

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**ANÁLISE DOS SISTEMAS SETORIAIS DE
INOVAÇÃO EM SOFTWARE DO BRASIL E DA ÍNDIA**

PEDRO SARMENTO BARBOSA MARTINS
matrícula nº: 113086202

ORIENTADORA: Prof. Marina Szapiro
COORIENTADOR: Prof. Manuel Gonzalo

ABRIL 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**ANÁLISE DOS SISTEMAS SETORIAIS DE
INOVAÇÃO EM SOFTWARE DO BRASIL E DA ÍNDIA**

PEDRO SARMENTO BARBOSA MARTINS
matrícula nº: 113086202

ORIENTADORA: Prof. Marina Szapiro
COORIENTADOR: Prof. Manuel Gonzalo

ABRIL 2018

As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do autor

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente à minha família, por todo o apoio, amor e cuidado que foram essenciais para a minha formação como pessoa e trajetória acadêmica. Em especial, agradeço ao meu pai, Antonio Carlos, e à minha mãe, Sylvia, por terem sempre incentivado a minha curiosidade do mundo, por terem celebrado as minhas conquistas, e por terem estado sempre presentes na minha vida.

Agradeço também à minha namorada, Amanda, pelo imenso companheirismo e consolo durante a elaboração deste trabalho.

Aos amigos de colégio, da faculdade e do estágio, que proporcionaram e continuam a proporcionar bons momentos e lembranças, e que me ajudaram a trilhar esta importante etapa da minha vida.

Gostaria de agradecer também à minha orientadora, Marina, e ao meu coorientador, Gonzalo, por todo o apoio e atenção dedicados a esse trabalho, fundamentais para a sua conclusão.

RESUMO

O presente trabalho analisa os Sistemas Setoriais de Inovação em software do Brasil e da Índia, dois países emergentes que apresentam setores de software de grande porte. Em especial, discute-se as divergências entre as trajetórias e elementos-chave dos dois sistemas setoriais, afim de destacar as especificidades de cada um. A partir desta análise, argumenta-se que os fatores do sucesso de cada SSI não são facilmente emuláveis em outros países emergentes. Ainda assim, o trabalho conclui que a experiência indiana pode fornecer importantes *insights* para o desenvolvimento da atividade de software no Brasil.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	8
CAPÍTULO 1 - SISTEMAS SETORIAIS DE INOVAÇÃO	11
1.1- INTRODUÇÃO	11
1.2- INOVAÇÃO SISTÊMICA	11
1.2.1 - A abordagem evolucionista	14
1.2.2 - A abordagem dos sistemas de inovação	15
1.3 - O FRAMEWORK DOS SISTEMAS SETORIAIS DE INOVAÇÃO	17
1.3.1 - Definição e elementos-chave	18
1.3.1.1 - Conhecimento e Tecnologia	18
1.3.1.2 - Agentes e Redes	19
1.3.1.3 - Instituições	20
1.4 - A PERSPECTIVA DOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO	21
1.5 - CONCLUSÃO	23
CAPÍTULO 2 - O SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM SOFTWARE NA ÍNDIA	24
2.1 - INTRODUÇÃO	24
2.2 - CONTEXTO	24
2.3 – EVOLUÇÃO DO SETOR	25
2.4 - ELEMENTOS-CHAVE DO SISTEMA SETORIAL	28
2.4.1 - Agentes	29
2.4.1.1 - Profissionais de TI e instituições de educação ou formação técnica	29
2.4.1.2 - Empreendedores e financiadores de capital de risco	30
2.4.1.3 - Firms	31
2.4.1.4 - Associações industriais	32
2.4.2 - Políticas públicas	32
2.4.3 - Interações e redes em P&D	36
2.5 - DINÂMICA E NOVOS ESPAÇOS NAS CADEIAS DE VALOR	37
2.5.1 - Expansão das áreas de expertise e especialização em software produto	37
2.5.2 - Processos de F&A	38
2.5.3 - Expansão do mercado doméstico	39
2.5.4 - Novas políticas	40
2.6 - CONCLUSÃO	41
CAPÍTULO 3 - O SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM SOFTWARE NO BRASIL	42
3.1 - INTRODUÇÃO	42
3.2 - CONTEXTO	42
3.3 – EVOLUÇÃO DO SETOR	43
3.4 - ELEMENTOS-CHAVE DO SISTEMA SETORIAL	46
3.4.1 - Agentes	46
3.4.1.1 – Firms	46
3.4.1.2 - Sociedade SOFTEX	49
3.4.2 - Políticas públicas	49
3.4.3 - Demanda doméstica	51
3.4.3.1 - Setores líderes	51
3.4.3.2 - Governo	53
3.5 - DINÂMICA, MERCADO INTERNO E INSERÇÃO EXTERNA	53
3.5.1 - Processos de F&A	54
3.5.2 - Oportunidades de inserção externa	54
3.5.3 - Novas políticas	55
3.5.4 - Obstáculos estruturais à inovação	57
3.5.5 - O mercado interno como obstáculo e como condutor	58
3.6 - CONCLUSÃO	60

CAPÍTULO 4 - ANÁLISE PARALELA DOS SISTEMAS SETORIAIS DE INOVAÇÃO EM SOFTWARE	61
4.1 - INTRODUÇÃO	61
4.2 - O CENÁRIO MUNDIAL DO SETOR DE SOFTWARE	61
4.2.1 - <i>Dinâmica internacional do setor</i>	61
4.2.2 - <i>Inserção do Brasil e da Índia no setor de software mundial</i>	63
4.3 - OS MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE BRASILEIRO E INDIANO	65
4.3.1 - <i>Natureza da demanda, tecnologia e conhecimento</i>	65
4.3.2 - <i>Intensidade, natureza e escopo das políticas públicas</i>	66
4.3.3 - <i>Interação público-privada</i>	67
4.3.4 - <i>Modelos de negócio, processos de gestão e visibilidade</i>	68
4.4 - APRENDIZADOS PARA O SETOR DE SOFTWARE BRASILEIRO.....	69
4.5 - CONCLUSÃO	71
CONCLUSÃO	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

INTRODUÇÃO

É difícil imaginar outra atividade produtiva que esteja mais disseminada no cotidiano moderno do que o software. No uso constante de smartphones por parte significativa da população mundial na última década, na rápida difusão da Internet desde os anos 1990 e na revolução do computador pessoal do final da década de 1980, por exemplo, o software teve papel central e relevância crescente. Essa característica ubíqua do software é resultado da estreita relação entre sistemas físicos de informação, na forma de computadores e outras máquinas eletroeletrônicas (neste trabalho denominadas simplesmente de hardware), e das instruções e dados necessitados por estes equipamentos para cumprir funções úteis (Steinmueller, 1995). Estas instruções e dados, por serem flexíveis e passíveis de transformação, são chamados software.

Do ponto de vista econômico, os sistemas de informação surgiram no contexto da revolução da microeletrônica e tiveram impactos consideráveis na estrutura produtiva mundial. Fora os efeitos diretos da indústria, o software assume papel central nos processos de inovação de praticamente todos os setores produtivos da economia, e é relevante no aprendizado interno e entre organizações (Schware, 1992; Quinn et al., 1997). O mercado mundial de Tecnologias da Informação (TI) atinge hoje valores anuais acima dos US\$ 2 trilhões (ABES, 2017), e o software, como já apontado, é a base de todo esse mercado.

Neste trabalho, opta-se por segmentar o mercado de software em duas categorias principais, que evidenciam os dois modelos de negócio gerais existentes na indústria: o software produto e os serviços de software. Entre os serviços de software, é possível também segmentar ademais as atividades entre serviços de baixo valor agregado e serviços de alto valor agregado, categorização que será usada em algumas análises deste trabalho.

Os serviços de software de baixo valor agregado são em geral atividades rotineiras de alimentação de sistemas de informação e de manutenção de sistemas e sites de Internet. Estas são as atividades de menor intensidade inovativa e de conhecimento da produção de software. Os serviços de alto valor agregado compreendem atividades mais complexas do desenvolvimento de soluções em software, incluindo a análise e o design de sistemas para

usuários específicos. Ainda que os serviços de alto valor apresentem maior sofisticação produtiva, em geral os serviços de software têm a mão-de-obra como fator determinante da sua competitividade no mercado (Roselino, 2006).

Já o software produto caracteriza-se como a atividade de maior dinamismo inovativo no desenvolvimento de software. Em contraste com os serviços, o software produto é definido como uma aplicação padronizada que serve a um amplo segmento do mercado, e que deve ser efetivamente comercializada. Nessa categoria, a competitividade é definida pela capacidade de desenvolvimento técnico e de comercialização de produtos em massa (Roselino, 2006). O investimento inicial é alto, e o retorno depende da aceitação da aplicação pelo mercado.

A ubiquidade e o impacto do software nas mais diversas atividades econômicas transformaram-no em importante objeto de análise na literatura e de instrumentação política. De fato, todos os países desenvolvidos apresentam algum grau de competências domésticas em software e políticas públicas que procuram alavancar seus efeitos no resto da estrutura produtiva (Roselino, 2006). Entre os países emergentes, os primeiros casos de sucesso na indústria de software foram relacionados a economias que tiveram êxito na inserção externa e na criação de uma base de exportação voltada aos principais mercados, em especial os EUA.

Destaca-se entre estes países a Índia, que em 2005 alcançou a liderança mundial na exportação de serviços de software (Mani, 2014), posição mantida até hoje, e que demonstra sinais claros de estar ativamente buscando espaços de maior valor agregado na indústria.

O Brasil, por outro lado, não representa um caso de inserção externa exitosa no setor de software, tendo uma base de exportação substancialmente reduzida quando comparada a países como a Índia. Ainda assim, em 2001 o setor de software brasileiro já figurava entre os dez maiores do mundo (Velooso et al., 2003), configuração que permanece atual (ABES, 2017), o que sugere que a trajetória original de inserção no mercado internacional não é a única viável para o desenvolvimento da indústria de software em países emergentes.

Recentemente, entretanto, políticas industriais aplicadas ao software brasileiro procuraram emular o sucesso de países como a Índia, incentivando as exportações e a inserção externa, em detrimento das competências específicas ao setor no Brasil (Bertoni, 2014; Diegues et al., 2014).

O objetivo deste trabalho é, portanto, analisar os setores de software do Brasil e da Índia, afim de entender suas trajetórias e elementos-chave específicos, para depois destacar aprendizados do modelo indiano que possam inspirar mudanças no modelo brasileiro.

Uma importante ressalva apresentada, entretanto, é que a emulação integral do modelo indiano não é factível ao Brasil, devido às especificidades e idiossincrasias de cada modelo. Ainda assim, importantes *insights* e aprendizados gerais podem ser destacados entre os fatores de sucesso do caso indiano.

Para realizar essa análise, o trabalho parte da abordagem neoschumpeteriana dos Sistemas Setoriais de Inovação (SSI), desenvolvida com forte influência das teorias econômicas evolutiva e dos sistemas de inovação.

O Capítulo 1 define a base teórica para a análise subsequente. Os capítulos 2 e 3 procuram apresentar os SSI em software da Índia e do Brasil, respectivamente. Por fim, o Capítulo 4 revisa as duas análises e procura identificar as principais diferenças entre os dois SSI, e os possíveis aprendizados para o Brasil.

CAPÍTULO 1 - SISTEMAS SETORIAIS DE INOVAÇÃO

1.1 - Introdução

O objetivo deste capítulo é apresentar a base teórica utilizada no presente trabalho. A análise do setor de software no Brasil e na Índia será baseada no framework dos sistemas setoriais de inovação, por sua vez fundamentado em torno de duas abordagens centrais ao estudo da inovação sistêmica; a economia evolucionista e a abordagem dos sistemas de inovação.

Primeiro, será apresentada a trajetória da inovação sistêmica enquanto análise econômica e base para formulação de políticas. Em seguida, serão delineadas separadamente as abordagens evolucionista e dos sistemas de inovação. As origens do framework dos sistemas setoriais serão então apresentadas, e será proposta uma definição sucinta do conceito e de seus elementos-chave. Por fim, serão destacadas algumas questões que devem ser levadas em consideração ao se utilizar o conceito de sistemas setoriais de inovação em análises de países em desenvolvimento.

1.2 - Inovação sistêmica

A visão sistêmica da inovação surge do debate efetuado nos anos 1970 e 80 em torno das abordagens econômicas evolucionista e neoschumpeteriana. Este debate, por sua vez, origina-se do descontentamento de alguns economistas com o tratamento neoclássico dado aos processos de transformação tecnológica. Enquanto na economia tradicional a inovação constitui apenas um choque exógeno e pontual, cujo único efeito, após um processo de ajustamento por preços, é a estabilização de um novo equilíbrio, estas abordagens assumem que o processo inovativo é fundamental e inerente ao funcionamento do capitalismo moderno (Lundvall, 1992). Mesmo com o advento das teorias neoclássicas de crescimento, que passaram a incorporar o progresso técnico em sua análise, o foco nas condições de equilíbrio contraria a visão defendida por Schumpeter (1962) de que o capitalismo é, fundamentalmente, um motor de progresso econômico e tecnológico.

Influenciados por esta visão, pesquisadores como Lundvall, Freeman e Edquist, na Europa, assim como Nelson e Winter, nos EUA, trabalharam a partir da década de 70 em novas perspectivas econômicas sobre a inovação, dando atenção especial ao papel que a informação e o conhecimento exercem na economia (Lundvall, 1992; Cassiolato e Lastres, 2005; Sharif, 2005). Deste esforço acadêmico, ainda que heterogêneo e disperso, é possível identificar dois conceitos centrais na tradição sistêmica da inovação; a abordagem evolucionista, originada no trabalho seminal de Nelson e Winter (1982), e o conceito de sistemas de inovação (SI), que surge das análises independentes – ainda que relacionadas – de Freeman e Lundvall.

Além da influência schumpeteriana, o conceito de SI fundamentou-se em torno do trabalho de Friedrich List no século XIX, em especial na sua concepção de progresso técnico, formulada afim de advogar a favor do catch-up alemão no período (Freeman, 1995). Na contramão da análise quantitativa e estática empregada pela teoria neoclássica, List se utilizou de uma análise qualitativa e histórica, que considerava toda uma gama de fatores como influentes no processo inovativo, e que, portanto, caracterizava um sistema como o seu objeto de estudo. A abordagem evolucionista, por sua vez, concilia a visão sistêmica da inovação com conceitos da teoria de evolução biológica em sua análise econômica. Em um contexto onde firmas possuem racionalidade limitada e dependem da interação com outros agentes econômicos, suas escolhas se dão na forma de rotinas, reproduzidas e aprimoradas de acordo com sua memória organizacional, e que em geral se diferenciam das escolhas de outras firmas. Essas escolhas tendem a ser selecionadas – ou descartadas – de acordo com o ambiente econômico em que são tomadas.

É no contexto teórico em torno da visão sistêmica da inovação que nasce o conceito de sistemas nacionais de inovação (SNI), recorte original e mais geral da abordagem. O primeiro uso explícito do termo é creditado ao trabalho de Freeman sobre o Japão (Freeman, 1987), sendo posteriormente aprofundado em novos estudos (como Dosi et al., 1988; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997). Outras perspectivas de SI se seguiram, focando em diferentes recortes ou objetos. Destacam-se, além da análise setorial utilizada no presente trabalho, o recorte regional (Cooke et al., 1997; Braczyk et al.; 1998; Asheim e Isaksen, 2002), o recorte local (Cassiolato e Lastres, 1999; Lastres, Cassiolato e Maciel, 2003; De la Mothe Paquet, 1998) e a abordagem de sistemas tecnológicos (Carlsson e Stankiewicz, 1991).

Além da motivação teórica, importantes descobertas empíricas das décadas de 1970 e 1980 foram responsáveis pelo desenvolvimento da abordagem sistêmica da inovação. Essas descobertas evidenciaram em especial a importância dos processos interativos e de feedback

para a performance das inovações (Cassiolato e Lastres, 2005). O Projeto SAPPHO, estudo realizado pela Science Policy Research Unit (SPRU) da Universidade de Sussex, identificou que os fatores determinantes para o sucesso dos esforços inovativos eram as ligações das firmas a fontes externas de conhecimento científico e tecnológico, assim como o empreendimento em processos de interação e cooperação com usuários (Rothwell et al., 1974). Em par com este estudo, o Yale Innovation Survey, realizado nos Estados Unidos, demonstrou a importância da acumulação de competências internas e a relevância das fontes externas de conhecimento para esse processo. Além disso, a pesquisa demonstrou que a frequência e a intensidade das interações inovativas dependem significativamente de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento científico e tecnológico (Klevorick et al., 1995). O conceito de redes e interações sistêmicas (principalmente entre firmas e agentes externos ao mercado), fundamental para o desenvolvimento da nova abordagem dos sistemas de inovação, nasce em boa medida destas verificações empíricas.

Simultaneamente ao desenvolvimento no meio acadêmico, a inovação sistêmica teve uma inserção expressiva nas discussões de política econômica. A integração imediata a esse ambiente foi possível graças à atuação dos principais pesquisadores de inovação sistêmica na discussão de política em órgãos internacionais, especialmente na OCDE, e em alguns países europeus (Sharif, 2005). Freeman, por exemplo, trabalhou como consultor para a OCDE nos anos 1980, enquanto Lundvall participou do Directorate for Science, Technology and Industry (DSTI) da mesma organização, sendo diretor-adjunto entre 1992 e 1995.

Ademais, a complementariedade entre as abordagens evolucionista e de SI levou os seus principais proponentes a colaborarem tanto em estudos acadêmicos quanto de política. O trabalho conjunto de Freeman, Lundvall e Nelson em um projeto da International Federation of Institutes for Advanced Study (IFIAS) resultou em um livro (Dosi et al., 1988) com diversos capítulos sobre inovação sistêmica (Freeman, 1988; Lundvall, 1988; Nelson, 1988). Na produção do *Technical Change and Economic Policy*¹ (OCDE, 1980) por um grupo composto por Freeman, Nelson e outros, o caráter sistêmico da inovação já pôde ser observado (Cassiolato e Lastres, 2005). Já o Technology and Economy Programme (TEP), estabelecido em 1988 e focado em promover a integração entre políticas públicas e políticas de ciência e tecnologia, ajudou a ampliar a legitimação dos estudos de inovação junto aos países da OCDE (Lundvall, 1992). Para Lundvall (1992), a publicação de Dosi et al. (1988) e uma importante publicação

¹ O documento é destacado por sua inédita disputa às interpretações tradicionais para a crise dos anos 70. Nele, enfatizou-se o papel das inovações e das novas tecnologias da informação para a superação da crise (Cassiolato e Lastres, 2005)

do TEP de 1992 (onde caracterizava-se a inovação como um processo interativo), foram marcos fundamentais para lançar o conceito de SI nas esferas acadêmica e de política, respectivamente.

1.2.1 - A abordagem evolucionista

A teoria econômica evolucionista foi proposta inicialmente no estudo de Nelson e Winter (1982). Seu objetivo era proporcionar uma nova abordagem teórica para explicar os processos de transformação e crescimento econômico, em vista das dificuldades apresentadas pelos modelos ortodoxos de equilíbrio ao lidar com tais processos. A motivação inicial de uma visão evolucionista – inspirada em conceitos da teoria de evolução biológica – é o reconhecimento das firmas como agentes dotados de racionalidade limitada e em constante exposição a mudanças exógenas. Estes agentes, portanto, têm capacidade reduzida para julgar o que seria de fato uma estratégia ótima maximizadora, sendo muitas vezes incapazes de determinar a própria gama completa de escolhas passíveis de serem tomadas. Neste caso, firmas adotam caminhos diferentes para problemas em comum, com algumas escolhas revelando-se mais exitosas do que outras. Ao longo desse processo, aquelas alternativas de menor sucesso tendem a ser eliminadas, enquanto as de maior sucesso passam a ser mais amplamente adotadas.

A teoria econômica evolucionista foca sua análise nos processos de transformação econômica. Estes, por sua vez, são afetados principalmente pelo conhecimento e pelos processos de aprendizado. Assim, as competências das firmas e outros agentes se traduzem nas maneiras específicas de se acumular e usar conhecimento, e têm grande influência nos modelos organizacionais e no contexto institucional.

O ambiente onde os agentes atuam pode variar substancialmente, afetando suas competências e sua performance inovativa. Em especial, destacam-se diferenças nas condições de oportunidade tecnológicas (alguns setores podem ser intrinsecamente ligados aos avanços de pesquisas universitárias, outros aos esforços de P&D, e outros ainda a interações com fornecedores e usuários, por exemplo), a base de conhecimento das atividades inovativas, e também o contexto institucional. O aprendizado, o comportamento e as competências dos agentes, portanto, são limitados por estes elementos.

A teoria evolucionária dá ênfase também a aspectos cognitivos dos agentes, como crenças, objetivos e expectativas. Estes aspectos são afetados pela experiência passada e o ambiente onde os agentes se encontram (Nelson, 1995; Dosi, 1997; Metcalfe, 1998).

Em par com a visão evolutiva biológica, a abordagem concentra-se em dois tipos de processos econômicos que suscitam transformações, os processos de criação de variedade e os processos de seleção (Nelson, 1995; Metcalfe, 1998). A constante interação destes dois procedimentos afeta a dinâmica industrial, e é a base da heterogeneidade presente entre os agentes nos diferentes sistemas setoriais (Malerba, 2002).

Processos de criação de variedade referem-se a produtos, tecnologias, firmas e instituições, além de estratégias e comportamentos, e estão ligados a diferentes mecanismos. A própria inovação, por exemplo, gera variedade ao diferenciar produtos e processos. A entrada de novas firmas é também uma fonte de variedade, não só porque aumenta o conjunto de agentes que serão selecionados, mas porque, em geral, novas entrantes são motivadas pela crença de que possuem alguma vantagem sobre as firmas preexistentes. Ainda que muitas estejam erradas em suas expectativas e acabem falhando em alcançar a preeminência esperada, suas entradas no mercado significam a implementação de novos comportamentos e processos na economia (Metcalfe, 1998).

Outra fonte de variedade econômica é a dinâmica dos contextos institucionais. Novas instituições e organizações, como departamentos universitários especializados ou novos campos científicos e educacionais, aumentam a variedade e levam ao surgimento de novas tecnologias e conhecimentos (Malerba, 2002).

Em contraste com a criação de variedade, os processos de seleção são responsáveis por reduzir a heterogeneidade da economia. Eles afetam o crescimento e o declínio dos agentes, assim como a extensão de possíveis comportamentos e organizações (Malerba, 2002).

Em uma analogia à seleção natural, os processos de criação de variedade e de seleção na economia, portanto, são responsáveis pela dinâmica econômica, e procuram explicar por que certos agentes são eliminados e outros se perpetuam.

1.2.2 - A abordagem dos sistemas de inovação

Para a visão dos SI, o conhecimento é o principal recurso econômico. O aprendizado, processo pelo qual se acumula e se recombina conhecimento, é fundamentalmente interativo e social, inseparável do contexto cultural e institucional de onde ocorre, e indispensável ao processo de inovação. As firmas, portanto, não inovam isoladamente, e suas ações são influenciadas por instituições. Destes fundamentos segue-se que a inovação não é, como retrata

a economia tradicional, um fenômeno pontual e externo à economia, mas sim um processo endógeno, não-linear e cumulativo, fortemente ligado às instituições, políticas e manifestações culturais particulares ao espaço em que está inserido (Lundvall, 1992).

Na perspectiva de SI, parte substancial das inovações é desenvolvida a partir de novas combinações de conhecimento já existente. Essas recombinações se apresentam como melhorias incrementais, novas tecnologias e processos organizacionais, ou mesmo transformações radicais que podem tornar obsoleto parte do conhecimento previamente acumulado. Com isso, o processo inovativo é visto como fenômeno onipresente na economia, não sendo limitado aos centros de P&D no interior de empresas privadas (cuja atividade é denominada pesquisa na literatura de SI) ou aos estudos científicos realizados em centros acadêmicos (reconhecidos como atividades de exploração). São as atividades contínuas e rotineiras praticadas em diferentes etapas da produção, distribuição e consumo de produtos e serviços que servem como base para a aprendizagem de agentes e organizações do sistema inovativo. A experiência diária de trabalhadores das mais diversas áreas, do chão de fábrica ao escritório comercial, acumulada de maneira interativa e social, possibilita as recombinações de conhecimento que servem como importante input para a inovação.

Desta maneira, processos de aprendizagem, pesquisa e exploração estão continuamente presentes em quase todas as áreas e setores da economia – ainda que em diferentes velocidades e intensidades –, e têm como resultado novos produtos, novas técnicas, novas formas de organização e novos mercados (Lundvall, 1992).

A abordagem de SI admite duas definições, a restrita e a ampla. A primeira compreende as atividades de pesquisa e exploração, que, como explicitado acima, são realizadas por organizações como departamentos de P&D e universidades. Já a definição ampla, em par com a construção teórica apresentada neste trabalho, inclui também toda a estrutura produtiva e institucional da economia, do setor público ao sistema financeiro, que influencia os processos de aprendizado, pesquisa e exploração de um território nacional.

A análise quantitativa da inovação, que atende à definição restrita de SNI, tem seu foco na medição de gastos em P&D e de outputs de patentes. Freeman (1995) reforça a ideia de que esse enfoque é falho e incompleto. Estudando comparações qualitativas entre o Japão e a antiga União Soviética, e entre o Leste Asiático e a América Latina, o autor demonstra que diferenças institucionais em torno dos processos inovativos foram fundamentais para explicar a divergência nas taxas de crescimento destes países e regiões nos anos 1980.

É a partir deste ordenamento teórico que a abordagem dos SI procura explicar a significativa divergência nas taxas de crescimento econômico de diferentes países e regiões. Ainda que não se ignore o processo de globalização dos elementos econômicos e inovativos, o foco na dimensão nacional (ou regional) é defendido com base nas diferenças ainda muito presentes entre as estruturas de produção e os arranjos institucionais de diferentes territórios nacionais ou locais. Além disso, o setor público, ainda enraizado no interior do Estado-nação moderno, tem sua influência – inclusive aquela sobre os sistemas de inovação – em boa medida restrita às fronteiras nacionais.

Malerba (2006) argumenta que esta é a principal diferença entre a perspectiva nacional e a setorial dos sistemas de inovação. Enquanto na visão dos SNI os processos inovativos, seus estímulos e efeitos, estão razoavelmente bem delimitados pelas fronteiras nacionais, na perspectiva setorial os limites destes processos podem ter dimensões locais, nacionais ou globais, e muitas vezes possuem mais de uma dessas dimensões.

1.3 - O framework dos sistemas setoriais de inovação

O estudo das inovações ao nível setorial busca encontrar os padrões e determinantes da performance inovativa neste recorte, uma vez que a taxa e a natureza das inovações, assim como a organização das atividades inovativas, variam substancialmente entre setores. Além disso, os processos de catch up em termos de renda per capita estão usualmente associados à emergência de setores-chave (Malerba, 2006). É o caso, por exemplo, do setor da indústria química na Alemanha do século XIX (Murmann, 2003), ou dos setores de automóveis e eletrônicos no Japão ao longo dos anos 1970 (Goto e Odagiri, 1993).

Malerba (2002) identifica duas principais tradições da análise setorial; aquela relacionada à literatura econômica industrial e outra ligada à literatura evolucionista e da inovação sistêmica. Esta última, ainda que mais robusta empiricamente, seria muito mais dispersa e heterogênea. O enfoque dos sistemas setoriais de inovação (SSI) surge, então, como um framework multidimensional e integrado para complementar o estudo setorial.

Em geral, a literatura industrial recorre à análise de setores com limites estáticos, definidos por proximidades técnicas e de demanda, com foco exclusivo nas firmas e nas interações de mercado. Setores são analisados estruturalmente, a partir de variáveis como níveis de concentração e de integração vertical, em termos de sua dinâmica, como suas taxas de progresso técnico ou a presença de barreiras à entrada, e quanto às suas interações em termos

de comportamento estratégico. Desta tradição destacam-se o paradigma estrutura-conduta-desempenho (Bain, 1956), a teoria dos custos de transação (Coase, 1937), a teoria dos custos afundados (Sutton, 1991), e também estudos industriais econométricos e modelos de teoria dos jogos sobre interação e cooperação estratégica.

A abordagem de SSI, por sua vez, inclui na análise outros agentes de mercado, como usuários e fornecedores, além de agentes externos ao mercado, como universidades e agências governamentais. Foca em boa medida nas interações entre firmas e os atores externos ao mercado, e passa também a considerar os limites setoriais como dinâmicos e em constante transformação. Essa nova visão, desenvolvida principalmente por Malerba no final dos anos 1990, se baseia extensamente nas abordagens dos sistemas de inovação (SI) e da economia evolucionista.

1.3.1 - Definição e elementos-chave

Malerba (2005) apresenta uma definição concisa e completa do que é um sistema setorial de inovação:

Sectoral systems of innovation have a knowledge base, technologies, inputs and a (potential or existing) demand. They are composed of a set of agents carrying out market and non-market interactions for the creation, development and diffusion of new sectoral products. A sectoral system undergoes processes of change and transformation through the coevolution of its various elements. (Malerba, 2005, p. 66)

Assim, é possível identificar três elementos-chave de um sistema setorial; a sua base de conhecimento e tecnologia, seus agentes e redes, e as instituições que o afetam direta ou indiretamente.

1.3.1.1 - Conhecimento e Tecnologia

O conceito de regimes tecnológicos, originado nos trabalhos de Nelson e Winter (1977, 1982), assim como a noção relacionada de paradigmas e trajetórias tecnológicas (Dosi, 1982, 1988), assumem posição central na discussão dos sistemas setoriais. Um regime tecnológico define os limites do que as firmas podem alcançar em termos de solução de problemas, e identifica as “trajetórias naturais” aonde estas soluções podem ser encontradas (Malerba, 2005).

Malerba e Orsenigo (1990, 1993) definem um regime tecnológico como sendo uma combinação particular das seguintes propriedades fundamentais da tecnologia: condições de

oportunidade e apropriabilidade, graus de cumulatividade do conhecimento tecnológico, e características da base de conhecimento relevante.

As condições de oportunidade têm relação direta com os incentivos de se investir em inovação. Ambientes com alta oportunidade, por exemplo, experimentam inovações tecnológicas frequentes e importantes. Já as condições de apropriabilidade dizem respeito ao grau de proteção das inovações à imitação e, portanto, à capacidade de obter-se os lucros provenientes das atividades inovativas. Uma alta apropriabilidade sugere a existência de meios eficientes de proteger a inovação, enquanto um baixo nível de apropriabilidade remete a um ambiente caracterizado pela existência generalizada de externalidades (Levin et al., 1987).

Diferentes dimensões do conhecimento definem também os regimes tecnológicos. São elas a acessibilidade do conhecimento (a capacidade de ser absorvido pelas firmas), as suas condições de oportunidade associadas (setores podem estar mais ligados às pesquisas universitárias como fonte de conhecimento, ou então aos esforços interativos com outros agentes, etc.), e a sua cumulatividade (o quanto é possível gerar de novo conhecimento a partir do atual). Setores podem ser definidos por sua base de conhecimento específica, definida de acordo com as dimensões acima listadas, junto às suas tecnologias básicas e insumos (Malerba, 2002).

Conhecimento e tecnologia, como caracterizados por um regime tecnológico, restringem o grau de diversidade no comportamento e organização das firmas. Eles também tendem a divergir significativamente entre sistemas setoriais.

1.3.1.2 - Agentes e Redes

Setores são formados por agentes heterogêneos. Estes podem ser tanto organizações quanto indivíduos. Agentes individuais são consumidores, empreendedores, cientistas, policy makers, e outros. Organizações não são apenas firmas, mas também agentes externos ao mercado, como universidades, instituições financeiras e agências governamentais. As subunidades de uma organização podem ser tratadas como agentes, como áreas de P&D ou departamentos específicos de instituições, como o podem também os grupos formados por organizações, como associações industriais.

Estes agentes se caracterizam e diferem por processos de aprendizado específicos, competências, crenças, objetivos, estruturas organizacionais e comportamentos. Eles interagem por processos de comunicação, troca, cooperação, competição e comando.

As interações entre os agentes, compreendidas tanto dentro quanto fora do mercado, se diferem entre sistemas setoriais e regimes tecnológicos. Elas dão forma e impulsionam o processo inovativo. Para a abordagem evolucionista, que dá importante ênfase às interações e cooperações informais entre firmas, estas redes não se formam em ambientes incertos e dinâmicos porque os agentes são similares, mas justamente porque eles são diferentes. Desta maneira, redes atuam integrando complementariedades em bases de conhecimento, competências e especializações (Lundvall, 1993; Edquist, 1997; Nelson, 1995; Teubal et al., 1991).

1.3.1.3 - Instituições

Por fim, sistemas setoriais podem variar substancialmente em relação às suas instituições típicas. Instituições são normas, rotinas, hábitos, práticas estabelecidas, regras, leis, políticas, padrões, entre outros, que influenciam a cognição e a ação dos agentes, assim como suas interações. Estas instituições podem ser impostas aos agentes ou surgir das suas interações, podendo ser mais ou menos vinculativas e mais ou menos formais (como leis estabelecidas via o processo democrático, em contraste com tradições e convenções sociais históricas). Algumas instituições são nacionais e outras específicas a certos setores (instituições financeiras de setores específicos, por exemplo). Instituições afetam a taxa de mudança tecnológica, a organização da atividade inovativa e a sua performance (Malerba, 2006).

Malerba (2005) destaca as relações entre instituições nacionais e sistemas setoriais. As instituições nacionais que afetam direta ou indiretamente um setor podem ter características diferentes entre países, tendo efeitos distintos nos processos inovativos e, conseqüentemente, nos respectivos sistemas setoriais de cada país. Além disso, as instituições nacionais podem tanto favorecer determinados setores quanto restringir outros. Existem casos também em que as instituições de um sistema setorial importante (em termos de emprego, competitividade ou relevância estratégica) acabam sendo elevadas a instituições nacionais.

1.4 - A perspectiva dos países em desenvolvimento

Assume-se que, quanto a estímulos e efeitos, os sistemas setoriais de inovação ultrapassam o domínio das fronteiras nacionais. Entretanto, as particularidades de um sistema nacional de inovação podem tanto reforçar quanto atenuar os efeitos multidimensionais de um sistema setorial. Países com instituições, políticas e agentes integrados em um sistema nacional podem se beneficiar de características globais ou transnacionais presentes em um setor, quando comparados a países que não contam com esses fatores. Ao usar o conceito de SSI, portanto, é necessário levar em consideração as diferenças profundas entre países desenvolvidos e em desenvolvimento em relação a contextos institucionais, comportamentos e competências das firmas, e outros elementos-chave setoriais.

Em comparação aos países ricos, muitos países emergentes contam com instituições significativamente menos desenvolvidas e, em alguns casos, ausentes. Joseph (2009) argumenta que essas deficiências podem ter um impacto importante na performance de seus sistemas setoriais respectivos. Os efeitos da fraqueza institucional em países emergentes podem ser discernidos na fraca interação entre firmas privadas e centros de pesquisa públicos, na dependência de spillovers de tecnologia estrangeira, assim como nos esforços domésticos de P&D travados por evasão de capital humano. Mesmo quando um país emergente se destaca em um setor, a falta de instituições fortes pode levar ao enfraquecimento de outros setores complementares, cruciais para o desenvolvimento sustentável do primeiro.

Além disso, as trajetórias de desenvolvimento de países ricos e emergentes diferem-se profundamente. Com a remoção das barreiras comerciais e financeiras internacionais, as firmas estão hoje altamente expostas à competição internacional. As políticas de proteção às indústrias nascentes, amplamente usadas nos séculos XVIII e XIX pelos países atualmente desenvolvidos em seus processos de crescimento econômico e catch up (Chang, 2004), têm alcance limitado no contexto atual. O sistema internacional de patentes, recentemente instaurado, impossibilita as práticas de engenharia reversa e imitação utilizadas no passado. Por fim, a interação entre centros públicos de pesquisa e firmas, além de outros investimentos públicos nos sistemas setoriais, ficam limitados pelos regimes fiscais impostos a muitos países em desenvolvimento, focados principalmente em reduzir os déficits.

Na Índia, por exemplo, o avanço do setor de software coincidiu com a retração da indústria de hardware, pioneira entre os países emergentes. A partir de políticas de proteção à indústria nascente, o hardware indiano teve um expressivo desenvolvimento doméstico nas décadas de 1970 e 80 (Joseph, 2006). Entretanto, as competências e vantagens desenvolvidas

no setor de serviços de software na Índia, discutidas em maior profundidade no segundo capítulo desse trabalho, levaram o governo indiano a alterar o foco de sua estratégia para este setor, resultando na remoção das proteções tarifárias à indústria eletrônica durante a liberalização da economia indiana ocorrida nos anos 1990. A falta de competitividade externa causou a queda na performance do hardware experimentada no período, enquanto a indústria complementar de software, voltada principalmente para o mercado externo, produziu poucas ligações com a economia doméstica e, portanto, com o hardware indiano. Em contrapartida, o baixo desenvolvimento do setor doméstico de eletrônicos é responsável hoje, em parte, pela fraca demanda interna por software na Índia. Dessa maneira, as frágeis interações domésticas entre as indústrias de hardware e software, as restrições externas e outras deficiências do sistema nacional de inovação indiano tiveram importantes efeitos sobre o desenvolvimento dos setores de hardware e software.

O Brasil experimentou situação similar. Durante as décadas de 1970 e 1980 consolidou-se no país um sistema de inovação em telecomunicações bastante integrado, desenvolvido domesticamente sob políticas protecionistas e na forma de um monopólio estatal, que alcançava patamares de desenvolvimento comparáveis ao de certos países centrais. O processo de liberalização da década de 1990, entretanto, em um contexto de imposição da ideologia neoliberal e de reestruturações econômicas e fiscais nos países emergentes, acarretou um processo de privatização que desmantelou o sistema de inovação estabelecido em torno do capital e das competências nacionais (Szapiro, 2005). As privatizações e licitações contaram com a presença majoritária de operadoras estrangeiras, transferindo os centros de decisão e as compras de equipamentos para fora do país. Contrasta-se a situação do Brasil, por exemplo, com a reestruturação simultânea e bem-sucedida do setor de telecomunicações da Espanha, ocorrida em um contexto de imposição estrutural e fiscal muito diferente daquele imposto aos países emergentes. Ademais, como será discutido no terceiro capítulo desse trabalho, a demanda especializada e sofisticada do setor doméstico de telecomunicações contribuiu diretamente para o desenvolvimento do setor de software no Brasil, e, portanto, o fim do sistema de inovações em seu entorno teve impactos profundos no software brasileiro. Percebe-se dessa maneira que as competências produtivas e tecnológicas do país sofreram com as especificidades do seu posicionamento no sistema econômico internacional.

Dessa forma, ainda que o framework dos SSI seja válido, é necessário estar atento às especificidades dos países em desenvolvimento ao se analisar os seus sistemas setoriais. O grau de desenvolvimento de um sistema nacional de inovação terá impactos na performance de um

sistema setorial no país em questão, que, portanto, apresentará fatores e elementos-chave que contrastam com os de outros países mais avançados.

1.5 - Conclusão

Este capítulo apresentou o framework dos sistemas setoriais de inovação, que em seguida será utilizado para analisar o setor do software em dois países em desenvolvimento, a Índia e o Brasil. Foi resumida a trajetória da análise sistêmica da inovação que, em contraposição à teoria neoclássica e influenciada pela abordagem schumpeteriana, traz a informação e o conhecimento ao centro da análise econômica, afim de entender o processo dinâmico e sistêmico da transformação tecnológica na economia. Desta tradição, a abordagem dos sistemas setoriais sustenta-se nas importantes concepções da economia evolucionista e dos sistemas de inovação.

Ainda que o conceito de sistemas nacionais forneça uma perspectiva importante para a análise da inovação, os fatores inovativos não se restringem necessariamente à dimensão nacional. Os sistemas setoriais, por sua vez, fornecem um framework multidimensional e integrado para esta mesma análise, possibilitando estudos estruturados – e, portanto, mais consistentes entre si – dos processos de inovação dentro de um setor.

Por fim, chamou-se atenção para possíveis problemas na aplicação desse framework no estudo de países emergentes. Ainda que se lance mão da análise sistêmica setorial, é preciso estar atento às especificidades dos países em desenvolvimento. Suas profundas diferenças em relação aos países desenvolvidos, que podem ser entendidas na dinâmica diferenciada de seus sistemas nacionais de inovação, têm impactos na performance de um sistema setorial.

CAPÍTULO 2 - O SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM SOFTWARE NA ÍNDIA

2.1 - Introdução

Neste capítulo, procura-se apresentar o SSI em software na Índia, em especial sua trajetória evolutiva particular e seus elementos-chave. A seguir será brevemente descrito o contexto do software na Índia, para depois aprofundar-se na evolução do setor. Ademais, serão destacados os elementos-chave do sistema setorial e suas interações. Por fim, serão apresentados elementos da dinâmica atual do software na Índia.

2.2 - Contexto

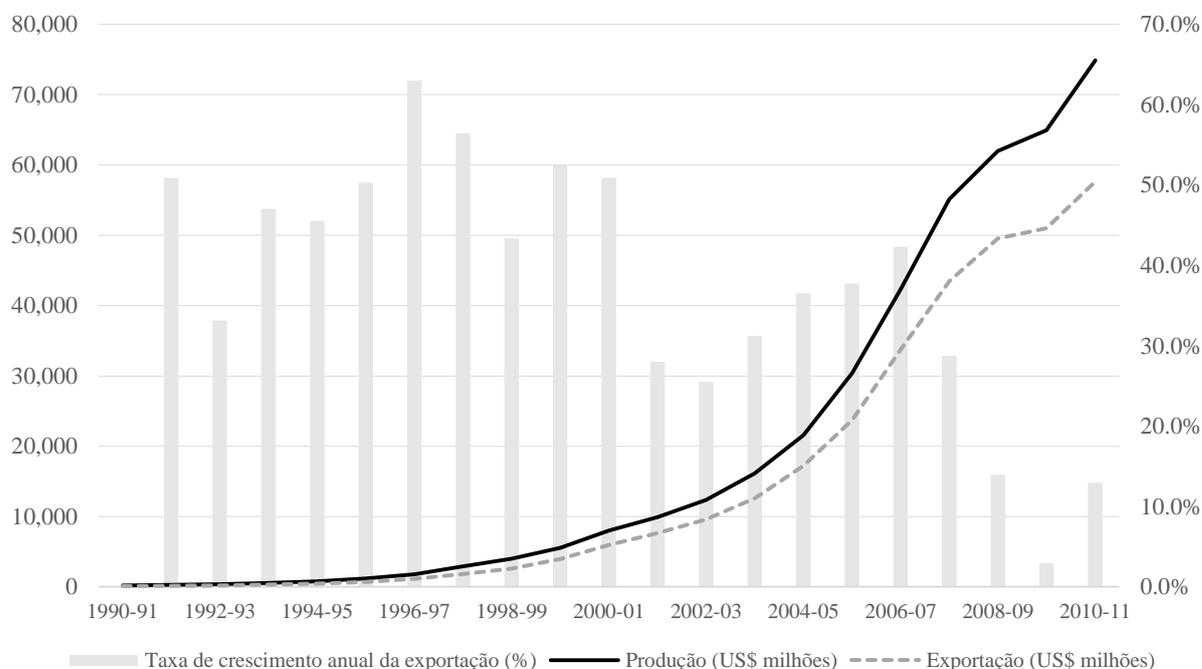
O setor de software indiano é um dos principais exemplos entre países emergentes de inserção global exitosa em atividades intensivas em conhecimento. A indústria, que soma a produção de software produto, software embarcado e serviços, viu sua receita subir de US\$ 0,83 bilhões em 1994-95, para mais de US\$ 140 bilhões em 2016. O software é responsável hoje por mais de 7% do PIB indiano (NASSCOM, 2017).

Essa performance é em boa parte derivada das exportações. O crescimento anual composto (CAGR) das exportações de software da Índia ultrapassou 40% nos anos 1990, e foi pouco abaixo de 25% na primeira década do século XXI, apesar dos impactos causados pela crise de 2008 (Joseph, 2014). A tendência anual desses dois períodos pode ser observada na Figura 2.1. A participação do software no total exportado praticamente dobrou de 7,7% em 2000-01 para 14,8% em 2009-10 (Governo da Índia, 2012). Em 2016, mais de 3,7 milhões de profissionais eram empregados pelo setor (NASSCOM, 2017), em comparação aos 160.000 empregados em 1996. Prontamente, esse resultado sem precedentes na economia indiana chamou a atenção da literatura econômica e foi bem documentado ao longo dos anos.

Conquanto seja visível o sucesso da Índia em torno do software, setor intensivo em conhecimento e central ao atual paradigma tecno-econômico, é importante ressaltar que a inserção do país nesse mercado se deu principalmente em atividades de menor valor agregado. A vantagem da Índia concentrou-se na exportação de serviços de software, e mais

especificamente em atividades de baixo valor como codificação, manutenção e testes. Ao longo das duas últimas décadas, estes serviços responderam por quase 70% das exportações de software, enquanto atividades de maior valor agregado, como o software produto e os serviços de engenharia, apresentaram participação mais modesta, em torno de 5% (Mani, 2014).

Figura 2.1: Produção e exportação de software na Índia (1990-01 até 2010-11)



Fonte: *Electronics and Software Export Promotion Council, Statistical Year Book*, diferentes anos. “Software” inclui software produto, serviços de software e Business Process Outsourcing (BPOs). Elaborado a partir de Joseph (2014).

Ainda assim, há indícios claros de que a Índia aproveitou o potencial apresentado pelo software para impulsionar seu desenvolvimento econômico e se inserir em um mercado internacional de alta tecnologia, e também de que procura alcançar posições mais altas nas cadeias de valor das indústrias de TI. As firmas de software indianas direcionam suas operações e exportações para mais de 170 países, e contam em sua base de clientes com as maiores empresas transnacionais do mundo. A credibilidade do setor de software indiano é exemplificada pelos processos de *takeover* de firmas de TI estrangeiras pelas firmas indianas, assim como a difusão de inovações organizacionais e gerenciais da Índia para fora (Joseph, 2009).

2.3 – Evolução do setor

No início da década de 1970, ao constatar o potencial do software enquanto indústria e seu peso nas contas externas, o governo indiano atuou para desenvolver as exportações do setor

a partir do Departamento de Eletrônica (DOE) (Athreye, 2005). Até a metade da década de 1980, entretanto, a estratégia adotada era de prover complementariedade à indústria doméstica de hardware, em um contexto de forte regulamentação externa.

Neste período, marcado pela saída da IBM do mercado indiano em protesto ao *Foreign Exchange Regulation Act* (FERA) – que obrigava a empresa a diluir suas participações de capital próprio para 40% –, novas oportunidades surgiram para a criação de competências em software. Com o espaço aberto para a produção doméstica de hardware e para novas empresas estrangeiras de computação, cresceu substancialmente a necessidade de conversão de software entre diferentes sistemas de computadores, assim como de manutenção dos códigos obsoletos (*legacy codes*), especialmente dos mainframes da IBM. Além das várias firmas indianas que se especializaram nestes serviços, o governo indiano comprou a IBM Índia, passando a se chamar *Computer Maintenance Company* (CMC), que acumulou suas competências.

Ao final da década de 1980, os mercados de computação foram marcados pela queda dos preços de hardware e pela transição dos mainframes para a arquitetura *client-server*. O impacto da nova tecnologia para as firmas de software se deu de duas maneiras. Em primeiro lugar, diminuiu as barreiras e os custos da indústria por ser mais flexível e menos intensiva em capital do que a tecnologia anterior. Em segundo, gerou uma crescente demanda por software personalizado. Especificamente para a Índia, as competências criadas em torno da manutenção de sistemas obsoletos (*legacy systems*) como os mainframes, assim como de conversão entre linguagens e arquiteturas diferentes, tornou-se uma vantagem importante no mercado de software do período (Athreye, 2005). A política de software de 1986 substituiu então a estratégia anterior de complementar a indústria doméstica de hardware, e possibilitou o desenvolvimento independente do setor de software.

Nos anos 90, dois fenômenos contribuíram para um substancial crescimento da demanda mundial por software, o problema Y2K e o boom das empresas de internet. Com a aproximação do novo milênio, firmas precisavam garantir que seus programas e aplicativos não teriam problemas técnicos relacionados à nova numeração anual. Assim, a Índia atuou como a principal provedora de soluções Y2K, já que era o único país com mão-de-obra extensa o suficiente para o trabalho massivo de reescrever um número elevado de linhas de código (Lee et al., 2014).

Ao longo do boom da Internet, indivíduos indianos se posicionaram como importantes empreendedores, gestores técnicos e gerentes, principalmente nos EUA. Muitos, devido ao

sucesso nos seus respectivos empreendimentos, se transformaram em financiadores de capital de risco, primeiro no Vale do Silício e depois na Índia (Gonzalo e Kantis, 2017). A indústria de serviços de TI indiana certamente lucrou com essa ampliação de credibilidade. Mesmo com o estouro da bolha dotcom, o setor continuou crescendo, agora amparado pelo outsourcing das empresas norte-americanas que se viam obrigadas a cortar custos de serviços e P&D internos (Lee et al., 2014).

A aproximação comercial da Índia com os EUA no período e nas décadas seguintes merece destaque. A ampliação do outsourcing norte-americano a partir dos anos 1980 configura um fator crucial para a performance do software indiano, já que, sem a contínua demanda mundial pelos serviços de software, as competências de firmas indianas seriam insuficientes para impulsionar o setor, cuja atividade doméstica era ainda muito reduzida. Além da disponibilidade de profissionais de língua inglesa na Índia e da presença de indianos na cena empreendedora norte-americana, a diferença de 12 horas entre o fuso dos dois países contribuiu para a interação exitosa em torno dos serviços de software, já que o dia de trabalho indiano é naturalmente estendido pelo dos EUA.

Essas transições tecnológicas e econômicas, desde a diminuição dos custos de entrada nos mercados de computação até a elevação da demanda global na forma dos processos de offshoring, seriam fundamentais para abrir o mercado de serviços de software para os países emergentes (Lee et al., 2014).

A Índia alcança a liderança internacional desse mercado em 2005, posição que conseguiu expandir e que mantém até hoje (Mani, 2014). A liderança inicial dos EUA, o primeiro player e principal mercado de software, foi substituída pela Irlanda na década de 90 devido ao aumento dos custos de se produzir domesticamente. Entre os anos de 1995 e 2005, a partir de esforços de offshoring, as diversas filiais de transnacionais estrangeiras instaladas no país expandiram substancialmente suas exportações. A concentração da produção fora das firmas domésticas, entretanto, enfraqueceu a liderança irlandesa.

Com novos aumentos nos custos de se produzir software internamente nos anos 2000, a disponibilidade de mão-de-obra qualificada a preços competitivos na Índia, aliada ao acúmulo de competências e a produtividade das firmas indianas na área, provocaram em 2005 a nova transição de liderança no mercado (Mani, 2014).

É importante ressaltar que esta transição se deu em um contexto institucional e de política econômica diferente daquele dos anos 1970 e 80. A crise indiana da balança de pagamentos em 1991 levou à adoção de regulações mais liberais, incluindo a substituição do FERA e um afrouxamento das barreiras ao Investimento Direto Externo. Coincidindo com a aceleração da demanda mundial por software, o período de liberalização experimentou um grande afluxo de transnacionais estrangeiras para a Índia, incluindo a volta da IBM (1992), a chegada da Oracle (1993), da Cisco (1995) e de outras grandes corporações mundiais de TI.

Mesmo neste período, políticas ativas do governo indiano proveram suporte ao setor de software, como a já citada política de 1986 e a iniciativa dos Software Technology Parks of India (STPI) de 1988. Ao longo dos anos 1990, os impostos sobre a importação de software foram reduzidos e isenções fiscais foram oferecidas a firmas do setor.

O início dos anos 2000 foi marcado por uma consolidação do setor de software na Índia, com a adoção de grandes projetos de outsourcing pelas firmas líderes domésticas (Athreye, 2005). A literatura econômica aponta a recente tendência inovativas das firmas indianas, assim como seus movimentos à procura de posições mais altas nas cadeias de valor das indústrias TICs, principalmente nos serviços de software. Esta dinâmica será discutida na seção 2.5.

2.4 - Elementos-chave do sistema setorial

Entre os fatores relevantes para o sucesso da Índia no setor destaca-se a ampla disponibilidade de profissionais de TI qualificados (majoritariamente engenheiros), de língua inglesa e de baixo custo. Outro fator essencial seriam as políticas ativas do governo indiano, tanto ao nível central quanto estadual, focadas em incentivar os setores ligados às TICs e em particular os serviços de software. A demanda externa por software foi também um condutor de extrema importância para a oportunidade da Índia de inserção no mercado de software. Ademais, evidenciam-se os empreendedores, as firmas e as associações industriais que ajudaram a moldar o setor. Por fim, é dada ênfase também às interações entre agentes indianos e os mercados internacionais, principalmente o norte-americano, na forma da diáspora indiana para o Vale do Silício e nas relações comerciais das firmas domésticas com transnacionais estrangeiras líderes em suas respectivas áreas.

Cada um destes fatores será discutido a seguir. Em par com a análise dos SSI, chama-se atenção aqui para os elementos-chave que compõe o sistema setorial de inovação em software na Índia.

2.4.1 - Agentes

2.4.1.1 - Profissionais de TI e instituições de educação ou formação técnica

Argumenta-se que foram dois os fatores determinantes para a entrada da Índia como um player competitivo no mercado internacional de software, no contexto da crescente demanda mundial provocada pelo crescente processo de outsourcing norte-americano. Por um lado, a ampla disponibilidade de mão-de-obra qualificada a baixo custo, vantagem absoluta da Índia em relação aos outros países (Heeks, 1996). Por outro, e fundamental para a competitividade do software indiano, a maior produtividade do setor frente à manufatura indiana, e sua vantagem relativa em relação aos demais países (Athreye, 2005). Athreye (2005) estima que na Índia a produtividade na indústria de software era duas vezes maior do que na manufatura em 2001, enquanto nos EUA esse diferencial de produtividade era de apenas 1,3 vezes.

Políticas educacionais adotadas pelo governo a partir dos anos 1970 possibilitaram estas vantagens. Cursos de graduação e pós-graduação em ciência da computação foram criados nesta década nos *Indian Institutes of Technology* (IITs), com apoio do DOE (Joseph, 2009). Nos anos 1980 e 1990, o *Computer Manpower Development Programme* lançou novos cursos em mais de 400 instituições educacionais, que produziram em torno de 15.000 profissionais de software até 1996 (Heeks, 1996). O DOE promoveu também treinamentos em desenvolvimento de software fora do ambiente acadêmico, em organizações como o *National Centre for Software Technology* (NCST) e o *Centre for Development of Advanced Computing* (C-DAC).

O setor privado também teve importante papel no treinamento de software. Desde a década de 1980 firmas passaram a oferecer cursos na área, e hoje já atuam em diversos países (Joseph, 2009). Além disso, as maiores empresas de software investiram consideravelmente em capacitação através de treinamentos internos (Joseph, 2009; Lee et al., 2014).

Para aumentar a qualidade e nivelar os cursos oferecidos nas áreas de TI, o DOE passou a oferecer certificações e a padronizá-los. Criou ainda novas instituições como o *National Institute of Information Technology*, com participação da indústria, para fazer frente à escassez de profissionais durante aceleração da demanda de software na década de 1990.

A credibilidade das competências indianas junto ao mercado internacional reforçou as oportunidades de entrada no setor de software. Entretanto, a concentração das atividades em núcleos voltados para a exportação limitou as ligações verticais com o mercado doméstico de software e o resto da economia indiana (Joseph, 2014). Efeitos adversos dessa configuração

incluem a fuga de profissionais para o exterior e a competição interna entre firmas de software e outras firmas indianas, que por sua vez resulta no afluxo de mão-de-obra qualificada para o setor de software e o aumento do salário neste. A queda na taxa de crescimento da manufatura indiana, portanto, estaria pelo menos em parte ligada ao boom de exportações da indústria de software.

2.4.1.2 - Empreendedores e financiadores de capital de risco

O papel dos empreendedores indianos em identificar as oportunidades no setor de software, principalmente aquelas de exportação, é bem documentado na literatura (Athreya, 2005; Joseph, 2009; Mani, 2014). Já na década de 1970, com a saída da IBM do mercado indiano em protesto ao FERA, ex-funcionários da gigante norte-americana criaram empresas empreendedoras de computação, ajudando a manter viva a demanda pelas competências relacionadas à programação e ao software (Athreya, 2005). Algumas das firmas mais dinâmicas do setor, como a Infosys e a HCL, que mais tarde se consolidariam como líderes mundiais, foram criadas por empreendedores indianos com experiência anterior nas áreas de TI, sendo tão proeminentes entre as firmas líderes quanto as firmas tradicionais. Em 2001, por exemplo, firmas empreendedoras eram responsáveis por quase 37% das vendas de TI (Athreya, 2005).

Outros agentes importantes para o desenvolvimento do setor de software indiano foram os financiadores de Venture Capital (VC). A indústria de VC na Índia teve um desenvolvimento significativo desde os anos 1970, sendo conduzida ativamente pelo setor público até o período de liberalização, nos anos 1990, quando cresceu a participação privada na atividade, apoiada por regulações e incentivos do governo (Gonzalo e Kantis, 2017).

Na década de 1990 e início dos anos 2000, os mesmos fatores que favoreceram o crescimento do setor de software deram ímpeto ao financiamento de risco na Índia. O intenso processo de outsourcing, principalmente dos EUA, demandava recursos financeiros para os empreendimentos do setor. Neste período, agentes públicos e privados criaram a *Indian Venture Capital Association* (IVCA), enquanto o *Securities and Exchange Board of India* (SEBI) foi reforçado como autoridade regulatória, atualizando e simplificando as regulações e os procedimentos voltados às firmas de VC.

O papel dos indianos não-residentes foi central no setor de software indiano, tanto para o empreendimento quanto para o financiamento de risco. Estes indivíduos formaram um substancial movimento migratório, reconhecido como a Diáspora Indiana, que começou com a

emigração de estudantes e profissionais à procura de melhores condições de emprego a partir do pós-guerra. Muitos destes indianos chegaram aos EUA, formaram-se como engenheiros e técnicos, e foram empregados por firmas de alta tecnologia. Parte importante deste movimento acabou ingressando no ecossistema empreendedor do Vale do Silício dos anos 1980 e 90, e posteriormente pôde redirecionar para a Índia o conhecimento adquirido sobre o mercado e o financiamento necessário para empreendimentos de software. Em outros casos, indianos-americanos voltaram à Índia, em um movimento contrário à diáspora anterior, para criar novas firmas de software. Esta interação entre indianos nos EUA e empreendedores na Índia foi de fundamental importância para a transferência de novas ideias, mercados e capital de risco, em especial para o setor de serviços de software (Mani, 2014; Gonzalo e Kantis, 2017).

2.4.1.3 - Firms

O principal fator para a manutenção da liderança indiana nos serviços de software foi a concentração de firmas domésticas no setor (Mani, 2014). Ao contrário da Irlanda, onde a liderança nos serviços de TI entre 1995 e 2005 foi mantida graças às operações das transnacionais estrangeiras instaladas no país, as firmas domésticas dominam o mercado de software indiano. Ainda que a presença de firmas estrangeiras, em especial norte-americanas, seja visível no setor de software da Índia, metade das dez maiores exportadoras atuando no país era indiana em 2015-16, inclusive as três principais (Tabela 2.1).

Tabela 2.1: Top 10 exportadoras de software na Índia em 2015-16

Nº	Empresa	Origem	Exportações (US\$ milhões)
1	Tata Consultancy Services LTD	Índia	12.409
2	Infosys LTD	Índia	8.709
3	Wipro LTD	Índia	5.683
4	Cognizant Technology Solutions India PVT LTD	EUA	3.605
5	Tech Mahindra LTD	Índia	2.987
6	Accenture Services PVT LTD	EUA	2.733
7	IBM India PVT LTD	EUA	2.387
8	Oracle Financial Services Software LTD	EUA	875
9	Larsen & Toubro Infotech LTD	Índia	799
10	Cisco Systems India PVT LTD	EUA	719

Fonte: *Electronics and Software Export Promotion Council* (2017)

Conquanto a política ativa do governo indiano tenha sido essencial para o desenvolvimento do setor de software, as firmas e o empreendedorismo doméstico tiveram importante parcela nesse esforço. Mesmo sob a restrição de gargalos de infraestrutura física (principalmente nas telecomunicações), práticas burocráticas e certas políticas externas desfavoráveis, como impostos sobre a importação de software e compromissos de exportação a serem pagos ao governo, firmas e empreendedores conseguiram assegurar sucessos no setor de software. Uma vez alcançado e demonstrado o potencial do setor, o governo passou também a responder com medidas de suporte (Athreye, 2005; Mani, 2014).

Algumas destas respostas, como os STPs e as zonas econômicas especiais, ajudaram a estruturar o setor de software indiano em clusters concentrados geograficamente, como em Bangalore, principalmente, e em Mumbai. Por um lado, este processo de clusterização forneceu economias de aglomeração, com spillovers tecnológicos e outros efeitos positivos, principalmente direcionados das transnacionais estrangeiras para as firmas domésticas. Por outro, a concentração territorial de núcleos de exportação diminuiu as potenciais ligações com o resto da economia doméstica (D'Costa, 2003).

2.4.1.4 - Associações industriais

Outros agentes fundamentais para o sucesso do software na Índia foram as associações industriais. A NASSCOM, a principal e mais proativa, foi criada em 1988 e hoje conta com mais de 2,200 firmas, que são responsáveis por 90% das receitas no setor.

Os dois principais papéis da NASSCOM foram a intermediação entre a indústria e o governo indiano, e a projeção da imagem da Índia para o mercado internacional de TI (Joseph, 2009). Além disso, a associação realizou esforços para facilitar a emissão de vistos para países desenvolvidos em nome de profissionais da indústria, assim como para combater a pirataria de software no país.

2.4.2 - Políticas públicas

A evolução da política econômica indiana da segunda metade do século XX pode ser dividida em duas partes. Do pós-guerra até o início dos anos 1990, a Índia viveu um período de forte regulação estatal, no que ficou conhecido como o modelo Nehru-Mahalanobis. A partir da crise externa de 1991, esforços de liberalização culminaram no que hoje é conhecido como

o modelo Rao-Manmohan, que liberou o fluxo de capital externo e relaxou políticas protecionistas.

Ao constatar que a forte intensificação no crescimento da receita do setor de software ocorreu em meados da década de 90, seria razoável concluir que o sucesso da indústria foi consequência da liberalização econômica (ver, por exemplo, Ghemawat e Patibandla, 2000). O software indiano, entretanto, ocupava já no final dos anos 1980 importante posição internacional e as firmas que posteriormente se tornariam líderes já estavam bem estabelecidas no mercado. Ademais, as políticas anteriores eram assoladas por diversos problemas, entre eles a regulação excessiva, as limitações à entrada de firmas domésticas em certos setores, os altos níveis de proteção tarifária, e a restrição contra a entrada de competidoras estrangeiras. A liberalização reverteu todas estas questões. O software, entretanto, por ser uma indústria de serviços cujo mercado doméstico era praticamente não existente, não se beneficiou integralmente dessas novas políticas liberais. O setor não se encaixava no âmbito do licenciamento tecnológico (relaxado durante a liberalização para setores manufatureiros), e não auferia qualquer ganho da proteção alfandegária. Desta maneira, os impactos da liberalização no setor do software indiano foram concentrados apenas na diminuição dos impostos sobre a importação de insumos e no fim da restrição à competição externa (Athreye, 2005).

A Tabela 2.2 lista as políticas adotadas no final do século XX que moldaram o sistema setorial do software indiano. Não estão incluídas, entretanto, as políticas educacionais já discutidas na seção 2.4.1.1, nem o FERA, citado na seção 2.3.

Como já mencionado, o governo indiano tratou a indústria do software como um complemento à indústria doméstica de hardware até 1986. Entretanto, enxergava-se o setor também como uma potencial fonte de divisas e com posição importante na balança comercial. As políticas do período, portanto, foram paradoxais ao restringir as importações de equipamento e adotar tarifas protecionistas, ao mesmo tempo que se esperava aquecer o mercado de software para exportação (Athreye, 2005).

As políticas de exportação de software (1981) e de computação (1984) tentaram incentivar o desenvolvimento de software a partir da capacidade computacional doméstica. O imposto sobre a importação de equipamentos computacionais foi elevado de 40% para 100% em 1981, passando para 60% em 84.

Apenas em 1986, com a nova política de software, os impostos foram removidos e o setor pôde crescer independente da indústria de hardware. Alguns problemas persistiam, como os impostos sobre importação de software e os compromissos de exportação a serem pagos ao governo, que favoreciam as firmas de maior porte (Athreye, 2005).

O setor se beneficiou de políticas ativas de inovação, em especial a iniciativa dos *Software Technology Parks* (STPs) de 1988. Focando nos gargalos de infraestrutura em telecomunicações, a iniciativa facilitou o acesso a essas redes para firmas de pequeno porte que exportavam software. Os STPs também proporcionavam outros serviços e estruturas que diminuíram o custo de produção e criaram centros regionais voltados para a atividade de exportação de software. Em particular, a criação dos STPs possibilitou o desenvolvimento de competências domésticas de software em polos específicos para esta atividade, proporcionando economias de aglomeração.

Ao longo dos anos 1990, o setor de software indiano recebeu novos incentivos. A liberalização levou ao fim dos compromissos de exportação nos STPs, a redução de impostos sobre a importação de software (1992-95) e isenção do imposto de renda na exportação de software (1993-99).

Tabela 2.2: Políticas que afetaram o setor de software indiano (1972-99)

Política e ano	Efeitos no setor
Regime de Exportação de Software, 1972	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permitiu a importação de hardware para a exportação de software, na condição de que o preço da importação fosse recuperado por ganhos no balanço comercial em 5 anos.
Liberalização de políticas relacionadas à indústria de software, 1976	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impostos sobre a importação de hardware foi reduzido de 100% para 40%. ▪ Maior agilidade na análise de pedidos de exportação de software ▪ Software passa a receber incentivos de exportação, incluindo a localização em Zonas de Processamento de Exportação. ▪ Indianos não-residentes podem importar software com propósito de exportar, contanto que exportasse 100% da produção decorrente.
Política de Exportação de Software, 1981	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impostos sobre a importação de hardware aumentam para encorajar o uso de computadores domésticos. ▪ Firms podem importar hardware para escrever software tanto para produção doméstica quanto para exportação. ▪ Exportadores de software podem importar também computadores “alugados”.
Política de Computação, 1984	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Procedimentos de importação simplificados. ▪ Impostos sobre importação de hardware reduzidos de 100% para 60% para desenvolvedores de software. ▪ Firms de software passam a ter acesso mais fácil ao mercado cambial. ▪ Isenção do imposto de renda sobre valor exportado líquido reduzido de 100% para 50%. ▪ Procurou-se promover as exportações de software a partir de redes internacionais de comunicação baseadas em satélite, e a rede nacional de computadores Indonet foi disponibilizada para exportações do setor público e de firmas pequenas.
Política de Software, 1986	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crescimento do setor de software tomado pela primeira vez como independente do crescimento do setor de hardware doméstico. ▪ Liberalização das importações de hardware e fim dos impostos sobre hardware para exportadores de software. ▪ Entretanto, as condições para importação de hardware se intensificam: compromisso de exportação aumentam, a ser pago ao governo em quatro (ao invés de cinco) anos. Uma multa também passa a ser imposta no caso de não cumprimento do compromisso de exportação. ▪ Imposto sobre importação de software sobe para 60%. ▪ Compromissos especiais de exportação controlam o uso de redes dedicadas via satélite.

Tabela 2.2 (Continuação)

<i>Software Technology Parks of India</i> (STPs), 1988	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entidades autônomas estabelecidas abaixo do Departamento de Eletrônica com o objetivo de encorajar e apoiar exportadores de software de pequeno porte, dando isenção fiscal para firmas 100% orientadas à exportação (durante cinco anos entre os oito primeiros anos de operação). ▪ Firms têm à disposição espaços de escritório e equipamento computacional, acesso a redes de alta velocidade via satélite e fonte ininterrupta de eletricidade. ▪ STPs também oferecem serviços como certificações para importação, valoração de software, aprovação de projetos, análise de mercado, apoio em marketing e treinamentos, e um sistema de balcão único (<i>single window clearance</i>) para projetos. ▪ São conectados por uma rede integrada, então assinantes podem alugar canais ponto-a-ponto e ter acesso à Internet com seu próprio número TCP/IP, disponibilizando assim e-mail, log-in remoto, serviços de transferência de arquivos e acesso à World Wide Web ▪ Compromissos de exportação se aplicam às firmas nos STPs que usam infraestrutura de telecomunicações
Nova Política Econômica, 1991	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desvalorização e conversibilidade parcial da rupia ▪ Fim da taxa sobre câmbio para viagem ▪ Redução nas cobranças por uso das redes via satélite ▪ Remoção dos compromissos de exportação nos STPs ▪ Redução dos impostos sobre importação de hardware
Impostos sobre importação de software, 1992–95	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução para 20% em software aplicativos e para 65% em software de sistemas em 1994 ▪ Redução para 10% em ambos em 1995
Isenção de imposto de renda, 1993–99	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exportação de software passa a ser isento de imposto de renda

Fonte: adaptado de Athreye (2005), p. 18

2.4.3 - Interações e redes em P&D

Desde os anos 1970, governo indiano foi ativo também no apoio ao desenvolvimento de P&D no setor de software, em instituições como os IITs e certas universidades, e através de programas como o *Technology Development Council* (Joseph, 2009). O governo também estimulou pesquisas na área através de incentivos fiscais e, em menor escala, financiamentos diretos. Resultados tangíveis desses esforços podem ser encontrados na atual infraestrutura de telecomunicações e internet, em boa parte influenciada por competências desenvolvidas no *Tata*

Institute of Fundamental Research (TIFR) durante a década de 1980, no desenvolvimento do primeiro supercomputador indiano – Param – pelo C-DAC, e no papel destes institutos de pesquisa na formação de mão-de-obra qualificada para o mercado de TI.

Além do governo, diversas transnacionais estrangeiras instalaram centros de P&D na Índia. Entre 1998 e 2003, por exemplo, 400 grandes empresas norte-americanas adotaram esta atividade em território indiano e um investimento total de US\$ 1,13 bilhões entrou no país voltado para P&D (TIFAC, 2004).

A Índia tem participação expressiva na criação de patentes junto ao *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), e em 2013 as patentes de software somavam mais de 50% do total indiano (Mani, 2014). As transnacionais estrangeiras, como a Microsoft, a Cisco, a Adobe e a SAP, por exemplo, são a principal fonte destas patentes. A participação das firmas indianas, entretanto, cresceu ao longo da última década. Enquanto em 2008 foram apenas 17 patentes criadas por estas empresas domésticas, em 2013 o número já era de 100 patentes, sendo 59 criadas pela Infosys (Mani, 2014).

2.5 - Dinâmica e novos espaços nas cadeias de valor

O setor de software indiano, ainda que tradicionalmente concentrado na exportação de serviços de menor valor agregado, vem demonstrando sinais de ascensão nas cadeias globais de valor, principalmente a partir dos anos 2000. Firms indianas têm presença hoje em áreas intensivas em conhecimento, como design de microchips e serviços de P&D, se afastando dos serviços de *Business Process Outsourcing* (como call-centers e aplicações internas aos negócios dos clientes) e criando competências em *Knowledge Process Outsourcing* (que incluem serviços de alto valor agregado, como serviços de pesquisa e engenharia).

A seguir, analisamos os processos de transformação que o setor experimentou nas últimas décadas.

2.5.1 - Expansão das áreas de expertise e especialização em software produto

A demanda mundial por software foi guiada nos anos 1990 pela transição para a arquitetura client-server, o problema Y2K e o crescimento das dotcom, mas sofreu uma desaceleração nos primeiros anos do novo milênio. As firmas indianas, entretanto, conseguiram com sucesso executar a transição para outras áreas de expertise, com destaque para as áreas

bancária, de seguros e finanças, e diversificaram-se em tecnologias ligadas à Internet e ao e-commerce (Joseph, 2009).

Firmas indianas também demonstram ter criado competências no desenvolvimento de software produto. A orientação para o exterior e o crescimento do profissionalismo dessas firmas levaram à procura por alinhar seus processos com os padrões globais e obter certificações internacionais (Joseph, 2009). Além do acúmulo de capacitações, a disponibilidade de mão-de-obra qualificada, o acesso ao financiamento de risco e medidas do governo de combate à pirataria contribuíram para criar um ambiente propício ao desenvolvimento de software produto (Joseph, 2014).

Firmas indianas líderes como a Infosys e a Tata Consultancy Services (TCS) introduziram importantes produtos no mercado, principalmente voltados ao mercado interno. Ao mesmo tempo, a Internet facilitou a criação de lideranças e a distribuição de produtos até entre firmas pequenas. Entre 2005 e 2011, a participação do software produto cresceu quase 8 pontos percentuais entre as vendas domésticas de software (Joseph, 2014).

2.5.2 - Processos de F&A

O surgimento de transnacionais indianas de TI e o processo de *takeover* de outras firmas do setor é outro indicativo das transformações ocorridas na indústria do software na Índia. A TCS é uma das empresas mais ativas neste processo, tendo comprado a indiana CMC em 2002, ganhando acesso a uma base maior do mercado doméstico, assim como a australiana Financial Network Service (2005) e a suíça TKS Teknosoft (2006), adquirindo importantes competências em serviços financeiros para montar seu portfólio de soluções, entre outras aquisições (Lee et al., 2014).

O valor das compras de F&A externas realizadas por firmas indianas de todos os setores somou US\$ 8,2 bilhões entre 2000 e 2005 (UNCTAD, 2006). Ainda que abaixo do valor total de firmas indianas vendidas para estrangeiras no mesmo período (US\$ 10,9 bilhões), nos anos de 2001 e 2003, por exemplo, as compras indianas ultrapassaram as vendas. Em um outro estudo realizado pela *Federation of Indian Chambers of Commerce and Industry* (FICCI), que analisou 306 aquisições por firmas indianas entre 2000 e 2006, a proporção por setor demonstra que em torno de 30% das aquisições do período foram relativas ao setor de TI, software e *business process outsourcing* (BPO) (FICCI, 2006). Dessas aquisições, 56,7% foram de firmas norte-americanas e 28% de firmas europeias.

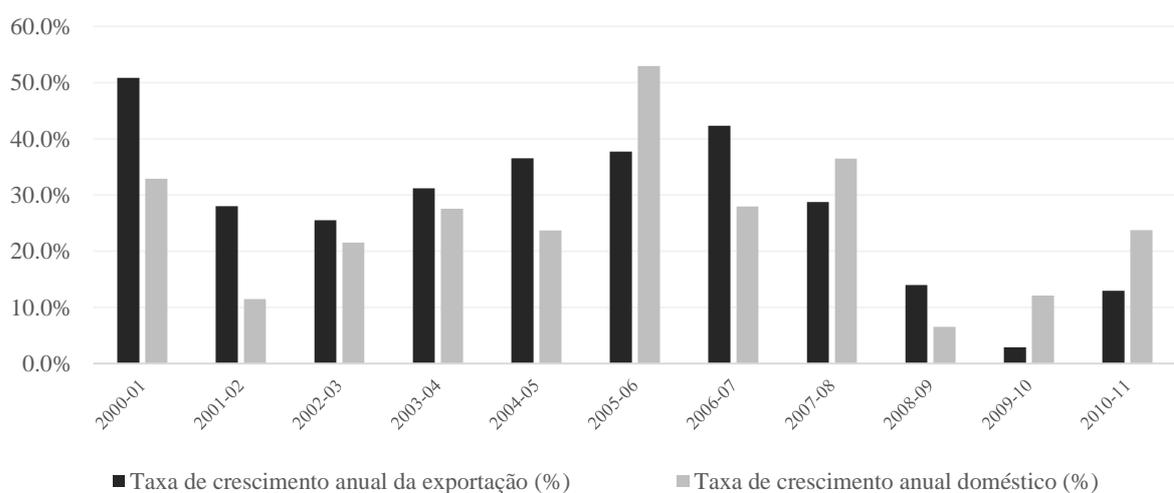
2.5.3 - Expansão do mercado doméstico

Uma vez que o software pode ser adotado como ferramenta para aumentar a competitividade e produtividade de todos os setores da economia, assim como do bem-estar da sociedade em geral, o benefício marginal de um dólar de software consumido domesticamente pode ser muito maior do que de um dólar de software exportado (Kumar e Joseph, 2005). Desta forma, a expansão do mercado doméstico é de grande importância para o desenvolvimento econômico, ainda mais em períodos de crises ou desaceleração da economia global.

A estimação do mercado doméstico de software, entretanto, é dificultada pela tendência das firmas de desenvolver software internamente, sem adotar os serviços de firmas especializadas. Dessa forma, os dados da produção doméstica costumam ser subestimados.

Mesmo assim, a Índia demonstrou empiricamente um crescimento significativo do mercado doméstico de software nos anos 2000. Enquanto as exportações declinaram 11% na transição da década de 1990 para a primeira década do novo milênio, a produção doméstica teve uma desaceleração menor, em torno de 6%. Ainda mais relevante, as taxas de crescimento da produção doméstica se mantiveram em nível mais alto do que as de exportação entre 2005 e 2010, com exceção de dois anos (Figura 2.2), demonstrando uma possível reversão da tendência observada no período anterior.

Figura 2.2: Crescimento doméstico e de exportação de software na Índia (2000-2010)



Fonte: adaptado de Joseph (2014)

2.5.4 - Novas políticas

Além da tendência de expansão do mercado doméstico, o software também vem crescendo enquanto participação no PIB indiano. Da contribuição de 1,85% em 2000-01, o software passou a ser responsável por 4,77% em 2010-11 (Governo da Índia, 2012-13), e hoje responde por mais de 7% (NASSCOM, 2017). Estas tendências devem ser observadas no contexto das novas políticas adotadas pelo governo indiano nos últimos anos.

Entre essas políticas, destaca-se o *National e-Governance Plan*, instituído em 2006. A visão do projeto é de prover serviços públicos para a sociedade indiana de maneira local e a baixo custo. O plano é focado nas comunidades menos favorecidas, com o objetivo de tornar serviços públicos vitais mais acessíveis e de promover o empreendedorismo rural (Joseph, 2014). Ligadas ao plano de e-governance, as iniciativas *Digital India* e *Unified Mobile Application for New-age Governance (UMANG)* procuram criar este ambiente civil eficiente. A primeira iniciativa procura expandir a infraestrutura de comunicações e o acesso à Internet, afim de garantir o acesso eletrônico aos serviços governamentais. A segunda é uma iniciativa que procura reunir uma larga parte destes serviços em um único aplicativo móvel, com disponibilidade em diversas línguas indianas, facilitando seu acesso.

Outra iniciativa de e-governance que é fruto de investimento público e que envolve as competências das firmas de software indianas é o projeto da *Unique Identification Authority of India (UID)*, que busca centralizar os dados civis em torno de um único número de identificação, possibilitando a entrega de serviços e uma governança mais efetiva (Joseph, 2014).

Iniciativas domésticas de empreendedorismo focadas em startups também floresceram nos últimos anos. Anunciada pelo primeiro ministro Narendra Modi em 2015 e lançada em 2016, a *Startup India* é um exemplo claro. O projeto visa construir um ecossistema positivo para fomentar a inovação e a criação de startups, simplificando normas e regulações, fornecendo apoio e incentivos de financiamento, e promovendo interações entre a indústria e a pesquisa acadêmica. A NASSCOM também criou uma iniciativa, a 10.000 Startups iniciada em 2013, que procura reunir incubadoras, aceleradoras, mentores, investidores, experts da indústria e outros agentes. Seu objetivo é fornecer a empreendedores e startups um ambiente de trabalho integrado ao conhecimento e experiência fornecido por estes atores de diferentes ramos, inclusive do setor de TI e software.

A *National Policy on IT* de 2011 reforça a ideia de um setor de software indiano mais voltado para o mercado doméstico, e central no papel de desenvolvimento das áreas ainda atrasadas do país. Sem se afastar muito da sua posição no mercado internacional, a política também foca no desenvolvimento de soluções de TI para o mundo, tendo como objetivo elevar a Índia à posição de principal centro e destino global para serviços de TI até 2020 (Joseph, 2014).

Em 2016, o governo indiano lançou também o *National Policy on Software Products*. Ainda que a política se encontre em versão de rascunho, a Índia demonstra que está ciente da necessidade de subir nas cadeias de valor de TI, e que a criação de competências em torno da produção de software produto terá papel central neste processo.

2.6 - Conclusão

Neste capítulo, o SSI em software da Índia foi descrito em termos de sua trajetória e seus elementos-chave. Percebe-se que o país se beneficiou de características culturais e históricas particulares no seu desenvolvimento de competências de software, como a proximidade aos EUA e a adoção da língua inglesa por parte substancial da população. Ademais, os sucessos comerciais de firmas domésticas, a abertura do mercado para firmas transnacionais, e a resposta do governo, na forma de políticas ativas e direcionadas ao software, garantiram a ampliação e consolidação da indústria de software indiana.

Apesar de fundamentado nos segmentos de menor valor agregado, o setor de software na Índia apresenta hoje sinais claros de estar alcançando posições mais altas nas cadeias de valor. A crescente especialização em software produto, a intensificação dos processos de F&A por parte de firmas indianas, e a expansão do mercado doméstico demonstram que o software indiano continua crescendo.

CAPÍTULO 3 - O SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM SOFTWARE NO BRASIL

3.1 - Introdução

Neste capítulo, o SSI em software no Brasil é apresentado em relação à sua evolução particular e aos elementos-chave que o compõe. A seguir será descrito o contexto do setor de software no Brasil, e a evolução do setor será discutida em seguida. Ademais, serão destacados os elementos-chave do sistema setorial e suas interações. Por fim, serão apresentados elementos da dinâmica atual do software no Brasil.

3.2 - Contexto

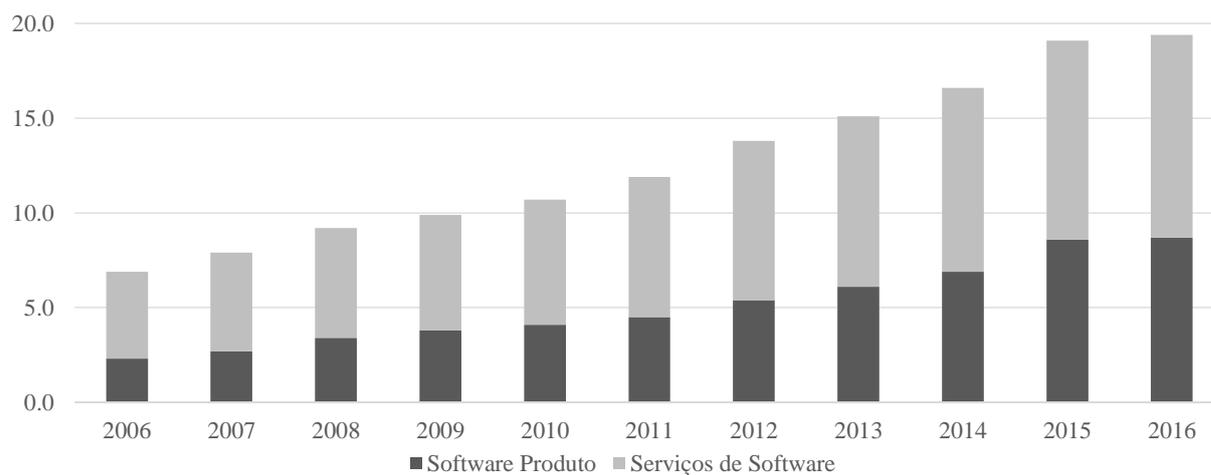
O setor de software no Brasil apresenta um desenvolvimento nitidamente distinto daquele observado no caso indiano. Com um nível de exportação substancialmente menor, o crescimento do software brasileiro esteve historicamente ancorado à demanda interna. Ainda assim, em 2001 a indústria já figurava entre as dez maiores do mundo, com um faturamento de US\$ 7,7 bilhões e mais de 150,000 trabalhadores empregados, representando 1,5% do PIB brasileiro (Velooso et al., 2003). A Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES) estima que o faturamento da indústria em 2016 foi de US\$ 19,4 bilhões, contando software produto e serviços, e que o crescimento anual composto entre os anos de 2006 e 2016 tenha sido de aproximadamente 10% (Figura 3.1) (ABES, 2017).

A performance externa do software no Brasil é de difícil mensuração, devido à inexistência de estudos consistentes e de metodologia clara sobre a comercialização do software no exterior, aliada à inerente dificuldade em mensurar transações via Internet (que hoje representam parcela importante do comércio de software) e à predominância nos estudos brasileiros de estimativas amostrais (Roselino, 2006). Tendo em mente essas limitações, o valor comumente apontado na literatura para o ano de 2001, por exemplo, é de US\$ 100 milhões, apenas 1,3% do total da indústria e muito abaixo dos US\$ 6,2 bilhões exportados pela Índia no mesmo ano (Velooso et al., 2003). Hoje, a ABES estima a exportação brasileira de software e serviços relacionados em menos de US\$ 700 milhões, o que representa aproximadamente 3,5%

do total faturado pela indústria (ABES, 2017), e se encontra ainda ordens de magnitude abaixo dos US\$ 108 bilhões exportados pela Índia (NASSCOM, 2017).

Mesmo que não se tenha uma imagem exata da posição e evolução do software brasileiro no mercado internacional, fica claro que o papel desse mercado é substancialmente reduzido e que, portanto, trata-se de um setor voltado principalmente para o mercado interno. De fato, a demanda doméstica por software no Brasil se aproxima da demanda apresentada por importantes usuários de software internacionais, não só em quantidade como também em complexidade e sofisticação (Botelho et al., 2005). Por um lado, o próprio governo é um importante usuário de sistemas de informação, devido às necessidades de processamento de dados em grandes volumes para o funcionamento dos serviços públicos. Por outro, setores-chave do país proporcionaram a demanda necessária para o desenvolvimento de soluções em software, destacando-se o setor financeiro e de telecomunicações.

Figura 3.1 – Crescimento do software produto e serviço no Brasil (2006-2016)



Fonte: ABES (2017). Faturamento em US\$ bilhões.

3.3 – Evolução do setor

O processo de surgimento e consolidação da indústria de software brasileira pode ser dividido em três fases distintas do ponto de vista regulatório. Em um primeiro momento, a partir dos anos 1970, o governo executou políticas protecionistas focadas na indústria de hardware, que impactaram o software principalmente de maneira indireta, no que é referido como a fase da reserva de mercado. Entre a liberalização dos anos 1990 e os primeiros anos do novo milênio, o mercado foi aberto para a competição externa e novas frentes regulatórias foram promovidas, com destaque para a Lei de Informática de 1991 e o programa SOFTEX de 1993, mas o software continuou como objetivo secundário e indireto da pauta de políticas industriais. Foi só a partir

de 2003, quando a indústria já se encontrava consolidada e possuía tamanho comparável às de outros países emergentes, como a Índia e a China, que o software entrou decididamente como atividade estratégica na formulação de políticas industriais.

Mesmo antes da instituição da reserva de mercado para equipamentos de hardware nos anos 1970, grandes usuários de computadores no Brasil já haviam estabelecido o desenvolvimento de software internamente, principalmente o governo e o setor financeiro (Botelho et al., 2005). Com o advento das práticas protecionistas, o software passou a ser considerado uma atividade complementar ao desenvolvimento de hardware, experimentando regras de proteção que eram uma extensão da política adotada para a indústria de computadores (Roselino, 2006). Procurava-se promover o desenvolvimento local das competências em TICs, protegendo as empresas nacionais das importações diretas e da competição com as líderes mundiais da indústria (Tigre e Botelho, 2001). Esse conjunto de restrições culminaram em 1987 na política de proteção ao similar nacional, onde a importação de software era sujeita à comprovação sistemática de que não havia substitutos domésticos disponíveis (Gaio, 1992).

Os primeiros anos da década de 1990 foram marcados pelo fim das políticas protecionistas e a adoção de um modelo neoliberal, pautado pela abertura comercial, a desregulamentação dos mercados e um menor intervencionismo estatal. A indústria de software e serviços de TI já alcançava nesse momento um faturamento de US\$ 1,4 bilhões e contava com 6.000 firmas de software (aproximadamente oito vezes mais do que na Índia), enquanto o consumo do governo representava em torno de 25% do mercado (Schware, 1992). Nesse período de liberalização, as duas políticas que mais se destacaram para o setor de software foram a nova Lei de Informática e o programa SOFTEX, discutidas na seção 3.4.2.

De maneira geral, a introdução de novas tecnologias de sistemas de informação, a estabilidade econômica advinda do Plano Real de 1994, a queda nos preços de hardware e o surgimento da Internet contribuíram para o desenvolvimento da indústria doméstica de software nos anos 90. Novas competências foram criadas no setor, enquanto firmas já estabelecidas aperfeiçoaram suas habilidades gerenciais afim de sobreviver no mercado mais competitivo (Botelho et al., 2005).

A indústria de software brasileira desenvolveu um conjunto regionalmente fragmentado de firmas, majoritariamente de pequeno porte (Veloso et al., 2003; Roselino, 2006). O ambiente protecionista, ainda que capaz de promover a criação de competências tecnológicas internas, não incentivava o desenvolvimento das capacidades gerenciais e organizacionais das firmas, já

que amenizava seus custos em um contexto de ampla demanda interna (Botelho et al., 2005). Mesmo após a liberalização, essas firmas continuaram a apresentar frágeis competências gerenciais e de organização, em contraste à recém-instalada competição externa. Assim, na evolução do setor de software brasileiro, predominaram entre as firmas domésticas estruturas empresariais frágeis (Roselino, 2006), o que levou, entre outras coisas, a uma baixa representatividade institucional da indústria (Velooso et al., 2003).

Ao longo de toda evolução da indústria de software brasileira, a demanda interna exerceu papel central na criação de competências e especializações no setor. Destacam-se alguns setores-chaves da economia como viabilizadores desta demanda e desenvolvimento. As crises financeiras experimentadas pelo país resultaram, por exemplo, na geração de instituições de alta performance no setor financeiro, que por sua vez tornaram-se tanto usuárias como desenvolvedoras de soluções de software, fundamentais para seu sucesso. É o caso, também, do setor de telecomunicação, desenvolvido domesticamente nos anos 1970 e 80 com significativa criação de competências tecnológicas e de pesquisa, incluindo a fundação do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD) em 1976.

O setor público tem um peso considerável como demandante de soluções de software no Brasil. Com efeito, a já mencionada necessidade de processamento de dados, que no caso de um país com dimensões continentais é ainda maior e mais complexa, faz do governo um potencial e importante usuário de software. Apesar dos elevados gastos no setor do software, critica-se o foco em fornecedores públicos e a concentração de demandas de menor valor agregado junto ao setor privado, o que limitaria a difusão das competências em software das empresas públicas para o resto do setor (Roselino, 2006).

A liberalização e as transformações tecnológicas da década de 1990 alteraram também a estrutura de financiamento da indústria de software brasileira. O financiamento por capital próprio deu lugar a diferentes tipos de recursos externos à firma, principalmente capital de risco privado e público (Botelho et al., 2005). Em 2000, foi criada a Associação Brasileira de Private Equity e Venture Capital (ABVCAP), contando com o apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Os investimentos realizados para o setor de TI a partir da associação chegaram a mais de R\$ 1.5 bilhão em 2014, representando 12% do total (ABVCAP, 2017). A participação do setor, entretanto, oscila significativamente, tendo somado apenas 1% em 2013, por exemplo.

O Brasil entrou no século XXI com uma indústria de software robusta para os padrões dos países emergentes. O México, por exemplo, cujo PIB per capita em 2001 era 50% maior do que o brasileiro, apresentava no período um setor de software substancialmente menor, mesmo com a presença do país no NAFTA e sua proximidade ao mercado norte-americano (Velooso et al., 2003). De fato, a indústria de software brasileira no período, comparável com a da Índia, Irlanda, China e Coreia do Sul, mostrava fortes sinais de avanço.

Ainda assim, a performance positiva do software brasileiro é sujeita a ressalvas importantes. Dados de produtividade e inovação indicam quedas no setor na última década, assim como percebe-se uma piora dos níveis salariais, apesar da existência de escassez de mão-de-obra (Bertoni, 2014). Critica-se também as políticas diretas implementadas para o setor desde a década de 1990 (discutidas nas seções 3.4.2 e 3.4.4.3), sob o argumento de que se preocuparam excessivamente com a inserção externa e as exportações do setor, ao invés de focarem nas competências domésticas historicamente desenvolvidas no Brasil (Roselino, 2006; Bertoni, 2014; Diegues et al., 2014).

3.4 - Elementos-chave do sistema setorial

Entre os fatores que contribuíram para a construção do sistema setorial de inovação em software no Brasil, pode-se destacar a demanda interna, em especial do governo e de setores-chave bem desenvolvidos, as políticas públicas diretas e indiretas, e atores que compõe ou interagem com o setor, como firmas nacionais e estrangeiras, universidades e centros de pesquisa e a Sociedade SOFTEX.

A seguir expande-se a discussão sobre estes elementos-chave do sistema setorial de inovação em software brasileiro.

3.4.1 - Agentes

3.4.1.1 – Firmas

O mercado de software brasileiro apresenta um número elevado de firmas, principalmente de pequeno e médio porte, e concentradas geograficamente. Em 2001, a região Sudeste respondia por 59% das firmas de software, e a região Sul por 22% (Botelho et al., 2005), valores que permanecem virtualmente inalterados (Bertoni, 2014). Além da quantidade de empresas, concentra-se também nessas regiões a receita líquida e a mão-de-obra empregada na indústria. Já o Distrito Federal, apesar de representar um baixo percentual do número de

empresas, tem um peso relativamente alto na receita líquida total da indústria, devido à concentração de empresas públicas voltadas principalmente ao desenvolvimento de serviços de informática para o governo federal (Roselino, 2006).

Outra característica essencial do software brasileiro é o predomínio de microempresas. Enquanto Roselino (2006) estima a existência de 40 mil firmas ligadas ao desenvolvimento de software e serviços de informática em 2002, mais de 86% deste total seria composto por empresas com quatro ou menos pessoas ocupadas. De acordo com a ABES (2017), em 2016 quase 50% do mercado era formado por firmas com menos de dez funcionários, e outros 46% não teriam mais do que 100 empregados. Esse fenômeno indica uma frágil estrutura empresarial, e reflete práticas que inflam artificialmente o número de empresas do setor, como a contratação de Pessoa Jurídica (PJ) como alternativa à contratação via CLT. Em um estudo de 2004 realizado em Campinas, por exemplo, essa modalidade era a mais utilizada entre firmas de software, representando 36% do total das contratações (Salatti, 2004).

Não apenas em número de empregados, mas também em termos de receita líquida as firmas de software brasileiras são pequenas. Entre as firmas líderes no ano de 2001, as nacionais apresentavam receita média abaixo dos US\$ 100 milhões, enquanto suas equivalentes internacionais (incluindo as da Índia) apresentavam vendas da ordem de US\$ 1 bilhão ou mais (Botelho et al., 2005).

Muitas dessas firmas líderes nacionais se originaram de outras firmas maiores. Em alguns casos, as próprias firmas originais criavam e mantinham participação na empresa nova, como é o caso da Trópico, resultado da comercialização de uma tecnologia desenvolvida no CPqD, e da Itaotec, criada a partir de um departamento de tecnologia do banco Itaú. Mais comum, entretanto, era a criação de novas firmas por empregados das firmas originais, sem conexão financeira ou hierárquica com essas últimas, e muitas vezes em concorrência direta com as mesmas (Botelho et al., 2005).

É possível identificar também uma participação expressiva de firmas estrangeiras no mercado de software brasileiro, ainda que minoritária. Há uma clara desproporção entre os tamanhos médios de firmas nacionais e estrangeiras. Estas últimas, apesar de representar em 2001 apenas 1% do mercado, respondiam no período por mais de 35% da receita líquida total, e eram em média dez vezes maiores que as firmas nacionais (Roselino, 2006). Além disso, as firmas estrangeiras concentram-se nos segmentos mais intensivos em tecnologia e

conhecimento, o que indica a maior pressão competitiva a que estão sujeitas as empresas nacionais atuantes nestes mercados.

A seguir, a Tabela 3.1 explicita as maiores empresas de software que atuavam no Brasil em 2011. Das cinco principais, apenas a TOTVS é brasileira. Destaca-se também o diferencial de receita; a Microsoft possui faturamento duas vezes maior do que o da TOTVS, e vinte vezes maior do que o da décima empresa do ranking, a brasileira Senior. A diferença seria ainda mais expressiva se considerássemos a receita global das transnacionais estrangeiras.

Tabela 3.1: Top 10 empresas de software no Brasil em 2011

Nº	Empresa	Origem	Receitas ¹ (R\$ milhões)
1	Microsoft	EUA	2,094.40
2	TOTVS	Brasil	1,349.70
3	IBM	EUA	959.70
4	Oracle	EUA	941.30
5	SAP	Alemanha	777.70
6	Bematech	Brasil	367.60
7	HP Brasil	EUA	223.30
8	Linx Sistemas	Brasil	201.00
9	MV	Brasil	100.00
10	Senior	Brasil	96.10

Fonte: adaptado de Bertoni (2014). ¹ Receitas com licença, manutenção e *Software as a Service* (SaaS).

Ainda que as atividades de baixo valor agregado sejam concentradas em grande parte nas empresas privadas nacionais, é importante destacar a participação expressiva também dessas firmas nos segmentos de serviços em software de alto valor agregado e de software produto. Essas atividades já envolvem etapas mais complexas do processo produtivo do software, incluindo-se as funções relativas à engenharia de software (design de alto nível e análise de sistemas, por exemplo). Destaca-se também que, enquanto a maior parte das empresas atua nas atividades ligadas a serviços de baixo valor agregado, aquelas atuantes em produtos e serviços de alto valor apresentam produtividade substancialmente maior (Roselino, 2006).

3.4.1.2 - Sociedade SOFTEX

A Sociedade SOFTEX é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) criada em 1996, cujo objetivo é gerir o programa SOFTEX instituído em 1993 (discutido na seção seguinte). Junto aos seus agentes regionais, a sociedade forma o chamado Sistema SOFTEX, ao qual se vinculam mais de 2.000 empresas com atividades em software e serviços de TI (SOFTEX, 2012).

A Sociedade SOFTEX atua em importantes frentes para o desenvolvimento do setor de software brasileiro. Entre seus objetivos e atribuições, a organização apoia atividades de inovação tecnológica, promove a estrutura competitiva a partir do Programa SOFTEX de Alianças Empresariais (PAEMP-SOFTEX), orienta firmas quanto às fontes de capital e financiamento adequadas, promove a qualificação das firmas a partir do programa de Melhoria de Processo do Software Brasileiro (MPS.BR), atua em iniciativas de ensino como treinamentos, seminários e cursos de pós-graduação, e serve como intermediária nas interações entre indústria, centros acadêmicos e governo.

A organização é responsável também pela gestão de programas ligados ao setor de software e serviços de TI ao nível nacional. Exemplos incluem o Brasil Mais TI, projeto de capacitação gratuita à distância, e o Start-Up Brasil, programa de aceleração de startups criado em 2012. Outra competência importante é a análise e coleta de dados sobre a atividade de software no país, a partir do Observatório SOFTEX, unidade de pesquisa e estudo da Sociedade SOFTEX.

3.4.2 - Políticas públicas

Ainda na década de 1970, o regime militar inaugura as políticas de fomento às indústrias das TICs com a criação em 1972 da Comissão de Coordenação das Atividades de Processamento Eletrônico (CAPRE). Além de incluir a indústria de informática na pauta de estratégias nacionais, um esforço inicial de capacitação tecnológica em sistemas de informação foi realizado em 1974, com a criação da COBRA (Computadores e Sistemas Brasileiros Ltda.), primeira empresa brasileira a desenvolver, fabricar e comercializar computadores (Diegues et al., 2014).

Nesse período, o Brasil não adotava mecanismos para proteção da propriedade intelectual nas atividades de software, sob a argumentação de que isso aceleraria a remessa financeira ao exterior e seria um obstáculo ao desenvolvimento do setor. Em concordância a

essa visão, um ato normativo de 1975 restringia a importação de software a contratos de transferência tecnológica e à aprovação do Instituto Nacional de Proteção Intelectual (INPI). A partir de 1982, a Secretaria Especial para Informática (SEI) procurou controlar a oferta de produtos internacionais, a partir da criação de um registro de programas computacionais. Em 1983, a produção de microcomputadores em território nacional foi condicionada à adoção de sistemas operacionais desenvolvidos no Brasil.

Essas estratégias, adotadas para a proteção do mercado de equipamentos de hardware, foram consolidadas na Lei de Informática de 1984. Finalmente, em 1987, a comercialização interna do software passou a ser condicionada ao registro junto à SEI, assim como à prova sistemática da inexistência de produtos domésticos similares, política que ficou conhecida como a proteção ao similar nacional (Gaio, 1992).

Em geral, tais políticas protecionistas tiveram impacto limitado na promoção do desenvolvimento doméstico de software. Em primeiro lugar, a característica imaterial e reproduzível do software impossibilita a restrição eficaz de produtos estrangeiros, devido às facilidades de criação e distribuição de cópias ilegais (Roselino, 2006). Além disso, é argumentado por Tápia (1995) que as políticas de proteção não foram devidamente acompanhadas de incentivos e financiamentos para a produção de software nacional, como o apoio a atividades de P&D e o suporte à infraestrutura de C&T, sendo excessivamente passivas no esforço desenvolvimentista.

As deficiências da política protecionista contribuíram para o encarecimento dos produtos de TI, retardando sua adoção no Brasil, e para o isolamento do setor de software brasileiro, que não acompanhou as transformações tecnológicas sofridas pelos sistemas de informação ao longo dos anos 1980 (Botelho et al., 2005). Entretanto, as competências criadas no período marcaram o surgimento e a consolidação da indústria de software brasileira. As políticas possibilitaram a expansão de uma base de profissionais em ciência da computação e áreas relacionadas, e contribuíram também para o surgimento de mercados de nicho altamente especializados, como o bancário e o de telecomunicações, dois fatores que seriam importantes para o subsequente desenvolvimento do software no país (Botelho et al., 2005).

A transição para o modelo neoliberal trouxe mudanças significativas às políticas do país. A intensa liberalização da importação e a entrada de novos concorrentes no mercado significou a emergência de novas oportunidades e restrições. A Lei de Informática, aprovada em 1991 e regulamentada em 1993, substituiu o aparato protecionista pelos incentivos fiscais voltados às

empresas de hardware (em sua maioria transnacionais), condicionados ao investimento de 5% das receitas em atividades de P&D. Mesmo focadas na indústria de equipamentos de informática, a medida beneficiou firmas de software indiretamente, e estima-se que 25% dos respectivos fundos de P&D tenha sido gasto no desenvolvimento de software entre 1993 e 2001 (Botelho et al., 2005). A nova política atraiu para o país atividades tecnológicas de empresas estrangeiras de TI e permitiu a criação e manutenção de departamentos, laboratórios e institutos de pesquisa. Destaca-se, entretanto, que poucas ligações foram feitas entre essas competências externas e a economia interna, seja com firmas nacionais ou institutos acadêmicos (Roselino, 2006).

O programa SOFTEX, por sua vez, foi a primeira política concebida exclusivamente para o fomento da atividade de software no Brasil, ainda em 1993. Sua concepção, entretanto, deu-se em torno da visão limitada de se emular as experiências internacionais de desenvolvimento de software voltado à exportação. Sua ambiciosa meta inicial seria conquistar 1% do mercado internacional até o ano 2000, fatia correspondente a aproximadamente US\$ 2 bilhões (Roselino, 2006). Os resultados do programa ficaram bem aquém dos objetivos fixados para o mercado externo, dado que a exportação do software brasileiro em 2001 é estimada em modestos US\$ 100 milhões. Ainda assim, o programa SOFTEX pode ser considerado um marco institucional na indústria de software brasileira, com importantes impactos no mercado interno. Em 2000, as firmas associadas ao programa somavam 41% do total de firmas de software no Brasil, e apresentavam significativa participação na comercialização e geração de emprego do setor (Stefanuto, 2004).

3.4.3 - Demanda doméstica

3.4.3.1 - Setores líderes

Alguns setores domésticos da economia brasileira, dependentes de tecnologia e conhecimento em software, apresentaram excepcional desenvolvimento nos anos 1980 e 1990. A demanda gerada por esses setores, em geral mais sofisticada do que de outras áreas da economia, foram fundamentais para a criação de competências em software no Brasil. É o caso dos setores bancário e de telecomunicações.

No caso do setor bancário, o Brasil foi capaz de produzir instituições de alto nível a partir de suas experiências e períodos de crise. Com efeito, as instituições nacionais, em contraste com a de outros países emergentes, demonstraram maior performance em indicadores

operacionais do setor em relação às firmas estrangeiras, em seguida à abertura do mercado nos anos 90.

O sistema bancário foi um dos principais investidores em TICs no Brasil, respondendo por 30% dos gastos nos setores relacionados (Botelho et al., 2005). Um exemplo importante de incentivo para a criação de competências em software é a implementação do Sistema de Pagamentos Brasileiro (SPB), sistema complexo que integra governo, bancos e outros agentes, e possibilita a execução de transações e o controle de reservas em tempo real. Estima-se que mais de R\$ 1,7 bilhões tenham sido gastos por instituições bancárias para adaptar suas infraestruturas tecnológicas para o SPB. Destaca-se também que as soluções contratadas, inclusive para instituições estrangeiras, foram em maioria soluções domésticas (Botelho et al., 2005).

O setor de telecomunicações experimentou um expressivo esforço de criação de competências tecnológicas ao longo dos anos 1970 e 80, centrado no monopólio estatal da Telebrás e na proteção à indústria nacional. A abertura econômica dos anos 1990 diminuiu consideravelmente a participação do capital doméstico no setor, mas os incentivos às atividades de P&D da Lei de Informática garantiu a continuidade dos investimentos em competências tecnológicas. Firms de software do setor de telecomunicações apresentavam indicadores bastante avançados em relação à intensidade de seus processos produtivos em conhecimento e P&D nos primeiros anos do século XXI (Botelho et al., 2005).

Esse processo de criação de competências se inicia na década de 1970 com o desenvolvimento de software embarcado, em especial na filial local da alemã Siemens. Outras estrangeiras, como a Ericsson, Motorola e Alcatel fixaram-se no país e desenvolveram programas de P&D em TICs, inclusive no software (Botelho et al., 2005).

Outro agente fundamental no setor de telecomunicações é o CPqD, inicialmente um laboratório de pesquisa do governo que, a partir da liberalização, é convertido em fundação privada. Durante as décadas de 70 e 80, o CPqD foi central ao sistema de inovação brasileiro em TICs, executando atividades de P&D de forma interativa com universidades e a indústria, desenvolvendo e transferindo tecnologias e recursos humanos para as empresas, e, portanto, desempenhando as importantes tarefas de desenvolver e difundir tecnologia nacional. A partir da liberalização, passa a competir no mercado aberto, abandona seus objetivos de médio e longo prazo, pautados na criação de competências tecnológicas domésticas, e passa a concentrar seus esforços em atividades de consultoria, prestação de serviços e treinamento (Szapiro, 2005).

As tecnologias e pesquisas desenvolvidas no CPqD contribuíram para a demanda de software direta e indiretamente. Mesmo após o processo de liberalização, o CPqD continuou comercializando os resultados e produtos de esforços de P&D em software e sistemas de operação, que continuaram integrando porção significativa do seu orçamento após a liberalização (Szapiro, 2005).

3.4.3.2 - Governo

O governo responde em grande medida pela demanda interna de software no Brasil. Essa demanda resultou, por exemplo, na criação ainda em 1964 do Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro), empresa pública que mesmo hoje é a maior do país em serviços de TI, e da Companhia de Processamento de Dados do Estado de São Paulo (Prodesp) em 1969, que ainda exerce atualmente as atividades processamento informacional no estado.

Em 2002, o gasto do governo foi de R\$ 727 milhões no setor de software e serviços de TI, valor significativo que representa 5% da receita operacional líquida total auferida pelo conjunto da indústria no período (Roselino, 2006).

Critica-se, entretanto, a concentração do gasto junto a empresas públicas. Enquanto o dispêndio é maior junto a firmas privadas nacionais quando comparado àquele efetuado em transnacionais, destaca-se que 62% do total demandado no ano de 2002 foi de compras direcionadas a empresas públicas (Roselino, 2006). De acordo com Stefanuto (2004), esta configuração restringia a difusão de conhecimentos, competências e inovações, além gerar menos dinamismo de mercado ao impedir que as demais firmas nacionais participassem do mesmo.

3.5 - Dinâmica, mercado interno e inserção externa

O Brasil desenvolveu competências importantes no setor de software e serviços de TI. Se fomentado de maneira satisfatória, o software brasileiro tem a oportunidade de se consolidar como importante indústria global, ampliando a presença do capital nacional no mercado interno e a sua inserção externa. Por um lado, sua dinâmica recente apresenta movimentos importantes, incluindo a consolidação de firmas brasileiras e sua maior competitividade no mercado interno, as oportunidades criadas com a intensificada internacionalização das atividades de TI, e o aumento substancial da base instalada de computadores pessoais e da difusão da internet na

sociedade brasileira. Por outro lado, a performance recente do setor demonstra também a necessidade de se transpor obstáculos estruturais para o seu crescimento.

3.5.1 - Processos de F&A

Com o fim da crise das dotcom, os processos de F&A no mercado de TI brasileiro experimentaram um crescimento expressivo. No caso da indústria de software, esse processo foi concentrado no segmento de software para gestão empresarial, como soluções de *Enterprise Resource Planning* (ERP), *Customer Relationship Management* (CRM), *Business Intelligence* (BI) e *Supply Chain Management*.

Com uma relativa saturação desse mercado nos primeiros anos do século XXI, após a expansão extensiva da base de clientes (em sua maioria de grande porte), as firmas de software líderes deste segmento – transnacionais como a alemã SAP – passaram a focar em soluções para empresas brasileiras de pequeno e médio porte. Essa fatia do mercado, que havia sido dominado pelas firmas de software domésticas, passava a apresentar taxas maiores de crescimento. Com esse acirramento da competição neste segmento específico do mercado, começa o processo de F&A das firmas nacionais, afim de consolidar suas operações e defender sua posição (Roselino e Diegues, 2009).

Um dos principais resultados deste movimento é a criação da TOTVS, firma 100% brasileira que se destaca por atuar em diversos segmentos de software para gestão empresarial e pela pesada estrutura de P&D. A empresa se torna uma das maiores fornecedoras de soluções ERP no mundo e a principal entre países emergentes após a compra da RH Sistemas em 2006 e a fusão com a Datasul em 2008 (Roselino e Diegues, 2009).

Nesse contexto, observa-se uma maior capacidade de competição das firmas nacionais com as transnacionais no mercado de software. Entretanto, a consolidação da TOTVS é ainda um exemplo singular, e a estrutura ampla, diversificada e com foco em P&D da empresa permanece uma exceção entre as firmas brasileiras de software (Bertoni, 2014).

3.5.2 - Oportunidades de inserção externa

O Brasil apresenta hoje vantagens importantes para a inserção externa no setor de software, a partir da atração de investimentos em P&D estrangeiros e da implementação de etapas de outsourcing globais em território nacional, e pode se beneficiar das tendências de internacionalização presentes no mercado hoje. Dessas vantagens destacam-se a existência de

uma indústria consolidada e com competências de gestão de projetos, a existência de boa infraestrutura de telecomunicações, o baixo custo da mão-de-obra (quando comparado aos países centrais) e o nível de produtividade relativamente elevado (Roselino e Diegues, 2009).

As tendências de internacionalização e inserção do Brasil em cadeias globais de produção são exemplificadas pelos processos de outsourcing das etapas de menor valor agregado do desenvolvimento de software, como programação, codificação e testes, e a transnacionalização de determinadas atividades de P&D por parte das empresas de TI, que oferece oportunidades para o desenvolvimento de atividades caracterizadas por uma alta intensidade em conhecimento, tecnologia e inovação (Roselino e Diegues, 2009).

A concorrência no mercado externo, entretanto, seja para a recepção de investimentos de P&D ou para a inserção em processos de outsourcing, é bastante acirrada, em especial com países já consolidados, como a Índia e a Irlanda. Além de características específicas e não emuláveis desses países com as quais o Brasil não pode contar, o país teria que resolver importantes obstáculos ao desenvolvimento do setor, como a escassez de mão-de-obra.

3.5.3 - Novas políticas

A partir do século XXI, foram lançadas no Brasil novas políticas industriais e de inovação explícitas. A Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) de 2003 incluiu o software como “opção estratégica”, junto aos semicondutores, fármacos e bens de capital, pela primeira vez colocando o setor entre as prioridades industriais brasileiras (Roselino, 2006). Seguiram-se a Política de Desenvolvimento Produto (PDP) em 2008, criada a como resposta a insuficiências da PITCE, e o Plano Brasil Maior de 2011, que continuaram a priorizar o software, apesar de expandir significativamente a gama de setores abrangidos. Ao comparar o discurso de cada uma dessas políticas e o financiamento realmente realizado em cada setor (pelo BNDES e pelo FINEP), Teixeira, Rapini e Szapiro (2017) verificaram importantes contradições. O setor de software, entretanto, apresentou-se como um dos poucos pontos de coerência, recebendo recursos compatíveis com o discurso oficial das políticas.

A classificação de “setor prioritário” na PITCE seguia alguns requisitos, como apresentar dinamismo crescente e sustentável, ser atividade intensiva em P&D, e possuir efeitos indutores de melhorias em outras cadeias produtivas, todos cumpridos pelo software (Roselino, 2006). Uma das principais (e mais acertadas) medidas da política foi a reformulação por parte do BNDES do programa de apoio à indústria do software (Prosoft) em 2004, que ampliou o

financiamento a empresas de software e o apoio à comercialização no mercado interno e no exterior. Outras medidas foram tomadas, como o lançamento de projetos com potencial competitivo, a partir da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o desenvolvimento de um programa nacional voltado à certificação de qualidade em software e serviços, com o envolvimento do INMETRO, e o programa de Inclusão Digital, iniciativa focada na democratização do acesso às tecnologias da informação. Já a principal iniciativa no campo fiscal foi a instituição do *Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação* (REPES), que isentava empresas exportadoras de software e serviços do recolhimento de PIS-Pasep e COFINS (Roselino, 2006).

Entretanto, é possível apontar uma inadequação entre as práticas e os diagnósticos e objetivos da PITCE, evidente na excessiva preocupação da nova política com a baixa inserção externa da economia brasileira (ABDI, 2003; Diegues et al., 2014; Bertoni, 2014). Em tese, o objetivo da PITCE seria tornar as empresas brasileiras mais inovadoras por meio da modernização e inserção externa, entretanto a busca por essa modernização e inserção se tornou um fim em si mesmo, impedindo que o objetivo inicial da política fosse alcançado. Com essa inversão, observou-se o enfraquecimento das empresas nacionais e a redução de sua competitividade e capacidade de inovação (Bertoni, 2014).

A PDP, por sua vez, orientada por diálogos entre governo e setor privado e pelo estabelecimento de metas para monitoramento, apoiou-se em quatro macrometas: aceleração do investimento fixo, estímulos à inovação, ampliação da inserção internacional e aumento do número de micro e pequenas empresas exportadoras. As metas para o setor de software seriam ampliar a inserção internacional, incentivar o investimento em capacitação tecnológica, fortalecer empresas brasileiras de tecnologia, apoiando a consolidação empresarial, e fortalecendo a marca do software brasileiro no exterior. Desta maneira, percebe-se que a PDP se assemelham amplamente à PITCE, principalmente no foco de aumentar a competitividade das empresas no mercado externo (Bertoni, 2014).

O Plano Brasil Maior teria como principal objetivo o estímulo da inovação como base para um aumento de competitividade da indústria brasileira no mercado externo e interno. Firms de software e serviços de TI, juntamente com as de outros setores, receberam alguns benefícios como a desoneração de INSS - que permite o recolhimento de 2,0% ao invés do pagamento de 20% de contribuição previdenciária sobre a folha de pagamento. Além disso, as compras públicas passaram a dar margem de preferência de até 25% a produtos manufaturados e serviços nacionais que incorporem inovação (Bertoni, 2014).

Instituído em 2012, o Programa Estratégico de Software e Serviços de TI, conhecido como TI Maior, tinha o objetivo de estimular o desenvolvimento do setor, integrado a outras políticas nacionais. Entre elas destacam-se o Plano de Aceleração do Crescimento 2 (PAC2), o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), o Programa Brasil Mais Saúde, o Plano Nacional da Banda Larga (PNBL), e as medidas do Plano Brasil Maior. Os objetivos gerais do programa seria o fortalecimento do setor de software e serviços de TI no desenvolvimento de tecnologias avançadas, a criação de empregos qualificados, o apoio à criação e desenvolvimento de empresas de base tecnológica e o fomento à pesquisa avançada aplicada para fortalecer as interações entre indústria e centros acadêmicos. O Programa TI Maior teria sido mais acertado em suas metas e políticas, integradas a outros programas nacionais, quando comparados às políticas anteriores, por enxergar o setor de software como um sistema, promover a interação entre seus atores e incentivá-lo a partir de práticas como o financiamento de startups e o suporte à formação de profissionais qualificados (Bertoni, 2014).

De maneira geral, as novas políticas adotadas para a indústria de software brasileira não foram capazes de casar seus objetivos com a realidade do setor no país. Ao adotar como norte para instrumentos de política o modelo norte-americano, centralizado no software produto (Roselino, 2006), ou os modelos indiano e irlandês, focados na exportação de software (Bertoni, 2014; Diegues et al., 2014), as políticas ignoraram as vantagens idiossincráticas do software brasileiro, centradas em competências domésticas.

3.5.4 - Obstáculos estruturais à inovação

Recentemente, as atividades de software e serviços de TI vêm apresentando sinais de desgaste e impasses estruturais. Dados do IBGE mostram uma queda de 15,3% na produtividade da indústria entre 2003 e 2008, enquanto a taxa de inovação calculada pela PINTEC passou de 57,6% em 2005 para 48,2% em 2008 (SOFTEX, 2011). A partir destes dados, Bertoni (2014) identifica obstáculos estruturais à inovação no Brasil, que levam à *commoditização*² das atividades de software e serviços de TI, a um baixo nível de salários (mesmo em um contexto de relativa escassez de profissionais) e a transferências para atividades de menor valor agregado. Os valores atualizados da PINTEC (2014) corroboram com a

² De acordo com Bertoni (2014, p. 10), o processo de *commoditização* refere-se ao “fato de que o diferencial dos produtos e serviços das empresas de software e serviços de TI estaria, cada vez mais, baseando-se em preço. A maior concorrência, nesse caso, corroeria as margens líquidas das empresas e, como resultado, dificultaria a contratação de profissionais mais qualificados. Para compensar a queda das margens, as empresas tenderiam a buscar ganhos de escala. Com a ampliação da escala, aumentaria a procura por mão de obra, levando, assim, a uma escassez de profissionais”

tendência apresentada, com uma taxa de inovação de 46,3% para a indústria de software e serviços brasileira no período 2012-2014.

Para Bertoni (2014), esses obstáculos resultam de fatores de demanda e de oferta. Pelo lado da demanda, a desigualdade estrutural e a relação desequilibrada entre capital e trabalho presentes no setor de software brasileiro, que limitam a expansão do mercado interno, resultam em deficiência de demanda. Pelo lado da oferta, os desestímulos à inovação resultariam dos frágeis resultados financeiros, da incerteza estrutural e da heterogeneidade estrutural, que geram obstáculos à concorrência e a concentração e centralização do capital, processos considerados fundamentais para o esforço inovativo.

A divergência entre as peculiaridades apresentadas pela trajetória do software brasileiro, pautada em um mercado e competências domésticas, e os esforços de política no país, focados no fomento à atividade exportadora e na cópia dos modelos de indústrias estrangeiras, como os da Índia e da Irlanda, estaria também por trás da má performance recente (Bertoni, 2014).

3.5.5 - O mercado interno como obstáculo e como condutor

Em Botelho et al. (2005), argumenta-se que o desenvolvimento do software a partir do mercado interno pode ser tanto um obstáculo ao crescimento do setor quanto um condutor do mesmo.

No Brasil, anteriormente à década de 1990, o software era encarado como uma atividade marginal, vinculada ao hardware. Devido à reserva de mercado e a uma abundância de mão-de-obra e demanda interna, as firmas careciam de incentivos para desenvolver competências gerenciais eficientes.

Mesmo após a liberalização, essas firmas continuaram a apresentar características organizacionais frágeis, despreparo para a nova competição externa, e baixa sofisticação inovativa. Essa configuração encorajava a produção por meio de customização para clientes individuais, assim como a diversificação em mercados regionais, ao invés da especialização em produtos gerais para o mercado nacional.

Esse processo era agravado ainda por dois fatores. As firmas de software públicas, relativamente mais sofisticadas do que as nacionais privadas, eram em sua maioria autarquias, e, portanto, suas competências e expertise dificilmente eram transferidas para outras firmas.

Além disso, com a liberalização da importação de software e serviços de TI, grandes empresas passaram a adotar soluções internacionais ao invés de demandar produtos locais.

A resposta em termos de política pública não foi satisfatória. A incapacidade de enxergar o potencial do mercado doméstico como condutor do crescimento no setor de software resultou em uma escassez de políticas nacionais para o setor nos anos 1990. Os poucos instrumentos de política adotados, como o SOFTEX e o Prosoft, eram focados na inserção externa e no desenvolvimento de software produto, ignorando as competências já existentes no mercado interno e o potencial de iniciativas ligadas aos serviços de software.

O desenvolvimento do software brasileiro voltado ao mercado interno teve então impactos negativos significativos, resultando em especial em uma estrutura industrial ainda imatura e com instituições fracas. Ligados a esse, pode-se destacar alguns outros resultados. Em primeiro lugar, a quase total inexistência de firmas líderes de grande porte, capazes de competir com firmas estrangeiras. Em segundo, a fraca interação estratégica entre firmas domésticas a partir de alianças e parcerias. Por fim, a inexistência de um agente representativo centralizador das demandas do setor e capaz de projetar sua imagem para o mercado externo. Ainda que o software brasileiro conte com a Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES) e a Sociedade SOFTEX, nenhuma das duas organizações assume papel central comparável com a NASSCOM na Índia.

Para Botelho et al. (2005), países desenvolvidos como os EUA e a Alemanha desenvolvem suas competências industriais a partir de seus amplos e sofisticados mercados domésticos. Para que uma nação emergente possa também se beneficiar de seu mercado interno, seria preciso atender três condições complementares; a presença de setores líderes, capazes de gerar demanda sofisticada; a existência de mecanismos de competição e seleção; e o desenvolvimento de uma forte cultura empreendedora, capaz de promover atividades de risco.

No caso brasileiro, o setor de software beneficiou-se de setores-chave, como o financeiro e o de telecomunicações, que agiram como importantes drivers de demanda. A liberalização trouxe maior competição, forçando algumas firmas a reestruturar suas estratégias e modelo de negócios, assim como novas formas de capitalização, como capitais de risco. Entretanto, a performance atual do setor demonstra que tais incentivos não foram suficientes para condicionar o seu crescimento e ampliar suas competências inovativas e tecnológicas.

3.6 - Conclusão

O software desenvolveu-se no Brasil a partir das sofisticadas demandas do governo e de setores-chave domésticos, em especial o financeiro e o de telecomunicações. Diferentes instrumentos de política impactaram direta e indiretamente o software, primeiramente no contexto protecionista das décadas de 1970 e 1980, e depois no contexto de liberalização da década de 1990. É apenas a partir de 2003, entretanto, que o software passa a ser considerado uma indústria prioritária na política industrial e inovativa brasileira.

Ainda assim, as políticas explícitas adotadas para a indústria de software brasileira não foram capazes de casar seus objetivos com a realidade do setor no país. Procurava-se na PITCE, por exemplo, ampliar a presença de empresas nacionais de software no mercado interno e elevar as exportações do setor. O primeiro objetivo, entretanto, foi ofuscado pelo último, e o instrumento de política focou em boa medida na inserção externa e no aumento da exportação, ignorando as competências domésticas do software brasileiro. Políticas mais recentes, como o PDP e o Plano Brasil Maior, não se distanciam muito da PITCE nesse sentido.

Desta maneira, compreende-se que é preciso revisar os caminhos adotados pelo Brasil para o desenvolvimento da atividade de software.

CAPÍTULO 4 - ANÁLISE PARALELA DOS SISTEMAS SETORIAIS DE INOVAÇÃO EM SOFTWARE

4.1 - Introdução

O objetivo deste capítulo é apresentar as diferenças principais dos dois SSI em software definidos neste trabalho, afim de explicar as dificuldades de se emular o caso de sucesso da Índia em outras economias, e também entender, a partir da experiência indiana, se existem novos caminhos e instrumentos a serem utilizados pelo Brasil para o desenvolvimento do seu setor de software, apesar das distinções em suas trajetórias.

Primeiramente, será apresentado a dinâmica internacional experimentada pela indústria do software, para que então seja possível definir a inserção do Brasil e da Índia nesse setor. Em seguida, as principais diferenças dos modelos brasileiro e indiano serão discutidas, em termos de demanda, tecnologia e conhecimento; políticas públicas e interações com o setor privado; assim como modelos de receita e gestão de cada indústria. Finalmente, serão apresentados os possíveis aprendizados para o setor de software brasileiro.

4.2 - O cenário mundial do setor de software

4.2.1 - Dinâmica internacional do setor

O software surge a partir do desenvolvimento das tecnologias da informação durante a Segunda Guerra Mundial e nos primeiros anos do pós-guerra, estritamente relacionado à produção de computadores eletrônicos. A hegemonia norte-americana na pesquisa e produção da microeletrônica, em um contexto de forte intervenção estatal em torno de objetivos estratégicos de defesa e inovação tecnológica, garantiu para os EUA posição central na nascente indústria de software, que surge já em um ambiente de economia globalizada. Dessa maneira, a expansão de transnacionais norte-americanas, principalmente as gigantes IBM, Intel e Microsoft, impuseram os padrões dominantes iniciais de hardware, e, conseqüentemente, de software (Roselino, 2006).

Ainda que competências em tecnologias computacionais tenham sido desenvolvidas simultaneamente em outras regiões, nenhuma teve o sucesso e continuidade das competências norte-americanas. A hegemonia dos EUA torna-se mais acentuada no segmento de software produto, onde o sucesso competitivo baseia-se em esforços contínuos de inovação e na presença de vantagens de escala (Roselino, 2006). De fato, o mercado norte-americano não é apenas o maior mercado de software, em termos de faturamento e produtividade, mas também o agente historicamente responsável por direcionar a evolução técnica e econômica mundial da indústria (Stefanuto, 2004).

Mesmo assim, atividades de software foram avançadas em todos os países dotados de estrutura produtiva complexa, em maior ou menor intensidade, principalmente na Europa Ocidental e no Japão (Roselino, 2006). Nestes países, desenvolveu-se uma indústria em maior ou menor grau voltada para o mercado interno, com significativa fatia do mercado reservada a firmas domésticas, principalmente no segmento de serviços.

Entre os países em desenvolvimento, o sucesso na criação de uma indústria de software na Índia, Irlanda e Israel chamou a devida atenção da literatura econômica. Conhecidos como os “três Is”, estes três exemplos de competências em software construída com êxito em países emergentes têm em comum a centralidade da exportação no sucesso experimentado.

A Índia, a partir dos elementos discutidos no segundo capítulo deste trabalho como a proximidade aos EUA e a presença de mão-de-obra qualificada de baixo custo e de língua inglesa, conquistou importante espaço no mercado mundial de software, em especial nos segmentos de serviços de baixo valor agregado. A Irlanda teve desenvolvimento similar, onde as multinacionais forneciam a demanda para uma indústria local de baixo valor agregado (Botelho et al., 2005), mas com papel central do investimento direto externo e menor participação de firmas domésticas, quando comparado à Índia. Já Israel seguiu uma estratégia bastante diferente, especializando-se em atividades de alto valor agregado, e em alguns segmentos de nicho, como aviação e sistemas de comunicação (Botelho et al., 2005).

O caso dos “três Is” levou à hipótese de que o único caminho para a inserção bem-sucedida de países em desenvolvimento na indústria do software seria via exportação e proximidade aos mercados principais, em especial os EUA. As indústrias de países como o Brasil e a China, entretanto, demonstraram que mesmo sem significativa inserção externa e base exportadora, era possível desenvolver a indústria de software (Velooso et al., 2003). O

Brasil, como foi discutido no terceiro capítulo deste trabalho, assim como a China, se beneficiaram de seus amplos mercados internos para impulsionar as atividades de TI.

4.2.2 - Inserção do Brasil e da Índia no setor de software mundial

A seguir, explicitamos a inserção do Brasil e da Índia no software mundial, a partir de duas visões instantâneas. A primeira, de 2001, captura o contexto do setor ao final da década de 1990 e início do século XXI, servindo como importante visualização do resultado de toda a trajetória dos setores de software brasileiro e indiano nas décadas de 1970, 1980 e 1990. A segunda visão procura apresentar um posicionamento mais recente destes dois países no cenário internacional, e foca apenas na análise dos mercados internos de software de cada um.

A Tabela 4.1 a seguir, adaptada de Veloso et al. (2003), apresenta a visão do setor mundial de software em 2001. Ainda que consideravelmente abaixo dos principais países da indústria em termos de faturamento, a atividade de software nos dois países já se destaca, além de representar frações expressivas do PIB respectivo de cada um. É bastante claro, também, o peso que as exportações representam na indústria de cada país, sendo substancialmente maior na Índia do que no Brasil.

Levando-se em conta o índice de desenvolvimento geral³, que contabiliza o mercado doméstico e as exportações, a Índia lidera por larga margem a indústria de software mundial, em relação ao tamanho e sofisticação de sua economia, seguida da Irlanda (outra nação exportadora de software), e depois do Brasil. Nesta análise, é possível perceber o domínio da indústria de software mundial pelos “três Is”.

Já na análise do índice doméstico, o Brasil se destaca como a indústria de software mais robusta para seu nível de desenvolvimento econômico. A Índia segue de perto, seguida da China. A performance do software brasileiro é substancial nesse panorama de 2001, a frente da Coreia, Finlândia e Espanha, por exemplo, e bem à frente de outros países latinos, como a Argentina e o México.

³ As últimas duas colunas da Tabela 4.1 representam índices desenvolvidos por Veloso et al. (2003) para comparar as indústrias de software de diferentes países, ajustadas para o tamanho e o nível de sofisticação de cada economia nacional. O Índice de Desenvolvimento Industrial divide o faturamento das atividades de software do país pelo seu PIB (afim de contabilizar o tamanho da economia) e depois pelo PIB *per capita* (para contabilizar o nível de sofisticação), posteriormente multiplicando por um milhão afim de normalizar os valores. O Índice de Desenvolvimento Industrial Doméstico, exposto na última coluna, faz o mesmo cálculo, porém considerando apenas o faturamento realizado no mercado doméstico.

Tabela 4.1: Setor de software em países selecionados (2001)

País	Faturamento (US\$ milhões)	Exportação (US\$ milhões)	Emprego	% PIB (Vendas)	Índice de Desenv. Industrial ^a	Índice de Desenv. Ind. Doméstico ^b
EUA**	200.000	n/d	1.042.000	2,0%	0,5	0,5
Japão*	85.000	73	534.000	2,0%	0,8	0,8
Alemanha	39.844	n/d	300.000	2,2%	0,9	0,9
Reino Unido	15.000	n/d	n/d	1,0%	0,4	0,5
Índia	8.200	6.220	350.000	1,7%	7,8	1,9
Brasil	7.700	100	158.000	1,5%	2,2	2,2
Coréia	7.694	35	n/d	1,8%	1,1	1,1
Irlanda	7.650	6.500/3.000#	25.000	7,4%	3,4	0,5
China	7.400	400	186.000	0,6%	1,8	1,7
Espanha*	4.330	n/d	20.000	0,7%	0,4	0,4
Taiwan*	3.801	349	n/d	1,2%	0,7	0,6
Israel*	3.700	2600	15.000	3,4%	1,8	0,5
Finlândia	1.910	185	20.000	1,6%	0,7	0,6
Singapura	1.660	476	n/d	1,9%	0,7	0,5
Argentina*	1.340	35	15.000	0,5%	0,4	0,4
México	< 1.000	n/d	n/d	< 0,2%	0,2	0,2

Fonte: adaptado de Veloso et al. (2003). n/d – não disponível; * 2000; ** 2002;

^a Faturamento dividido pelo PIB e depois pelo PIB *per capita*; ^b Mesmo que o índice anterior, mas considerando apenas faturamento doméstico; # O segundo número exclui exportações da Microsoft
Destaque em negrito próprio

Já a Tabela 4.2 explicita o posicionamento das principais economias do mundo em relação ao total da indústria em 2016, considerando apenas os mercados internos, com informações da Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES, 2017). É possível inferir que o setor de software brasileiro permanece entre os principais do mundo em termos de faturamento, com mercado interno de aproximadamente US\$ 19 bilhões, superior ao indiano, de US\$ 14 bilhões. A China, por sua vez, parece ter ultrapassado o Brasil, e apresenta hoje um mercado interno duas vezes maior do que o brasileiro, de US\$ 37 bilhões.

Tabela 4.2: Mercado interno de software em países selecionados (2016)

#	País	Faturamento	%	#	País	Faturamento	%
1	EUA	496	45,3%	10	Holanda	18	1,6%
2	Reino Unido	80	7,4%	11	Itália	18	1,6%
3	Japão	69	6,3%	12	Espanha	15	1,4%
4	Alemanha	59	5,3%	13	Suíça	15	1,3%
5	França	42	3,8%	14	Índia	14	1,2%
6	China	37	3,4%	15	Suécia	12	1,1%
7	Canadá	29	2,6%	16	Coreia do Sul	10	1,0%
8	Austrália	21	2,0%	17	México	9	0,8%
9	Brasil	19	1,7%	-	Demais países	132	12,2%

Fonte: adaptado de ABES (2017). Faturamento em US\$ bilhões; % participação no total; Destaque em negrito próprio

4.3 - Os modelos de desenvolvimento de software brasileiro e indiano

Este trabalho apresentou os sistemas setoriais de inovação em software do Brasil e da Índia. Cada modelo encerra trajetórias e elementos-chave específicos, alguns tão idiossincráticos que sua reprodução não é factível, e outros que podem servir de aprendizado para demais países emergentes. A seguir analisamos as principais diferenças entre os dois modelos.

4.3.1 - Natureza da demanda, tecnologia e conhecimento

Uma das principais diferenças entre o SSI em software indiano e brasileiro está na origem das competências adquiridas por cada um. A Índia se beneficia de uma inserção externa exitosa, enquanto o Brasil sustenta sua indústria na sofisticada demanda de alguns setores-chave domésticos.

Ambos os países experimentam um esforço de política pública no setor de hardware nas décadas de 1970 e 80, e é a partir dessa atuação que as primeiras competências em torno do software são criadas. A Índia, entretanto, conta com qualificações particulares que a possibilitaram alcançar a liderança mundial na exportação de serviços de software, a partir de 2005 (Mani, 2014), posição que é mantida até hoje, sendo fundamental para explicar sua performance atual no setor.

Em especial, destaca-se a ampla disponibilidade de mão-de-obra indiana qualificada de língua inglesa para os setores de TI, oferta que o Brasil não pôde suprir historicamente, e que ainda é substancialmente reduzida em relação à Índia. A proximidade comercial e cultural entre os EUA e a Índia também beneficiou o posicionamento internacional do software indiano, principalmente a partir da diáspora e do empreendedorismo de indivíduos indianos desdobrados no Vale do Silício, que resultaram em importantes insights e informações de mercado para as firmas de software da Índia, além de terem servido como fonte de capital de risco.

O conjunto de baixo custo, qualificação da mão-de-obra, difusão da língua inglesa e proximidade comercial com um grande mercado de software é bastante particular à Índia. Com a atuação da NASSCOM, que desde 1988 constrói uma imagem internacional da indústria de software do país, e de políticas públicas focadas em inteirar o potencial da atividade exportadora, as vantagens da Índia se transformaram em performance e liderança mundial. As relações firmadas com usuários internacionais de software eram reforçadas com o tempo e a contratação de novos serviços. Dessa forma, competências criadas nos anos 1980 e 90 foram importantes em um contexto de transformações da indústria mundial de software, com a necessidades de se manter sistemas obsoletos e de converter sistemas computacionais para novas tecnologias. Além disso, soma-se fenômenos globais que tiveram impacto positivo para o software indiano, como o problema Y2K e a crise das dotcom.

De maneira geral, todo o processo de outsourcing, principalmente norte-americano, teve uma intensa demanda de serviços de software associada e encontrou na Índia o seu principal destino. É assim que deslança o setor de software indiano, a partir da demanda externa, contando com tecnologia e conhecimento proveniente de importantes clientes internacionais. O contraste com o Brasil é visível e inevitável. Sem dispor das qualificações específicas que auxiliaram a Índia a alcançar a liderança na exportação de software, o Brasil usufruiu do seu amplo e sofisticado mercado interno, cuja demanda é comparável com a dos principais usuários de software no mundo. As competências do setor no Brasil, portanto, concentraram-se em certos domínios de conhecimento, principalmente bancário, de telecomunicações e de serviços governamentais.

4.3.2 - Intensidade, natureza e escopo das políticas públicas

Em parte, as trajetórias de políticas públicas voltadas às TICs na Índia e no Brasil são comparáveis. Ambos os países iniciaram seus esforços de política focados no protecionismo aos equipamentos eletrônicos e de informática, e adotaram políticas mais liberais a partir dos

anos 1990, em certa medida já identificando o software como uma atividade destacada da indústria de hardware.

Importantes distinções, entretanto, são evidentes entre os dois países. Em primeiro lugar, a Índia apresentou políticas mais ativas e específicas ao software, adotadas mais cedo em relação ao Brasil. O governo indiano percebe a importância estratégica do software ainda em 1986, quando passa a definir estratégias do setor independentes da indústria de hardware. Em 1988, a implementação dos *Software Technology Parks* (STPs) já demonstra a busca ativa da Índia em explorar suas vantagens na exportação de serviços de software. Ademais, em 1992, já no contexto da liberalização econômica, o governo indiano ampliou o incentivo para as atividades de software ao diminuir os impostos para a importação em certos segmentos do setor.

Em segundo lugar, a Índia identificou tanto suas vantagens iniciais no setor mundial de software quanto a necessidade posterior de buscar ocupar posições em segmentos de maior valor agregado nas cadeias de valor, afim de manter sua liderança e performance em uma atividade dinâmica e intensiva em conhecimento, e foi capaz de implementar instrumentos adequados para estes fins.

O Brasil, por outro lado, não identificou o software como uma atividade central e independente para a estratégia industrial até a PITCE de 2003. Durante a reserva de mercado dos anos 1970 e 80, as políticas que impactaram o software foram principalmente passivas, não contando com um esforço concreto no incentivo a atividades de P&D e à criação de competências domésticas. Depois de alcançar certa proeminência na indústria mundial do software, o Brasil atravessa transformações liberais nos anos 1990, e a criação do SOFTEX indica um primeiro passo na política voltada especificamente ao software. Entretanto, mesmo identificando a atividade como proeminentemente doméstica, as políticas praticadas a partir deste período (como o próprio programa SOFTEX, a PITCE e a PDP) focavam na cópia de modelos internacionais, seja no desenvolvimento de software produto, como nos EUA, seja na exportação de software, como na Índia, Irlanda e Israel.

4.3.3 - Interação público-privada

A Índia se destaca também por ter criado um contexto de forte interação entre a indústria de software e o governo, tanto a nível central quanto regional. Em grande parte, isso se deve ao papel central exercido pela NASSCOM em representar os interesses da indústria e intermediar o diálogo com os policy makers. Outro fator importante foi a sofisticação gerencial e

organizacional desenvolvida por firmas indianas, a partir da interação com importantes clientes internacionais, que levaram a uma estrutura empresarial sólida, capaz não só de alcançar importantes sucessos comerciais como de direcionar políticas responsáveis.

De fato, a política pública operada pela Índia em relação ao software caracteriza-se por diretrizes criadas no governo central e praticadas ao nível regional, como resposta à demanda e ao sucesso do setor privado. A acentuada representatividade das firmas e as fortes instituições públicas garantiram um processo de cooperação público-privada e uma política focada no setor de software (Veloso et al., 2003).

No Brasil, a estrutura descentralizada do setor de software, a dominação por firmas de pequeno porte e a ausência de uma associação central que atuasse como intermediária resultaram em uma interação público-privada limitada. A Sociedade SOFTEX e a ABES, ainda que atuantes no setor, não se comparam à escala e escopo da NASSCOM na Índia.

4.3.4 - Modelos de negócio, processos de gestão e visibilidade

A partir da análise dos SSI em software na Índia e no Brasil, é evidente o diferencial quanto aos modelos de negócio e receita entre os dois. O modelo indiano favorece naturalmente os serviços de software, enquanto o brasileiro apresenta um espaço expressivo para o desenvolvimento de software produto.

Serviços são intensivos em fator trabalho, necessitam de um menor investimento inicial e, portanto, apresentam um baixo perfil de risco. O segmento oferece, entretanto, uma baixa oportunidade de diferenciação e uma dificuldade de crescimento após certa escala. Já o software produto requer maior investimento, tanto em desenvolvimento quanto em marketing e suporte, mas em contrapartida apresenta grande retorno no caso de sucesso comercial. O êxito inicial das firmas indianas em serviços de software gerou um efeito manada, com firmas buscando espaços no segmento e fugindo das atividades de produto. No Brasil, onde existe maior participação do software produto na indústria, o desafio de gerar renda neste segmento levou à adoção por muitas firmas de serviços (principalmente customização de software para clientes específicos) como uma fonte secundária de receita (Veloso et al., 2003).

A proximidade de firmas indianas a usuários internacionais de software, com demandas e requisitos sofisticados de processos gerenciais e organizacionais, possibilitou a existência de processos de variabilidade e seleção no setor de software indiano. O resultado foi uma estrutura

empresarial mais robusta, desde cedo ligada às “melhores práticas” da atividade e próxima dos padrões exigidos para a competição no mercado internacional. As firmas brasileiras, por outro lado, surgiram de maneira fragmentada, com um grande número de micro e pequenas empresas e na ausência de um representante institucional central, sob um contexto de forte proteção e alta demanda. Essa situação levou ao desenvolvimento de competências técnicas, por um lado, mas também à baixa sofisticação dos processos de gestão (Veloso et al., 2003; Botelho et al., 2005).

Hoje, as firmas indianas contam com níveis elevados de certificação de qualidade internacional, como o Capability Maturity Model (CMM), em parte devido à sofisticação da estrutura empresarial, com firmas de grande porte que empregam um número elevado de profissionais e geram receitas relativamente altas, e em parte devido às ações de incentivo da NASSCOM e do governo.

Outro importante papel da associação industrial indiana foi desempenhado na criação de uma imagem internacional da indústria de software do país. A NASSCOM incentivou a participação de firmas indianas em exposições globais de TI, facilitou o processo de visto de profissionais indianos para países desenvolvidos, criou iniciativas antipirataria, principalmente para reparar os efeitos negativos das vendas de cópias ilegais nas relações comerciais entre Índia e EUA, entre outras atuações importantes (Joseph, 2009).

O esforço resultou em uma visibilidade e projeção positiva da imagem da indústria de software indiana. A ausência de um esforço parecido no Brasil ajuda a identificar mais um fator que contribui para a fraca inserção externa do país no setor, e a ineficácia das políticas públicas que tentam incentivar a exportação sem a contrapartida de um investimento na imagem e nas competências do software brasileiro.

4.4 - Aprendizados para o setor de software brasileiro

O Brasil tem uma das principais indústrias de software, tanto entre países emergentes quanto a nível global. Em contraste com o modelo dos “três Is”, focado na inserção externa como porta de entrada para a indústria e já considerado o único modelo viável para países em desenvolvimento, o SSI em software brasileiro foi ancorado na sua sofisticada demanda interna, cujo tamanho e complexidade guiaram o processo de aprendizado e crescimento das firmas domésticas. Dados recentes de produtividade e inovação, entretanto, indicam que a dinâmica inovativa do setor está desacelerando (Bertoni, 2014).

Este trabalho apresentou a trajetória do SSI brasileiro em torno do software, além de analisar a trajetória correspondente da Índia, país emergente líder na exportação de serviços de software e cuja posição nas cadeias de valor vem crescendo, afim de tentar identificar, na experiência indiana, a presença de fatores importantes que possam contribuir para a reflexão de possíveis caminhos para o desenvolvimento da atividade de software no Brasil.

No segmento de serviços, o Brasil apresentaria dificuldades na competição internacional em torno das atividades de menor valor agregado (como manutenção de sistemas obsoletos, serviços internos de suporte ou serviços de codificação e testes), uma vez que essas são baseadas principalmente em mão-de-obra de extremo baixo custo, cuja vantagem se encontra em países como a Índia e a China, ou mesmo em especificidades históricas indianas, como a difusão da língua inglesa e a diáspora de profissionais de TI. Entretanto, a própria experiência brasileira já demonstra a importância dos serviços de software para um aumento no faturamento das firmas, e o caso de sucesso da Índia atesta para as vantagens de se desenvolver uma atividade de serviços no setor. A exportação, principalmente via outsourcing, seria essencial para o desenvolvimento sustentável da indústria, ao criar credibilidade internacional e estabelecer confiança com agentes de mercado, além de ter importantes impactos no balanço de pagamentos e na criação de empregos qualificados.

Uma importante oportunidade, já levantada em Veloso et al. (2003), seria a inserção internacional em segmentos de serviços com maior valor agregado, em setores verticais onde o software brasileiro desenvolveu competências mais dinâmicas, como o bancário, o de telecomunicações e comércio eletrônico. O simples incentivo para exportação, entretanto, tem poucas chances de funcionar, já que a Índia domina o mercado mesmo em segmentos de maior valor agregado. A competição externa, portanto, seria dependente de investimentos na imagem internacional do software brasileiro, através de certificações, por exemplo. Em um contexto de demanda doméstica crescente e sofisticação moderada de uma grande parcela de clientes, entretanto, o incentivo público é fundamental para estimular a busca por melhorias operacionais das firmas.

Outra lição da experiência indiana é que a performance do setor de software em países emergentes não é resultado apenas da ação governamental ou das forças de mercado. A combinação de agentes empreendedores e fontes de capital de risco resulta em uma iniciativa privada dinâmica, essencial para aproveitar as oportunidades existentes na área de TI. Por outro lado, políticas públicas reativas e focadas, na forma de incentivos fiscais, investimentos

públicos em infraestrutura e esforços ativos em inovação são também fundamentais para o desenvolvimento da indústria.

De forma concreta, a estratégia de se beneficiar das economias de aglomeração, através da criação de polos tecnológicos específicos para o desenvolvimento de software como os *Software Technology Parks of India* (STPs) é um importante aprendizado da trajetória indiana. Nestes centros de tecnologia e inovação, deve-se prover espaços, infraestruturas de comunicação e outras facilidades que estariam fora do alcance do empreendedor individual, além de um sistema de balcão único que limitaria a interação do agente privado com o processo burocrático, tornando-o mais eficiente. Dois fatores adicionais são importantes para o sucesso destes polos. Em primeiro lugar, a proximidade aos centros de pesquisa (como universidades) e aprendizado (como firmas já estabelecidas) é importante, afim de criar um processo contínuo de criação de competência doméstica. Em segundo, deve-se cuidar para que estes polos não sejam fechados e impeçam o spillover para demais setores.

4.5 - Conclusão

A Índia é um dos principais exemplos de inserção exitosa de um país emergente no mercado mundial de software. Emular seu sucesso, entretanto, seria impraticável, uma vez que parte significativa dele está fundamentado em idiosincrasias da sua evolução histórica, cultural, política e econômica. A Diáspora Indiana e a consequente proximidade ao mercado norte-americano, o domínio da língua inglesa por parte substancial da população, e a diferença de 12 horas do fuso indiano para o norte-americano são exemplos destas características particulares do SSI em software da Índia. O país, entretanto, soube aproveitar suas vantagens absolutas e relativas para inserir-se no mercado internacional e promover a atividade do software domesticamente. A atuação do governo foi fundamental, com políticas ativas e focadas no setor, assim como o foi a expressiva interação público-privada da indústria.

O Brasil pode, entretanto, espelhar-se em certos aspectos do SSI em software da Índia. A experiência indiana destaca, por exemplo, a importância do setor de serviços como fonte de renda para as firmas domésticas e gerador de empregos qualificados para a economia, assim como fator importante no balanço de pagamentos. Destaca, também, a importância de políticas ativas e focadas no setor de software, como a criação de polos tecnológicos. Neste caso, os instrumentos de política brasileiros devem levar em conta as vantagens do software nacional, fundamentada em torno de competências de setores-chaves, principalmente o financeiro e o de telecomunicações.

CONCLUSÃO

O software é a atividade na qual se fundamentam as tecnologias e os sistemas de informação, e o seu desenvolvimento imprimiu impactos profundos nas estruturas produtivas e inovativas das economias mundiais. O presente trabalho se propôs a analisar o setor do software de dois países emergentes, o Brasil e a Índia, sob a ótica neoschumpeteriana dos Sistemas Setoriais de Inovação (SSI).

Os SSI em software dos dois países apresentam divergências significativas, e representam duas trajetórias distintas para o desenvolvimento da indústria em países emergentes. A Índia valeu-se de suas vantagens absolutas e relativas no mercado internacional de software para alavancar suas exportações, principalmente junto aos EUA, enquanto o Brasil se beneficiou da sofisticada demanda interna do governo e de certos setores-chave, entre eles o financeiro e o de telecomunicações.

A divergência observada nas trajetórias e elementos-chave dos dois SSI, e explicitadas nas análises mais aprofundadas dos capítulos 2 e 3 deste trabalho, demonstram a impossibilidade de se emular integralmente os fatores de sucesso de um dos sistemas setoriais nos sistemas de outros países emergentes. Ainda assim, importantes aprendizados podem ser destacados, tendo consciência das especificidades de cada SSI.

Desta maneira, o trabalho conclui que a experiência indiana e seu sucesso no mercado internacional de software, ainda que não reproduzível no Brasil, pode ser analisada para importantes *insights* sobre os fatores que alavancam o desenvolvimento do software em países emergentes.

Em primeiro lugar, a importância da criação de competências em serviços de software não deve ser desprezada, mesmo que a atividade seja de menor valor agregado quando comparada ao software produto. Além de servir como fonte secundária e mais constante de receita para as firmas do setor, os serviços de software também estão ligados à criação de empregos qualificados no setor computacional, e podem ser considerados um fator importante no balanço de pagamentos. Ademais, de acordo com a experiência indiana o papel do governo é fundamental, mas deve ser voltado a políticas ativas e focadas no setor. Um exemplo dessas

políticas são os *Software Technology Parks*, polos tecnológicos focados na atividade de software que possibilitam o desenvolvimento de competências domésticas em um contexto de economias de aglomeração.

Mais importante, a experiência indiana demonstra que é preciso focar os esforços de política junto às vantagens principais do país no setor. No caso da Índia, estas vantagens estavam ligadas à exportação para o mercado externo. Já no Brasil, as competências domésticas criadas em torno de setores-chave é que devem ser alavancadas para maior impacto das políticas de software.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI. *Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior*. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2003. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/Diretrizes_PITCE.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.
- ABES. *Mercado Brasileiro de Software: panorama e tendências*. 1ª. ed. São Paulo: Associação Brasileira das Empresas de Software, 2017.
- ABVCAP. *Consolidação de Dados: Indústria de Private Equity e Venture Capital no Brasil (2011-2016)*. [S.l.]: Associação Brasileira de Private Equity e Venture Capital, 2017.
- ASHEIM, B. T.; ISAKEN, A. *Location, agglomeration and Innovation: towards regional Innovation systems in Norway?* Oslo: STEP group – Studies in Technology, Innovation and Economic Policy, n.13/96. 1996.
- ATHREYE, S. The Indian Software Industry. In: ARORA, A; GAMBARDELLA, A (org). *From Underdogs to Tigers: The Rise and Growth of the Software Industry in Brazil, China, Ireland and Israel*. Oxford: Oxford University Press, cap. 2, 2005.
- BAIN, J. *Barriers to New Competition*. Cambridge: Harvard University Press, Cambridge, 1956.
- BERTONI, R. *Obstáculos à inovação na Indústria Brasileira de Software e Serviços de TI*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico). Campinas: Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, 2014.
- BOTELHO, A.; STEFANUTO, G.; VELOSO, F., The Brazilian Software Industry. In: ARORA, A; GAMBARDELLA, A (org). *From Underdogs to Tigers: The Rise and Growth of the Software Industry in Brazil, China, Ireland and Israel*. Oxford: Oxford University Press, cap. 5, 2005.
- BRACZYK, H. J.; COOKE, P.; HEIDENREICH, M. *Regional Innovation systems: the role of governances in a globalized world*. Londres: Bristol, PA.: UCL Press, 1998.
- CARLSSON, B.; STANKIEWITZ, R. On the Nature, Function and Composition of Technological Systems. *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 1, p. 93-118, 1991.
- CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H.; *Sistemas de Inovação e Desenvolvimento: as implicações de política. São Paulo em Perspectiva*, 2005.
- CHANG, Ha-Joon. *Chutando a Escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica*. São Paulo: Editora UNESP, 2004. Tradução.
- COOKE, P.; URANGA, M. G.; ETXEBARRIA, G. Regional systems of Innovation: institutional and organisational dimensions. *Research Policy*, v. 26, n. 1, p. 475-491, 1997.
- DIEGUES, A. C.; ROSELINO, J. E.; GARCIA, R. *Política Industrial e Desenvolvimento: o caso da indústria brasileira de Tecnologia de Informação*. *Espacios*, v. 35, n. 12, p. 13, 2014.
- COASE, R. H. *The Nature of the Firm*. *Economica*, New Series, v. 4, N. 16, p. 386-405, 1937.
- DOSI, G. Technological Paradigms and Technological Trajectories. A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change. *Research Policy*, v. 11, n. 3, p. 147–208, 1982.
- _____. Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, v. 26, n. 3, p. 1120–1171, 1988.
- _____. Opportunities, Incentives and the Collective Patterns of Technological Change. *Economic Journal*, v.107, n. 444, 1530–1547, 1997.

- DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (ed.). *Technology and economic theory*. Londres: Pinter Publishers, 1988.
- D’COSTA, A.P. Uneven and Combined Development: Understanding India’s Software Exports. *World Development*, v. 31, n. 1, p. 211-226, 2003.
- EDQUIST, C. (ed.). *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*. Londres: Pinter Publishers, 1977.
- ESC. *Computer Software/Services and ITeS Exports*. Electronics and Software Export Promotion Council, 2017. Disponível em: <<https://www.escindia.in/resource-center/indias-computer-software-export/>>. Acesso em: 17 fev. 2018.
- FICCI. *India Inc’s Acquisitions Abroad*. Nova Délhi: Federation of Indian Chambers of Commerce and Industry, 2006.
- FREEMAN, C. *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Londres: Frances Pinter, 1987.
- _____. Japan: A new National Innovation Systems? In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (ed.). *Technology and economic theory*. Londres: Pinter Publishers, 1988.
- _____. The National Innovation Systems in historical perspective, *Cambridge Journal of Economics*, v. 19, n. 1, 1995.
- GAIO, F. Software Strategies for Developing Countries: Lessons form the Brazilian Experience. In: SCHMITZ, H.; CASSIOLATO, J. *High-tech for Industrial Development*, Toutledge, Londres, 1992.
- GONZALO, M.; KANTIS, H. *Venture capital in India: a critical view from an evolutionary and systemic perspective*. 15th International Globelics Conference, Atenas, 2017.
- GOTO A.; ODAGIRI H. The Japanese System of Innovation: Past, Present and Future. In: NELSON R. (ed). *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford University Press, p. 76-114, 1993.
- HEEKS, R. *India’s Software Industry: State Policy, Liberalization and Industrial Development*. Nova Délhi: Sage Publications, 1996.
- JOSEPH, K. J. *Information Technology, Innovation System and Trade Regime in Developing Countries: India and the ASEAN*. Londres e Nova York: Palgrave Macmillan, 2006.
- _____. Sectoral innovation Systems in Developing Countries: the case of ICT in India. In: LUNDVALL B A, JOSEPH, K. J.; C. CRISTINA; VANG, J. (ed.). *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries*. Cheltenham: Edward Elgar, 2009.
- _____. India's Software Industry in Transition: Lessons for Other Developing Countries and Implications for South-South Cooperation. *Productivity Journal*, v. 54, n. 4, 2014.
- KUMAR, N.; JOSEPH, K. J. Export of Software and Business Process Outsourcing from Developing Countries: Lessons from India. *Asia Pacific Trade and Investment Review*, v. 1, n. 1, p. 91-108, 2005.
- LEE, K.; PARK, TY; KRISHNAN, R. Catching-up or Leapfrogging in the Indian CIS Sector: Windows of Opportunity, Path-creating, and Moving Up the Value Chain. *Development Policy Review*, 2013.
- LEVIN, R.; KLEVORICK, A.; NELSON, R.; WINTER, S. Appropriating the returns from Industrial R&D. *Brookings Papers on Economic Activity*, v. 3, p. 783–831, 1987.
- LUNDVALL, B-Å. Innovation as an interactive process: from userproducer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G. et al (ed.). *Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers, p. 349-369, 1988.
- _____. (ed.). *National innovation systems: towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter, 1992.

- _____. *National Systems of Innovation*. Londres: Frances Pinter, 1993.
- MALERBA, Franco. Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, v. 31, p. 247-264, 2002.
- _____. Sectoral systems of innovation: a framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 14, n. 1-2, p. 63-82, 2005.
- _____. *Catch up in different sectoral systems: some introductory remarks*. Trivandrum, Kerala: Globelics India, 2006.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological Regimes and Patterns of Innovation: A Theoretical and Empirical Investigation of the Italian Case. In: HEERTJE, A. (ed.) *Evolving Industries and Market Structures*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press, 1990.
- _____. Technological Regimes and Firm Behavior. *Industrial and Corporate Change*, v. 2, n. 1, p. 45-74, 1993.
- MANI, S. Emergence of India as the World Leader in Computer and Information Services. *Economic & Political Weekly*, v. 49, n. 49, p. 51-61, 2014.
- METCALFE, S. *Evolutionary economics and creative destruction*. Routledge, Londres, 1998.
- MURMANN, P. *Knowledge and competitive advantages*. Cambridge University Press, 2003.
- NASSCOM. *The IT-BPM Sector in India: Strategic Review*, 2017. Nova Délhi: NASSCOM, 2017.
- NELSON, R. Institutions supporting technical change in the United States. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (ed.). *Technology and economic theory*. Londres: Pinter Publishers, 1988.
- _____. Recent Evolutionary Theorizing about Economic Change. *Journal of Economic Literature*, v. 33, n.1, p. 48-90, 1995.
- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. In Search of Useful Theories of Innovation. *Research Policy*, v. 6, n. 1, p. 36-76, 1977.
- _____. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard, MA: The Belknap Press of Harvard University Press, 1988.
- OCDE. *Technical change and economic policy: science and technology in the new economic and social context* Paris e Washington DC: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1980.
- QUINN, J.B.; BARUCH, J.J.; ZIEN, K.A. *Innovation Explosion: Using Intellect and Software to Revolutionize Growth Strategies*. Free Press, 1997.
- ROSELINO, J. E. *A Indústria de Software: O 'modelo brasileiro' em perspectiva comparada*. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas). Campinas: Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, 2006.
- ROSELINO, J. E.; DIEGUES, A. C. Perspectivas do Investimento em Tecnologias de Informação. Relatório integrante da pesquisa *Perspectivas do Investimento no Brasil*, 2009.
- SALATTI, R. C. *Flexibilização do Trabalho em Empresas de Desenvolvimento de Sistemas*. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica). Campinas: Instituto de Geociências, DPCT, UNICAMP, 2004.
- SCHUMPETER, J. A. *Capitalism, Socialism and Democracy*. Nova York: Harper & Row, 1962.
- SCHWARTZ, R. Software industry entry strategies for developing countries. *World Development*, v. 20, n. 2, p. 143-164, 1992.
- SHARIF, N. *Dynamics of Industry and Innovation: Organizations, Networks and Systems*. DRUID Tenth Anniversary Summer Conference, 2005.

- SOFTEX, Observatório. *Recursos Humanos em TI: Recomendações de políticas públicas*. Texto para Discussão 2, 2011.
- _____. *Software e Serviços de TI: A indústria brasileira em perspectiva*. Campinas, 2012.
- STEFANUTO, G. N. *O Programa Softex e a Indústria de Software no Brasil*, Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica). Campinas: Instituto de Geociências, DPCT, UNICAMP, 2004.
- STEINMUELLER, W. E. *Technology Infrastructure in Information Technology Industries*. MERIT - Maastricht Economic Research, 1995.
- SUTTON, J. *Sunk Costs and Market Structure*. Cambridge: MIT Press, 1991.
- SZAPIRO, M. *Reestruturação do setor de telecomunicações na década de noventa: um estudo comparativo dos impactos sobre o sistema de inovação no Brasil e na Espanha*. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.
- TEIXEIRA, A. L.; RAPINI, M. S.; SZAPIRO, M. *Discurso e Prática da Política Industrial no período 2005-2014: uma avaliação da distribuição setorial dos recursos reembolsáveis do BNDES e da FINEP*. São Paulo: Blucher, 2017.
- TEUBAL, M.; YINNON, T.; ZUSCOVITCH, E. Networks and Market Creation. *Research Policy*, v. 20, n. 5, p. 381–392, 1991.
- TIGRE, P.; BOTELHO, A. Brazil Meets the Global Challenge: IT Policy in a Postliberalization Environment. *The Information Society: An International Journal*, 2001.
- TÁPIA, J. B. *A trajetória de Política de Informática Brasileira (1977-1991) - Atores, instituições e estratégias*. [S.l.]: Editora Papirus, 1995.
- UNCTAD. FDI from Developing and Transition Economies: Implications for Development. *World Investment Report*. Nova York e Genebra: ONU, 2006.
- VELOSO, F.; BOTELHO, A.; TSCHANG, T. *Slicing the knowledge-based economy in Brazil, China and India: a tale of 3 software industries*. Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2003.