

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Sociais Aplicadas
Departamento de Economia

O PROCESSO DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA DE SOFTWARE
UMA ANÁLISE COMPARATIVA

Rodrigo José Borges Gonçalves

Monografia apresentada como exigência parcial para a conclusão do curso de graduação em Ciências Econômicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Mariano de Matos Macedo

CURITIBA
2010

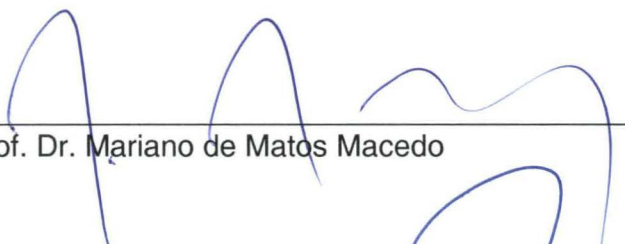
TERMO DE APROVAÇÃO

RODRIGO JOSÉ BORGES GONÇALVES

O PROCESSO DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA DE SOFTWARE
UMA ANÁLISE COMPARATIVA

Monografia aprovada com nota 7,5 (sete e meio) como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel no Curso de Graduação de Ciências Econômicas, do Setor de Ciências Sociais Aplicadas, da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:



Prof. Dr. Mariano de Matos Macedo

Membros da banca:



Prof. Dr. Adilson Antônio Volpi



Prof. Dr. Fabio Dória Scatolin

Curitiba, 13 de Dezembro de 2010.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE QUADROS	iii
LISTA DE SIGLAS.....	iv
RESUMO.....	v
INTRODUÇÃO	1
1. A ABORDAGEM REGIONAL NA LITERATURA ECONÔMICA.....	3
1.1. Globalização econômica e reestruturação produtiva.....	3
1.2. O processo de aprendizado e as redes de firmas.....	5
1.3. Aglomerações produtivas	8
1.4. Aglomerações produtivas e a inovação tecnológica.....	9
1.5. Considerações finais	9
2. CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA DE SOFTWARE.....	11
2.1 O software e o hardware.....	11
2.2 Desenvolvimento de software.....	13
2.2.1 Software Proprietário vs Software Livre.....	16
2.3 Classificação dos tipos de software	17
2.3.1 Serviços em software de baixo valor agregado.....	18
2.3.2 Serviços em software de alto valor agregado	19
2.3.3 Software produto	20
2.4 Considerações finais	21
3. A INDÚSTRIA DE SOFTWARE MUNDIAL.....	23
3.1 Indústria de software no mundo atual	24
3.1.1 O caso indiano.....	27
3.1.2 Os casos irlandês e israelense.....	28
3.1.3 O caso chinês.....	29
3.2 Indústria de software no Brasil.....	30
3.3 Considerações finais	32
CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Salários médios de programadores.....	25
Tabela 2: Principais mercados de software em 2002.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Participação dos Custos de Concepção, Reprodução e Distribuição na Composição do Custo Total de Produção	13
Figura 2: Fases do Processo de Desenvolvimento de Software	14
Figura 3: Pirâmide da Etapa de Design de Software.....	15

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Aspectos Econômicos – Software Proprietário vs Livre	17
--	----

LISTA DE SIGLAS

APL	Arranjos Produtivos Locais
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BPO	Business Process Outsourcing
DIT	Divisão Internacional do Trabalho
NRI	Non Resident Indian
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PI	Propriedade Intelectual
PITCE	Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior
REDESIST	Rede de Pesquisa em Sistemas Produtivos e Inovativos Locais
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas
SL	Software Livre
SO	Sistemas Operacionais
SOFTEX	Sociedade Brasileira para Promoção da Exportação de Software
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação

O PROCESSO DE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA DE SOFTWARE UMA ANÁLISE COMPARATIVA

Autor: RODRIGO JOSÉ BORGES GONÇALVES

Orientador: PROF. DR. MARIANO DE MATOS MACEDO

RESUMO

Os impactos e efeitos causados no processo de inovação das firmas, decorrentes: i) da concentração da produção no espaço geográfico, ii) dos vínculos produtivos entre as firmas geograficamente localizadas, iii) e das externalidades geradas no âmbito local, representam os principais temas deste trabalho, que visa entender as características intrínsecas do software e de seu processo produtivo bem como o desenvolvimento desta indústria apresentando os casos da Índia, China, Irlanda, Israel e Brasil. Detalhando como apesar da descentralização da produção de software a partir da década de 90, as atividades mais inovativas continuam concentradas nos países centrais (EUA, Alemanha e Japão).

Palavras-chave: aglomeração produtiva; sistemas de inovação; software.

INTRODUÇÃO

O mercado internacional de software é desde os seus primórdios dominado por empresas americanas, isso decorre de fatores históricos, institucionais aliada a abundância de capital financeiro. Porém a partir de meados da década de 90 observa-se um movimento de descentralização da indústria de software, com destaque para o crescimento de países como Índia, China, Irlanda, Israel e Brasil, decorrentes ou do crescimento das suas economias domésticas, geradoras de demanda por software, ou pela estratégias das empresas americanas multinacionais que passam a terceirizar parte das atividades do processo produtivo de software.

O objetivo deste trabalho é descrever de a consolidação da indústria de software no mercado mundial apresentando uma análise comparativa entre países selecionados analisando quais são os impactos e efeitos causados no processo inovativo das firmas decorrente da, concentração da produção em um determinado espaço geográfico, dos vínculos produtivos entre as firmas geograficamente localizadas e das externalidades geradas no âmbito local.

Para esse fim este trabalho está segmentado em 3 capítulos seguidos de uma sessão destinada as considerações finais.

O primeiro capítulo faz a recuperação da teoria econômica pertinente a este estudo. Este capítulo passa pelas contribuições originais de Marshall e tem o objetivo de descrever como funciona a alocação da produção entre as regiões, esse capítulo ainda aplica tais teorias em um cenário de revisão das formas de organização da produção e do trabalho (reestruturação produtiva) e de crescente utilização e desenvolvimento de novas tecnologias de informação e comunicação. Este capítulo também define o agente econômico “firma” na visão original de Marshall e da teoria neoclássica e destina bastante atenção para a teoria do aprendizado da firma desenvolvida por Penrose. Por fim define o significado de aglomerações produtivas e de sistemas produtivos locais e suas relações com a inovação tecnológica de acordo com a perspectiva *neo-shumpeteriana*.

O capítulo dois deste trabalho é destinado a apresentações das características intrínsecas do software, passando pela sua definição como sendo um bem imaterial, porém com determinadas características similares a bens manufaturados, assim como a descrição e análise do processo produtivo do software, processo esse que é decomposto em etapas que apresentam diferentes níveis de complexidade. Além da definição de software e da decomposição de seu processo produtivo este capítulo separa a indústria de software em segmentos de mercado (serviços em software de alto e baixo valor agregado e software produto).

O terceiro e último capítulo é destinado a análise da consolidação da configuração atual da indústria de software no mundo. O mesmo inicia descrevendo o modelo originário americano e dos chamados países centrais passando para a apresentação dos casos dos chamados países não centrais (Índia, Irlanda, Israel, China e Brasil). Este capítulo descreve caso a caso como se deu o nascimento e desenvolvimento da indústria de software bem como a dinâmica concorrencial dos mesmos no cenário internacional.

A última sessão destinada as conclusões ou considerações finais faz a releitura e consolidação das conclusões parciais alcançadas ao longo deste estudo.

1. A ABORDAGEM REGIONAL NA LITERATURA ECONÔMICA

Os impactos e efeitos causados no processo de inovação das firmas, decorrentes: i) da concentração da produção no espaço geográfico, ii) dos vínculos produtivos entre as firmas geograficamente localizadas, iii) e das externalidades geradas no âmbito local, representam os principais temas deste trabalho, que visa entender o processo de desenvolvimento, regionalização e divisão do trabalho na indústria de software no cenário internacional.

Muitas são as correntes teóricas, com diversas denominações (distritos industriais, *clusters* industriais, aglomerações de micro e pequenas empresas, arranjos produtivos locais, sistemas locais de produção e sistemas locais de inovação), que passaram a observar o processo de difusão e desenvolvimento tecnológico sob o prisma da abordagem regional, cuja característica marcante é a concentração geográfica e setorial de produtores especializados.

Tais correntes teóricas remontam à contribuições originais de autores como Marshall e tem o objetivo de compreender como funciona a alocação da produção entre regiões em um cenário de revisão das formas de organização da produção e do trabalho (reestruturação produtiva), e da crescente utilização e desenvolvimento das novas tecnologias da informação e comunicação.

Sendo assim este capítulo tem o objetivo de servir como “pano de fundo”. Contextualizando a abordagem na literatura econômica e destacando: i) a importância das tecnologias da informação e comunicação, ii) as características tácitas do conhecimento, iii) e o processo de aprendizado das firmas, com ênfase nas aglomerações produtivas e seus vínculos com a inovação.

1.1. Globalização econômica e reestruturação produtiva.

A partir de meados da década de setenta com o desenvolvimento das novas tecnologias de informação e comunicação e o maior fluxo de capital

produtivo entre as regiões, os determinantes de competitividade no cenário internacional forçaram a aceleração do processo de reestruturação produtiva.

Apesar de o processo de reestruturação produtiva estar intimamente ligado ao processo de globalização, tais processos atuam em esferas diferentes um do outro. Enquanto a globalização econômica está associada à circulação nos mercados internacionais e suas exigências relativas à competitividade, o conceito de reestruturação produtiva está associado às transformações na organização do trabalho e da produção com o objetivo de obter maior eficiência e produtividade. Sendo assim, globalização e reestruturação produtiva estão intimamente inter-relacionados, um influenciando e aprofundando o outro, e vice-versa (Llorens, 2001).

O principal efeito desta aceleração no processo de reestruturação produtiva foi o dramático aumento na demanda por inovações tecnológicas, e nas palavras de Sampaio:

...novos e dinâmicos setores produtivos surgiram ao lado do espetacular crescimento do setor de serviços bem como de profundas transformações em atividades já existentes, o que ajudou alterar radicalmente as maneiras de produção e comercialização da economia, afastando-a dos paradigmas do modo de produção fordista em direção a um sistema de produção mais flexível e intensivo em conhecimento e informação.

Sampaio (2006, pg. 7)

Enquanto o modelo de produção *fordista* é caracterizado pela produção em massa com a decomposição e fragmentação da produção em atividades repetitivas, claramente segmentando as atividades de gerência, concepção, controle e execução, o modelo de acumulação flexível está baseado na produção descentralizada e menos dependente das economias de escala, o que possibilita o crescimento de pequenas e médias empresas, cuja localização independe de fatores locais tradicionais (disponibilidade de matéria-prima e baixos custos de transporte). (Sampaio 2006).

Neste cenário de intensas mudanças e transformações tecnológicas que nos Estados Unidos no estado da Califórnia onde se situa o Vale do Silício, que o principal pólo da indústria de circuito integrado,

microprocessadores e microcomputador nasceu e está por lá até os dias de hoje.

Para Castell (1999) esta indústria se desenvolveu na Califórnia por que ali havia vários fatores que atuavam no mesmo local: i) novos conhecimentos tecnológicos a partir da concentração espacial de centros de pesquisa e instituições universitárias com destaque para a Universidade de Stanford, ii) fundos vindos do Departamento de Defesa, iii) empresas de tecnologia avançada, iv) rede de fornecedores v) e uma rede de empresas com capital de risco para financiar novos empreendimentos.

1.2. O processo de aprendizado e as redes de firmas.

O conceito de firma vem sendo extensamente revisado na literatura econômica, esta contínua revisão de conceito é fruto da necessidade de definir abstratamente a firma como um agente econômico, para os diversos fins de discussão analítica ou observação empírica das empresas.

As primeiras referências à definição de firma remetem às obras originais de Marshall, e privilegiam os aspectos legais das firmas. A firma *marshaliana* é identificada como um agente ativo e não apenas reativo as mudanças externas, desta forma a firma é vista como um agente que interfere no meio em que atua e é afetada por ele reciprocamente. Esta interação ocorre principalmente pelas economias internas e externas a firma, onde as economias internas estão associadas ao conceito de economias de escala, oriundas de uma maior especialização do trabalho e do emprego de máquinas e equipamentos, enquanto que as economias externas estão dependentes do desenvolvimento geral da indústria, ou seja, das vantagens da maior concentração de firmas similares numa mesma localidade (Feijó & Valente, 2004).

Contrária a sugestão de firma *marshaliana*, a firma na teoria convencional neoclássica ocupa um lugar extremamente restrito. Segundo a teoria neoclássica a firma é apenas um local que reúne fatores de produção que se combinam de acordo com a tecnologia disponível de conhecimento comum (Feijó & Valente, 2004).

Penrose elaborou sua teoria da firma centrada em suas capacitações, procurando identificar os mecanismos endógenos para o seu crescimento. Sua teoria pode ser compreendida como a teoria do aprendizado da firma, visto que na sua concepção, não só os produtos e serviços são produzidos, mas também conhecimentos.

A firma de Penrose pressupõe uma equipe, a qual leva tempo não só para ser construída como para ser progressivamente incrementada. Desta forma o crescimento da firma esta condicionado aos limites de sua equipe.

O conceito de conhecimento experimental é central na teoria de Penrose. Ela argumenta que todo o gerente tem qualificações práticas e conhecimentos técnicos que não são facilmente codificados. A equipe, portanto, ocupa um papel crucial no crescimento da firma, posto que é depositária de conhecimentos e experiências únicas (Feijó & Valente, 2004).

Nas palavras de Feijó & Valente:

...a contribuição de Penrose e de autores que se seguiram na mesma perspectiva analítica é apontar para a concepção da firma numa nova estratégia de produção. Esta estratégia redefine o significado de atividade empresarial, movendo-a da sua abordagem individualista para um conceito coletivo envolvendo uma organização do trabalho radicalmente diferente daquela da firma hierárquica, bem como a integração das atividades de pensar e fazer.

Feijó & Valente (2004, pg 361).

A idéia de redes de firmas remete ao conceito de arranjos organizacionais marcados pela existência de formas não-mercado e não hierárquicas, onde se destacam: os padrões laterais ou horizontais de troca, os fluxos interdependentes de recursos e as linhas de comunicação recíprocas. Desta forma, o problema do limite firma-mercado foi ampliado para incluir modos cooperativos de relações inter-firmas que são intermediários entre mercados e organizações (Feijó & Valente, 2004).

Sendo assim, a aglomeração de firmas, similares ou complementares, bem como instituições de pesquisa, desenvolvimento e

capacitação técnica, geram externalidades positivas que possibilitam a aceleração do processo de aprendizado das firmas, fomentando um ritmo de inovações tecnológicas que não seria alcançado por firmas isoladas.

O conceito de aprendizado está associado a um processo cumulativo no qual as firmas ampliam seus estoques de conhecimento, aperfeiçoam seus procedimentos de busca e refinam suas habilidades em desenvolver e manufaturar produtos. Podem ser identificadas quatro características básicas no processo de aprendizado: (Brito, 2001)

- i. O aprendizado é visto como um “processo orientado”, realizado no interior da firma com a mobilização de diversas instâncias organizacionais.
- ii. O aprendizado tecnológico é fruto de diversas fontes de conhecimento, que tanto podem ser internas ou externas a firma.
- iii. O aprendizado é um processo intertemporal e cumulativo, que amplia continuamente o estoque de conhecimentos da firma, diferenciando-a dos demais agentes.
- iv. O aprendizado viabiliza não apenas a incorporação de inovações incrementais, mas também a exploração de novas oportunidades produtivas e tecnológicas, possibilitando a expansão para novos mercados.

Para Brito (2001), as redes de firmas podem ser concebidas como instâncias de aglutinação e criação de competências ao longo do tempo, fruto do processo coletivo de aprendizado, condicionado a: i) geração de efeitos *spill-over* decorrentes da comunicação sistemática entre agentes no interior destes arranjos; ii) a consolidação de processos sócio-cognitivos específicos às redes de firmas que favorecem o aprofundamento do aprendizado; iii) e os mecanismos formais e informais de aprendizado relacionados à consolidação destes arranjos.

Sendo assim, o desempenho inovativo das firmas está cada vez mais condicionada à interações dos sistemas internos e externos às firmas, com implicações em termos da localidade espacial da produção que é o caso das aglomerações geográficas de atividades econômicas relacionadas.

1.3. Aglomerações produtivas

A concentração espacial de empresas, similares ou complementares, em uma determinada região, implica em maior possibilidade de cooperação inter-firmas, conferindo a esta região ou localidade vantagens competitivas frente às demais regiões.

A teoria econômica sede maior ênfase em pequenas e médias empresas, por estas possuírem estruturas menos hierárquicas e menos burocráticas, portanto mais flexíveis, se adaptando melhor ao novo paradigma produtivo e organizacional.

Para iniciar a análise de aglomerações produtivas podemos fazer uma leitura dos trabalhos de Piore & Sabel (1984) sobre os distritos industriais da chamada Terceira Itália, como um caso particular de uma tendência geral da referida mudança de regime de produção.

Segundo Becattini (1992), estes distritos teriam como características marcantes a concentração geográfica e setorial de produtores especializados, a importância dos laços não econômicos baseado em uma homogeneidade, cultural social e até mesmo política no interior desses distritos, e por fim, a predominância de micro, pequenas e médias empresas. É o que, na linguagem *marshaliana* chamam de *meio inovador*, com forte destaque aos aspectos sociais e institucionais no processo inovativo (Sampaio, 2006).

Esta caracterização de arranjo organizacional pode ser chamada do que convencionou-se por Sistemas Produtivos e Inovativos Localizados. Este dinamismo inovativo do distrito reflete o fato dele ser um tipo de arranjo institucional específico e localizado que é capaz de estabelecer o aprendizado interativo e coletivo.

1.4. Aglomerações produtivas e a inovação tecnológica

De acordo com a perspectiva *neo-shumpeteriana* onde a inovação é um processo social, resultado de interações humanas entre agentes e instituições parte do processo de inovação tem caráter essencialmente localizado.

Conceitos como interação, aprendizado, mecanismos de busca e seleção, fazem com que o processo de inovação seja fortemente influenciado por formatos institucionais e organizacionais específicos do local, cuja experiência acumulada no passado possui além dos recursos tangíveis intangíveis internos as firmas, também os recursos localizados. (Johnson & Lundvall, 2000).

A natureza localizada da inovação faz com que as firmas naturalmente se aglomerem para aproveitar as externalidades positivas decorrentes da proximidade das mesmas. Foi nesse contexto que surgiu a abordagem da geografia da inovação, baseada na natureza localizada da inovação, onde é assumido o conhecimento como recurso fundamental. Conhecimento esse diferente da informação, que é codificado e externo ao detentor, o conhecimento de cada agente é único e até certo ponto intransmissível à distância devido a sua natureza tácita, sendo portanto melhor transmitido por meio de contatos interpessoais, por freqüentes interações face a face e pela mobilidade de trabalhadores entre empresas. (Sampaio 2006).

Daí surge a hipótese de que formas localizadas tendem a ser mais inovativas do que firmas isoladas, uma vez que o conhecimento gerado é transmitido de forma mais eficiente entre os agentes.

Portanto ficam claros quais são os motivos que levam as empresas a se aglomerar espacialmente

1.5. Considerações finais

Discutiu-se ao longo desse capítulo a teoria relacionada aos fatores que levam as empresas a se aglomerar, recuperando as contribuições originais de Marshal, passando pelo desenvolvimento da escola *neo-shumpeteriana* com as teorias de aprendizado da firma de Penrose.

Fica claro ao analisar a literatura disponível que empresas aglomeradas tendem a ser mais inovativas que firmas isoladas, uma vez que as externalidades positivas decorrente da aglomeração de firmas permite que conhecimentos tácitos fluam mais facilmente entre os agentes econômicos acelerando assim o processo de difusão tecnológica.

2. CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA DE SOFTWARE

Para dar continuidade ao estudo da indústria de software é necessário observar as características intrínsecas deste produto. O software é uma mercadoria particular, caracterizada pela sua natureza não material, não envolvendo o emprego de matérias-primas consumíveis ao longo de seu ciclo produtivo. E por ser um bem imaterial, cuja atividade é caracterizada basicamente pelo emprego direto da força de trabalho, o software é usualmente classificado como um serviço. Porém o software apresenta uma existência mercadológica similar a dos bens manufaturados, vendido como produto de prateleira, pronto para uso.

O software é em geral definido com algo não físico, que geralmente aparece na forma de propriedade intelectual, podendo ser comprado, vendido, estocado e alugado da mesma maneira que os bens físicos. Ele consiste principalmente de uma produção imaterial na forma de informação, que é geralmente registrada e armazenada em mídia adequada para a sua distribuição, ou disponibilizado na internet.

Sendo o software um bem imaterial na forma de informação geralmente sob direitos de propriedade intelectual, o mesmo poderia ser comparado com aqueles produtos produzidos pelas indústrias gráfica, fonográfica e cinematográfica, no entanto diferentemente destes produtos o software não é necessariamente destinado ao consumo final, assumindo um papel importante na cadeia produtiva das demais indústrias interagindo e muitas vezes comandando diretamente a produção de bens materiais.

2.1 O software e o hardware

O software e o hardware estão inexoravelmente ligados uma vez que o valor para ambos ocorre apenas quando trabalham juntos como um sistema. Porém é necessário diferenciar ambas as indústrias, uma vez que o processo de produção e concepção de cada uma difere em sua essência:

O termo software, de soft (macio, mole, flexível) + ware (artigo, utensílio), foi cunhado por analogia ao hardware, de hard (duro, resistente,

rígido) + ware, este último representando o componente ou conjunto de componentes físicos de um computador ou de seus periféricos. (Roselino, 2006).

A particularidade surge pelo fato de que o software é uma informação que interage e tem poder de comando sobre o funcionamento de qualquer equipamento informatizado (hardware), servindo como insumo tecnológico e ferramenta de design nas mais diversas atividades humanas. Logo, o software está no lado da informação enquanto que o hardware no da infra-estrutura (Sampaio 2006).

Como observado por Roselino, o software:

...é desenvolvido a partir de um processo de concepção ou design (normalmente coletivo), baseado primariamente em "habilidades artesanais" e conhecimentos tácitos dos recursos humanos envolvidos, em processos não automatizáveis.

Roselino (2006, pg 10).

Com a separação entre hardware e software, o primeiro torna-se de fato útil e importante a partir da possibilidade de sua reprogramação pelo software, permitindo maior flexibilidade nas funcionalidades dos equipamentos, o que o torna conveniente para um vasto rol de necessidades humanas (Roselino, 2006).

Sendo assim o software não existe sem o hardware, e ambas as indústrias compõem um ecossistema, onde o desenvolvimento de uma aumenta o valor da outra. Para Sampaio o software e sua infra-estrutura podem representar um sistema de informação que por sua vez pode ser decomposto em muitas peças e unidades internas, que geralmente são ofertadas por diferentes vendedores.

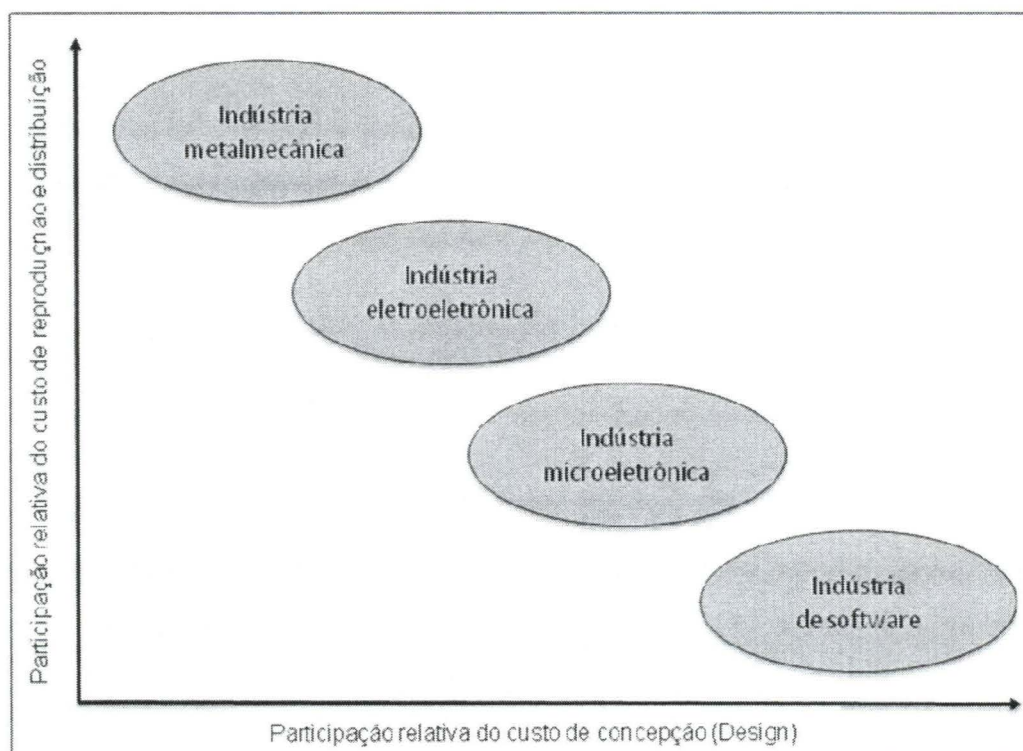
Diferentes componentes (hardware e software) são feitos por diferentes fabricantes ampliando consideravelmente o papel dos componentes complementares e da compatibilidade perante todo o sistema. O que faz com que as empresas tenham de levar em conta a formação de alianças, e o cultivo de parceiros como garantia de compatibilidade (Sampaio, 2006).

2.2 Desenvolvimento de software

Diferentemente dos processos industriais onde o processo de produção passa por uma seqüência linear de passos que podem ser decompostos em atividades repetitivas e permitem o farto uso de mecanização, o processo de desenvolvimento de software ocorre freqüentemente segundo processos incrementais, nos quais etapas posteriores exigem retorno aos processos iniciais em uma dinâmica retroalimentada e que não permite a intensiva aplicação de processos automatizados.

Sob este ponto de vista a grande diferença da indústria de software reside no fato de exigir grande esforço de mão-de-obra, fazendo com que os seus custos residam basicamente na fase de design com custos de reprodução e distribuição ínfimos perante o custo total de desenvolvimento.

Figura 1: Participação dos Custos de Concepção, Reprodução e Distribuição na Composição do Custo Total de Produção

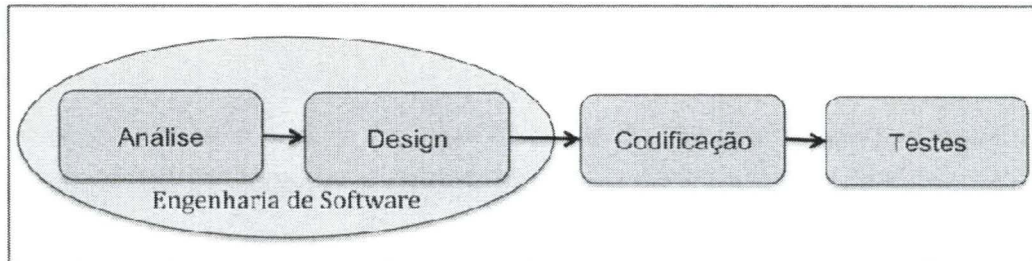


Fonte: Roselino (2006. Pg 11).

De forma geral o desenvolvimento de software passa por três etapas: i) engenharia de software (análise de alto nível e design), ii) codificação e iii)

testes. Todas elas intensivas no emprego de mão-de-obra, porém com diferentes graus de qualificação.

Figura 2: Fases do Processo de Desenvolvimento de Software



Fonte: Roselino (2006, pg 31)

Como observado por Roselino (2006) cada etapa do processo envolve diferenças significativas com relação ao conteúdo tecnológico requerido, e o tipo de trabalho envolvido. As primeiras fases que compõem a etapa de engenharia de software requerem maiores níveis de qualificação e experiência, enquanto que as fases de codificação e testes são relativamente menos intensivas em qualificações e mais intensivas em trabalho.

Neste sentido são:

*...dois os tipos de conhecimentos que compõem a competência das empresas. Um deles são os **conhecimentos tácitos** que conferem ao setor alta condição de cumulatividade, e o outro são os **conhecimentos genéricos**, isto é codificados, oriundos do desenvolvimento científico e tecnológico em geral.*

(Duarte, 2003 pg. 33)

Fica assim evidente que a etapa de engenharia de software representa a fase mais crítica do desenvolvimento, com a análise de requerimentos, ou seja, a definição de suas especificações e funcionalidades, e o design de alto nível do software a ser desenvolvido. E é a fase que exige intensa interação com o demandante da solução, uma vez que é o momento do desenvolvimento que se identificam os requisitos necessários, a engenharia do sistema, e o planejamento de alto nível do projeto a ser desenvolvido. (Roselino, 2006)

Inclusive, por envolver a necessidade de profunda interação com o cliente, que a fase de engenharia de software representa a chave do sucesso de uma empresa.

Humprey (2001) vai ainda mais além e decompõe a etapa de engenharia de software em cinco subetapas:

Figura 3: Pirâmide da Etapa de Design de Software



Fonte: Elaboração própria com base em Roselino (2006, pg 33)

Existe na divisão do trabalho do desenvolvimento de software uma separação entre funções associadas à **concepção**, concentrada nas etapas de análise de requisitos e design de alto nível, intensa em **conhecimento tácito** e desempenhado por profissionais altamente qualificados, e a **execução**, localizada nas etapas de programação e testes, em que o **conhecimento é codificado**, exigindo programadores usualmente de formação técnica. (Roselino, 2006)

Justamente na etapa de concepção é onde estão concentrados os maiores focos de inovação, por reunirem os profissionais mais qualificados e experientes, e por representar o diferencial de concorrência entre as empresas. Apesar de as fases de codificação e testes empregarem relativamente maior número de profissionais, a atividade permanece predominantemente “braçal”, o programador não é responsável por nenhum conteúdo intelectual, e o aumento de produtividade desta etapa é difícil, o incremento depende exclusivamente de acréscimo de mão-de-obra.

Esta característica do desenvolvimento de software é de suma importância para o entendimento da divisão do trabalho dentro do setor e da consolidação de pólos produtivos de software com características distintas quanto ao processo de inovação.

2.2.1 Software Proprietário vs Software Livre

O software proprietário é aquele protegido por direitos intelectuais. Este tipo de software é geralmente produzido com um staff fixo composto por arquitetos, engenheiros, analistas e técnicos empregados de uma mesma empresa ou de um grupo de firmas. Esta forma organizacional é caracterizada por um controle centralizado e bem planejado das fases de engenharia de software, codificação e testes.

Geralmente as inovações e o conhecimento ficam restritos a um seleto grupo de arquitetos e engenheiros, e tais inovações e conhecimentos tecnológicos são protegidos por patentes e segredos industriais. Com grande capacidade de apropriação privada do conhecimento gerado.

Já o software livre é caracterizado por um processo de desenvolvimento descentralizado, composto por, em alguns casos, milhares de desenvolvedores, com as mais diversas qualificações e experiências, distribuídos ao redor do mundo. Neste ambiente as fases de desenvolvimento de software não são facilmente identificadas, e cada desenvolvedor amplia seu estoque de conhecimento com o compartilhamento de *código-fonte*. A difusão tecnológica no ambiente do software livre é extremamente veloz, porém a capacidade de apropriação privada do conhecimento é muito pequena. (Mendes & Buainain 2006)

Quadro 1: Aspectos Econômicos – Software Proprietário vs Livre

Aspectos Econômicos	Software Proprietário	Software Livre
Custos de desenvolvimento (<i>first copy cost</i>)	+	-
Custo marginal de produção	=	=
Economias de escopo na produção	-	+
Cumulatividade e efeitos <i>lock-in</i>	+	-
Apropriabilidade	+	-
Barreiras à entrada	+	-
Ciclo do produto	-	+
Taxa de inovatividade	-	+
Criação de descontinuidades tecnológicas	+	-

Fonte: Elaboração própria com base em Mendes & Buainain (2006)

2.3 Classificação dos tipos de software

Roselino (2006) chama a atenção para o universo de firmas que podem ser caracterizadas como pertencentes a indústria de software. Como observado pelo autor esse universo não é composto apenas de empresas rotuladas como fabricantes de software, muitas empresas pertencentes a outros mercados também empregam recursos na produção de software, esse tipo de desenvolvimento é geralmente caracterizado como fabricação de software *in-house*.

Desta forma o universo da indústria de software pode ser entendido como o conjunto de empresas (públicas e privadas) voltadas primordialmente ao desenvolvimento e comercialização de software, na forma de serviços, software desenvolvido sob encomenda, ou software comercializado como produto acabado. (Roselino, 2006).

Os tipos de software podem ser classificados em diversas taxonomias, a depender o objetivo do estudo. Este pode ser classificado com base no mercado ao qual se destina: Software horizontal (voltado a solução de uso universal) ou Software vertical (voltado ao atendimento de nichos específicos). Os mesmo podem ser classificados com base nas plataformas de hardware ou software como IBM-PC, Apple Macintosh, Mainframes, Windows, Linux, Unix e etc.

Podem se diferenciar os tipos de software com base na posição que ocupam na cadeia de valor, como sistemas operacionais, ferramentas de desenvolvimento, gerenciador de redes, gerenciador de sistemas, assim como a sua forma de comercialização.

Roselino (2006) em seu trabalho classificou o software em três categorias baseadas nos três principais modelos de negócio existentes na indústria de software:

- i. Serviços em software de baixo valor agregado
- ii. Serviços em software de alto valor agregado
- iii. Software produto

Conforme destacado pelo autor essa classificação é extremamente útil para a análise das experiências internacionais e do diagnóstico da própria indústria brasileira. Objeto de estudo do próximo capítulo.

2.3.1 Serviços em software de baixo valor agregado

Essa categoria contempla os softwares do tipo serviço, ou seja aqueles que existem para suprir uma necessidade específica que não é atendida pelo software produto.

As atividades classificadas nessa categoria são caracterizadas por funções repetitivas ou que não necessitam de significativos conhecimentos específicos, como administração de bancos de dados, atualização e manutenção de sítios de internet. Existe uma clara separação entre a concepção (centrada no demandante do serviço) e a execução (centrada no prestador do serviço) as aplicações aqui desenvolvidas demandam apenas conhecimentos codificáveis e existe um grande emprego de mão-de-obra de caráter técnico.

Existem diversas empresas que se especializam na digitação e geração de código (*fábricas de software*) com base em especificações de empresas responsáveis pela *engenharia de software*. De modo geral, essas atividades são intensivas em mão-de-obra de média qualificação e deixam pouco espaço para ganhos de escala.

Como observado por Roselino (2006) inexistem nessas atividades a importância relativa a imposição de padrões tecnológicos, ou mesmo vantagens advindas de efeitos relacionados às externalidades de redes. E o baixo conteúdo tecnológico empregado em tais atividades, resulta em pequenas barreiras para a entrada de novos competidores o que caracteriza um segmento com uma estrutura de mercado fragmentada.

O determinante fundamental da competitividade nessas atividades é o custo da mão-de-obra, e com o desenvolvimento das tecnologias de comunicação o fator locacional perde importância, uma vez que o alto emprego de conhecimentos codificáveis permite que o serviço seja prestado mesmo não havendo interação presencial entre as partes.

2.3.2 Serviços em software de alto valor agregado

Nessa categoria se encontra aplicações desenvolvidas para um fim específico, software sob encomenda, porém aqui a produção do software inclui etapas mais complexas no desenvolvimento da solução. Estas etapas estão localizadas na parte superior da pirâmide das funções desempenhadas pela indústria de software.

São atividades que abrangem as funções de análise de requisitos e design de alto nível, e demandam profunda interação com o usuário demandante. Partes destas firmas se especializam nessa fase de produção de software deixando a parte de codificação e testes para as chamadas fábricas de software.

Nestas funções ou competências do processo produtivo de software existe um maior emprego de tecnologia e conhecimentos específicos, com uma maior qualificação dos profissionais envolvidos, técnicas de reuso, modularização e componentização permitem fortes ganhos de escala. À medida que as firmas estabelecidas aumentam sua base de clientes aumentam também suas competências e sua “biblioteca” de módulos disponíveis para o reuso em outras soluções.

Empresas voltadas para o desenvolvimento de software de alto valor agregado assumem responsabilidades por funções complexas das empresas

demandantes exigindo profundos conhecimentos das regras de negócios dos mercados atendidos, dessa forma empresas já estabelecidas tem vantagens competitivas frente aos novos competidores. Nesse caso o fator preço perde importância frente ao histórico das firmas e as barreiras para a entrada de novos competidores são maiores frente às encontradas no segmento de menor valor agregado.

Nesse segmento de mercado o fator locacional tem maior importância, pois a proximidade com os demandantes das soluções é um dos pontos cruciais da competitividade das empresas. As tecnologias de comunicação aqui não conseguem permitir o livre fluxo de informações entre usuário e prestadora de serviço uma vez que aqui existem conhecimentos tácitos da firma e seus profissionais que são de difícil transmissão e exigem o contato presencial entre as partes.

2.3.3 Software produto

Aqui estão aqueles softwares que existem não apenas para o atendimento de um demandante ou grupo específico, mas sim a um conjunto mais ou menos homogêneo. Nesse caso existe menor interação entre a *software house* e os usuários. Aqui as aplicações são desenvolvidas para atender uma ampla gama de necessidades como sistemas operacionais, gerenciadores de rede, processadores de texto, pacotes para tratamento de imagens e etc.

Nesse segmento de mercado existe forte emprego de tecnologia e emprego de mão-de-obra extremamente qualificada. A amplitude da base instalada de um determinado produto pode inclusive determinar os padrões tecnológicos de todo um segmento de software reforçando ainda mais o poder de mercado de empresas já estabelecidas. (Roselino, 2006).

É nesse segmento também que encontramos as maiores taxas de dispêndio em P&D, e maior esforço em pesquisas formais em laboratórios.

Segundo Roselino (2006) estas características explicam a clara predominância da tendência centrípeta neste segmento, atuando em direção a convergência dos padrões dominantes e concentração das estruturas de mercado.

É nesse segmento que encontramos as maiores barreiras de entradas de novos competidores. O sucesso comercial de um software pode impor um padrão tecnológico para toda a indústria.

2.4 Considerações finais

A natureza específica do software como sendo um bem imaterial, que pode ser empregado de diversas formas nas mais diversas atividades humanas, assim como as características intrínsecas do seu processo produtivo, fazem com que aspectos presentes em outras atividades econômicas, como externalidades de rede, ganhos de escala e de escopo apresentem características singulares.

O entendimento da cadeia produtiva do desenvolvimento de software permite perceber que o desenvolvimento deste não é monolítico, ou seja existem etapas e processos claramente definidos com diferentes graus de emprego de tecnologias e qualificação de mão-de-obra.

Dentro da mesma indústria existem diferentes atividades, das mais complexas voltadas à análise de requisitos e arquitetura do sistema, até as atividades mais rotineiras ou repetitivas como codificação, testes e manutenção de banco de dados.

A classificação dos segmentos da indústria de software proposta por Roselino permite avaliar de forma segmentada a intensidade das barreiras de entrada de novos competidores decorrentes das características de cada segmento.

De forma geral o segmento de serviço em software de baixo valor agregado é aquele que apresenta as menores barreiras à entrada de competidores, pois apresenta menor emprego de tecnologia e qualificação de mão-de-obra. Nesse segmento os conhecimentos necessários são mais técnicos e exigem menor interação com o demandante da solução. Também é nesse segmento onde as tendências de aglomeração são menores, uma vez que o serviço pode ser prestado à distância com a utilização de tecnologias de comunicação.

Já no segmento de serviço em software de alto valor agregado existe uma maior utilização de tecnologia e maior qualificação da força de trabalho. Nesse segmento existe maior necessidade de interação entre o demandante da solução e o prestador de serviço e o tipo de informação entre as partes se transmite melhor de forma presencial. Aqui existe o emprego de conhecimentos mais específicos e de difícil codificação. As técnicas de reuso componentização dão maior vantagem competitiva para as empresas já estabelecidas, e aumentam as barreiras de entrada de novos competidores. Nesse segmento vemos uma maior tendência de aglomeração de firmas.

Por fim no segmento de software produtos têm ainda mais emprego de tecnologia e mão-de-obra qualificada. Aqui a tendência de aglomeração das firmas é ainda maior, uma vez que as aplicações desenvolvidas não atendem a um demandante específico e sim a um grupo amplo mais ou menos homogêneo, além da demanda de mão-de-obra extremamente qualificada.

É de suma importância entender a dinâmica de cada segmento para a compreensão da divisão de trabalho dentro da indústria, assim como para entender as características das aglomerações produtivas observadas ao redor do mundo. Objeto de estudo do próximo capítulo.

3. A INDÚSTRIA DE SOFTWARE MUNDIAL

Uma vez levantado o referencial teórico pertinente a este estudo e devidamente apresentada as características intrínsecas da indústria de software no que tange o seu processo produtivo e a sua dinâmica concorrencial, chega a hora de analisar o desenvolvimento e consolidação desta indústria com foco na divisão internacional de trabalho.

O mercado internacional de software é desde seus primórdios, nitidamente dominado por empresas americanas, isso decorre da conjunção de fatores históricos, institucionais e da abundância de capital financeiro, humano e tecnológico apoiado pelo desenvolvimento do complexo industrial, com destaque para as indústrias de hardware e microeletrônica. (Mowery, 1999).

Esse pioneirismo associado ao *timing* na imposição de padrões tecnológicos dominantes resultou em segmentos de mercados precocemente globalizados e monopólios, principalmente no segmento de software produto. Como lembrado por Roselino, é obvio que existiram iniciativas em pesquisa de software em outros países, no entanto essas iniciativas não tiveram o mesmo sucesso ou continuidade da observada nos Estados Unidos.

Podemos citar os casos do Japão e da Europa Ocidental. No caso japonês, como observado por Mowery, a força da indústria de hardware não se traduziu em software comercial, ao invés disso facilitou o desenvolvimento de arquiteturas concorrentes em computadores, a demora por adoção de padrões computacionais acabou por retardar o desenvolvimento de soluções padronizadas em software. Já no caso da Europa Ocidental, como sugerido por Mowery & Rosenberg, com uma indústria de software mais fraca, houve o desenvolvimento de soluções personalizadas, sem muita expressão no segmento de software produto.

Porém, nas ultimas décadas observa-se maior internacionalização da produção de software, em maior ou menor grau em função do segmento de mercado. Nas palavras de Roselino:

...essa internacionalização não se dá apenas a partir da intensificação dos fluxos comerciais, mas também e

principalmente, por meio da presença e atuação de empresas transnacionais nas diversas configurações nacionais, bem como nos novos modelos internacionalizados de desenvolvimento de software.

Roselino (2006, Pg. 48)

3.1 Indústria de software no mundo atual

A partir da década de 90 observa-se uma descentralização da produção de software no mundo, essa descentralização, segundo Roselino, é causada por dois motores principais:

- A intensificação do processo geral de globalização produtiva, com a descentralização geográfica das funções corporativas nos mais diversos setores produtivos. Denominado pelo autor como internacionalização passiva.
- A reprodução, no âmbito da própria indústria de software, desse mesmo movimento de globalização produtiva ocorrido em diversas atividades manufatureiras, com a decorrente tendência de externalização de etapas do desenvolvimento de soluções em software (serviços e produtos) por parte das grandes empresas do setor. Denominado pelo autor como internacionalização ativa.

A maior descentralização é observada nos segmentos de software serviço, onde a maior demanda de empresas dos países não centrais por serviços de TI acabou gerando mercado para o estabelecimento de empresas voltadas à prestação de serviços em software.

Aliado a expansão da demanda por serviços em software, temos também a consolidação da reestruturação produtiva dentro das empresas produtoras de software dos países centrais. Como levantado no capítulo 2, as fases de codificação e teste são menos intensivas em conhecimentos específicos e os conhecimentos necessários para essas etapas são de ordem técnica e são facilmente codificáveis, dessa forma essas atividades podem ser terceirizadas para outras regiões.

Isso faz parte do progressivo abandono do modelo tradicional das empresas multinacionais, onde existe uma sede, destacadamente mais

importante, e diversas subsidiárias ao redor do mundo, para um modelo de rede produtiva global, onde as empresas aproveitam as suas competências ao redor do mundo fragmentando o processo produtivo.

Nesse modelo, a empresa capitânia concentra seus esforços em atividades mais inovativas e à medida que vai aumentando suas competências ao redor do mundo à mesma vai externalizando as atividades secundárias à suas subsidiárias ou mesmo outras empresas especializadas em atividades mais rotineiras ou repetitivas, as chamadas fábricas de software.

Ou seja, observa-se ainda grande concentração das atividades mais inovativas nos países centrais (EUA, Alemanha e Japão), que também apresentam alta concentração no segmento de software produto. Já no segmento de serviços em software podemos observar uma maior descentralização, com destaque para o crescimento do mercado dos países emergentes, como Índia, China, Israel, Irlanda e Brasil.

O principal motivador para esse movimento vem dos diferentes níveis salariais entre as regiões. Porém, como observado por Roselino, nem todo o diferencial nos custos do fator trabalho é apropriado pela empresa que opta pela realização da terceirização internacional, dada a existência de custos de transação e das disparidades de eficiência e produtividade.

Ainda assim as diferenças salariais se desdobram em sensíveis reduções nos custos de desenvolvimento.

Tabela 1: Salários médios de programadores

País	Faixa de Salários Valores Anuais em US\$
EUA	60.000 - 80.000
Canada	57.000
Grã-Bretanha	45.000 - 99.000
Japão	44.000
Irlanda	23.000 - 34.000
Israel	15.000 - 38.000
Brasil	20.000
Índia	5.880 - 11.000
Ucrânia	5.000
Polônia	4.800 - 8.000
China	3.000 - 4.700

Fonte: Extraído de Roselino 2006 Pg 66

Aqui temos de chamar a atenção para o conceito *digital delivery* que é caracterizado pela possibilidade de entrega digital do serviço contratado. O desenvolvimento de tecnologias de comunicação possibilitou que atividades menos complexas, como codificação e testes, possam ser executadas longe dos centros demandantes. Tais atividades demandam menos interação com os usuários e os conhecimentos aplicados são de caráter técnico de fácil codificação e transmissão sem a necessidade de interações pessoais.

Segundo Roselino:

...dentre as atividades intensivas em design, concentradas na fase de engenharia de software existe uma diferenciação igualmente hierarquizada de funções. As fases em que ocorre a estreita interação com os encomendantes são estratégicas, bem como aquelas relativas à arquitetura de mais alto nível da solução. Assim, mesmo considerando-se a existência de uma tendência de externalização das atividades voltadas ao desenvolvimento de software, deve-se ter em conta que a distribuição destas funções se dá com base em uma escala hierarquizada.

Roselino (2006, Pg. 73)

O crescimento dos mercados domésticos das economias emergentes gera grande demanda por serviços em software que por sua vez garante mercado para as empresas especializadas em software serviço, ou seja, aqueles softwares desenhados especificamente para uma necessidade de um demandante isolado.

O desenvolvimento deste tipo de software exige maior interação com o demandante da solução o que abre espaço para que empresas especializadas nesse segmento de mercado se estabeleçam em países não centrais. Em função disso observamos também a instalação de empresas consolidadas dos países centrais em países não centrais para atenderem essa demanda.

Tabela 2: Principais mercados de software em 2002

Países	Vendas US\$ bi	Empregos mil
EUA	200,0	1.024,0
Japão	85,0	534,0
Alemanha	39,8	300,0
Irlanda	13,9	27,9
China	13,3	190,0
Índia	12,5	250,0
Brasil	7,7	160,0
Israel	4,1	15,0

Fonte: Elaboração própria com base em Sampaio (2006)

3.1.1 O caso indiano

O caso Indiano é sem dúvida o mais emblemático dos casos das economias não centrais, a conjunção de fatores históricos e institucionais fez com que a incipiente indústria de software do início da década de 80 se tornasse em uma indústria de bilhões de dólares em apenas 2 décadas. Atualmente a Índia figura como o principal fornecedor de serviços de software do mundo.

As vantagens competitivas advindas da fluência na língua inglesa são frequentemente apontadas, e não podem ser desprezadas, no entanto outros fatores merecem atenção. Com destaque para a existência de enormes vantagens comparativas em relação do custo do trabalho, as competências gerenciais, as políticas governamentais e relações Internacionais que subsidiaram o crescimento da indústria de software Indiana. (Gregory, Nollen & Tenev, 2009).

As primeiras iniciativas públicas de fomento à indústria de software remontam ao fim da década de 70, com os primeiros incentivos fiscais para a importação de hardware voltado ao desenvolvimento de software para exportação. A partir de meados da década de 80 a indústria de software ganha caráter prioritário com a instituição dos parques de tecnologia de software em 1988. (Atherey, 2005).

O mercado de software Indiano é predominantemente centrado no segmento de serviços em software (desenvolvimento de software e de terceirização de processos de negócio, BPO), concentrado nas atividades de menor valor agregado. O segmento de software produto representa apenas 5% das receitas indianas. Mais de metade das receitas da indústria de

software indiano são de origem de desenvolvimento offshore de firmas ocidentais. No entanto observa-se uma tendência geral a partir dos anos 2000 de elevação do valor agregado dos serviços prestados pelas firmas indianas.

A maior parte do trabalho das firmas indianas é feita na própria Índia, mas algum trabalho vem sendo desempenhado em subsidiárias de empresas Indianas na China e Europa, como parte da estratégia das firmas indianas de subir na cadeia de valor do desenvolvimento de software, principalmente nos segmentos de integração de sistemas e consultoria de software. (Gregory, Nollen & Tenev, 2009)

Apesar desta tendência geral mais recente, observamos que as exportações indianas continuam concentradas nas funções de baixo valor agregado do processo produtivo do software, na maioria das vezes os programadores indianos trabalham sob especificações produzidas nos países demandantes, com destaque para empresas americanas. Nesse sentido podemos afirmar que as etapas mais estratégicas do processo de desenvolvimento de software continuam concentradas em países centrais como EUA, Japão e Alemanha.

3.1.2 Os casos irlandês e israelense.

De forma bastante sintética a indústria Irlandesa é caracterizada pela exportação de software produto para o continente Europeu, a partir da atração de empresas multinacionais através de fortes incentivos fiscais.

Existe um claro contraste entre o mercado Indiano e Irlandês, enquanto o mercado indiano é forte na prestação de serviços em software de baixo valor agregado, a indústria irlandesa é voltada para a comercialização de software produto para o continente europeu. (Sampaio, 2006)

Já o caso israelense é um pouco diferente, o desenvolvimento da indústria de software é fruto de investimentos públicos em instituições acadêmicas e de pesquisa, além da tradição no setor de equipamentos bélicos e de segurança, a indústria israelense também se beneficiou do fluxo de recursos humanos oriundos do antigo bloco soviético durante os anos 90.

E ao esteio do desenvolvimento da indústria bélica e de segurança a indústria de software ganhou o caráter exportador. (Roselino, 2006)

Ao contrario do observado no caso indiano, os casos israelense e irlandês demonstram maior grau de valor agregado em seus produtos, uma vez que existe maior interação com as demais indústrias domésticas, no caso israelense, e maior emprego de conhecimentos mais sofisticados no caso irlandês.

3.1.3 O caso chinês.

O caso chinês se caracteriza por ter desenvolvido sua indústria de software voltada principalmente para o atendimento do mercado doméstico. Nos últimos anos a China tem demonstrado desenvolvimento industrial e comercial espetacular em diversos setores, o desenvolvimento da indústria de software chinesa é fruto deste ambiente geral de crescimento.

Aliado ao crescimento geral da indústria chinesa, o software tem recebido atenção especial das autoridades chinesas que elegeram o setor como de caráter estratégico e prioritário. O estado chinês vem nas ultimas décadas investindo massivos recursos em instituições acadêmicas e de pesquisa aumentando consideravelmente o contingente de mão-de-obra qualificada além de o estado também ser um importante demandante de soluções em software. (Gregory, Nollen & Tenev, 2009).

A indústria chinesa diferentemente da indiana é concentrada no mercado doméstico e no segmento de software produto, sendo a maior parte do desenvolvimento concentrado na customização e tradução das soluções ocidentais para as necessidades internas.

Observa-se na China maiores índices de FDI (Investimento Estrangeiro Direto) do que na Índia, no entanto o maior volume de FDI não colaborou para um viés exportador, pois as firmas ocidentais que se estabeleceram na China tem o objetivo de suprir a forte demanda interna chinesa por customização de soluções ocidentais.

A análise comparativa desempenhada por Gregory, Nollen & Tenev (2009) elenca diversos fatores que explicam o porquê da menor inserção internacional da China, dentre eles cabe destaque para:

A não fluência na língua inglesa. A maior parte da força de trabalho tem nível de fluência suficiente para as fases de codificação e testes mas não o suficiente para as atividades gerenciais.

A menor quantidade de relações com firmas ocidentais. Inicialmente a Índia se beneficiou do grande contingente de NRIs (Non Resident Indian, ou indianos não residentes) que viviam nos EUAs e abriram as portas para as firmas indianas.

No entanto, nos últimos anos observa-se um amadurecimento da indústria chinesa, aonde esta vem empacotando seus produtos desenvolvidos para atender o mercado interno e exportando os mesmos como software produto, principalmente para o mercado asiático.

Segundo Roselino (2006) o caso chinês difere do caso indiano por apresentar uma maior diversidade de produtos. Nas palavras do autor:

... A trajetória chinesa aparece como uma alternativa ao modelo terciário exportador (Indiano), que com base em uma estrutura produtiva complexa e diversificada, permitiria lograr um desenvolvimento mais autônomo da indústria de software.

Roselino (2006, Pg. 73)

3.2 Indústria de software no Brasil

Diferentemente dos casos irlandês, indiano e israelense a indústria brasileira se desenvolveu, a exemplo da China, com um viés voltado para dentro, a forte demanda doméstica produziu um conjunto de estímulos que acabaram tendo um efeito anti-exportação. As empresas nacionais privadas desenvolveram-se basicamente para atender as necessidades de serviços em software não atendidas pelas empresas estrangeiras.

Roselino (2006) observa que a indústria nacional se desenvolveu a partir de dois estímulos principais: i) pela existência de um mercado interno com importantes setores demandantes de soluções em software ii) pela implantação de políticas públicas voltadas ao atendimento ao desenvolvimento das atividades de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) no país.

A existência de uma estrutura produtiva complexa e diversificada privilegiou o desenvolvimento de nichos de mercado como os de automação industrial, telecomunicações e serviços bancários.

Quanto às políticas públicas os destaques são para a: **Política Nacional de Informática** instituída em 1980, a **Lei de Informática** e a criação da **SOFTEX** nos anos 90 e a **Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior – PITCE**, lançada em 2003. (Roselino, 2006).

Durante a década de 80 o crescimento da indústria nacional de software foi puxado pelo crescimento da indústria de hardware que cresceu em função das condições criadas pela reserva de mercado dos anos 80.

A criação de empresas de software começou a acontecer de forma dissociada dos projetos de hardwares somente com a reformulação da Lei de Informática, com micro e pequenas empresas ocupando o espaço deixado pelo "desinteresse" do capital privado nacional com o fim da proteção da antiga lei de informática (Stefanuto, 2004).

Com o fim da reserva de mercado por volta de 1993, houve um favorecimento da maior participação de capital estrangeiro, e segundo Stefanuto nesse período muitas empresas foram geradas a partir de *spin-offs* de empresas de hardware ou a partir de grandes usuários, caracterizados pelo desenvolvimento de software *in-house*.

Roselino (2006) compara o modelo brasileiro com os outros três modelos apresentados: um voltado à exportação de serviços em software de baixo valor agregado (caso indiano), um voltado à exportação de software produto (caso irlandês) e outro voltado para o mercado interno (caso chinês), este mais parecido com o brasileiro, e aponta que para os dois primeiros a inserção ocorreu com baixa autonomia tecnológica e dependência tanto da intensidade da demanda internacional como das estratégias corporativas de empresas transnacionais.

O autor vê certa virtuosidade do modelo brasileiro, onde apesar de haver baixa inserção internacional, o modelo apresenta maior autonomia tecnológica.

Para Roselino (2006), a maior interação da indústria de software com os demais setores da economia doméstica apresenta uma vantagem competitiva frente aos casos indiano e irlandês, uma vez que a indústria nacional de software conseguiu conquistar posições altamente competitivas em segmentos importantes do mercado interno funcionando como uma incubadora de capacitações para as firmas nacionais, potencializando uma expansão em direção ao mercado internacional.

Podemos destacar as soluções nas áreas financeira, bancária e telecomunicações, onde o nível de exigência dos clientes domésticos é bastante alto, comparável em qualidade com o padrão internacional.

3.3 Considerações finais

Neste capítulo se analisou o desenvolvimento e consolidação da indústria de software no mundo, iniciando pelo modelo originário americano, onde o desenvolvimento da indústria de hardware aliado a fatores históricos e institucionais e ao *timing* da imposição de padrões tecnológicos garantiu aos Estados Unidos a hegemonia na indústria de software ao lado dos países centrais como Japão e Alemanha.

Foram apresentados outros modelos de desenvolvimento da indústria de software em países não centrais, onde nos casos indiano e irlandês observamos um viés exportador. No caso indiano concentrado em serviços de software de baixo valor agregado, a pesar de uma tendência recente de aumento do valor agregado dos serviços prestados, e no irlandês a exportação de software produto ao continente europeu.

Em ambos os casos existe certa limitação na autonomia tecnológica destas indústrias, no caso indiano na maioria das vezes os programadores trabalham em cima de especificações produzidas nos países centrais que concentram as atividades mais complexas e de maior valor agregado.

No caso irlandês o desenvolvimento do software é feito por subsidiárias de empresas transnacionais que se instalaram na Irlanda atraídas pelos incentivos fiscais e menor custo de mão-de-obra.

Em ambos os casos não se vêem grandes interações da indústria de software com os demais setores da economia nacional.

Foi apresentado também o caso chinês, que é parecido com o caso brasileiro e está voltado para o atendimento da demanda doméstica por software.

Recentemente a China tem iniciado o empacotamento de tais soluções e exportado para os demais países asiáticos.

Alguns autores veem boas chances do Brasil se inserir no mercado internacional de software, as empresas nacionais ao prestarem serviços a setores altamente exigentes como o bancário e de telecomunicações desenvolveram competências que as habilitam a buscar maior inserção no mercado internacional.

Porém de forma geral se observa que a despeito da maior descentralização da produção de software no mundo, as atividades mais intensivas em inovações, concentradas nas fases de engenharia de software e o segmento de software produto continuam concentradas nas economias centrais.

CONCLUSÕES

Ao se analisar o desenvolvimento e consolidação da indústria de software no mundo, percebem-se que os fenômenos de aglomeração e desenvolvimento tecnológico apresentam características peculiares. Estas peculiaridades observadas na indústria de software são frutos do ambiente concorrencial trazido pelos processos de globalização e reestruturação produtiva e das características intrínsecas da atividade de produção de software.

Nesse cenário os determinantes tradicionais (disponibilidade de matéria-prima, baixos custos de transporte e mão-de-obra) de localização das atividades produtiva não são suficientes para explicar na totalidade o desenvolvimento desta indústria.

A teoria do aprendizado das firmas elaborada por Penrose desempenha papel fundamental para a compreensão da configuração da indústria de software, esta teoria mantém o foco nas competências desenvolvidas pelas empresas que são muito não somente de fatores endógenos a firma, mas também de fatores externos a ela.

A concentração espacial de empresas, similares ou complementares, em uma determinada região, implica em maior possibilidade de cooperação inter-firmas, conferindo a esta região ou localidade vantagens competitivas frente às demais regiões. A natureza localizada da inovação faz com que as firmas naturalmente se aglomerem para aproveitar as externalidades positivas decorrentes da proximidade das mesmas.

As características intrínsecas do processo produtivo do software fazem com que aspectos presentes em outras atividades econômicas, como externalidades de rede, ganhos de escala e de escopo apresentem características singulares.

O processo produtivo de software pode ser segmentado em etapas, sendo umas com maior emprego tecnológico e de conhecimentos

específicos, e outras mais rotineiras que demandam conhecimentos de ordem técnica. A fase de engenharia de software, que concentra as etapas de análise de requisitos e design de alto nível de solução, é mais intensiva em conhecimentos específicos, de certa forma tácitos, que são melhor transmitidos de forma pessoal. Já as fases de codificação e testes empregam conhecimentos mais técnicos e codificáveis, estes podem ser fornecidos a distância, pois não demandam interações pessoais com os solicitantes.

A separação dos segmentos de negócio na indústria de software é de extrema valia para a compreensão das características concorrenciais observadas nesta indústria.

O segmento de software produto é o que apresenta as maiores barreiras à entrada de novos competidores. Este tipo de software é desenvolvido para atender não somente um demandante específico, mas sim a um grupo mais ou menos homogêneo de usuários. Nesse segmento de mercado existe forte emprego de tecnologia e mão-de-obra extremamente qualificada. A amplitude da base instalada de um determinado produto pode inclusive determinar os padrões tecnológicos de todo um segmento de software reforçando ainda mais o poder de mercado de empresas já estabelecidas.

Além do chamado software produto tem também os chamados serviços em software, onde a solução é desenvolvida para atender a necessidade de um demandante específico. Estes serviços são classificados em dois tipos, sendo um de alto valor agregado e outro de baixo valor agregado.

No tipo de alto valor agregado estão concentradas as etapas de maior complexidade do processo produtivo do software. Já no tipo de baixo valor agregado encontram-se as etapas mais rotineiras e intensivas em mão-de-obra de caráter técnico.

Esta diferenciação é de suma importância para entender a atual configuração da indústria de software ao redor do mundo.

O nascimento da indústria de software ocorreu nos chamados países centrais (EUA, Japão, Alemanha e etc) com destaque para a hegemonia americana, onde fatores históricos, concentração de instituições de P&D, indústria de hardware e microeletrônica avançada, capital financeiro abundante e ao *timing* da imposição de padrões computacionais garantiu a hegemonia deste país.

No entanto a partir de meados da década de 90 observa-se um movimento mais intenso de descentralização da indústria de software, esse movimento é fruto do aprofundamento do processo de reestruturação produtiva observada não apenas na indústria de software, mas também do crescimento das economias domésticas dos demais países.

Assim como em outras indústrias é possível observar a chamada divisão internacional do trabalho na indústria de software, onde as atividades mais complexas e de caráter estratégico estão concentradas nos países centrais, enquanto as atividades mais rotineiras e repetitivas tendem a migrar para os países não centrais. De forma bastante geral observamos que as etapas de maior valor agregado e de maior capacidade inovativa apresentam maior grau de concentração e estão localizadas nos países centrais (EUA, Alemanha, Japão). As atividades mais repetitivas tendem a migrar para os países não centrais atraídas por, diferenças nos níveis salariais dos programadores, na disponibilidade de mão-de-obra qualificada e em políticas públicas destinadas a esta indústria.

Além desta tendência mais geral de terceirização internacional de atividades mais repetitivas existe o crescimento das economias domésticas de países emergentes, com destaque para China, Brasil e Índia, onde este crescimento cria mercado para os segmentos de serviços em software de alto e baixo valor agregado. No segmento de alto valor agregado existe necessidade de maior interação com os solicitantes das soluções o que favorece a localização das firmas de software mais próximas aos centros demandantes.

Dos modelos de desenvolvimento da indústria de software apresentados neste trabalho, os casos indiano e irlandês apresentam um viés exportador. No caso indiano concentrado em serviços de software de baixo valor agregado, e no irlandês a exportação de software produto ao continente europeu. Em ambos os casos existe certa limitação na autonomia tecnológica destas indústrias, no caso indiano na maioria das vezes os programadores trabalham em cima de especificações produzidas nos países centrais que concentram as atividades mais complexas e de maior valor agregado. No caso irlandês o desenvolvimento do software é feito por subsidiárias de empresas transnacionais que se instalaram na Irlanda atraídas pelos incentivos fiscais e menor custo de mão-de-obra.

O caso chinês, parecido com o caso brasileiro está voltado para o atendimento da demanda doméstica por software. A China tem um mercado de software concentrado no segmento de software produto, com grande peso em customização e tradução de soluções ocidentais.

O caso brasileiro em certa forma parecido com o caso chinês, desenvolveu a indústria de software ao esteio das demais indústrias, em um primeiro momento aproveitando a reserva de mercado garantido pela Lei de Informática e em um segundo momento se especializando na produção de serviços em software de alto e baixo valor agregado para atender a demanda interna.

O fim da reserva de mercado trouxe ainda para o país subsidiárias de empresas internacionais interessadas na demanda por serviços em software de alto valor agregado gerada pelo crescimento da economia nacional.

Empresas nacionais de software desenvolveram ao longo do tempo competências competitivas que as habilitam a concorrer no mercado internacional, com destaque para nichos de mercado como serviços financeiros e bancários e de telecomunicações.

De forma geral observa-se que apesar da descentralização da produção da indústria de software das últimas décadas, as atividades mais

inovativas e de maior valor agregado permanecem concentradas nos países centrais, isto decorre: i) da maior experiência destes países, ii) da maior concentração de talentosos técnicos e engenheiros iii) aliado à imposição de padrões tecnológicos das empresas dos países centrais, que em muitos casos detêm verdadeiros monopólios em alguns segmentos de mercado, destacadamente no segmento de software produto.

A maior parte das atividades de software que vem se instalando nos chamados países não centrais esta centralizada nos segmentos de serviços em software de baixo e alto valor agregado, atraídos por diferenças nos níveis salariais dos programadores, na disponibilidade de mão-de-obra qualificada de caráter técnico e no crescimento das economias domésticas dos países não centrais que gera maior demanda por software.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATHREYE, Suma, S., **The Indian Software Industry**, in Arora, Ashish., & Gambardella, Alfonso (org), **From Underdogs to Tigers: The Rise and Growth of the Software Industry in Brazil, China, India Ireland, and Israel**, Oxford University Press, 2005.

BRITO, J. **Cooperação Tecnológica e Aprendizado Coletivo em Redes de Firms: sistematização de conceitos e evidências empíricas**. Departamento de Economia – UFF, Rio de Janeiro, 2001.

CASTELLS, M. **Information Technology, Globalization and Social Development**, United Nations Research Institute for Social Development, Paper 114, 1999.

DUARTE, Lígia Schiavon. **Caracterização da Inovação Tecnológica no Setor de Software de Gestão Integrada: Estudos de Casos nas Empresas de Base Tecnológica do Estado de São Paulo**, dissertação de mestrado, Instituto de Economia, IE/Unicamp, Fevereiro de 2003.

FEIJO, C. A. & VALENTE, E. **A firma na teoria econômica e como unidade de investigação estatística: evolução nas conceituações**. Revista de Economia Contemporânea, Rio de Janeiro, v. 8, n. 351-376, jul./dez. 2004.

GREGORY, N.; NOLLEN, S.; TENEV, S. **New Industries from New Places: The Emergence of the Software and Hardware Industries in China and India**. Stanford University Press. 2009.

HUMPREY, Watts, S. **The Complete PSP Book: A discipline for Software Engineering**, SEI series in Software Engineering, Carnegie Mellon University, Addison-Wesley, 2001.

JOHNSON, B. & LUNDVALL, B.A. **Promoting Innovation Systems as a Response to the Globalising Learning Economy**. Seminário Local

Clusters, Innovation Systems and Sustained Competitiveness, IE-BNDES, Nota Técnica 5, Rio de Janeiro, 2000.

LLORENS, F. A. **Desenvolvimento econômico local: caminhos e desafios para a construção de uma nova agenda política**. BNDES, Rio de Janeiro, 2001.

MENDES C. I. C. & BUAINAIN A. M., **Software Livre e Inovação Tecnológica**, Universidade Estadual de Campinas, Campinas SP, 2006.

MOWERY, D. C. **The Computer Software Industry**. In: MOWERI, D.C & NELSON, R. R. (Ed.). *Source of Industrial Leadership: studies of seven industries*. Cambridge University Press, Cap. 4, 1999.

ROSELINO, J. E. **A Indústria de Software: O “Modelo Brasileiro” em Perspectiva Comparada**, Universidade Estadual de Campinas, 2006.

SAMPAIO, S. E. K. **O Desenvolvimento da Aglomeração Produtiva de Software de Curitiba**, Universidade Federal do Paraná, 2006.

STEFANUTO, Giancarlo Nuti., **O Programa Softex e a Indústria de Software no Brasil**, Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, DPCT, UNICAMP, Campinas, 2004.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R. C.; SAMPAIO, S. E. K. **Sistemas locais de produção: mapeamento, tipologia e sugestões de políticas**. Texto apresentado no XXXI Encontro Nacional de Economia – Porto Seguro, BA, 2003.