidades para a entrada de novos competidores e novas modalidades de competição e de aquisição de posições e vantagens competitivas no mercado.

O “livre” do termo “*software* livre”, em si, representa uma mudança significativa no regime de propriedade intelectual e nas estratégias de valorização econômica do ativo intangível que está na base do processo de inovação. A abertura do código-fonte e a permissão para usar, estudar, modificar e redistribuir o *software* implica em nova forma de licenciamento e na valorização dos serviços como estratégia para remunerar o esforço de inovação de pessoas e empresas envolvidas na produção e distribuição de SL.

O argumento central deste artigo é que a introdução do *software* livre na indústria brasileira de *software* apresenta potencial para fomentar a inovação tecnológica. Para tanto, o artigo está dividido em quatro seções, incluindo esta introdução e a conclusão: a seção seguinte apresenta o referencial teórico neo-schumpeteriano, com ênfase nas características do processo inovativo — oportunidade tecnológica, cumulatividade do progresso técnico e apropriação privada; na próxima seção, discutimos em que medida tais características podem estimular a inovação tecnológica na produção de *software* livre; para finalizar, algumas reflexões à guisa de uma conclusão.

2. Destruir para criar e inovar: a teoria neo-schumpeteriana no contexto das inovações

A dinâmica do processo de inovação só pode ser entendida no contexto da concorrência entre empresas. Dosi (1984) destaca três características econômicas relevantes para a análise da inovação tecnológica: a) grau de oportunidade tecnológica — oportunidade de introdução de avanços tecnológicos rentáveis; b) cumulatividade nas capacidades tecnológicas — inerente aos padrões de inovações e à capacidade de inovar das empresas; e c) apropriação privada das vantagens advindas da inovação — retorno econômico do progresso técnico. As três características condicionam fortemente o processo de inovação e são utilizadas pelas empresas como fatores para proteger eventuais vantagens competitivas e erguer barreiras aos concorrentes.

A **oportunidade tecnológica** se refere ao estágio fluido da trajetória tecnológica e está associada ao nascimento das empresas que logram se aproveitar da oportunidade para incorporar avanços tecnológicos em ritmo intenso, “gerando um fluxo de novos produtos e processos produtivos, rapidamente substituídos” por outros

(POSSAS, 1999, p. 93). Esse mesmo estado fluido da tecnologia que permite o nascimento de novas empresas leva à morte de outras, que não são bem sucedidas em aproveitar a oportunidade tecnológica. Em mercados ainda em formação, é sempre mais fácil conseguir vantagens competitivas com novos produtos ou serviços, com clientes e fornecedores, formas de distribuição, comercialização etc. É esse o sentido do estado fluído da tecnologia, quando o grau de oportunidade é mais elevado, as oportunidades e brechas para a inovação mais intensas e os agentes ainda não adquiram vantagens absolutas no mercado e estão aprendendo à medida que avançam (UTTERBACK, 1994). Esse estágio é representado por várias empresas que entram com seus projetos de potenciais produtos dominantes até que algum seja eleito pelos usuários como aquele que atende às suas necessidades e requisitos. Adiante, argumentaremos que a introdução do SL produz certa fluidez na indústria de *software*, reabrindo oportunidades que pareciam fechadas pelo domínio alcançado por poucas corporações com grande peso no mercado.

A outra característica do processo inovativo é a **cumulatividade**. Ela diz respeito à maior probabilidade de acumulação futura, sempre relacionada a inovações constantes e em seqüência. O conhecimento de determinada tecnologia e a experiência com sua utilização são indispensáveis para o processo de aprendizado. Portanto, quem a conhece bem tem condições para aperfeiçoar e inovar constantemente essa tecnologia. A cumulatividade talvez seja a característica que assegura maior vantagem competitiva ao inovador. À medida que uma empresa acumula conhecimentos e inovações, fica mais fácil introduzir novos produtos e processos, aumentando sua vantagem em relação aos competidores que têm mais dificuldade para alcançar o líder. O SL, ao abrir e compartilhar o conhecimento, também apresenta efeitos relevantes sobre a relação entre cumulatividade e inovação.

A última característica, a **apropriação**, é relevante para assegurar a valorização do esforço de inovação. Inovar significa introduzir “novas formas de produção não testadas, e, como tal, cercadas de maior grau de incerteza do que as já vigentes e que, portanto, necessitam ter remuneração superior a estas últimas”, neste sentido, a apropriação de ganhos extraordinários “é absolutamente fundamental para que ocorra a inovação” (POSSAS, 1999, p. 86). São conhecidas as trajetórias de tecnologias que em determinado momento pareciam claramente superiores às dominantes, e que não conseguiram se viabilizar exatamente porque não lograram preencher satisfatoriamente o quesito da apropriação. Neste ponto se observa importante falha de mercado: se os investidores não têm condições de se apropriar dos resultados da inovação, não investirão e a sociedade perderá. As instituições de propriedade intelectual funcionam como mecanismos básicos para garantir o incentivo ao inovador. As empresas combinam as mais diversas estratégias econômicas e jurídicas com o objetivo de proteger suas inovações: redes de distribuição, segredos, marcas e reputação, *marketing* etc. Também argumentamos que a introdução de SL, ao modificar a modalidade de exercício da apropriação dos resultados econômicos da inovação em *software*, abre novas possibilidades para a própria inovação.

3. As características do processo inovativo no âmbito do *software* livre

Partindo do referencial teórico neo-schumpeteriano, na presente seção discutimos como as características do processo inovativo — oportunidade tecnológica, cumulatividade do progresso técnico e apropriação privada — se manifestam, interagem e fomentam a inovação no âmbito do *software* livre.

Oportunidade tecnológica. A introdução do *software* livre “quebra”, ou minimiza algumas barreiras à entrada de novos concorrentes, e por isto reabre novas oportunidades tecnológicas. Por basear-se em padrões abertos, beneficiar-se das economias em rede, a geração de *software* livre facilita a união de competências e permite reduzir o custo de produção e a necessidade de capital para investimento em P&D, que na indústria proprietária funcionam como barreiras à entrada. Pesquisa realizada pela Softex (2005) mostrou que o SL pode promover uma maior cooperação entre pequenas empresas, bem como servir de canal para divulgação das capacidades brasileiras na comunidade internacional. A introdução do SL exige novas soluções tecnológicas e neste sentido eleva a fluidez da tecnologia, abrindo novas oportunidades que não existem no marco da indústria que opera com *software* fechado.

A minimização de barreiras à entrada e outros aspectos econômicos do modelo de negócios de *software* livre são comparados com o software proprietário no Quadro 1.

Quadro 1 – Aspectos econômicos: software proprietário e software livre

Aspectos econômicos	Software Proprietário	Software Livre
Custos de desenvolvimento (<i>first copy costs</i>)	maior	menor
Custo marginal de produção	igual	igual
Economias de escopo na produção	menor	maior
Efeitos de rede do lado da oferta	igual	igual
Depreciação	igual	igual
Efeitos de rede do lado da demanda	igual	igual
Cumulatividade e efeitos de <i>lock-in</i>	maior	menor
Não rivalidade no consumo	igual	igual
Apropriabilidade	maior	menor
Barreiras à entrada	maior	menor
Ciclo do produto	menor	maior
Taxa de inovatividade	menor	maior
Criação de descontinuidades tecnológicas	maior	menor

FONTE: SALLES-FILHO (2006)

Com base no Quadro 1, Salles-Filho (2006, p. 1) afirma que o desenvolvimento de *software* livre gera economias de rede maiores que no *software* proprietário em decorrência das “externalidades positivas que surgem quando se desenvolve um produto com a participação de um conjunto maior (e aberto) de pessoas” sendo necessária uma coordenação eficaz para se “aproveitar o conhecimento novo que se gera da interação de grupos de especialistas.” O aproveitamento do conhecimento pode ter como resultado maior inovatividade no processo produtivo.

Cumulatividade. É muito promissora no modelo de desenvolvimento do *software* livre exatamente por romper com o domínio alcançado pelas grandes corporações que acumularam estoque e conhecimento e inovação no passado.

Segundo Silveira (2004, p. 41), o “trabalho colaborativo e em rede é a essência do desenvolvimento do *software* livre (...)”. O desenvolvimento colaborativo traz a possibilidade de compartilhar e de multiplicar a informação e o conhecimento, bens não-rivais e não esgotáveis cuja circulação é restringida pelo modelo de apropriação das patentes e direito de autor utilizado pela indústria de *software*. 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, os conhecimentos pré-existentes disponíveis no código-fonte de *software* e a qualidade técnica como resultado final da junção destes ingredientes trazem maior probabilidade de acumulação futura do progresso técnico, fomentando inovações constantes e em seqüência.

Apropriação privada. O SL modifica a apropriação em dois pontos essenciais para a inovação (SALLES-FILHO *et al.*, 2005). O primeiro refere-se à aprendizagem e está mais relacionada à característica da cumulatividade; o segundo ao modelo de desenvolvimento de negócios (com impactos organizacionais).

A apropriação, a partir da aprendizagem individual (ou da empresa), tem sua origem na abertura do código-fonte. Salles-Filho *et al* (2005) afirmam que o desenvolvedor de um *software* acelera 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.

A difusão dos conhecimentos codificados (acesso ao código-fonte) e dos conhecimentos tácitos (experiência de cada desenvolvedor, testador ou usuário) possibilita uma interação social que favorece 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*”. 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, 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. Neste sentido, também se pode dizer que o novo modelo de negócio introduz fluidez ao mercado e abre novas oportunidades que não estavam presentes.

4. Conclusão

O *software* livre emerge como um dos instrumentos que podem contribuir para minimizar a defasagem entre os países do centro e os da periferia. Como procuramos argumentar acima, o *software* livre apresenta potencial para fomentar a inovação, principalmente as incrementais, pela forma como se manifestam e interagem as características do processo inovativo no âmbito do SL.

O novo modelo de negócios e de desenvolvimento de *software* livre demanda a construção de um novo modelo de empresa harmonizada aos principais elementos

inovadores do *software* livre, quais sejam: estrutura em rede, cooperação virtual e sociabilização de conhecimento. Por sua vez, esta nova empresa demanda um conjunto de capacidades que precisam ser construídas, tais como o desenvolvimento de uma inteligência coletiva, a gestão de rede de colaboradores, metodologias de qualidade etc.

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* livre no país.

Referências

- DOSI, G. *Technical Change and Industrial Transformation*. London: Macmillan, 1984.
- FREIRE, E. *Inovação e Competitividade: O Desafio a ser Enfrentado pela Indústria de Software*. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 2001.
- HEXSEL, R. A. *Software Livre: Paraná: Universidade Federal do Paraná*, 2003.
- POSSAS, M. S. *Concorrência e Competitividade: notas sobre estratégia e dinâmica seletiva na economia capitalista*. São Paulo: Hucitec, 1999.
- SALLES-FILHO, S. *Comparativo econômico software livre e software proprietário*. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Campinas: 2006 (mimeo)
- 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.
- SCHUMPETER, J. A. *Teoria do Desenvolvimento Econômico*. Tradução de Maria Sílvia Possas. São Paulo: Nova Cultural, 1997. (Original: 1912)
- SILVEIRA, S. A. da. *Software livre: a luta pela liberdade do conhecimento*. São Paulo: fundação Perseu Abramo, 2004.
- SOFTEX. *Impacto do software livre e de código aberto na indústria de software no Brasil*. Campinas: Softex, 2005.
- UTTERBACK, J. M. *Dominando a dinâmica da inovação*. Rio de Janeiro: Qualitymark. 1996.