

Universidades como Produtoras de Conhecimento para o Desenvolvimento Econômico: Sistema Superior de Ensino e as Políticas de CT&I

Tulio Chiarini*, Karina Pereira Vieira†

Contents: 1. Introdução; 2. Papel das Universidades nos Sistemas de Inovação; 3. Sistema Universitário e Política de Inovação; 4. Áreas Estratégicas e Áreas do Conhecimento; 5. Considerações Finais.

Palavras-chave: Universidades, Produção de Conhecimento, Sistemas de Inovação.

Códigos JEL: O33, I23, I28.

Universidades têm funções semelhantes na maioria dos sistemas de inovação em países industrializados e em industrialização, porém a relevância do seu papel se altera substancialmente em cada economia. Neste trabalho, identificamos que a alocação de recursos financeiros destinados à pesquisa apresenta especial concentração em *hard sciences*, entretanto a alocação de recursos humano concentra-se preferencialmente nas áreas de Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e Linguística, Letras e Artes (*soft sciences*). Esta distorção entre alocação de recursos financeiros e recursos humanos afeta diretamente a capacidade inovativa do país. É possível que o Brasil não esteja formando recursos humanos suficientes para competir em mercados avançados em ciência e tecnologia.

Universities have broadly similar functions in the innovation systems of most industrial and industrializing countries; however the relevance of their role alters substantially. In Brazil, universities are the most important knowledge producers. We demonstrate that even though the largest allocation on financial resources goes to 'hard sciences', there is a large allocation of human resources within humanities, applied social sciences and linguistics, arts and literature (soft sciences). This distortion in the distribution of researchers with a relative high concentration in

*Professor de Economia do Instituto de Engenharia de Produção e Gestão da Universidade Federal de Itajubá (IEPG/UNIFEI).
E-mail: tuliochiarini@unifei.edu.br

†Pesquisadora vinculada ao Grupo de Pesquisa em Desenvolvimento Regional (GPDeRe) da Universidade Federal de Itajubá.
E-mail: karina.pvieira@gmail.com



humanities and applied social science may directly affect Brazil's capacity of innovation. Brazil may not be producing the quantity of pertinent human resources expected to compete in the world's technological advanced markets.

1. INTRODUÇÃO

O progresso técnico é essencial para o desenvolvimento e crescimento econômico. Sua particularidade remete às atividades que o produz – conhecimento científico-tecnológico – e não é como um ‘maná milagroso vindo dos céus’, mas deve ser gerado endogenamente e sua produção, logo, deve ser fomentada por agentes públicos de forma efetiva para uma política pró-desenvolvimento. O conhecimento científico-tecnológico é um fator competitivo e *conditio sine qua non* para a capacidade inovativa; seu desenvolvimento é um processo dinâmico e resulta da interação entre diferentes agentes econômicos, especialmente, pois os novos paradigmas tecnológicos estão permeados por conhecimentos científicos de fronteira, em ambiente de incerteza radical.

Um desses agentes é a universidade, entendida aqui como uma instituição cujo papel social vai além de formar uma sociedade mais ‘iluminada’, mas é responsável pelo processo de criação e disseminação, tanto de novos conhecimentos quanto de novas tecnologias, através de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento e engenharia e pode ser encarada como agente estratégico para o *catch-up*.

Além disso, as universidades *per se*, ao formarem pessoas qualificadas, predis põem a capacidade de absorção de novos conhecimentos pela sociedade, *id est*, elevando o bojo de compreensão de tecnologias e conhecimentos externos pela sociedade; logo, aumentam a sua capacidade de utilizar tais conhecimentos. Isso possibilita que a sociedade possa produzir novos conhecimentos; não apenas agindo passivamente como copiadora do que é gerado exogenamente (Pavitt, 1991, Rosenberg e Nelson, 1994, Nowotny, 2001). Dessa forma, as universidades impactam o crescimento econômico devido a excelência em pesquisa avançada e ao aumento do estoque de capital humano, afinal os recursos humanos são reconhecidos como fator determinante do desenvolvimento: é preciso pessoal capacitado em assimilar e saber com um ritmo consistente com as mudanças tecnológicas (Perez, 1992). A combinação de crescimento nos estoques de conhecimento e oferta de capital humano gera retornos tecno-econômicos crescentes. Além disso, as universidades são responsáveis por pesquisas que são aplicadas diretamente no setor produtivo, gerando ganhos competitivos para as empresas que conseguem transformar o conhecimento científico em inovações tecnológicas em âmbito industrial.

Embora as universidades cumpram funções muito semelhantes nos sistemas inovativos da maioria dos países industrializados e em industrialização, a relevância de seu papel varia consideravelmente. Além disso, a produção de conhecimento não tem a mesma intensidade intra e inter economias. As variabilidades intra ou inter economias se ocorrem, por exemplo, devido ao tamanho e estrutura de agências de pesquisa e fomento e inúmeros outros fatores que moldam o ambiente inovativo. Isso posto, ao dar relevância *ex ante* ao papel das universidades no processo inovativo, deve-se atentar que seu papel é mais ou menos intensificado de acordo com a dinâmica cultural, social, política, institucional e histórica onde as universidades estão inseridas, e nada garante, *ex post*, que o conhecimento ali gestado será revertido em ganhos inovativos para o país. No Brasil, por exemplo, as universidades não formam um grupo homogêneo de criação de conhecimento, havendo universidades mais intensivas na geração e produção de conhecimento científico e tecnológico que outras. No entanto, categoricamente, pode-se afirmar que, no Brasil, instituições privadas de ensino superior que se dedicam à pesquisa científica são raras exceções, ficando a produção de conhecimento científico a cargo principalmente das universidades públicas. Contudo, nem mesmo as instituições de ensino superior públicas são passíveis de generalizações: as instituições de ensino superior federais são o principal *locus* de produção de conhecimento, como será visto.

O estudo sobre as universidades traz uma nova luz na interpretação do Sistema Nacional de Inovação. O objetivo deste trabalho é descrever as principais características dos produtores de conhecimento mais importantes do Brasil, ou seja, as universidades. Será mostrado que, apesar do esforço na alocação de recursos financeiros para a investigação em áreas específicas que se enquadram os setores industriais e de prioridade da política científica e tecnológica do país, há uma concentração significativa de recursos humanos alocados em outros campos de pesquisa que não são caracterizados como estratégicos para o desenvolvimento do país. O artigo está estruturado da maneira que se segue: primeiramente apresenta-se o papel das universidades nos Sistemas de Inovação. Na Seção 3, apresenta-se brevemente o sistema universitário brasileiro e as principais políticas recentes no que tange à inovação. Ficará evidente que o governo brasileiro é ciente da importância de fomentar a relação universidade-empresa, no entanto, o país tem formado mais recursos humanos em *soft sciences* do que em *hard sciences*, demonstrando que há um desalinhamento de políticas educacionais e inovativas/industriais. Já na Seção 4, busca-se encontrar uma maneira de comprovar como as áreas estratégicas definidas pelo governo são estudadas nas universidades. Finalmente, finda-se esse artigo com algumas considerações finais.

2. PAPEL DAS UNIVERSIDADES NOS SISTEMAS DE INOVAÇÃO

As Instituições de Ensino Superior (doravante, IES) têm caráter vital não somente na formação de recursos humanos, mas também na geração de conhecimentos técnico-científicos para o desenvolvimento sócio-econômico no contexto dos Sistemas de Inovação. São agentes basilares e auxiliam o processo de criação e disseminação, tanto de novos conhecimentos, quanto de novas tecnologias, através de pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento e, por essa razão são encaradas como agentes estratégicos para o *catch-up*.

A geração de novos conhecimentos nas IES tem se tornado alvo, embora ainda incipiente, do interesse de empresas privadas e do próprio setor público, graças ao reconhecimento que um sistema efetivo de pesquisa pública é parte relevante da estrutura institucional necessária para o *catch-up* (Mazzoleni e Nelson, 2006) e que o sistema educacional tem papel primordial em construir competências e formar as bases do processo inovativo (Lundvall e Christensen, 1999).

A relação universidade-empresa, em um Sistema de Inovação, fomenta transbordamentos de conhecimento provenientes da pesquisa e desenvolvimento (P&D), corporificando-se em novos produtos e/ou novos processos. Além disso, as universidades promovem a formação e o aprimoramento de profissionais, através de treinamentos, capacitando-os a trabalhar de acordo com a demanda das empresas, sendo ainda o único local para treinamento de especialistas em número suficiente para sustentar as ciências, medicina, tecnologia e sistemas de comunicação globalizados (Nowotny, 2001). Dessa forma, as universidades, por si só, ao formarem pessoas qualificadas, influenciam a capacidade de absorção de conhecimentos pela sociedade, ou seja, elevam a capacidade da sociedade compreender tecnologias e conhecimentos externos (não produzidos nela) e, conseqüentemente, aumentam a capacidade da sociedade utilizar esses conhecimentos. Isso possibilita que a sociedade seja capaz também de produzir novos conhecimentos e não apenas agir como mera copiadora ou absorvedora do que as universidades criam (Rosenberg e Nelson, 1994, Pavitt, 1991, Nowotny, 2001).

Entretanto, não se pode negar que são intrincadas as relações e os papéis dos agentes envolvidos na produção de conhecimento, além do papel essencial exercido pela própria sociedade na sua absorção. Além disso, em algumas economias, o regime de incentivo para pesquisa é desalinhado: há baixa expectativa que o conhecimento gerado publicamente seja transferido para aplicações comerciais a fim de gerar ganhos de produtividade e competitividade, sem mencionar que grande parte das pesquisas não está orientada aos resultados (Rodríguez et alii, 2008). Essa é uma característica peculiar do sistema universitário latino-americano (Rodríguez et alii, 2008) e o caso brasileiro não seria uma exceção, o que demonstra que há um gap entre a produção científica e a inovação tecnológica efetiva.



Esse desalinhamento é agravado, pois o principal *locus* de produção de conhecimento na América Latina é a universidade (Arocena e Sutz, 2001), sendo que outros institutos (públicos ou privados) contribuem pouco para esse processo, assim, se as universidades ainda são encaradas como instituições inalcançáveis, sem compreender a dinâmica do mercado, a relação universidade-empresa torna-se fraca e a troca de comunicação entre ambas é minimizada, enfraquecida.

O desenvolvimento científico-tecnológico é um processo dinâmico e é resultado de uma interação coletiva entre os diferentes agentes econômicos, especialmente porque os novos paradigmas tecnológicos são permeados por conhecimentos científicos de fronteira, assim deve-se promover um papel ativo das universidades e reforçar a rede universidade-empresa-governo.

3. SISTEMA UNIVERSITÁRIO E POLÍTICA DE INOVAÇÃO

Essa seção tem duplo propósito:

- i) realizar a caracterização dos investimentos em educação superior no Brasil, conforme a natureza dos investimentos (público e privado), bem como a formação de mão-de-obra no ensino superior, segundo áreas de conhecimento, além da produção de conhecimento científico. A fim de enriquecer a análise, observam-se tais características para os países da OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) e alguns países selecionados. O objetivo é identificar características do ensino superior no Brasil que permitam realizar reflexões sobre o papel do Estado brasileiro na formação de recursos humanos altamente qualificados voltados para áreas estratégicas ao desenvolvimento científico e tecnológico do país e também na produção do conhecimento científico.
- ii) apresentar as evidências recentes sobre as políticas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no Brasil, especialmente no que tange o incentivo a pesquisa universitária e a integração com o setor produtivo.

3.1. O sistema de ensino superior brasileiro

As IES brasileiras passaram a se proliferar significativamente a partir da segunda metade da década de 90, quando se observou altas taxas de crescimento marcado principalmente pela expansão do número de instituições privadas. Entre 2004 e 2009, houve expansão do número de matrículas nos cursos de graduação no ensino superior, que passou de 4,2 milhões para 5,9 milhões, crescendo a uma taxa média de 7,14% ao ano. Em 2008, o mercado brasileiro de ensino superior já era o maior da América Latina e o quarto maior do mundo, com 5,958 milhões de matrículas (UNESCO, 2010).

Segundo a OECD, 11% da população brasileira entre 25 e 34 anos completou o ensino superior, em 2008. Em países da OECD, este número chega a 35% da população jovem. No Japão e na Coreia, 50% da população da mesma faixa etária concluíram o ensino terciário (OECD, 2010).

O Brasil não dispõe de estatísticas que mensurem o investimento privado em educação superior. No que se refere aos investimentos feitos pelo setor público, estes representam 0,8% do PIB brasileiro. Nos países da OECD, os investimentos em educação superior representam em média 1,5% do PIB. Os maiores investimentos em relação PIB são observados em países como: Estados Unidos (3,1%), Canadá (2,6%), Coreia (2,4%) e Chile (2,0%) (OECD, 2010).

Quando se observa os investimentos em educação superior, nota-se que, nos países da OECD, eles se caracterizam pela forte presença do investimento público (1,0% do PIB) *vis-à-vis* o privado (0,5% do PIB), com destaque para França, Alemanha e os países nórdicos. O modelo norte-americano difere do observado para os países da OECD como um todo. Nos Estados Unidos, os investimentos públicos em educação superior representam 1,0% do PIB, enquanto os investimentos privados representam 2,1%. (OECD, 2010). Dessa forma, verifica-se que o Brasil investe pouco em educação superior (0,8% do PIB) e

esse investimento está pulverizado em várias áreas do conhecimento e não privilegia áreas estratégicas para o desenvolvimento do país, como será visto adiante.

Quanto à demanda dos estudantes por cursos superiores, segundo o Ministério da Educação e Cultura (MEC), em 2009, os cursos com maior número de matrículas, nas IES brasileiras, foram Administração (18%), Direito (11%) e Pedagogia (10%). Os cursos de Engenharia representaram 7% do total de matrículas no mesmo ano. A preferência por cursos da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas não é uma característica restrita ao Brasil. Em países da OCDE, 62,3% das matrículas no ensino superior são em cursos de Humanas, Sociais Aplicadas, Letras e Artes, e Educação. Nos Estados Unidos, 73,3% das matrículas são nestas áreas de conhecimento.

Table 1: Matrículas no ensino superior (%), Brasil e Países Seleccionados, 2008

	Saúde	Ciências Biológicas, Física e Ciências Agrárias	Matemática e Ciência da Computação	Humanas, Sociais Aplicadas, Letras e Artes, Educação	Engenharia
OCDE	13,5	7	4,8	62,3	12,2
Brasil	15,6	4,9	2,7	66,4	4,6
Estados Unidos	10,8	6,4	3,4	73,3	6,1
Alemanha	9,3	10	7,9	60,1	12,4
França	9,9	8,5	6	62,3	13,4
Coréia	9,2	6,2	4,9	56,4	23,2

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da OCDE (2010).

A diferença entre o Brasil e os países desenvolvidos, no que tange às matrículas do ensino superior por área de conhecimento, é identificada principalmente na área de Engenharia (Tabela 1). Apenas 4,6% das matrículas no ensino superior brasileiro são em cursos de engenharia. Nos países da OCDE, esta área de conhecimento concentra 12,2% das matrículas. Na França, 13,4% e na Coreia do Sul, 23,2%. Embora a OCDE não disponha de dados recentes para a Índia, sabe-se que, entre 2002 e 2003, as matrículas em cursos de engenharia representavam 7,5% do total no país. Disciplinas caracterizadas como Ciências representavam 19,8% das matrículas, e Artes e Negócios representavam 62% do total. Em 2002, as instituições de ensino superior, na Índia, denominadas *Colleges*, totalizavam 15.437, dos quais 6,9% eram de Engenharia/Tecnologia e 8,1% eram da área de Saúde (Kapur e Mehta, 2004).

A observação da natureza dos investimentos (públicos ou privados) em educação superior, bem como dos estudantes matriculados, segundo a área de conhecimento, é importante para que se possa caracterizar a formação de mão-de-obra qualificada, no país. No caso brasileiro, é possível fazer duas afirmações:

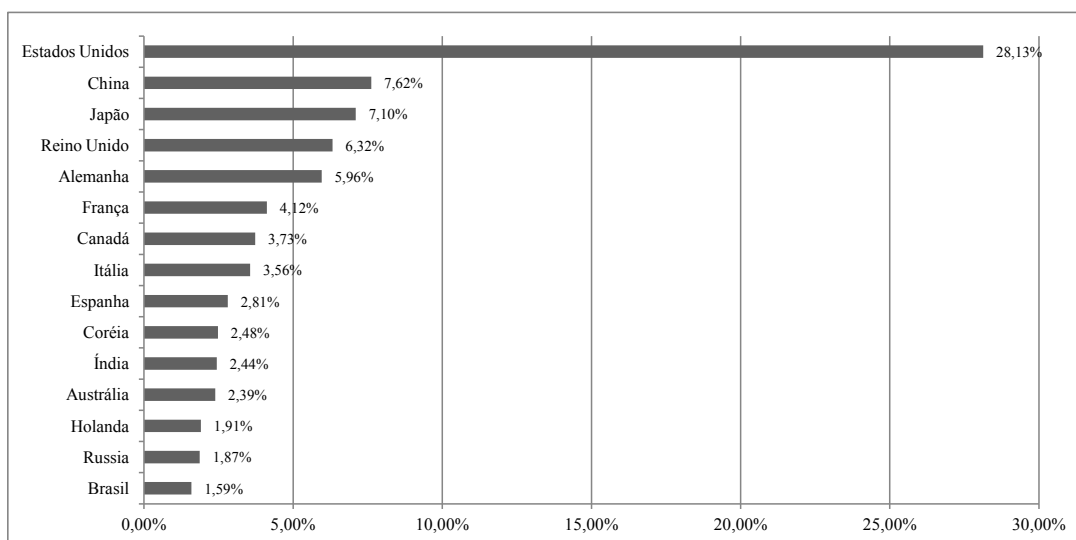
- i) o setor público tem papel importante na oferta de ensino superior;
- ii) a formação de mão-de-obra qualificada apresenta alta concentração nas áreas de Humanas e Sociais Aplicadas.

No que se refere à produção de conhecimento, uma forma adequada de mensurá-la é através das publicações de artigos científicos em periódicos indexados. Examinando o número de artigos científicos em algumas áreas de conhecimento bastante específicas, ou seja, física, biologia, química, matemática, medicina, pesquisa biomédica, engenharia e ciências da terra, e tecnologia espacial, o Brasil está ranqueado na 15ª posição mundial, contribuindo com 1,59% de todos os artigos publicados (Figura 1).



Isso demonstra o desempenho modesto do país referente as economias industrializadas (Figura 1) e o pior desempenho em relação aos outros países do BRIC: a China contribuiu com 7,62%, a Índia com 2,44% e a Rússia com 1,87% da produção mundial de artigos nas áreas mencionadas, enquanto que economias menores que a brasileira, como é o caso da Itália e Espanha, contribuíram com 3,56% e 2,81%, respectivamente.

Figure 1: Produção científica para países selecionados, %, 2007



Fonte:Elaboração própria. Dados do *World Bank Data Catalog*.

Nota: A produção científica aqui se refere aos artigos científicos e artigos de engenharia publicados nos seguintes campos de conhecimento: física, biologia, matemática, química, medicina, biomedicina, engenharia e tecnologia, ciências da terra e ciências espaciais.

Mesmo com esse desempenho modesto, considerando que o Brasil possui um Sistema de Inovação imaturo (Albuquerque et alii, 2005, Suzigan e Albuquerque, 2008), caracterizado por fracas ligações entre infra-estrutura científica e as atividades tecnológicas (Albuquerque, 2004), as atividades científicas do país são impressionantes, já que o investimento e a produtividade científica superam as tendências gerais de crescimento, tornando o país uma nação científica emergente (Royal Society, 2011). No entanto, vale ressaltar que esse título concedido ao país, não significa que tenha superado os problemas estruturais normalmente associados às economias latino-americanas, como o analfabetismo e a dependência tecnológica, por exemplo.

Uma particularidade do sistema universitário brasileiro é que as IES privadas são dedicadas principalmente ao ensino em algumas áreas bem definidas do conhecimento (tais como gestão, direito, ciências humanas), com as sua atividade de pesquisa sendo quase inteiramente residual (Maculan e Mello, 2009). Esta informação é corroborada, levando em conta o número de artigos publicados em revistas indexadas nacional e internacionalmente: universidades brasileiras financiadas pelo governo federal contribuem para 45% do total de publicações de artigos, em 2008, e se forem somadas a essas as publicações das três universidades financiadas pelo estado de São Paulo – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Estadual Paulista (UNESP) – a porcentagem salta para 66%.

De acordo com o MEC em 2009, havia 186 universidades brasileiras, dos quais aproximadamente 53% eram públicas (federal, estadual ou municipal) e cerca de 47% eram privadas. No entanto,

se todas as instituições de ensino superior (universidades, centros universitários e faculdades) são consideradas, havia 2.314 instituições, das quais cerca de 10% eram públicas (Tabela 2). Em 2010, mais três universidades federais foram legitimadas e estabelecidas, o que representa um total de 58 universidades financiadas pelo governo federal, que são desigualmente distribuídas pelo território nacional (Tabela 3): 33% das universidades estão concentradas na região Sudeste, enquanto apenas 9% estão na região Centro-Oeste.

Table 2: IES e Universidades no Brasil , 2009

		IES	Universidades	IES	Universidades
		Total	Total	%	%
Brasil		2.314	186	100	100
	Públicas	245	100	10,59	53,76
	Federais	94	55	4,06	29,57
	Estaduais	84	38	3,63	20,43
	Municipais	67	7	2,9	3,76
	Privadas	2.069	86	89,41	46,24
Norte		147	14	6,35	7,53
Nordeste		448	35	19,36	18,82
Sudeste		109	80	47,1	43,01
Sul		386	43	16,68	23,12
Centro-Oeste		243	14	10,5	7,53

Fonte: Elaboração própria. Dados do Ministério da Educação e Cultura (MEC).

Table 3: Universidades federais por região e por UF, Brasil, 2010

	Total	%	Nº de UF's	IES federais por UF
Brasil	58	100	26 + D.F.	2,14
Sudeste	19	33	4	4,75
Nordeste	15	26	9	1,66
Sul	11	19	3	3,66
Norte	8	14	7	1,14
Centro-Oeste	5	9	3 + D.F.	1,25

Fonte: Elaboração própria. Dados do Ministério da Educação e Cultura (MEC).

Nota: D.F. refere-se ao Distrito Federal.

À luz da experiência de outros países, como a Coréia do Sul e Índia, sabe-se que a integração universidade-indústria potencializa a produção de conhecimento e de inovações em áreas estratégicas para o avanço rumo à fronteira de conhecimento científico-tecnológico, ampliando a capacidade de absorção de conhecimento e diminuindo a dependência de tecnologias externas, possibilitando inclusive a criação de *know-how* e a o aumento da competitividade em setores estratégicos.

Dito isto, a proposta que se apresenta neste trabalho é a de uma integração entre as políticas educacionais para o ensino superior e as políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) brasileiras.



Há evidências empíricas, a serem apresentadas na Seção 4, de que apesar do esforço realizado para a alocação de recursos financeiros em áreas estratégicas para o país, existe claramente uma distorção na formação de recursos humanos voltados para tais áreas, conforme será descrito na Seção 4.

3.2. Políticas de CT&I no Brasil: as evidências mais recentes

O período de 1995-2002 foi marcado por ações esparsas no que se refere à política de inovação, com a ressalva da criação, pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), dos Fundos Setoriais e também da proposta da Lei de Inovação (Koeller, 2007). Nesse período, iniciou-se a articulação de uma proposta para a possível criação de uma política de inovação, cujo objetivo era de propiciar estímulo às inovações tecnológicas através da modernização do ambiente regulatório, da integração do país na capacitação voltada para a inovação e da visão da Política de Ciência e Tecnologia como estratégica ao desenvolvimento.

Aqui vale destacar a Lei 10.168/2000, que instituiu o Programa de Estímulo à Interação Universidade-Empresa para o Apoio à Inovação, a fim de incentivar a interação das universidades e centros de pesquisa com o setor produtivo, em prol do desenvolvimento do país. Os fundos setoriais voltados para ciência e tecnologia, no Brasil, foram criados com a função de financiar atividades ligadas à ciência e tecnologia (C&T) dos mais diversos setores da indústria nacional sempre com foco no estímulo ao desenvolvimento de pesquisa científica e tecnológica pelo setor produtivo. O primeiro fundo setorial criado foi para o setor de Petróleo e Gás Natural, em 1997.

A partir de então começou a ser elaborada uma “Estratégia de Generalização de Outros Fundos Setoriais” com os seguintes objetivos: prover recursos para atividades de C&T dos setores industriais; criar um Comitê Gestor com a função de conciliar interesses de empresários, governos e cientistas; buscar relações de sinergia entre políticas voltadas para o desenvolvimento industrial e para o desenvolvimento tecnológico (Pacheco, 2003).

Tais ações se revelaram importantes para o estabelecimento de diretrizes e estratégias para o desenvolvimento de uma Política de Ciência, Tecnologia e Inovação moderna e consistente com as necessidades do país e integrada à Política Econômica.

Ela [Política de CT&I] faz parte, por ação ou omissão, da política econômica. Essa deve ser a compreensão tanto dos Ministérios da área econômica, como dos gestores do MCT e de suas agências. Como parte da política econômica que ela pode ganhar expressão. Mas, se não houver clareza da área econômica sobre a importância dessa agenda, ou se a agenda própria da política de C&T&I se voltar exclusivamente para atender seus atores mais imediatos, a política de C&T&I cai no esquecimento (Pacheco, 2007, p. 34).

A partir de 2003, com a mudança de governo, a importância da inovação passou a ter maior amplitude. Houve a criação da Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, e da Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior (PINTEC). Conforme, Koeller (2007), a Política Nacional de Ciência e Tecnologia preservou os objetivos definidos no período anterior. Dessa forma, a dinâmica da inovação e a difusão de tecnologias foram entendidas como facilitadores da disputa e da conquista de novos mercados e, para tanto, políticas públicas foram equacionadas tendo como objetivo o aumento da eficiência econômica e do desenvolvimento e da difusão de tecnologias, como foi o caso da PINTEC, a qual valoriza a inovação como meio de desenvolvimento, influenciado pela escola evolucionária (Campanário et alii, 2005).

A PINTEC confere a certas áreas o *status* de ‘portadoras de futuro’ e ‘opções estratégicas’ e visa orientar a ação pública na busca de vantagens comparativas dinâmicas e aumento de produtividade (Campanário et alii, 2005). As áreas estratégicas são definidas pela PINTEC (2003) considerando-se que:

a) apresentam dinamismo crescente e sustentável; b) são responsáveis por parcelas expressivas dos investimentos internacionais em Pesquisa e Desenvolvimento; c) abrem

novas oportunidades de negócios; d) relacionam-se diretamente com a inovação de processos, produtos e formas de uso; e) promovem o adensamento do tecido produtivo, e f) são importantes para o futuro do país e apresentam potencial para o desenvolvimento de vantagens comparativas dinâmicas (PINTEC, 2003, p. 16).

Enquadram-se nesses requisitos as seguintes áreas: *software*, fármacos, biotecnologia, biomassa, nanotecnologia, semicondutores e bens de capital. Tais áreas podem ser articuladas em dois eixos de atuação conforme a PINTEC:

- 1) opções estratégicas: semicondutores, *software*, bens de capital e fármacos;
- 2) atividades portadoras de futuro: biotecnologia, nanotecnologia e biomassa, as quais têm o potencial de mudar radicalmente processos/produtos (Salerno, 2004).

Em 2004, foi adotado um novo modelo de gestão dos fundos setoriais que tornou mais ampla e mais eficiente a aplicação dos recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) nos setores prioritários da PINTEC.

Entre as ações regulatórias de incentivo à inovação, a partir de 2003, é possível destacar a aprovação da Lei da Inovação, a Lei do Bem e a regulamentação do FNDCT.

A Lei 10.973/04, conhecida como Lei da Inovação, foi regulamentada em outubro de 2005. Além do forte incentivo à interação da pesquisa científica com o setor produtivo, a Lei de Inovação instituiu o apoio à inovação sob a forma de subvenção, pela primeira vez no Brasil. A Lei 11.196/05, conhecida como Lei do Bem, foi regulamentada, em novembro de 2005, a fim de apoiar a inovação e a pesquisa científica e tecnológica através de subvenção econômica à remuneração de pesquisadores (mestres e doutores) que tenham vínculo empregatício com empresas presentes no Brasil.

Em abril de 2007, o então presidente Luís Inácio Lula da Silva, aprovou duas medidas, que foram encaminhadas ao congresso, com o objetivo de acelerar as políticas de C&T, no Brasil, bem como garantir a ampliação e a efetividade da aplicação dos recursos destinados à C&T. Tais medidas constituem a regulamentação do FNDCT e do funcionamento e composição do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia. Ao final de 2007, o Congresso Nacional aprovou a regulamentação do FNDCT, através da Lei 11.540, possibilitando a ação integrada dos fundos setoriais, potencializando as ações do MCT.

4. ÁREAS ESTRATÉGICAS E ÁREAS DO CONHECIMENTO

Para fins desse estudo, tanto as opções estratégicas quanto as atividades portadoras de futuro propostas pela PINTEC serão tratadas como 'áreas estratégicas' *lato sensu*. Já, por áreas de conhecimento, referimo-nos às áreas ou disciplinas em que o conhecimento é geralmente classificado de acordo com as categorias propostas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Foram identificadas as seguintes áreas de conhecimento: Ciências Agrárias; Ciências Biológicas; Ciências Exatas e da Terra; Ciências da Saúde; Ciências Humanas; Sociais Aplicadas; Engenharias; Linguística, Letras e Artes.

Seguindo o cruzamento das áreas estratégicas *lato sensu* da PINTEC, com as grandes áreas de conhecimento adotadas pela CAPES, proposto por Chiarini e Vieira (2011), chegou-se ao Quadro 1. Entretanto, vale lembrar que, apesar de haver uma correlação entre as áreas de conhecimento (CAPES) e os setores estratégicos para o desenvolvimento (PINTEC), nada garante que a pesquisa em uma área definida como estratégica seja conduzida por pesquisadores de áreas do conhecimento que não estejam diretamente associadas à mesma. Chiarini e Vieira (2011) mostram, por exemplo, que, apesar de *software* pertencer à área de conhecimento Ciências Exatas e da Terra, há pesquisas relacionadas a *software* em outros campos de pesquisa, como Ciências Agrárias, Engenharia, Ciências da Saúde, Ciências Sociais, Humanas e até mesmo em Linguística, Letras e Artes; o mesmo acontece em pesquisas relacionadas a outros setores estratégicos.



Com base nessas áreas estratégicas *lato sensu* e as áreas do conhecimento da CAPES, pode-se notar que as Ciências Sociais Aplicadas, Ciências Humanas e Linguística, Letras e Artes não são contempladas como áreas estratégicas relevantes para o desenvolvimento industrial e científico-tecnológico do Brasil. No entanto, não se busca afirmar que elas não sejam importantes para compreensão da dinâmica regional, histórica, econômica e social; reconhecemos o papel dessas áreas; não é a intenção deste artigo defender a exclusão de linhas de pesquisa que não estejam direcionadas para os setores prioritários às políticas industriais e científico-tecnológicas do país. Dito isto, busca-se enfatizar a importância de um maior foco sobre as pesquisas desenvolvidas pelas IES em áreas prioritárias ao desenvolvimento científico e tecnológico, uma vez que esta visão vai de encontro com os temas de Sistemas de Inovação e é apoiada pela experiência de países que incentivaram formação acadêmica em ciência e tecnologia. Um bom exemplo é o caso da Índia que tem estimulado a formação de pessoal qualificado em ciência e tecnologia com ênfase em áreas como Ciências Exatas e Engenharia.

Quadro 1 – Áreas do conhecimento versus setores estratégicos da PINTEC

Áreas do conhecimento – CAPES	Setores estratégicos – PINTEC
Ciências Exatas e da Terra	Software
Engenharia	Semicondutores Bens de capital
Ciências da Saúde	Fármacos
Ciências Agrárias	Biomassa
Ciências Biológicas	-
Ciências Sociais Aplicadas	-
Humanas	-
Linguística, Letras e Artes	-
Multidisciplinar	Biotecnologia Nanotecnologia

Fonte: Chiarini e Vieira (2011).

De fato nem todas as pesquisas conduzidas pelas IES brasileiras são destinadas a setores estratégicos para o desenvolvimento industrial e econômico do país. Analisando os grupos de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), conforme a classificação proposta pela CAPES, é possível constatar que a maior parcela de grupos de pesquisa registrados no CNPq pertence às Ciências Humanas (19%), seguido por Ciências Exatas e da Terra (17%) e Engenharias (13%). Se examinarmos a distribuição de pesquisadores brasileiros por área de conhecimento, confere-se que a maior concentração ocorre também em Ciências Humanas (19,56%). A segunda área com maior concentração de pesquisadores é Ciências da Saúde (17,97%).

Ao observar a publicação de artigos científicos, encontra-se que 24,69% são publicações da área de Ciências da Saúde. As publicações na área de Engenharia representam apenas 9% do total (Tabela 4).

É importante reconhecer que no Brasil existe uma expressiva concentração de recursos humanos em Ciências Humanas, Sociais Aplicadas e também Linguística, Artes e Letras (que juntas respondem por quase 37% dos pesquisadores), enquanto apenas 13% dos pesquisadores são alocados em Engenharia. Tal distorção pode estar relacionada ao grande número de IES que oferecem diversos cursos em áreas como Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, por serem cursos que demandam investimentos relativamente baixos em infra-estrutura e equipamentos, como é o caso de Administração, Direito, entre outros (MELLO et al., 2009). Quando observamos as universidades federais mais as USP, UNESP e

Table 4: Distribuição dos grupos de pesquisa, pesquisadores, artigos científicos, programas de pós-graduação, segundo áreas do conhecimento das IES brasileiras, %, 2008

	Grupos de Pesquisa	Pesquisadores	Produção Bibliográfica	Produção Tecnológica	Programas de pós-graduação*	Estudantes na pós-graduação*
Ciências Agrárias	9,55	10,37	15,72	4,02	10,98	9,44
Ciências Biológicas	11,83	11,33	18,14	21,17	8,1	7,62
Ciências da Saúde	17,38	17,97	24,69	18,09	16,86	14,43
Ciências Exatas e da Terra	11,03	10,03	13,23	18,62	10,09	9,63
Humanas	18,51	19,56	10,05	3,98	14,25	16,99
Sociais Aplicadas	12,08	12,23	6,5	2,54	12,69	12,64
Engenharias	13,28	12,88	8,96	30,8	11,02	14,83
Linguística, Letras e Artes	6,35	5,63	2,7	0,78	5,41	6,45
Multidisciplinar	n/a	n/a	n/a	n/a	10,59	7,98
Total	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaboração própria. Dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional para Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

*Dados do GeoCapes/CAPES). Nota: Aqui nós consideramos todas as IES públicas e privadas existentes no Brasil.

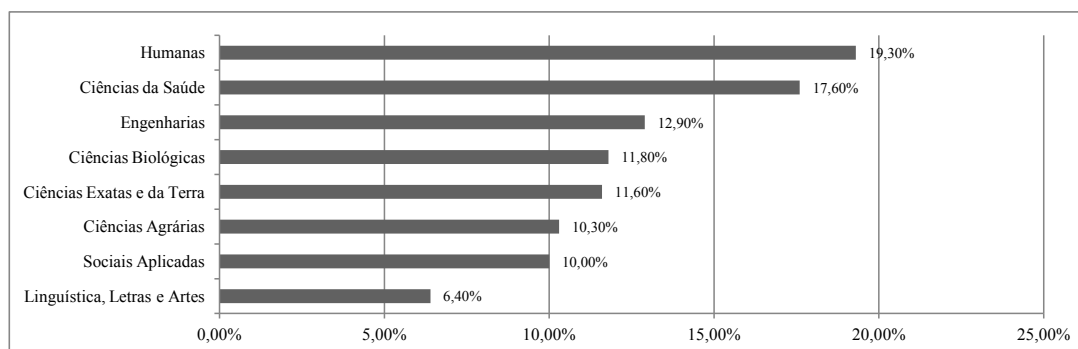
Nota: Programas de pós-graduação referem-se ao número de programas de mestrado e doutorado.

Produção bibliográfica refere-se aos artigos publicados nacional e internacionalmente em publicações indexadas;

produção tecnológica refere-se à soma da produção de software e produtos tecnológicos com patente registrada.

UNICAMP, o número de pesquisadores alocados em Humanas, Sociais Aplicadas e Linguística, Letras e Artes chega a 35% do total (Figura 2).

Figure 2: Distribuição dos Pesquisadores por área do conhecimento – Universidades federais mais USP, UNESP e UNICAMP – Brasil – 2008



Fonte: Elaboração própria. Dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq.

Uma peculiaridade da educação superior no Brasil é que as IES públicas são o maior suporte do sistema de pesquisa do país, especialmente no que tange aos programas de pós-graduação dessas instituições. Em 2008, a CAPES tinha 2.718 programas de pós-graduação registrados no país, sendo aproximadamente 32% deles nas áreas de Humanas, Sociais Aplicadas e Linguística, Letras e Artes. Cerca de 46.000 estudantes foram matriculados em programas de pós-graduação nas IES brasileiras, no mesmo período: 36% deles matricularam-se em Humanas, Sociais Aplicadas ou Linguística, Letras e Artes. Nos próximos anos, disponibilizará no mercado de trabalho cerca de 54 mil mestres/doutores das áreas acima referidas. Mais que o dobro do número de pós-graduados que serão formados em cursos de Engenharia. (Tabela 4).



4.1. Investimentos públicos nas IES brasileiras

Agências federais como a CAPES e o CNPq realizam o fomento à pesquisa, no Brasil, através de recursos de fundo perdido. As agências estaduais possuem o mesmo objetivo, sendo que a de maior destaque entre elas é a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Ao observar os a fundo perdido destinados à pesquisa pela FAPESP, nota-se que houve um crescimento real de 22,32%, entre 2006 e 2010. Em 2010, os investimentos da FAPESP em pesquisa nas IES localizadas no Estado de São Paulo chegaram a US\$ 443,1 milhões e 11,06% destes foram direcionados para pesquisas em inovação tecnológica. Ao considerar os investimentos da CAPES, houve crescimento real de 30,9%, entre 2006 e 2008. Em 2008, o investimento chegou a US\$ 447,2 milhões (Tabela 5).

Entre 2006 e 2010, houve crescimento real de 46,02% dos investimentos do CNPq em pesquisas de IES brasileiras. A distribuição dos recursos para pesquisa nas IES brasileiras mostra que somente 10% deste financiamento vai para áreas do conhecimento sem relação direta com setores estratégicos da PINTEC apresentados anteriormente, como Humanas, Sociais Aplicadas e Linguística, Letras e Artes.

Table 5: Recursos financeiros para pesquisa, CNPq, CAPES e FAPESP, 2006-2010, US\$ milhões

	CNPq	CAPES	FAPESP
2006	408,6	260,3	239,8
2007	617,5	308,7	282,1
2008	635,7	447,2	347,7
2009	665,2	n/a	340,2
2010	900	n/a	443,2
2006-2008 Crescimento real	20,60%	30,90%	10,50%
2006-2010 Crescimento real	46,02%	n/a	22,32%

Fonte: elaboração própria. Dados do CNPq, CAPES e da FAPESP.

Nota: Para calcular o crescimento real, usamos a série de inflação do IPCA.

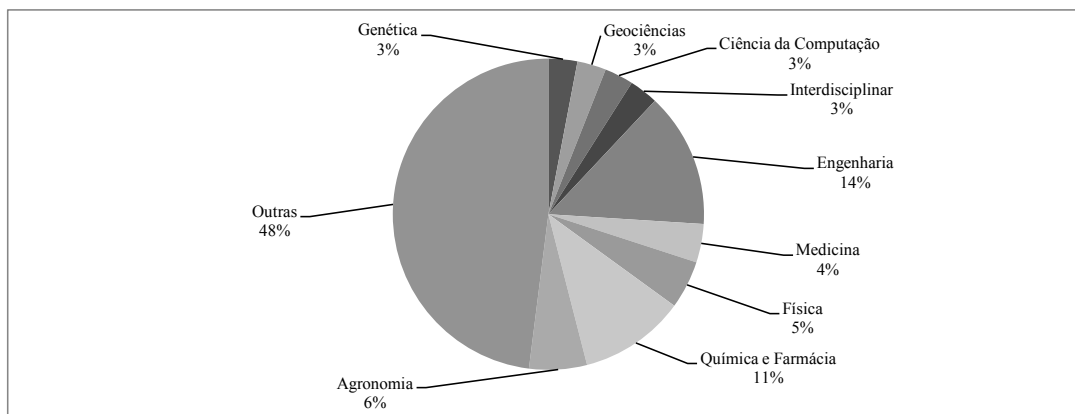
Os valores foram deflacionados em Reais (R\$).

Em 2008, Agronomia, Medicina, engenharia, Física, Química e Fármacos, e Ciências da Computação receberam juntas 43,3% dos US\$ 635,7 milhões destinados a projetos de pesquisa, eventos e pós-graduação (no Brasil e no exterior) pelo CNPq (Figura 3).

Estas três agências (CAPES, FAPESP e CNPq) são fundamentais no suporte à pesquisa e produção de conhecimento das IES brasileiras. Neste artigo, entretanto, tomamos como base de análise apenas os investimentos realizados pelo CNPq no fomento a projetos de pesquisa. Duas razões justificam tal escolha: a primeira razão é de ordem institucional: a opção de analisar apenas esta agência de suporte à pesquisa deve-se a sua finalidade de promover e estimular o desenvolvimento científico e tecnológico do país e contribuir para a formulação de políticas nacionais de ciência e tecnologia, sendo vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia. Além disso, trata-se da principal fonte de recursos não-reembolsáveis destinados à pesquisa, conforme identificado na Tabela 6. A segunda razão é determinante para nosso trabalho de pesquisa: é muito difícil encontrar dados segmentados por IES sobre investimentos de outras instituições de apoio a pesquisa. O mesmo vale para todos os outros dados investigados neste artigo. Sendo assim, optamos por basear a pesquisa em informações do CNPq.

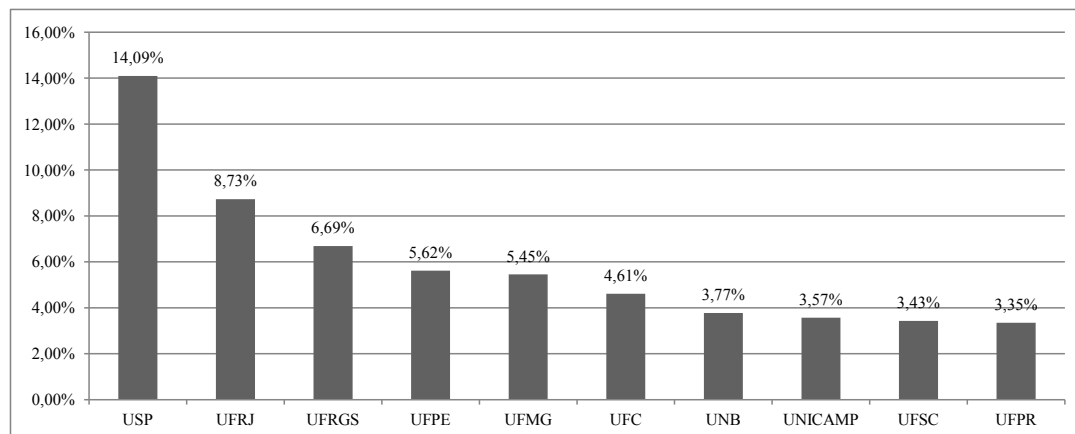
Em 2008, dos US\$ 635,7 milhões investidos pelo CNPq, US\$ 195 milhões foram para projetos de pesquisa (64% destes de universidades federais mais USP, UNESP e UNICAMP). Dentro destes 64%, 14,09% foram alocados na USP (Figura 4).

Figure 3: Distribuição dos investimentos em pesquisa por áreas do conhecimento específicas, IES brasileiras, 2008



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do CNPq.

Figure 4: Investimento do CNPq em projetos de pesquisa, em universidades selecionadas, %, 2008



Fonte: Elaboração própria. Dados do CNPq – Estatísticas de Ciência e Tecnologia.



Ao contrário do que acontece com a alocação de humanos, que se concentra no âmbito das ciências humanas, ciências sociais aplicadas e linguística, artes e letras (que em conjunto, representam quase 37% dos pesquisadores), o Brasil parece alocar recursos financeiros principalmente em Ciências Biológicas (21,7%) e Engenharia (15,2%), o que parece se alinhar com os setores estratégicos para o país, conforme a PINTEC (Tabela 6).

Assim, se o Brasil tem uma defasagem em inovação, isto pode ser devido à falta de recursos humanos em áreas estratégicas, e não à má alocação dos gastos públicos no financiamento à pesquisa.

Table 6: Distribuição de recursos financeiros por área de conhecimento, 2008

	US\$	%
Ciências Biológicas	42.428.019,00	21,7
Engenharias	29.775.138,00	15,2
Ciências Exatas e da Terra	29.284.522,00	15
Ciências Agrícolas	29.261.384,00	15
Ciências da Saúde	28.622.003,00	14,7
Ciências Humanas	9.682.300,00	5
Ciências Sociais Aplicadas	6.594.161,00	3,4
Linguística, Artes e Literatura	1.382.026,00	0,7
Outros	18.262.863,00	9,4
Total	195.292.416,00	100

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do CNPq.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, procurou-se caracterizar o sistema universitário brasileiro como agente fundamental do Sistema Nacional de Inovação. Observa-se que o papel do Estado brasileiro na formação de recursos humanos altamente qualificados, bem como na produção de conhecimento, através das universidades, é característica intrínseca ao Sistema de Inovação brasileiro.

Através da análise empírica, nota-se que as principais áreas de conhecimento em que o Brasil aloca recursos financeiros para pesquisa científica são: ciências biológicas e engenharia, o que vai de encontro às definições da Política Tecnológica do país, no que diz respeito aos setores estratégicos ao desenvolvimento.

No que se refere à alocação de recursos humanos em pesquisa, observou-se que, no Brasil, há uma concentração significativa de recursos humanos em pesquisas na área de ciências humanas, ciências sociais aplicadas e linguística, artes e letras (que em conjunto representam quase 37% dos pesquisadores), enquanto apenas 13% dos pesquisadores estão atribuídos às pesquisas de engenharia.

É possível refletir que o Brasil pode não estar produzindo quantidade relevante de recursos humanos necessários para competir nos mercados mundiais altamente tecnológicos. Isso é preocupante, uma vez que o país precisa de capital humano qualificado em áreas tecnológicas, para que possa realizar o *catch-up* com economias mais avançadas. Além disso, mão-de-obra em áreas como saúde e educação também são fundamentais no contexto brasileiro, a fim de atender às necessidades sociais, que são pontos de estrangulamento econômico e social no país.

A partir das evidências encontradas neste trabalho, percebe-se que há uma distorção entre a formação de recursos humanos de nível superior e as áreas estratégicas para o país, propostas pela

PINTEC. Dito isto, propõe-se aqui a integração entre as políticas educacionais de ensino superior e as políticas brasileiras de CT&I.

Sabe-se que, nos últimos anos, o Estado brasileiro tem realizado esforços no sentido de ampliar o acesso à educação superior no país, seja pelo lado da demanda, através de programas como o Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior (FIES) e o Programa Universidade para Todos (PROUNI), seja do lado da oferta, através da criação e ampliação das universidades federais, com o Programa de Apoio ao Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI).

Considera-se que tais esforços são válidos para a qualificação da mão-de-obra e, mais do que isso, tais esforços podem contribuir para potencializar a capacidade de produção de CT&I no país, caso estejam comprometidos ou integrados à política de CT&I brasileira.

Assim, o que se defende aqui é a atuação das universidades como agentes estratégicos não apenas na política educacional, mas também na política de CT&I. Dentro de tal proposta, abre-se uma agenda de pesquisa no sentido de propor e avaliar medidas que possam levar a tal integração.

BIBLIOGRAFIA

- Albuquerque, E. M. (2004). Science and technology systems in less developed countries: Identifying a threshold level and focusing in the cases of India and Brazil. In Moed, H., Glänzel, W., & Schmoch, U., editors, *Handbook of Quantitative Science and Technology Research: The use of publication and patent statistics in studies of S&T systems*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Albuquerque, E. M., Silva, L. A., & Póvoa, L. M. C. (2005). Diferenciação intersetorial na interação entre empresas e universidades no Brasil. *São Paulo em Perspectiva*, 19:95–104.
- Arocena, R. & Sutz, J. (2001). Changing knowledge production and Latin American universities. *Research Policy*, 30:1221–123.
- Campanário, M. A., Silva, M. M., & Costa, T. R. (2005). Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE): Análise de fundamentos e arranjos institucionais. In *XI Seminário Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*, Salvador.
- Chiarini, T. & Vieira, K. P. (2011). Alinhamento das atividades de pesquisa científica e tecnológica realizadas pelas IES federais de Minas Gerais e as diretrizes da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior PITCE. *Revista Brasileira de Inovação*, 10:301–342.
- Kapur, D. & Mehta, P. B. (2004). Indian high education reform: From half-backed socialism to half-backed capitalism. Working papers, Center for International Development at Harvard University.
- Koeller, P. (2007). O papel do estado e a política de inovação. Rede Sist., Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Lundvall, B. A. & Christensen, J. L. (1999). Extending and deepening the analysis of innovation system: With empirical illustrations from the DISCO-project. Working Paper 99–12, DRUDI.
- Maculan, A. M. & Mello, J. M. C. (2009). University start-ups for breaking lock-ins of the Brazilian economy. *Science and Public Policy*, 36:109–114.
- Mazzoleni, R. & Nelson, R. (2006). The roles of research at universities and public labs in economic catch up. Technical report, Laboratory of Economics and Management Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, Italy.
- Nowotny, H. (2001). *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Polity Press, Cambridge.



- OECD (2010). Education at a glance. Organisation for Economic Co-operation and Development. Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/45/39/45926093.pdf>. Acesso em 11 de julho de 2011.
- Pacheco, C. A. (2003). *As Reformas da Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil (1999-2002)*. Cepal, Campinas.
- Pacheco, C. A. (2007). *Manual de Políticas Públicas: As reformas da Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil (1999-2002)*. CEPAL, Chile.
- Pavitt, K. (1991). What makes basic research economically useful? *Research Policy*, 20:109–119.
- Perez, C. (1992). New technological model and higher education: A view from the changing world of work. In Ospina, G. L., editor, *Challenges & Options: Specific Proposals*. Unesco, Caracas.
- PINTEC (2003). Pesquisa de Inovação Tecnológica. IBGE. Disponível em: <http://www.pintec.ibge.gov.br>, acesso em 23/01/2012.
- Rodrigues, A., Dahlman, C., & Salmi, J. (2008). *Knowledge and Innovation for Competitiveness in Brazil*. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Washington.
- Rosenberg, N. & Nelson, R. R. (1994). American universities and technical advance in industry. *Research Policy*, 23:323–348.
- Royal Society (2011). Knowledge, networks and nations: Global scientific collaboration in the 21st century. London: RS Policy document 03/2011.
- Salerno, M. S. (2004). A política industrial, tecnológica e de comércio exterior do governo federal. *Parcerias Estratégicas*, 19:13–35.
- Suzigan, W. & Albuquerque, E. M. (2008). A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil. Texto para Discussão 329, UFMG/Cedeplar.
- UNESCO (2010). Global education digest 2010: Comparing education statistics across the world. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001894/189433e.pdf>, acesso em: 11 de julho de 2011.