

**IDENTIFICANDO A POSIÇÃO DE BELO HORIZONTE
A PARTIR DE UMA AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DAS
ATIVIDADES EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA POR REGIÕES
METROPOLITANAS DO BRASIL:
RESULTADOS PRELIMINARES^(*) (*)**

Eduardo da Motta e Albuquerque (Professor do Cedeplar/UFMG)
Adriano Ricardo Baessa (Pesquisador do Cedeplar/UFMG)
Ricardo Machado Ruiz (Professordo do Cedeplar/UFMG)
Leandro Alves Silva (Pesquisador do Cedeplar/UFMG)
João Carlos Vieira Kirdeikas (Pesquisador do Cedeplar/UFMG)

Resumo

O Brasil produz 1,4% da ciência mundial e 0,1% da tecnologia mundial, considerando as participações relativas de patentes depositadas no USPTO e de artigos científicos indexados no ISI em 2001. Essa comparação elementar entre dados relativos à dimensão científica e tecnológica sugere que o Brasil pode estar desperdiçando oportunidades tecnológicas geradas pela presente acumulação científica nacional. Neste sentido, deve-se pensar na ampliação do envolvimento do setor produtivo em atividades inovativas como objetivo central de uma política industrial. Este artigo apresenta, a partir de estatísticas de patentes (depositadas no INPI) e de artigos científicos (indexados pelo ISI) uma avaliação da produção científica e tecnológica da Região Metropolitana de Belo Horizonte, destacando a posição da UFMG, apresentando um quadro geral do país e identificando a posição relativa das Regiões Metropolitanas e de micro-regiões selecionadas. Adicionalmente, o trabalho conta com um banco de dados de contratos firmados entre a UFMG e contratantes do setor público e privado, constituindo uma fonte de informações inédita sobre as interações entre universidade e sociedade.

Palavras-chave: Ciência e Tecnologia, Regiões metropolitanas, Universidade Federal de Minas

INTRODUÇÃO

O Brasil produz 1,4% da ciência mundial e 0,1% da tecnologia mundial, considerando as participações relativas de patentes depositadas no USPTO e de artigos científicos indexados no ISI em 2001.

Essa comparação elementar entre dados relativos à dimensão científica e tecnológica sugere que o Brasil pode estar desperdiçando oportunidades tecnológicas geradas pela presente acumulação científica nacional. O setor produtivo parece não estar sendo capaz de acompanhar e de utilizar de forma adequada os conhecimentos disponibilizados pela infra-

estrutura científica existente no país. Por isso, justificam-se medidas que favoreçam um melhor aproveitamento desses conhecimentos.

A disparidade entre a participação relativa do Brasil na produção científica mundial, característica compartilhada com outros países em posição tecnológica intermediária como a Índia, a África do Sul e o México, não pode alimentar ilusões: é ainda pequena a participação na produção científica mundial. Para identificar essa posição, duas comparações podem ser realizadas: em primeiro lugar, o PIB do Brasil representou 2,53% do Produto Mundial Bruto em 1999; em segundo lugar, o Brasil produziu 63 artigos por milhão de habitantes em 1998, enquanto o limiar para uma interação positiva entre ciência e tecnologia encontrava-se em 163 artigos por milhão de habitantes.

A ampliação do envolvimento do setor produtivo em atividades inovativas é um objetivo central de uma política industrial. Ao mesmo tempo que possível, dada a disparidade apontada acima, o maior envolvimento do setor produtivo com atividades inovativas é importante para o crescimento da própria atividade científica, pois o setor produtivo é uma importante fonte de questões, problemas e perguntas que alimentam a infra-estrutura científica em sistemas de inovação mais completos e articulados.

Este trabalho apresenta, a partir de estatísticas de patentes (depositadas no INPI) e de artigos científicos (indexados pelo ISI) uma avaliação da produção científica e tecnológica da Região Metropolitana de Belo Horizonte, destacando a posição da UFMG.

Para identificar a posição relativa da Região Metropolitana de Belo Horizonte, este artigo apresenta um quadro geral do país e identifica a posição relativa das Regiões Metropolitanas e de micro-regiões selecionadas.

O artigo está dividido em cinco seções. A primeira seção resenha brevemente a literatura sobre interação entre ciência e tecnologia, desde o ponto de vista da abordagem dos sistemas nacionais de inovação. A segunda seção apresenta as bases de dados e um quadro geral da produção científica e tecnológica do Brasil. A terceira seção focaliza as regiões metropolitanas do Brasil, avaliando a distribuição das atividades científicas e tecnológicas entre elas e comparando com outros países. A quarta seção avalia as diferentes especializações científicas e tecnológicas das regiões metropolitanas avaliadas. A quinta seção discute com mais detalhe o caso da Região Metropolitana de Belo Horizonte e da UFMG. A sexta seção conclui o trabalho.

I- SISTEMAS DE INOVAÇÃO, INTERAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Um sistema nacional de inovação é uma construção institucional, produto seja de uma ação planejada e consciente, seja de um somatório de decisões não planejadas e desarticuladas, que impulsiona o progresso tecnológico em economias capitalistas complexas (Freeman, 1988; Nelson, 1993). Através da construção do sistema de inovação viabiliza-se a realização de fluxos de informação necessários ao processo de inovação tecnológica. Estes arranjos institucionais envolvem firmas, redes de interação entre empresas, agências governamentais, universidades, institutos de pesquisa, laboratórios de empresas, atividade de cientistas e engenheiros. São arranjos institucionais que se articulam com o sistema educacional, com o setor industrial e empresarial e, também, com as instituições financeiras, completando o circuito dos agentes que são responsáveis pela geração, implementação e difusão das inovações.

Em BERNARDES e ALBUQUERQUE (2003) e ABLBUUQERQUE (2003) encontra-se ainda uma tipologia dos sistemas de inovação, segundo a qual os países poderiam se agrupados em, pelo menos, três blocos. Em primeiro lugar, o grupo dos países avançados, onde os sistemas de inovação completaram o seu processo de construção, constituindo-se como sistemas maduros. Neles, a articulação institucional entre o sistema científico-tecnológico, o sistema financeiro e o sistema educacional alcançou um grau tal que torna o progresso tecnológico a principal fonte de desenvolvimento econômico (os Estados Unidos representam esse grupo). Em segundo, há um grupo de países em processo de *catching up*¹, como a Coréia do Sul e Taiwan, que, nas últimas três décadas, foram um exemplo da importância da construção de instituições de apoio às atividades científicas e tecnológicas para a criação das condições favoráveis ao crescimento econômico acelerado (Amsden, 1989; Wade, 1990). O terceiro grupo reúne países heterogêneos - como o Brasil, a Índia, o México, a África do Sul, a Rússia e a Malásia - que possuem um certo grau de construção do sistema de inovação, com a presença de elementos de infra-estrutura científica e alguma capacidade tecnológica do setor produtivo.

O papel desempenhado pelas universidades, instituições de pesquisa e o conjunto da estrutura educacional é crucial para a manutenção dos fluxos de informação constitutivos de um sistema de inovação. A National Science Foundation (NSF, 1996) estima que o total de cientistas e engenheiros empregados em atividades de P&D nos Estados Unidos alcançou a cifra de 962.700 pessoas em 1993 (cerca de 1% da força de trabalho do país). O total de

¹ Processo de desenvolvimento econômico acelerado, que leva a uma aproximação crescente ao longo do tempo dos níveis de renda dos países centrais.

cientistas e engenheiros empregados em atividades não-acadêmicas atingiu 3.502.000 (1.749.000 cientistas e 1.753.000 engenheiros), cerca de 3% da força de trabalho em 1992.

Um sistema de inovação diversifica a divisão tecnológica de trabalho, fornecendo às firmas oportunidades tecnológicas de forma persistente.

I.1- AS INTERAÇÕES ENTRE A CIÊNCIA E A TECNOLOGIA

Para os objetivos deste trabalho, é conveniente discutir com mais detalhes o papel da infra-estrutura científica para o processo de desenvolvimento econômico, aprofundando, a partir da literatura sobre sistemas nacionais de inovação, a compreensão das interações entre a dimensão científica (a esfera das universidades, dos institutos de pesquisa) e a dimensão tecnológica (a esfera das firmas, de seus laboratórios de P&D).

Apesar de serem distintas, estas duas esferas participam de uma complexa divisão de trabalho que responde pela sustentação do dinamismo dos sistemas de inovação. Importa sobretudo compreender o papel da interação entre elas.

I.1.1- INTERAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NOS SISTEMAS DE INOVAÇÃO MADUROS

Nelson e Rosenberg (1993) apontam o entrelaçamento entre as dimensões científica e tecnológica e, destacando-as como uma das características principais dos sistemas de inovação, resumem as complexas interações entre essas duas dimensões afirmando que a ciência tanto “lidera como segue” (“*science as a leader and a follower*”) o progresso tecnológico (p.6).

Outras evidências desse duplo papel podem ser encontradas na literatura. Em primeiro lugar, Rosenberg (1982, p. 141-159) discute “quão exógena é a ciência”. Ressaltando como os fatores econômicos determinam, até certo ponto, o progresso da ciência, ele procura explicitar de que maneira o avanço tecnológico antecede e estimula o progresso da ciência.

Em segundo lugar, Klevorick *et alli* (1995) investigam o sentido oposto do fluxo, apresentando evidências empíricas sobre o papel das universidades e da ciência como fonte de oportunidades tecnológicas para a inovação industrial. (ver sub-seção I.2, abaixo).

Em terceiro lugar, Pavitt (1991) investiga “o que torna a pesquisa básica economicamente útil”. Para este autor (p. 114), além da sua utilidade como um “insumo de importância crescente para a tecnologia”, a pesquisa básica tem duas outras influências talvez até mais significativas: 1) contribui para o desenvolvimento de habilidades de pesquisa e

treina pesquisadores que posteriormente são empregados no setor industrial; 2) é fonte de aplicações não planejadas.

Em quarto lugar, Rosenberg (1990) discute “porque firmas fazem pesquisa básica” e sugere que ela é “um bilhete de entrada para uma rede de informações”. Esse ponto está relacionado à discussão de Cohen & Levinthal (1989) sobre as duas faces do processo de P&D, destacando a importância desse investimento para o desenvolvimento de “capacidade de absorção”. O investimento em P&D é, simultaneamente, investimento para inovação e para aprendizado.

Em quinto lugar, Narin et alli (1997) encontram evidências empíricas do vínculo crescente entre a ciência (fundamentalmente financiada pelo setor público) e a capacidade inovativa da indústria dos Estados Unidos.

Em resumo, estes estudos demonstram a relevância das duas dimensões da atividade inovativa, enfatizando a divisão de trabalho entre elas e identificando a presença de uma forte interação e de *feedbacks* entre a infra-estrutura científica e a produção tecnológica nos países desenvolvidos. Importa ainda frisar que esta literatura sugere que para assegurar a sustentabilidade do crescimento econômico moderno, estas interações devem estar operando.

I.1.2- O PAPEL DA CIÊNCIA ANTES E DURANTE O PROCESSO DE *CATCHING UP*

Por outro lado, a situação prevalecente nos países menos desenvolvidos não pode ser compreendida a partir da aplicação direta e sem qualificações das conclusões alcançadas na literatura sobre os países avançados. Há diferenças que devem ser levadas em conta.

No que diz respeito ao papel da ciência, a principal diferença reside na contribuição que ela pode oferecer durante o processo de *catching up*: a infra-estrutura científica atua como um “instrumento de focalização” e como uma “antena” para identificar oportunidades tecnológicas e para constituir a capacidade de absorção do país. Em um país atrasado, a infra-estrutura científica oferece “conhecimento para focalizar buscas” (Nelson, 1982), ao invés de ser uma fonte direta de oportunidades tecnológicas. Em outras palavras, a infra-estrutura científica em países em desenvolvimento deve contribuir para vincular o país aos fluxos científicos e tecnológicos internacionais.

Neste sentido, o papel da ciência durante processos de *catching up* pode ser desdobrado em três dimensões. Em primeiro lugar, ela atua como um “instrumento de focalização”, contribuindo para a identificação de oportunidades e para a vinculação do país aos fluxos internacionais. Em segundo lugar, a ciência cumpre o papel de instrumento de

apoio para o desenvolvimento industrial, provendo conhecimento necessário para a entrada em setores industriais estratégicos (Perez & Soete, 1988). Finalmente, ela serve como fonte para algumas soluções criativas que dificilmente seriam obtidas fora do país (exemplo: vacinas contra doenças tropicais, desenvolvimento de tecnologias agrícolas específicas em termos de climas, condições de irrigação e características das terras, desenvolvimento de certas ligas metálicas, preparação de *softwares* aplicados, etc.). Certamente há uma inter-relação entre esses diferentes papéis, na medida que o desenvolvimento da capacidade de absorção é uma pré-condição para desenvolvimentos tecnológicos locais, originais e incrementais.

Comparando as interações entre as esferas da ciência e da tecnologia em países em processo de *catching up* (Coréia do Sul e Taiwan) com o caso brasileiro, Rapini (2000) encontrou uma importante diferença: nos países em *catching up* é possível estabelecer uma relação estatística que sugere a existência de causalidade tanto entre a produção científica (em termos de artigos científicos indexados pelo ISI) e a produção tecnológica (em termos de patentes depositadas no USPTO), como entre a produção tecnológica e a produção científica.² Ou seja, identificou-se uma causalidade recíproca entre as dimensões científica e tecnológica ao longo do processo de desenvolvimento acelerado. Esse achado contrasta com o caso brasileiro, onde a autora encontrou causalidade em apenas um sentido: da produção científica para a tecnológica.

I.2- O PAPEL DAS UNIVERSIDADES E INSTITUIÇÕES DE PESQUISA

A partir da resenha do conceito de sistema de inovação e da indicação do papel da interação entre as dimensões científica e tecnológica, é possível focalizar com mais detalhe o papel das universidades e instituições de pesquisa, que são os componentes essenciais da infra-estrutura científica discutida acima.

Há uma literatura rica sobre o tema. Meyer-Krahmer & Kulicke (2002) sintetizam de forma feliz o papel das universidades na literatura da economia da tecnologia: “instituições na interseção entre o conhecimento e a economia”. É nesse aspecto do papel das universidades que este artigo busca concentrar-se.

Três textos são úteis para sintetizar pesquisas relevantes em relação a este tema: Klevorick et all (1995), Narin et all (1997), Cohen et all (2002)

² A causalidade é identificada através de uma técnica desenvolvida por Granger. Rapini explica o sentido desta técnica e ressalta que o estudo permite afirmar que as duas séries temporais (artigos e patentes) comportam-se de

Klevorick et all (1995) investigam a forma como empresas industriais avaliam a ciência e sua utilidade para a dinâmica inovativa das empresas. A pesquisa relatada em Klevorick et all (1995) é o *Yale Survey*, um levantamento realizado junto a 650 empresas de 180 diferentes indústrias, que investigou questões relacionadas a oportunidades tecnológicas e condições de apropriação. Avanços no conhecimento científico são fontes importantes de oportunidades tecnológicas. Os resultados são preciosos para identificar um canal de transferência de conhecimentos que sai da infra-estrutura científica e chega à firma e pode ser por ela absorvido.³

Uma síntese dos resultados do *Yale Survey* mais interessantes estão na Tabela I.1. A Tabela I.1 indica a importância da ciência universitária e da ciência em geral para tecnologias industriais. A Tabela I.1 apresenta todos os setores industriais que consideraram determinadas disciplinas científicas importantes (notas acima de 5) e muito importantes (notas acima de 6).

**TABELA I.1
A RELEVÂNCIA DA CIÊNCIA PARA A TECNOLOGIA INDUSTRIAL**

Disciplina científica	Número de indústrias com pontuação		Indústrias selecionadas onde a relevância da ciência é alta
	≥5	≥6	
Biologia	14	8	Medicamentos, pesticidas, carnes, alimentação animal
Química	74	43	Pesticidas, fertilizantes, vidros e plásticos
Geologia	4	3	Fertilizantes, cerâmica, metais não ferrosos
Matemática	30	9	Instrumentos óticos, ferramentas mecânicas, automóveis
Física	44	18	Semicondutores, computadores, mísseis teleguiados
Ciências Agrícolas	16	9	Pesticidas, fertilizantes, alimentação animal, produtos alimentício
Matemática aplicada/ operações de pesquisa	32	6	Mísseis teleguiados, fundição de alumínio, automóveis
Ciência da Computação	79	35	Mísseis teleguiados, semicondutores, automóveis
Ciência de Materiais	99	46	Rolamento, metais, maquinaria para aviação
Ciência Médica	8	5	Instrumentos médicos/cirúrgicos, medicamentos, amianto
Metalurgia	60	35	Rolamento, metais, maquinaria para aviação

FONTE: Klevorick et all (1995).

A Tabela I.1 indica o peso de disciplinas específicas para a indústria em geral (Ciências de Materiais, Ciências da Computação, Química e Metalurgia lideram o impacto entre os setores industriais), indica setores industriais que valorizam fortemente diversas disciplinas científicas (a indústria de medicamentos, por exemplo, atribui elevada importância para Biologia e Ciências Médicas; a indústria de semicondutores valoriza a Física e a Ciência da Computação). Em termos gerais, a Tabela I.1 indica como os diversos setores industriais monitoram ativamente e acompanham o que acontece na infra-estrutura científica.⁴

forma tal que a causalidade “no sentido de Granger” corre nos dois sentidos. Para mais detalhes, ver Rapini (2000).

³ Para a compreensão desse canal, é importante a elaboração de Cohen & Levinthal (1989), que avaliam o duplo papel das atividades de pesquisa e desenvolvimento em firmas: elas alimentam tanto a inovação como o aprendizado. É importante o desenvolvimento de capacidade de absorção de conhecimento externo, em especial de conhecimento gerado nas universidades.

⁴ Colyvas et all (2002), em investigação sobre invenções universitárias (11 estudos de caso, rastreando invenções específicas), avaliam como (e se) elas são implementadas. O texto é interessante porque avalia de forma crítica

O trabalho de Narin et all (1997) apresenta dados deste mesmo sentido causal (da infra-estrutura científica para as firmas). Narin, Hamilton & Olivastro (1997) realizaram um estudo por encomenda do *National Science Foundation* sobre a dependência da indústria norte-americana em relação à ciência financiada com recursos públicos (NSF, 1998, p. 6-20). Narin, Hamilton & Olivastro (1997) pesquisaram as referências existentes nas patentes a trabalhos científicos. Comparando os dados de 1987-1988 e 1993-1994, identificaram um crescimento de 30% no total de patentes. Para o mesmo período o total de referências a publicações científicas com autores norte-americanos passou de 17.000 para 50.000 (aumento de quase 200%). Narin et all (1997) demonstram as articulações crescentes entre as inovações da indústria dos Estados Unidos e a comunidade acadêmica. Ou, em outras palavras, a crescente dependência da indústria americana em relação à ciência (financiada basicamente pelo setor público).

TABELA I.2
ORIGEM INSTITUCIONAL DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS CITADOS NAS PATENTES DA INDÚSTRIA NORTE-AMERICANA (1994-1995)

	TOTAL PATENTES	Patentes de drogas e medicamentos	Patentes Químicas	Patentes de componentes elétricos
Indústrias norte-americanas	20,4%	16,7%	18,3%	37,5%
Instituições públicas norte-americanas	43,9%	50,3%	42,7%	29,6%
Indústrias estrangeiras	6,3%	4,2%	6,0%	13,3%
Instituições públicas estrangeiras	29,4%	28,8%	33,0%	19,6%
<i>Total</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>
Número de citações	5217	1584	1784	585

FONTE: Narin et alli (1997).

Os resultados gerais indicam a importância da ciência financiada publicamente para o dinamismo tecnológico da indústria norte-americana. Desagregando os setores envolvidos, os resultados de Narin et alli indicam que as patentes relacionadas a drogas e medicamentos são as que apresentam a mais forte dependência em relação à ciência pública. A Tabela I.2 sintetiza essas informações.

No geral, os artigos científicos citados pelas patentes das indústrias norte-americanas têm uma forte origem em instituições públicas (43,9% dos Estados Unidos; 29,4% estrangeiras), sendo que a soma das patentes de drogas e medicamentos apresentam a maior participação total de instituições públicas (79,1% de todas as citações).

os supostos efeitos da *Bayh-Dole Act* de 1980 sobre a dinâmica de pesquisa universitária: a argumentação do *Bayh-Dole Act* parte do suposto de um enorme hiato entre a pesquisa universitária e as atividades industriais. Colyvas et all (2002), em um ponto relevante para este Relatório de Pesquisa, identificam a existência de pessoal localizado na indústria muito bem informado sobre o andamento da pesquisa universitária muito antes da fase de *marketing* das invenções. Em apenas uma das 11 invenções estudadas não foi encontrado algum tipo de contato prévio entre o inventor e a indústria. Curiosamente, essa invenção não chegou ao mercado.

A pesquisa de Cohen et all (2002) é uma expansão e uma atualização do *Yale Survey*, agora realizado como *Carnegie Mellon Survey* (CMS). O *survey* é mais amplo (envolve 1.267 empresas industriais), avalia a opinião das firmas sobre universidades e instituições públicas de pesquisa (o *Yale Survey* considerou apenas universidades) e envolve firmas de tamanhos diversos, incluindo *start-ups*. A rigor, segundo Cohen et all (2002, p. 7), as empresas consideram as informações provenientes de universidades e laboratórios públicos como (ligeiramente) mais importantes para o “acabamento de projetos” (36% do total) do que para a “sugestão de novos projetos” (32% do total). Ou seja, a infra-estrutura científica é (ligeiramente) mais utilizada para resolver problemas que surgem no decorrer de atividades de pesquisa já iniciada do que para iniciar novos projetos de pesquisa.

Ao contrário do que supunha o modelo linear, os projetos não são iniciados na produção científica. Mas, ao contrário do que críticos unilaterais do modelo linear poderiam supor, é necessária a presença da infra-estrutura científica para a conclusão de projetos iniciados sem a sua participação direta. O modelo interativo da relação entre ciência e tecnologia encontra, assim, forte evidência empírica.⁵

Cohen et all (2002) apresentam dados em relação à importância dos diversos canais de fluxos de conhecimento. O canal mais importante é o das “publicações e relatórios” (considerado pelo menos “moderadamente importante” para 41,2% dos entrevistados). O segundo canal mais importante é a “interação informal” (para 35,6%) e em terceiro lugar está o canal “conferências e encontros” (para 35,1%).

Finalmente, Cohen et all (2002) apresentam evidências quanto à importância das instituições de pesquisa para as firmas de acordo com o seu tamanho. O resultado encontrado indica que a pesquisa pública é importante tanto para firmas grandes como para novas pequenas firmas (*start-ups*).

II- BASES DE DADOS, METODOLOGIA E DADOS PARA O BRASIL

Identificada a posição internacional do Brasil, este trabalho passa a detalhar os dados internos de produção científica e tecnológica do país. Esta seção apresenta as bases de dados utilizadas, de forma a informar as virtudes e os problemas existentes nos indicadores utilizados.

⁵ Meyer-Krahmer & Schmoch (1998), em estudo realizado na Alemanha sobre interação entre ciência e tecnologia em quatro campos tecnológicos, encontraram que mais de 50% dos pesquisadores universitários entrevistados nas áreas de microeletrônica, software e biotecnologia avaliam ser a “limitada base industrial uma importante barreira para a interação (da universidade) com a indústria”. Esse ponto é muito importante para demonstrar o efeito do crescimento da base industrial sobre a dinâmica interativa universidade-indústria, que por sua vez é crucial para o crescimento da produção científica em geral.

A pesquisa que mais se aproxima às discutidas, para o caso brasileiro, é a “Pesquisa Industrial – Inovação Tecnológica 2000” (PINTEC), realizada pelo IBGE (IBGE, 2000). O seu principal intuito foi identificar, de forma rigorosa e pioneira o envolvimento das firmas brasileiras com atividades inovativas, inclusive identificando o total de gastos em P&D do setor industrial e o pessoal empregado em atividades de P&D.

Para esta pesquisa, são utilizados dados (descritos na sub-seção II.1) que envolvem patentes (para avaliar a dimensão tecnológica) e artigos científicos (para avaliar a dimensão tecnológica). O nível de análise escolhido (regiões metropolitanas e microrregiões) possibilita uma indicação preliminar das interações existentes entre as duas dimensões, a partir do suposto da importância da proximidade geográfica entre universidades/instituições de pesquisa e empresas. É um trabalho introdutório, que pelo menos permite detalhar algumas informações úteis para uma melhor “fotografia” do estágio atual do sistema de inovação brasileiro.

II.1 – BASES DE DADOS E METODOLOGIA

Para analisar a produção de ciência e tecnologia (C&T) no mundo, num país ou em qualquer região são necessários uma série de indicadores pertinentes. Como proxies de produção científica utiliza-se, geralmente, número de artigos científicos publicados, número de pesquisadores etc. E para a produção tecnológica utiliza-se como proxy patentes depositadas ou concedidas pelos escritórios de propriedade industrial ou intelectual.

No presente trabalho, os dados de artigos científicos foram retirados do *Institute for Scientific Information* (ISI) através da internet (www.isiknowledge.com). Os dados do ISI constituem uma base mais limitada do que o conjunto da produção científica do Brasil, porque não estão incluídos artigos publicados em revistas brasileiras não indexadas ao ISI. Atualmente existe um esforço de constituição de uma base com essas informações (SCIELO), mas em função do estágio de construção dessa base, a opção deste artigo é a de limitar-se aos dados do ISI.

As informações de patentes depositadas entre 1990 e 2000 foram cedidas pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Essa base envolve um total de 49.138 patentes, das quais 37.772 foram depositadas por pessoas físicas e 11.366 por pessoas jurídicas. Além do titular, as informações cedidas pelo INPI indicam a classe tecnológica da patente, de acordo com a Classificação Internacional de Patentes, definida pela Organização Mundial de

Propriedade Intelectual (OMPI). Aqui optou-se por trabalhar de acordo com o nível de classe tecnológica.⁶

Os dados de pesquisadores foram obtidos através de consultas pela internet ao site do CNPq, mais precisamente na configuração dos grupos de pesquisa em 2000.

Em relação aos estudos de indicadores de ciência e tecnologia, a novidade deste artigo está na utilização de uma base de contratos de serviços firmados entre uma universidade (a UFMG) e empresas: trata-se de uma base de dados fornecidos pela Fundep, para o período 1998-2002, envolvendo 123 contratos de pesquisa e/ou prestação de serviços. Esta nova base de dados conta com informações sobre o contratante, o tipo de contrato e a unidade da universidade contratada. É uma base de dados rica, especialmente porque informa sobre o interesse de empresas sobre atividades desenvolvidas pela UFMG (informação que está na mesma direção da investigada nos textos de Klevorick et all, 1995 e de Cohen et all, 2002). Ou seja, são informações sobre interações que partem das empresas para a universidade, aspecto de difícil identificação através de outros indicadores.

Uma importante limitação dos indicadores apresentados é a dificuldade de captar o papel do setor de *Software*. Dois caminhos podem ser tentados para compensar essa debilidade: 1) utilizar informações da RAIS; 2) utilizar novos bancos de dados, como estatísticas de marcas; 3) estudos de caso.

II.2 – DADOS PARA O BRASIL

O objetivo desta subseção é apresentar um panorama geral da produção científica e tecnológica brasileira. Para uma apreciação geral de eventuais mudanças, os dados são apresentados agregados por três diferentes períodos (1990-1993; 1994-1997 e 1998-2000).

A Tabela II.1 mostra as áreas das produções tecnológicas mais importantes em três cortes temporais na década de 1990 para o Brasil.

⁶ Para uma descrição detalhada dessa base de dados, ver Albuquerque (2003).

Tabela II.1
**Patentes de primeiros titulares brasileiros depositadas no INPI,
segundo as 15 classes WIPO mais freqüentes, entre 1990-2000**

1990-1993			
Classe WIPO	Patentes	% 90-93	% Década
Transporte; Embalagem	225	10,68	2,76
Móveis e Aparelhos Domésticos	189	8,97	2,32
Agropecuária & Silvicultura	101	4,80	1,24
Ciência Médica Ou Veterinária	90	4,27	1,10
Elementos ou unidades de engenharia; isolamento térmico em geral	79	3,75	0,97
Veículos Em Geral	78	3,70	0,96
Elementos Elétricos Básicos	71	3,37	0,87
Edificação	68	3,23	0,83
Medição; Verificação	60	2,85	0,74
Calçados	50	2,37	0,61
Fechaduras; Chaves; Cofres	38	1,80	0,47
Cômputo; Cálculo; Contagem	38	1,80	0,47
Técnica De Comunicação Elétrica	38	1,80	0,47
Processos Ou Aparelhos Físicos Ou Químicos Em Geral	34	1,61	0,42
Técnicas Elétricas	31	1,47	0,38
1994-1996			
Classe Wipo	Patentes	% 94-96	% Década
Transporte; Embalagem	221	9,97	2,71
Móveis e Aparelhos Domésticos	168	7,58	2,06
Veículos Em Geral	128	5,77	1,57
Elementos Ou Unidades De Engenharia; Isolamento Térmico Em Geral	94	4,24	1,15
Agropecuária & Silvicultura	91	4,10	1,12
Ciência Médica Ou Veterinária	91	4,10	1,12
Medição; Verificação	76	3,43	0,93
Edificação	64	2,89	0,78
Elementos Elétricos Básicos	59	2,66	0,72
Fechaduras; Chaves; Cofres	52	2,35	0,64
Técnica De Comunicação Elétrica	46	2,07	0,56
Calçados	46	2,07	0,56
Energia Elétrica	40	1,80	0,49
Educação; Criptografia; Anúncios; Logotipos	39	1,76	0,48
Processamento De Matérias Plásticas	34	1,53	0,42
1997-2000			
Classe Wipo	Patentes	% 97-00	% Década
Móveis e Aparelhos Domésticos	392	10,23	4,81
Transporte; Embalagem	338	8,82	4,14
Ciência Médica Ou Veterinária	231	6,03	2,83
Elementos Ou Unidades De Engenharia; Isolamento Térmico Em Geral	180	4,70	2,21
Veículos Em Geral	170	4,44	2,08
Agropecuária & Silvicultura	133	3,47	1,63
Medição; Verificação	129	3,37	1,58
Edificação	104	2,71	1,28
Elementos Elétricos Básicos	97	2,53	1,19
Energia Elétrica	93	2,43	1,14
Aquecimento; Fogões; Ventilação	80	2,09	0,98
Fechaduras; Chaves; Cofres	70	1,83	0,86
Química Orgânica	67	1,75	0,82
Refrigeração Ou Resfriamento; Liquefação Ou Solidificação Dos Gases	65	1,70	0,80
Técnica De Comunicação Elétrica	60	1,57	0,74

Fonte: INPI, 2000 (elaboração própria).

A Tabela II.1 apresenta a liderança estável, nos três períodos, das classes tecnológicas relativas a “transporte, embalagens” e “móveis e aparelhos domésticos”, que alternam-se nas duas primeiras posições nos três períodos considerados. A classe tecnológica “agropecuária e silvicultura” cai da terceira posição em 1990-1993 para a sexta posição em 1997-2000. A classe “ciência médica e veterinárias” ascende à terceira posição em 1997-2000.

A Tabela II.2 sugere uma estabilidade similar à tecnológica em termos da persistência de liderança: dez das quinze disciplinas científicas se mantêm nos três períodos.

TABELA II.2
 Artigos científicos indexados no ISI com a participação brasileira de 1990 a 2000,
 segundo as 15 disciplinas mais freqüentes

Disciplina	Artigos	% Período	% Década
1990-1993			
Agricultura Multidisciplinar	836	4,61	0,93
Física da Matéria Condensada	700	3,86	0,78
Física, Multidisciplinar	623	3,43	0,69
Bioquímica e Biologia Molecular	571	3,15	0,63
Medicina Tropical	522	2,88	0,58
Parasitologia	498	2,74	0,55
Biologia	491	2,71	0,55
Medicina Experimental e de Pesquisa	488	2,69	0,54
Astronomia e Astrofísica	485	2,67	0,54
Física Nuclear	359	1,98	0,40
Ciências Materiais, Multidisciplinar	353	1,95	0,39
Farmacologia e Farmácia	345	1,90	0,38
Botânica	339	1,87	0,38
Física Atômica e Química Molecular	332	1,83	0,37
Física Aplicada	327	1,80	0,36
1994-1996			
Bioquímica e Biologia Molecular	786	3,69	0,87
Física da Matéria Condensada	750	3,52	0,83
Física, Multidisciplinar	698	3,28	0,77
Biologia	628	2,95	0,70
Medicina Experimental e de Pesquisa	610	2,87	0,68
Agricultura Multidisciplinar	551	2,59	0,61
Física Aplicada	485	2,28	0,54
Ciências Materiais, Multidisciplinar	441	2,07	0,49
Farmacologia e Farmácia	416	1,95	0,46
Neurociências	408	1,92	0,45
Botânica	407	1,91	0,45
Astronomia e Astrofísica	400	1,88	0,44
Física, Matemática	400	1,88	0,44
Engenharia Elétrica e Eletrônica	386	1,81	0,43
Parasitologia	382	1,79	0,42
1997-2000			
Bioquímica e Biologia Molecular	1964	3,93	2,18
Física, Multidisciplinar	1540	3,08	1,71
Física da Matéria Condensada	1462	2,92	1,62
Neurociências	1248	2,50	1,39
Ciências Materiais, Multidisciplinar	1243	2,49	1,38
Química, Multidisciplinar	1083	2,17	1,20
Botânica	1051	2,10	1,17
Farmacologia e Farmácia	1022	2,04	1,13
Física Aplicada	997	1,99	1,11
Agricultura Multidisciplinar	980	1,96	1,09
Química, Física	948	1,90	1,05
Parasitologia	875	1,75	0,97
Ciência Veterinária	844	1,69	0,94
Biologia	835	1,67	0,93
Engenharia Elétrica e Eletrônica	825	1,65	0,92

Fonte: ISI, 2003 (elaboração própria).

A classe “calçados”, presente entre as quinze líderes nos dois períodos iniciais, sai da lista no período final. As entradas da classe “energia elétrica” em 1994-1996 (permanecendo em 1998-2000) e da classe “química orgânica” no período 1998-2000 devem ser destacadas.

Comparando o período inicial e o final, as mudanças mais importantes relacionam-se à saída de três disciplinas da área da Física e de duas disciplinas da área de saúde (Medicina Tropical e Medicina Experimental) e a entrada de duas disciplinas da Química (ausentes nos períodos anteriores), uma de Engenharia Elétrica e Eletrônica e a entrada de duas disciplinas da área de saúde (Neurociências e Ciência Veterinária).

A disciplina líder é substituída: “agricultura multidisciplinar” cai da primeira posição em 1990-1993 para a décima posição em 1997-2000, e a “bioquímica e biologia molecular” ascende da quarta posição em 1990-1993 para a liderança nos dois períodos subsequentes.

III- REGIÕES METROPOLITANAS, ATIVIDADES DE C&T NO BRASIL E UMA COMPARAÇÃO INTERNACIONAL

Esta seção introduz regiões metropolitanas e microrregiões (de acordo com a definição do IBGE) como nível de análise. Diniz (2002) apresenta argumentos para a consideração deste nível de análise do ponto de vista da teorias e da elaboração da economia regional.

Para tanto, inicialmente uma comparação internacional é apresentada, para que a pergunta acerca do grau de descentralização das atividades de C&T no país possa ser respondida de forma adequada. Posteriormente, a participação relativa das regiões metropolitanas e microrregiões é detalhada.

Um dos aspectos a ressaltar na comparação internacional é o padrão de distribuição regional das atividades de P&D entre países. Um dos argumentos defendidos nesse trabalho é que o padrão brasileiro é mais concentrado e, portanto, mais desigual que o encontrado nos países tecnologicamente mais desenvolvidos. Os dados preliminares não permitem ainda uma precisa caracterização dessas diferenças, mas já sinalizam que as assimetrias brasileiras são mais intensas do que a de dois países mais desenvolvidos, a Alemanha e os EUA.

A Tabela III.1 apresenta os dados para o Brasil da distribuição de pesquisadores cadastrados no CNPq.

TABELA III.1
Total de pesquisadores por regiões metropolitanas brasileiras – 2000

Região metropolitana	Pesquisadores	% Região metropolitana	% Brasil
São Paulo (incluindo Campinas)	9539	33,5	19,51
Rio de Janeiro	6766	23,77	13,83
Porto Alegre	2572	9,03	5,26
Belo Horizonte	2306	8,1	4,72
Recife	2170	7,62	4,44
Curitiba	1283	4,51	2,62
São José dos Campos	1139	4	2,33
Fortaleza	1054	3,7	2,16
Salvador	892	3,13	1,82
Belém	748	2,63	1,53
Total das regiões metropolitanas	28469	100	58,21
Total do país	48906	-	-

Fonte: CNPq, 2000 (elaboração própria)

Uma diferença com relação aos dados apresentados pelo BMFB (1999) é a não inclusão de pesquisadores atuando no setor produtivo na base do CNPq (que envolve fundamentalmente pesquisadores da área acadêmica e de algumas empresas estatais). As nove regiões metropolitanas, mais as microrregiões de Campinas e São José dos Campos,

apresentadas na TAB III.1, concentram mais de 58% dos pesquisadores cadastrados no CNPq envolvidos em pesquisas nas áreas das ciências exatas e naturais.⁷

Para comparações internacionais, nesta Tabela estão somados os dados de São Paulo e Campinas, porque essas regiões têm uma articulação espacial similar à existente nas regiões que compõem a Grande Paris e a Grande Londres, conforme os dados compilados pelo BMFB (1999).

A Tabela III.1 mostra que do total de pesquisadores destas *regiões de interesse*, São Paulo (incluindo a microrregião de Campinas) e Rio de Janeiro ocupam o topo da lista, com 19,51% e 13,83%, respectivamente. Em seguida, surgem Porto Alegre e Belo Horizonte com 5,26% e 4,72% do total do país.

O Brasil tem uma distribuição de pessoal em P&D mais concentrada do que a da Alemanha. Os EUA, por sua vez, têm uma estrutura mais bem distribuída, mais multicêntrica.

Comparando o padrão de distribuição de pesquisadores com a distribuição geográfica dos resultados das atividades de P&D (patentes e artigos científicos), são encontrados resultados diferentes – maior concentração.

A Tabela III.2 apresenta a distribuição de acordo com as patentes depositadas entre 1990 e 2000.

A distribuição das patentes depositadas no INPI entre 1990 e 2000 pelas regiões de interesse demonstram que a produção tecnológica é mais concentrada do que a distribuição de pesquisadores. Neste caso, a região de São Paulo tem mais de 55% do total de patentes das regiões metropolitanas, o que corresponde a cerca de 39% do total do país. Rio de Janeiro vem em segundo com pouco mais de 14%. Neste ponto, nota-se que, em termos da distribuição das patentes, as regiões constituiriam quatro grupos, um a mais que no caso de pesquisadores. Assim, no extremo superior, estaria São Paulo, em seguida, bem mais abaixo estaria o Rio de Janeiro, estas duas regiões se diferenciando significativamente das demais. As sete regiões restantes poderiam ser classificadas em outros dois grupos, sendo que Porto Alegre (7,67%), Campinas (6,97%), Belo Horizonte (6,37%) e Curitiba (5,57%) estariam em um grupo, enquanto São José dos Campos (1,28%), Salvador (1,09%), Recife (0,38%), Fortaleza (0,31%) e Belém (0,05%) comporiam o grupo mais baixo. Outro aspecto importante a perceber na TAB III.2, é a maior concentração das patentes em comparação a de pesquisadores, tanto dentro das regiões de interesse, como visto acima, quanto no Brasil, dado

⁷ As regiões metropolitanas foram escolhidas de acordo com Diniz (2002). A inclusão das microrregiões de Campinas e São José dos Campos justifica-se porque foram as duas únicas microrregiões que aparecem tanto na lista das vinte regiões líderes em patentes depositadas como na lista das vinte líderes em produção científica.

que as nove regiões concentram cerca de 70% da produção tecnológica do país. (somado ao “interior paulista” este número alcança 81% do total brasileiro).

TABELA III.2
Total de patentes indexadas no INPI por regiões metropolitanas e microrregiões
selecionadas entre 1990 e 2000

Região	Patentes	% Das Regiões	% Do Brasil
São Paulo	3219	48,28	39,06
Interior SP	890	13,35	10,80
Rio De Janeiro	843	12,64	10,23
Porto Alegre	443	6,64	5,38
Campinas	403	6,04	4,89
Belo Horizonte	368	5,52	4,47
Curitiba	322	4,83	3,91
São José Dos Campos	74	1,11	0,90
Salvador	63	0,94	0,76
Recife	22	0,33	0,27
Fortaleza	18	0,27	0,22
Belém	3	0,04	0,04
Sub Total	6668	100,00	80,91
Resto Do Brasil	1573	-	19,09
Total	8241	-	100,00

Fonte: INPI, 2002 (elaboração própria)

A Tabela III.3, com a distribuição científica, indica que no conjunto, a concentração da produção científica é similar à tecnológica (as regiões mais o “interior paulista” concentram 81% da produção do país). Mas, no interior desse conjunto, a distribuição da produção científica é menos assimétrica do que a tecnológica: São Paulo detém 19,9% da produção científica, contra os 39% da produção tecnológica.

Os dados apresentados nesta seção permitem algumas considerações de caráter introdutório.

TABELA III.3
Artigos científicos indexados no ISI com a participação brasileira em 1999 por
regiões metropolitanas e microrregiões geográficas selecionadas.

Região	Artigos	% das Regiões	% do Brasil
São Paulo	2060	23,65	19,19
Rio De Janeiro	1759	20,19	16,39
Interior SP	1537	17,64	14,32
Campinas	1044	11,98	9,73
Belo Horizonte	664	7,62	6,19
Porto Alegre	547	6,28	5,10
Curitiba	268	3,08	2,50
Recife	237	2,72	2,21
São Jose Dos Campos	173	1,99	1,61
Fortaleza	162	1,86	1,51
Salvador	143	1,64	1,33
Belém	117	1,34	1,09
<i>Subtotal</i>	<i>8711</i>	<i>100,00</i>	<i>81,16</i>
<i>Resto Do Brasil</i>	<i>2022</i>	<i>-</i>	<i>18,84</i>
<i>Total</i>	<i>10733</i>	<i>-</i>	<i>100,00</i>

Fonte: ISI, 2000; RAIS,1997 (elaboração própria)

Em primeiro lugar, se o número de pesquisadores puder ser tomado como uma referência para o potencial para pesquisa e desenvolvimento, e logo para a produção científica e tecnológica, vê-se que as regiões de interesse dividem de forma mais próxima, em relação

aos demais indicadores, esse potencial com o restante do país. Mais especificamente, as regiões do Rio de Janeiro e São Paulo não se descolam tanto das demais regiões *vis à vis* a produção de patentes e artigos.

Em segundo lugar, olhando para a distribuição das patentes, percebe-se não só que as regiões de interesse dominam maciçamente a produção tecnológica do país, como também que a região de São Paulo é, sem dúvida, a maior liderança neste campo. Este predomínio, primeiro das regiões metropolitanas, depois da região de São Paulo, na produção tecnológica está, de certo, relacionada a: 1) volume de renda que circula nestas regiões; 2) a composição setorial da economia, com maior peso das atividades industriais em comparação às outras regiões; 3) a composição da indústria com maior incidência de setores com propensão a patentear mais alta; 4) presença maior de externalidades positivas, como a própria concentração de pesquisadores e artigos.

Em terceiro lugar, o indicador de produção científica, artigos indexados, tem a especificidade de apresentar co-autorias, o que leva um artigo a ser contado para cada região em que possui um autor, representando assim que a atividade científica foi ali realizada. Isso leva a considerar 1) que a distribuição mais uniforme da produção científica se deve, em parte, a esta especificidade; 2) que, apesar desta melhor distribuição, São Paulo ainda possui uma importância relativa alta, sugerindo uma maior capacidade de gerar *spillovers* científicos para o restante do país, ao mesmo tempo em que se beneficia da capacidade das demais regiões; 3) o tamanho da economia, é fator importante para explicar a produção científica das regiões, uma vez que pode significar uma maior disponibilidade de recursos para a condução de pesquisas; 4) o número e o tamanho das instituições de pesquisa são relevantes para explicar a produção de artigos, bem como a conectividade com outros centros, no Brasil e no exterior.

Em quarto lugar, uma comparação entre os dados das Tabelas III.2 e III.3 sugere um ponto importante para avaliação: apenas três regiões têm sua participação relativa em termos de produção tecnológica superior à participação em termos da produção científica: São Paulo, Porto Alegre e Curitiba. O restante das regiões sempre tem uma maior participação relativa da produção científica, o que pode ser uma evidência do potencial para a ampliação da produção tecnológica em diversas regiões do país.

IV- ESPECIALIZAÇÕES TECNOLÓGICAS E CIENTÍFICAS DAS RMs

Esta seção investiga as Regiões Metropolitanas de acordo com a sua especialização setorial, científica e tecnológica. A conjectura básica desta seção é a existência de diferentes

áreas de especialização das diversas regiões. E essa identificação é uma introdução à discussão sobre a Região Metropolitana de BH (seção V).

A Tabela IV.1 indica, de forma previsível, que as patentes acompanham de forma geral a concentração das atividades econômicas (refletindo a classificação industrial das empresas mais importantes da região).

TABELA IV.1
**Patentes depositadas no INPI com primeiro titular nas regiões
e microrregiões selecionadas segundo as três classes CNAE mais freqüentes**

Região	Classe CNAE	Patentes	Estado	Região	% Estado	% Região	IES
São Paulo	FABRICACAO DE ARTEFATOS DIVERSOS DE PLASTICO	211	4617	3219	4,57	6,55	0,99
	FABRICACAO DE OUTROS APARELHOS ELETRODOMESTICOS	188	4617	3219	4,07	5,84	2,35
	SEDES DE EMPRESAS E UNIDADES ADMINISTRATIVAS LOCAIS	152	4617	3219	3,29	4,72	2,21
Interior SP	FABRICACAO DE MAQUINAS E EQUIPAMENTOS PARA AGRICULTURA, AVICULTURA E OBT	161	4617	890	3,49	18,09	5,18
	FABRICACAO DE ARTEFATOS DIVERSOS DE PLASTICO	67	4617	890	1,45	7,53	1,14
	PRODUCAO DE LAMINADOS PLANOS DE ACO	38	4617	890	0,82	4,27	1,62
Rio de Janeiro	EXTRACAO DE PETROLEO E GAS NATURAL	184	880	843	20,91	21,83	9,78
	PRODUCAO DE LAMINADOS PLANOS DE ACO	120	880	843	13,64	14,23	5,41
	EXTRACAO DE MINERIO DE METAIS PRECIOSOS	98	880	843	11,14	11,63	9,78
Porto Alegre	FABRICACAO DE APARELHOS DE AR CONDICIONADO	34	927	443	3,67	7,67	17,57
	FABRICACAO DE MAQUINAS E EQUIPAMENTOS PARA AS INDUSTRIAS DO VESTUARIO E	32	927	443	3,45	7,22	15,67
	FABRICACAO DE ESCOVAS, PINCEIS E VASSOURAS	30	927	443	3,24	6,77	8,33
Campinas	EDUCACAO SUPERIOR	108	4617	403	2,34	26,8	9,48
	FABRICACAO DE ARTEFATOS DIVERSOS DE PLASTICO	57	4617	403	1,23	14,14	2,15
	FABRICACAO DE FOGOES, REFRIGERADORES E MAQUINAS DE LAVAR E SECAR PARA US	29	4617	403	0,63	7,2	3,03
Belo Horizonte	PRODUCAO DE LAMINADOS NAO-PLANOS DE ACO	48	611	368	7,86	13,04	14,72
	EDUCACAO SUPERIOR	41	611	368	6,71	11,14	3,94
	COMERCIO VAREJISTA DE OUTROS PRODUTOS NAO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE	18	611	368	2,95	4,89	4,69
Curitiba	FABRICACAO DE FOGOES, REFRIGERADORES E MAQUINAS DE LAVAR E SECAR PARA US	56	426	322	13,15	17,39	7,31
	FABRICACAO DE FIOS, CABOS E CONDUTORES ELETRICOS ISOLADOS	17	426	322	3,99	5,28	12,8
	FABRICACAO DE APARELHOS RECEPTORES DE RADIO E TELEVISAO E DE REPRODUCAO,	15	426	322	3,52	4,66	6,86
São José Dos Campos	DEFESA	24	4617	74	0,52	32,43	106,91
	FABRICACAO DE PECAS E ACESSORIOS DE METAL PARA VEICULOS AUTOMOTORES NAO	7	4617	74	0,15	9,46	4,9
	FABRICACAO DE APARELHOS TELEFONICOS, SISTEMAS DE INTERCOMUNICACAO E SEME	6	4617	74	0,13	8,11	17,58
Salvador	ADMINISTRACAO PUBLICA EM GERAL	31	64	63	48,44	49,21	32,7
	FABRICACAO DE ARTEFATOS DIVERSOS DE PLASTICO	14	64	63	21,88	22,22	3,37
	OBRAS DE URBANIZACAO E PAISAGISMO	3	64	63	4,69	4,76	130,81
Recife	FABRICACAO DE GASES INDUSTRIALIS	7	22	22	31,82	31,82	374,59
	ADMINISTRACAO PUBLICA EM GERAL	3	22	22	13,64	13,64	9,06
	FABRICACAO DE ARTEFATOS DE CONCRETO, CIMENTO, FIBROCIMENTO, GESSO E ESTU	2	22	22	9,09	9,09	21,41
Fortaleza	FABRICACAO DE OUTROS APARELHOS OU EQUIPAMENTOS ELETRICOS	7	30	18	23,33	38,89	33,04
	FABRICACAO DE MATERIAL ELETRONICO BASICO	4	30	18	13,33	22,22	29,07
	FABRICACAO DE MATERIAL ELETRICO PARA INSTALACOES EM CIRCUITO DE CONSUMO	3	30	18	10	16,67	41,62
Belém	OUTRAS ATIVIDADES DE SERVICOS PRESTADOS PRINCIPALMENTE ?S EMPRESAS, NAO	3	3	3	100	100	84,09

Fonte: INPI, 2000 (elaboração própria).

São Paulo tem a liderança da classe CNAE “fabricação de matérias plásticas”, o “interior de São Paulo” concentra-se na classe “fabricacao de maquinas e equipamentos para agricultura, avicultura”, o Rio de Janeiro, refletindo o peso da Petrobrás, tem a liderança de “extração de petróleo”, Belo Horizonte tem a liderança da “produção de laminados”, São José dos Campos “defesa” etc. Enfim, há uma nítida diferenciação entre as diversas regiões.

Para os presentes objetivos, é interessante notar na Tabela IV.1 a posição da classe “educação superior” em Campinas e em Belo Horizonte. Essa classe está na liderança das duas RMs em função de suas universidades (Unicamp e UFMG). A leitura deste Relatório sugere que esse dado indica um potencial para o setor produtivo. A posição de liderança de universidades em termos de patenteamento não parece ser elemento positivo, pois indica um problema na divisão de trabalho implícita no conceito de sistema de inovação. Evidência empírica disso pode ser encontrada em uma comparação simples: enquanto na lista de 20 maiores patenteadores dos Estados Unidos há apenas uma universidade (Universidade da Califórnia, na 14^a. posição), no caso brasileiro há cinco universidades/instituições de pesquisa entre os 20 maiores patenteadores (Albuquerque, 2003). Em termos de regiões brasileiras, o mesmo não ocorre com São Paulo, apesar da presença da USP. Ou seja, a posição de destaque de uma univerdidade pode ser indício de timidez do setor produtivo (e de necessidade de medidas para ampliar o envolvimento do setor produtivo nas antividades inovativas).

A Tabela IV.2 apresenta uma razoável diversidade tecnológica das regiões estudadas. São Paulo tem especializações próximas às do conjunto do país (refletindo o peso da região sobre o conjunto do país), situando-se em “transporte, embalagem” e “móveis e aparelhos domésticos”. O “interior paulista” tem a liderança de “agricultura”, Rio de Janeiro “perfuração de solo”, Porto Alegre “calçados”, Belo Horizonte “medição e verificação” seguida de “química orgânica”.

Na tabela IV.2, agora focando a classe das patentes, vê-se para as microrregiões o mesmo retrato da tabela II.1 para o Brasil: especializações em áreas tradicionais, basicamente relacionadas às engenharias. A Tabela também aponta as possíveis responsáveis pelo crescimento das áreas de saúde, biológicas e químicas: São Paulo, Campinas e Belo Horizonte.

A Tabela IV.3 permite sugerir três diferentes “padrões de especialização”, em termos das três disciplinas líderes: 1) padrão “saúde”: Belo Horizonte, Curitiba e Belém têm todas as três disciplinas diretamente relacionadas à ciências da vida; 2) padrão “ciências exatas-engenharia”: Campinas; 3) padrão “ciências da terra-exatas”: São José dos Campos; 4) padrão

“misto”, que envolve regiões com predominância de exatas (Rio de Janeiro) e com predominância de saúde (São Paulo, Salvador, Recife e Porto Alegre).

TABELA IV.2

Patentes indexadas no INPI com a participação brasileira de 1990 a 2000 por regiões metropolitanas e microrregiões geográficas selecionadas segundo as 3 classes mais freqüentes

Região	Classe WIPO	Patentes	Estado	Região	% Estado	% Região	IET
São Paulo	TRANSPORTE; EMBALAGEM; ARMAZENAMENTO; MANIPULAÇÃO DE MATERIAL DELGADO OU FILAMENTAR MÓVEIS; ARTIGOS OU APARELHOS DOMÉSTICOS; MOINHOS DE CAFÉ; MOINHOS DE ESPECIARIAS; ASPIRADORES EM GERAL CIÊNCIA MÉDICA OU VETERINÁRIA; HIGIENE	423	4617	3219	9,16	13,14	1,37
		351	4617	3219	7,6	10,9	1,18
		229	4617	3219	4,96	7,11	1,41
Interior SP	Agricultura; silvicultura; pecuária; caça; captura em armadilhas; TRANSPORTE; EMBALAGEM; ARMAZENAMENTO; MANIPULAÇÃO DE MATERIAL DELGADO OU FILAMENTAR MÓVEIS; ARTIGOS OU APARELHOS DOMÉSTICOS; MOINHOS DE CAFÉ; MOINHOS DE ESPECIARIAS; ASPIRADORES EM GERAL	132	4617	890	2,86	14,83	3,58
		73	4617	890	1,58	8,2	0,85
		53	4617	890	1,15	5,96	0,65
Rio de Janeiro	PERFURAÇÃO DE SOLO; MINERAÇÃO MEDIÇÃO; VERIFICAÇÃO TRANSPORTE; EMBALAGEM; ARMAZENAMENTO; MANIPULAÇÃO DE MATERIAL DELGADO OU FILAMENTAR	76	880	843	8,64	9,02	8,08
		67	880	843	7,61	7,95	2,47
		53	880	843	6,02	6,29	0,65
Porto Alegre	CALÇADOS MÓVEIS; ARTIGOS OU APARELHOS DOMÉSTICOS; MOINHOS DE CAFÉ; MOINHOS DE ESPECIARIAS; ASPIRADORES EM GERAL TRANSPORTE; EMBALAGEM; ARMAZENAMENTO; MANIPULAÇÃO DE MATERIAL DELGADO OU FILAMENTAR	65	927	443	7,01	14,67	8,96
		42	927	443	4,53	9,48	1,03
		38	927	443	4,1	8,58	0,89
Campinas	MÓVEIS; ARTIGOS OU APARELHOS DOMÉSTICOS; MOINHOS DE CAFÉ; MOINHOS DE ESPECIARIAS; ASPIRADORES EM GERAL CIÊNCIA MÉDICA OU VETERINÁRIA; HIGIENE TRANSPORTE; EMBALAGEM; ARMAZENAMENTO; MANIPULAÇÃO DE MATERIAL DELGADO OU FILAMENTAR ELEMENTOS OU UNIDADES DE ENGENHARIA; MEDIDAS GERAIS PARA ASSEGURAR E MANTER O BOM FUNCIONAMENTO EFETIVO DE MÁQUINAS OU INSTALAÇÕES; ISOLAMENTO TÉRMICO EM GERAL	39	4617	403	0,84	9,68	1,05
		29	4617	403	0,63	7,2	1,43
		29	4617	403	0,63	7,2	0,75
		22	4617	403	0,48	5,46	1,26
Belo Horizonte	MEDIÇÃO; VERIFICAÇÃO QUÍMICA ORGÂNICA EDIFICAÇÃO	30	611	368	4,91	8,15	2,54
		26	611	368	4,26	7,07	5,39
		23	611	368	3,76	6,25	2,16
Curitiba	MÓVEIS; ARTIGOS OU APARELHOS DOMÉSTICOS; MOINHOS DE CAFÉ; MOINHOS DE ESPECIARIAS; ASPIRADORES EM GERAL REFRIGERAÇÃO OU RESFRIAMENTO; FABRICAÇÃO OU ARMAZENAMENTO DE GELO; LIQUEFAÇÃO OU SOLIDIFICAÇÃO DOS GASES TRANSPORTE; EMBALAGEM; ARMAZENAMENTO; MANIPULAÇÃO DE MATERIAL DELGADO OU FILAMENTAR	44	426	322	10,33	13,66	1,48
		37	426	322	8,69	11,49	10,29
		35	426	322	8,22	10,87	1,13
São José Dos Campos	ELEMENTOS ELÉTRICOS BÁSICOS MEDIÇÃO; VERIFICAÇÃO ELEMENTOS OU UNIDADES DE ENGENHARIA; MEDIDAS GERAIS PARA ASSEGURAR E MANTER O BOM FUNCIONAMENTO EFETIVO DE MÁQUINAS OU INSTALAÇÕES; ISOLAMENTO TÉRMICO EM GERAL COMPOSTOS MACROMOLECULAR ORGÂNICOS; SUA PREPARAÇÃO OU SEU PROCESSAMENTO QUÍMICO; COMPOSIÇÕES BASEADAS NOS MESMOS	10	4617	74	0,22	13,51	4,86
		7	4617	74	0,15	9,46	2,94
		7	4617	74	0,15	9,46	2,18
		7	4617	74	0,15	9,46	2,18
		5	4617	74	0,11	6,76	6,19
Salvador	CÔMPUTO; CÁLCULO; CONTAGEM TÉCNICA DE COMUNICAÇÃO ELÉTRICA MÓVEIS; ARTIGOS OU APARELHOS DOMÉSTICOS; MOINHOS DE CAFÉ; MOINHOS DE ESPECIARIAS; ASPIRADORES EM GERAL	9	64	63	14,06	14,29	11,21
		6	64	63	9,38	9,52	5,45
		5	64	63	7,81	7,94	0,86
Recife	TRATAMENTO DA ÁGUA DE ÁGUAS RESIDUAIS, DE ESGOTOS, OU DE LAMAS E LODOS EDIFICAÇÃO	7	22	22	31,82	31,82	58,27
		2	22	22	9,09	9,09	3,13
		2	22	22	9,09	9,09	2,83
		2	22	22	9,09	9,09	0,95
		1	22	22	4,55	4,55	0,9
Fortaleza	SINALIZAÇÃO ILUMINAÇÃO DISPOSITIVOS DE VERIFICAÇÃO EDUCAÇÃO; CRIPTOGRAFIA; APRESENTAÇÃO VISUAL; ANÚNCIOS; LOGOTIPOS	5	30	18	16,67	27,78	38,15
		2	30	18	6,67	11,11	18,69
		2	30	18	6,67	11,11	13,27
		2	30	18	6,67	11,11	7,96
Belém	ENGENHARIA HIDRÁULICA; FUNDAÇÕES; TERRAPLENAGEM FUNDIÇÃO; METALURGIA DE PÓS METÁLICOS MÁQUINAS FERRAMENTAS; USINAGEM DE METAL NÃO INCLUÍDA EM OUTRO LOCAL	1	3	3	33,33	33,33	124,86
		1	3	3	33,33	33,33	57,23
		1	3	3	33,33	33,33	48,19

Fonte: INPI, 2000 (elaboração própria).

TABELA IV.3
Produção científica por Região (1999)

Região	Disciplina	Artigos	Estado	Região	% Estado	% Região	IEC
São Paulo	Bioquímica e Biologia Molecular	134	7998	3350	1,68	4,00	1,01
	Ciências Materiais, Multidisciplinar	109	7998	3350	1,36	3,25	1,00
	Cirurgia	95	7998	3350	1,19	2,84	2,60
R De Janeiro	Física, Multidisciplinar	135	2979	2906	4,53	4,65	1,78
	Física da Matéria Condensada	114	2979	2906	3,83	3,92	1,08
	Bioquímica e Biologia Molecular	102	2979	2906	3,42	3,51	0,88
Interior SP	Ciências Materiais, Multidisciplinar	156	7998	2723	1,95	5,73	1,76
	Bioquímica e Biologia Molecular	149	7998	2723	1,86	5,47	1,38
	Física da Matéria Condensada	110	7998	2723	1,38	4,04	1,11
Campinas	Física da Matéria Condensada	89	7998	1637	1,11	5,44	1,50
	Ciências Materiais, Multidisciplinar	86	7998	1637	1,08	5,25	1,62
	Física Aplicada	67	7998	1637	0,84	4,09	2,05
Belo Horizonte	Ciência Veterinária	99	1660	1064	5,96	9,30	4,58
	Parasitologia	52	1660	1064	3,13	4,89	2,60
	Medicina Tropical	47	1660	1064	2,83	4,42	2,33
Porto Alegre	Neurociências	45	1200	901	3,75	4,99	2,29
	Física da Matéria Condensada	29	1200	901	2,42	3,22	0,89
	Cirurgia	27	1200	901	2,25	3,00	2,75
	Ciências Materiais, Multidisciplinar	27	1200	901	2,25	3,00	0,92
Curitiba	Neurociências	33	820	451	4,02	7,32	3,35
	Psiquiatria	29	820	451	3,54	6,43	5,20
	Bioquímica e Biologia Molecular	20	820	451	2,44	4,43	1,12
Recife	Medicina Tropical	17	393	380	4,33	4,47	2,36
	Física da Matéria Condensada	15	393	380	3,82	3,95	1,09
	Bioquímica e Biologia Molecular	14	393	380	3,56	3,68	0,93
São José Dos Campos	Meteorologia e Ciências Atmosféricas	25	7998	288	0,31	8,68	19,08
	Astronomia e Astrofísica	22	7998	288	0,28	7,64	6,87
	Geociências, Multidisciplinar	17	7998	288	0,21	5,90	7,73
Fortaleza	Física da Matéria Condensada	25	267	254	9,36	9,84	2,71
	Farmacologia e Farmácia	21	267	254	7,87	8,27	3,56
	Agricultura Multidisciplinar	10	267	254	3,75	3,94	2,27
Salvador	Parasitologia	17	264	221	6,44	7,69	4,09
	Medicina Tropical	16	264	221	6,06	7,24	3,83
	Química, Multidisciplinar	13	264	221	4,92	5,88	2,73
Belem	Parasitologia	12	197	192	6,09	6,25	3,32
	Zoologia	10	197	192	5,08	5,21	4,93
	Bioquímica e Biologia Molecular	10	197	192	5,08	5,21	1,31
	Genética e Hereditariedade	9	197	192	4,57	4,69	2,92

Fonte: ISI (1999)

Na tabela IV.3 nota-se ainda que a disciplina mais freqüente nas regiões metropolitanas avaliadas é “bioquímica e biologia molecular” (presente entre as disciplinas líderes em 5 das 11 regiões avaliadas). Quase todas as regiões apresentam entre as líderes disciplinas relacionadas à saúde em geral, com exceção de São José dos Campos e de Campinas.

V- FOCALIZANDO UMA UNIVERSIDADE: PISTAS SOBRE AS DEBILIDADES DAS ESTATÍSTICAS DE C&T

É importante iniciar essa seção enfatizando um ponto indicado na seção III.2: a Região Metropolitana de Belo Horizonte faz parte do conjunto de regiões onde a participação relativa em termos de produção científica é superior à sua participação tecnológica. Aliás, o fato do setor CNAE “educação superior” aparecer entre os setores líderes das atividades de patenteamento é um indício desse desnível (Belo Horizonte compartilha com Campinas essa característica, indicando o peso da universidade local nas atividades de patenteamento, conforme a Tabela IV.1).

Esta seção focaliza uma região metropolitana (a região de Belo Horizonte, mais os municípios de Ouro Preto e Sete Lagoas) e uma instituição (Universidade Federal de Minas Gerais).

V.1- A REGIÃO METROPOLITANA DE BH

Dirigir o foco da análise para uma região metropolitana específica, permite observar com maior clareza e detalhe as interações entre as dimensões científica e tecnológica dentro das cidades e o papel das universidades e instituições de pesquisa.

A Tabela V.1 organiza os dados de forma a permitir uma visualização completa das disciplinas científicas e das classes tecnológicas líderes.

Em primeiro lugar, do ponto de vista das disciplinas científicas, a Tabela V.1 amplia as informações da Tabela IV.3. A disciplina líder na Tabela IV.3 (Ciência Veterinária) entra na lista metropolitana no segundo período (1994-1997) e se firma na liderança no período final (1997-2000). Parasitologia e Medicina Tropical frequentam sempre posições acima do terceiro lugar, talvez uma indicação da consolidação dessas disciplinas na região. O peso do setor saúde pode ser captado nos dados do período final (1997-2000), quando dez das quinze disciplinas líderes relacionam-se à essa área. A sugestão da RM de BH como enquadrada em um “padrão saúde” de especialização científica mantém-se com os dados ampliados.

A Tabela V.1 indica ainda o peso da Física da Matéria Condensada, que nos três períodos ocupou uma posição entre as quatro líderes.

Em termos de movimento ao longo do tempo, no começo da década de 1990, a disciplina com mais artigos era *Medicina Tropical* (8,35%) seguida da *Parasitologia* (7,60%), com *Física da Matéria Condensada* em terceiro (7,07%). Em meados da década, invertem-se as posições de *Física da Matéria Condensada* (6,30%) em primeiro lugar e de *Medicina Tropical* (4,42%) em terceiro. *Parasitologia* (4,75%) mantém sua posição. A novidade no

final da década é o surgimento da *Ciência Veterinária* como a disciplina com mais artigos, com 8,70% do total. *Física da Matéria Condensada* passa então para a quarta colocação, enquanto a segunda e terceira colocações permanecem inalteradas em relação ao meio do período.

TABELA V.1
Artigos científicos indexados no ISI e patentes indexadas no INPI
com a participação brasileira de 1990 a 2000 produzidas na Região Metropolitana de Belo
Horizonte segundo as 15 disciplinas e classes mais freqüentes

Disciplina	Artigos	%	Classe Wipo	Patentes	%
1990-1993					
Medicina Tropical	78	8,35	medição; verificação	10	10,53
Parasitologia	71	7,60	trabalho mecânico de metais	9	9,47
Física da Matéria Condensada	66	7,07	ciência médica ou veterinária	7	7,37
Medicina Experimental e de Pesquisa	53	5,67	transporte; embalagem	5	5,26
Biologia	44	4,71	elementos ou unidades de engenharia	5	5,26
Física Atômica e Química Molecular	34	3,64	iluminação	5	5,26
Bioquímica e Biologia Molecular	30	3,21	energia elétrica	4	4,21
Física, Multidisciplinar	30	3,21	cômputo; cálculo	4	4,21
Imunologia	25	2,68	revestimento de materiais metálicos	3	3,16
Agricultura Multidisciplinar	24	2,57	metalurgia	3	3,16
Farmacologia e Farmácia	22	2,36	técnicas elétricas	3	3,16
Saúde Pública, do Meio Ambiente e Profissional	21	2,25	agropecuária & silvicultura	3	3,16
Física Nuclear	20	2,14	edificação	2	2,11
Química, Física	15	1,61	íçamento; levantamento	2	2,11
Microbiologia	14	1,50	fusão	2	2,11
1994-1996					
Física da Matéria Condensada	77	6,30	medição; verificação	14	10,69
Parasitologia	58	4,75	edificação	9	6,87
Medicina Tropical	54	4,42	veículos em geral	8	6,11
Física Atômica e Química Molecular	46	3,76	elementos ou unidades de engenharia	7	5,34
Ciência Veterinária	41	3,36	química orgânica	7	5,34
Imunologia	39	3,19	transporte; embalagem	7	5,34
Medicina Experimental e de Pesquisa	35	2,86	energia elétrica	7	5,34
Farmacologia e Farmácia	34	2,78	ciência médica ou veterinária	5	3,82
Biologia	32	2,62	alimentos	5	3,82
Bioquímica e Biologia Molecular	31	2,54	fusão	4	3,05
Química, Multidisciplinar	28	2,29	trabalho mecânico de metais	4	3,05
Física Nuclear	28	2,29	saneamento	4	3,05
Física, Matemática	26	2,13	dispositivos de verificação	3	2,29
Física Aplicada	25	2,05	bioquímica & microbiologia	3	2,29
Ciências Materiais, Multidisciplinar	24	1,96	engenharia hidráulica	3	2,29
1997-2000					
Ciência Veterinária	294	8,70	química orgânica	19	13,87
Parasitologia	185	5,47	edificação	11	8,03
Medicina Tropical	159	4,70	transporte; embalagem	9	6,57
Física da Matéria Condensada	117	3,46	móveis e aparelhos domésticos	7	5,11
Química, Multidisciplinar	108	3,20	medição; verificação	6	4,38
Farmacologia e Farmácia	101	2,99	energia elétrica	5	3,65
Bioquímica e Biologia Molecular	94	2,78	ciência médica ou veterinária	5	3,65
Ciências Materiais, Multidisciplinar	80	2,37	comunicação elétrica	5	3,65
Microbiologia	77	2,28	elementos elétricos básicos	5	3,65
Medicina Experimental e de Pesquisa	76	2,25	íçamento; levantamento	4	2,92
Biologia	75	2,22	saneamento	4	2,92
Imunologia	74	2,19	fusão	4	2,92
Neurociências	71	2,10	metalurgia	3	2,19
Física, Multidisciplinar	69	2,04	dispositivos de verificação	3	2,19
Física Atômica e Química Molecular	56	1,66	veículos em geral	3	2,19

Fonte: ISI, 2003; INPI, 2002 (elaboração própria).

Nota: Não existe, necessariamente, uma relação entre as disciplinas à esquerda e as classes WIPO à direita. O que se deseja aqui é, meramente, uma comparação de ranking.

Em segundo lugar, do ponto de vista das classes tecnológicas, as mudanças intertemporais são maiores: nenhuma classe situada entre as quatro líderes no período inicial (1990-1993) mantém posição no período final (1997-2000). A instabilidade das posições de liderança entre as classes tecnológicas é maior do que entre as disciplinas científicas. Mudanças nas posições relativas das classes a serem destacadas. A classe WIPO “medição;verificação” manteve-se em primeiro lugar no inicio (10,53%) e até meados da década (10,69%), passando para o quinto lugar nos últimos anos (4,38%). O destaque é a classe “química orgânica” que torna-se a primeira colocada no final da década (13,87%), sendo que só passou a estar entre as quinze maiores a partir do meio da década, onde ocupava o quinto lugar (5,34%). É útil notar também o surgimento da classe “ciência medica ou veterinária” a partir da metade do período.

Em terceiro lugar, a comparação entre as disciplinas científicas líderes e as classes tecnológicas líderes (uma pista importante mas muito indireta de interação entre as duas dimensões) indica uma desconexão importante. Se do ponto de vista científico a RMBH pode ser enquadrada no padrão “saúde”, isso não ocorre em relação às classes tecnológicas, entre as quais há apenas três relacionadas à saúde no período final (considerando que química orgânica e saneamento enquadram-se nessa área).

Essa comparação entre as produções científica e tecnológica pode indicar duas linhas de aprimoramento das interações entre universidade/instituições de pesquisa e empresas na RMBH. Por um lado, o potencial científico da região pode ser melhor explorado, multiplicando iniciativas que visem a conversão do conhecimento acumulado em especial nas áreas relacionadas à saúde em novos produtos, processos e técnicas. Por outro lado, as áreas mais tradicionais que lideram a produção tecnológica poderiam aperfeiçoar suas inovações através de maior utilização de recursos da universidade. Para detalhar essas duas linhas, pesquisas mais dirigidas poderiam ser realizadas.

A Tabela V.2 apresenta as firmas/instituições que mais patenteiam na região.

Em termos da produção tecnológica, é preciso observar a sua concentração nos dois primeiros lugares e a distância destes para as demais colocações. Mais que isso, a TAB. V.2 revela a importância de uma universidade (UFMG) como titular em 12,30% das patentes da região de Belo Horizonte, superada apenas pela Mendes Júnior Siderurgia S/A, com 12,57%.

Tabela V.2

Total de patentes das 20 instituições na região Metropolitana de BH, Ouro Preto e Sete Lagoas que mais patentearam no período de 1990 a 2000

Razão Social	Patentes	%
Mendes Junior Siderurgia S/A	48	12,57
Universidade Federal De Minas Gerais	47	12,30
Tacom Ltda.	13	3,40
Samarco Mineracao S/A	12	3,14
Acesita S/A	11	2,88
Mecan Ind E Loc De Equip Construcao Ltda	11	2,88
Companhia Energetica Minas Gerais	11	2,88
Nansen S.A. Instrumentos De Precisão	9	2,36
Protec Eletromecanica Ltda	8	2,09
Magnesita As	7	1,83
Precon Industrial S/A	7	1,83
Cia De Saneamento De Mg - Copasa Mg	6	1,57
Ritz Do Brasil S/A	6	1,57
Clamper - Industria E Comercio Ltda	5	1,31
Belgo Mineira Bekaert Aram As	5	1,31
Tecnowatt Iluminacao Ltda	5	1,31
Snt-Embrapa Esc Negocios De Sete Lagoas	5	1,31
Matriz Betim	4	1,05
Industria E Comercio Super Moveis Ltda	4	1,05
Engenharia, Mec E Est Metalica Sa - Emem	4	1,05

Fonte: INPI, 2002 (elaboração própria)

A Tabela V.3 apresenta as firmas/instituições que mais publicam na região.

Tabela V.3

Total de artigos nas 23 instituições na região Metropolitana de BH, Ouro Preto e Sete Lagoas que mais produziram artigos no período de 1990 a 2000

Instituição	Artigos	%
Ufmg - Belo Horizonte	3307	72,39
Fiocruz - Belo Horizonte	328	7,18
Ufop - Ouro Preto	195	4,27
Embrapa - Sete Lagoas	112	2,45
Funed - Belo Horizonte	103	2,25
Cetec - Belo Horizonte	45	0,99
Puc - Belo Horizonte	37	0,81
Santa Casa - Belo Horizonte	31	0,68
Cdtn - Belo Horizonte	24	0,53
Cnen - Belo Horizonte	22	0,48
Gene - Belo Horizonte	21	0,46
Cefet - Belo Horizonte	16	0,35
Hosp Felicio Rocho - Belo Horizonte	15	0,33
Biocor - Belo Horizonte	12	0,26
Funasa - Belo Horizonte	12	0,26
Hemominas - Belo Horizonte	10	0,22
Cemig - Belo Horizonte	10	0,22
Fac Ciencias Medicas - Belo Horizonte	9	0,20
Lara - Pedro Leopoldo	8	0,18
Fhemig - Belo Horizonte	8	0,18
Ministerio Agricultura - Belo Horizonte	7	0,15
Epamig - Belo Horizonte	7	0,15

Fonte: ISI, 2003 (elaboração própria)

A Tabela V.3 mostra que a produção científica da região de Belo Horizonte depende fortemente da contribuição da UFMG que é responsável por 72,39% do total de artigos entre 1990-2000, enquanto a segunda colocada, a FIOCRUZ, possui reponde apenas por 7,18%.

A Tabela V.4 relaciona a classe CNAE e a classe WIPO das patenteadoras e das patentes, respectivamente, constantes na TAB.V.2

Tabela V.4

Total de patentes das 10 instituições na região Metropolitana de BH, Ouro Preto e Sete Lagoas que mais patentearam no período de 1990 a 2000 com a sua respectiva classe CNAE e as 3 classes WIPO mais importantes

Razao Social	Classe CNAE	Desc Classe	Patentes	% Empresa
Mendes Junior Siderurgia S/A	Producao De LaminadosDe Aco	Trabalho Mecânico De Metais	12	25,00
Mendes Junior Siderurgia S/A	Producao De Laminados De Aco	Medição; Verificação	4	8,33
Mendes Junior Siderurgia S/A	Producao De Laminados De Aco	Transporte; Embalagem	4	8,33
Universidade Federal De Minas Gerais	Educacao Superior	Química Orgânica	25	53,19
Universidade Federal De Minas Gerais	Educacao Superior	Bioquímica & Microbiologia	5	10,64
Universidade Federal De Minas Gerais	Educacao Superior	Ciência Médica Ou Veterinária	3	6,38
Tacom Ltda.	Comercio Varejista	Dispositivos De Verificação	6	46,15
Tacom Ltda.	Comercio Varejista	Medição; Verificação	4	30,77
Tacom Ltda.	Comercio Varejista	Técnica De Comunicação Elétrica	1	7,69
Samarco Mineracao S/A	Extracao De Minerio De Ferro	Metalurgia; Ligas Ferrosas Ou Não Ferrosas	5	41,67
Samarco Mineracao S/A	Extracao De Minerio De Ferro	Trituração, Pulverização Ou Desintegração	2	16,67
Samarco Mineracao S/A	Extracao De Minerio De Ferro	Transporte; Embalagem	1	8,33
Acesita S/A	Producao De Laminados Planos De Aco	Indústrias Do Petróleo, Do Gás Ou Do Coque	3	27,27
Acesita S/A	Producao De Laminados Planos De Aco	Química Orgânica	2	18,18
Acesita S/A	Producao De Laminados Planos De Aco	Fundição	2	18,18
Mecan Ind E Loc De Equip Construçao Ltda	Fabricacao De Maquinas e, Equipamentos Para Transporte	Edificação	5	45,45
Mecan Ind E Loc De Equip Construçao Ltda	Fabricacao De Maquinas, e Equipamentos Para Transporte	Instalação; Levantamento; Rebocamento	4	36,36
Mecan Ind E Loc De Equip Construçao Ltda	Fabricacao De Maquinas e, Equipamentos Para Transporte	Trabalho Ou Conservação Da Madeira	1	9,09
Companhia Energetica Minas Gerais	Producao E Distribuicao De Energia Elétrica	Energia Elétrica	4	36,36
Companhia Energetica Minas Gerais	Producao E Distribuicao De Energia Elétrica	Medição; Verificação	3	27,27
Companhia Energetica Minas Gerais	Producao E Distribuicao De Energia Elétrica	Revestimento De Materiais Metálicos	1	9,09
Nansen S.A. Instrumentos De Precisao	Fabricacao De Aparelhos De Medida, Teste E Controle	Medição; Verificação	5	55,56
Nansen S.A. Instrumentos De Precisao	Fabricacao De Aparelhos De Medida, Teste E Controle	Energia Elétrica	2	22,22
Nansen S.A. Instrumentos De Precisao	Fabricacao De Aparelhos De Medida, Teste E Controle	Elementos Elétricos Básicos	1	11,11
Protec Eletromecanica Ltda	Fabricacao De Maquinas E Equipamentos De Uso Específico	Energia Elétrica	4	50,00
Protec Eletromecanica Ltda	Fabricacao De Maquinas E Equipamentos De Uso Específico	Engenharia; Isolamento Térmico	2	25,00
Protec Eletromecanica Ltda	Fabricacao De Maquinas E Equipamentos De Uso Específico	Veículos Em Geral	1	12,50
Magnesita Sa	Fabricacao De Produtos Cerâmicos Refratários	Cimentos; Concreto; Cerâmica	2	28,57
Magnesita Sa	Fabricacao De Produtos Cerâmicos Refratários	Química Inorgânica	1	14,29
Magnesita Sa	Fabricacao De Produtos Cerâmicos Refratários	Metalurgia Do Ferro	1	14,29
Precon Industrial S/A	Fabricacao De Artefatos De Concreto e Gesso	Transporte; Embalagem	2	28,57
Precon Industrial S/A	Fabricacao De Artefatos De Concreto e Gesso	Manipulação De Cimento, Argila Ou Pedra	2	28,57
Precon Industrial S/A	Fabricacao De Artefatos De Concreto e Gesso	Fechaduras; Chaves	1	14,29

Fonte: INPI, 2002 (elaboração própria)

O importante a ser destacado aqui é a grande correspondência entre os setores de atividades das empresas e as classes das patentes depositadas por elas junto ao INPI. Como exemplo cita-se a primeira colocada, Mendes Júnior, atuando no setor de laminados de aço, com 25% das patentes em “Trabalhos Mecânicos de Metais” e a quarta colocada, a Samarco S/A, com 41,67% das patentes em “Metalurgia; Ligas Ferrosas e não Ferrosas” e atuando no setor de extração de minério de ferro.

Finalmente, a Tabela V.5 mostra as três disciplinas científicas mais importantes por instituição.

Tabela V.5

Total de artigos das 10 instituições na região Metropolitana de BH, Ouro Preto e Sete Lagoas que mais publicaram no período de 1990 a 2000 com suas 3 disciplinas mais freqüentes

Instituição	Disciplina	Artigos	% Instituição
Ufmg	Ciência Veterinária	330	7,13
	Física da Matéria Condensada	248	5,36
	Parasitologia	242	5,23
Fiocruz	Medicina Tropical	154	27,35
	Parasitologia	153	27,18
	Saúde Pública, do Meio Ambiente e Profissional	38	6,75
Ufop	Geociências, Multidisciplinar	21	7,53
	Química, Multidisciplinar	21	7,53
	Física da Matéria Condensada	15	5,38
Embrapa	Agricultura Multidisciplinar	54	37,50
	Botânica	19	13,19
	Agronomia	13	9,03
Funed	Farmacologia e Farmácia	43	25,15
	Toxicologia	41	23,98
	Bioquímica e Biologia Molecular	15	8,77
Cetec	Ciências Materiais, Multidisciplinar	16	22,54
	Física da Matéria Condensada	7	9,86
	Física Aplicada	6	8,45
Puc	Engenharia Elétrica e Eletrônica	9	15,25
	Física Aplicada	7	11,86
	Matemática Aplicada	5	8,47
Santa Casa	Psiquiatria	6	11,11
	Neurociências	6	11,11
	Parasitologia	5	9,26
Cdtm	Física Aplicada	4	10,81
	Ciências Materiais, Multidisciplinar	4	10,81
	Física da Matéria Condensada	4	10,81
Cnen	Física da Matéria Condensada	3	8,33
	Mineralogia	3	8,33
	Ciências Materiais, Multidisciplinar	3	8,33

Fonte: ISI, 2003 (elaboração própria)

Na Tabela V.5 a UFMG (segunda maior patenteadora) apresenta a *Ciência Médica* (7,13%), *Física da Matéria Condensada* (5,36%) e *Parasitologia* (5,23%) como suas três disciplinas mais produtivas. Isto demonstra uma maior desconcentração da produção desta instituição, dado o seu volume, dentro das disciplinas. Isto pode ser verificado a partir da observação das demais instituições que aparecem na TAB. V.5. Por exemplo, a FIOCRUZ,

com 27,35% da sua produção em *Medicina Tropical*, ou a EMBRAPA, com 37,50% em *Agricultura Multidisciplinar*.

V.2- A UFMG: PATENTES, ARTIGOS E PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Esta sub-seção focaliza a UFMG.

A Tabela V.6 articula as disciplinas científicas líderes com as classes tecnológicas líderes.

Tabela V.6

Artigos científicos indexados no ISI e patentes indexadas no INPI com a participação brasileira de 1990 a 2000 produzidos na UFMG segundo as 16 disciplinas e classes mais freqüentes

Disciplina	Artigos	%	1 Classe Wipo	Patentes	%
Ciência Veterinária	330	7,13	Química orgânica	25	53,19
Física da Matéria Condensada	248	5,36	Bioquímica & Microbiologia	5	10,64
Parasitologia	242	5,23	Ciência Médica ou Veterinária	3	6,38
Medicina Tropical	217	4,69	Medição; Verificação	2	4,26
Medicina Experimental e de Pesquisa	148	3,20	Alimentos ou produtos alimentícios	1	2,13
Biologia	137	2,96	Elementos Elétricos Básicos	1	2,13
Química, Multidisciplinar	135	2,92	Elementos ou Unidades de Engenharia	1	2,13
Farmacologia e Farmácia	133	2,87	Saneamento	1	2,13
Física Atômica e Química Molecular	129	2,79	Manipulação de cimento, argila ou pedra	1	2,13
Bioquímica e Biologia Molecular	125	2,70	Vidro; Lã Mineral e Lã de Escórias	1	2,13
Imunologia	123	2,66	Motores Combustão	1	2,13
Física, Multidisciplinar	116	2,51	Móveis E Aparelhos Domésticos	1	2,13
Ciências Materiais, Multidisciplinar	99	2,14	Energia Elétrica	1	2,13
Microbiologia	93	2,01	Trat. de água, esgotos, lamas e lodos	1	2,13
Física, Matemática	87	1,88	Veículos Em Geral	1	2,13
Química, Física	81	1,75	Esportes; Jogos; Diversões	1	2,13

Fonte: ISI, 2003; INPI, 2002 (elaboração própria).

A Tabela V.6 mostra, de fato, uma maior dispersão da produção de artigos entre as disciplinas científicas em contraste com a concentração do depósito de patentes nas classes WIPO. A disciplina mais bem colocada é a *Ciência Veterinária* com 7,13%, enquanto a “Química orgânica” tem 53,19% das patentes da instituição.⁸ É possível perceber que a mudança na trajetória da produção científica e tecnológica durante a década de 1990, em direção às áreas da saúde e correlatos se deve, em grande medida à contribuição e ao peso da UFMG na região de Belo Horizonte.

Finalmente, a Tabela V.7 apresenta os dados dos contratos administrados pela FUNDEP, para os tipos prestação de serviços, pesquisa e cursos. Como discutido na seção II,

⁸ Na discussão de patentes, lembrar um ponto crucial: nem todas as patentes registradas podem ter se tornado produtos ou processos comercializados. Uma próxima investigação traria muita informação interessante e importante, computando as patentes que foram abandonadas ou estão “adormecidas” e avaliando as razões da interrupção do processo de transformação de invenções em bens com efeitos concretos sobre a sociedade e a economia.

essa fonte de dados deve ser mais explorada por conter importantes pistas quanto a interações por iniciativa do setor empresarial-produtivo.

TABELA V.7
 Contratos de prestação de serviços, de pesquisa e de cursos por
 unidades contratadas da UFMG e por empresas contratantes
 (1998-2002)

UNIDADE	Contratos	Financiador
ICB	38	14 O Boticário 7 V & M FLORESTAL 4 Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobrás 3 Mannesmann Florestal Ltda 2 Biomim S. A 2 Companhia Vale do Rio Doce 1 Alcan 1 CESC / Companhia Energética de Santa Clara 1 Nansen S/A 1 O Aproveitamento Hidrelétrico do Funil 1 Pink Alimentos do Brasil Ltda 1 Vallée S/A
EE	26	6 Nansen S/A 2 Companhia Vale do Rio Doce 2 Ferrovia Centro-Atlântica S.A 2 Gevisa 2 Mannesmann Florestal Ltda 1 Centrais Elétricas do Pará S.A. 1 Engenharia Eletrônica Indústria e Comércio Ltda 1 Espírito Santo Centrais Elétricas AS 1 Makron Books 1 Maxion Nacam Ltda. 1 Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras 1 SENIOR / SeniorEngenhariae ServiçosLTDA. 1 White Martins 3 Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. 1 Vallourec & Mannesmann Do Brasil S.ª
ICEx	26	2 Akwan Information Technologies 2 MARCONI / Marconi Transmissão 1 Conglomerado Belgo (grupo acelor) 1 Digitel S.A. Indústria Eletrônica 1 GONTIJO / EmpresaGontijoDe TransportesLtda 1 Honda Motor do Brasil Ltda 1 Lucent Technologies, Inc 1 Nansen S/A 1 Superbid 1 Unitech Tecnologia de Informação 1 Vistaarea Ltda 7 Telemar 1 Audiolab Automação e Software Ltda 1 Bosch Telecom 1 Construtel 1 Rádio Beep Telecomunicações LTDA 1 Scanitec Equipamentos Para Injeção Eletrônica 1 Sun Microsystems do Brasil
FAFAR	13	5 Schering-Plough Indústria Química e Farmacêutica S/A 2 CONTRO-LAR /Control - Lar Indústria e Comércio 2 Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda 1 ASCENDE / Ascende Consultoriae ProjetosLTDA. 1 Belfar Industria Farmacêutica 1 Flora Medicinal 1 V & M FLORESTAL
FM	12	3 MAGNESITA S/A 1 CEM / Companhia EnergeticaMeridional 1 Companhia Mineira de Metais 1 HOSPITAL MARIA AMÉLIA LINS 1 Nestlé Brasil Ltda 1 Pharmacia & Upjohn 1 Schering-Plough Indústria Química e Farmacêutica S/A 1 Unimed-BH - Cooperativa de Trabalho Médico Ltda 1 Hospital Geral César Cals 1 Hospital Municipal Odilon Behrens
IGC	5	2 Companhia Mineradora de Minas Gerais 1 ASCENDE / Ascende Consultoriae ProjetosLTDA. 1 Companhia Siderúrgica Nacional 1 Holcim Brasil
RTR	5	2 Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais S. A 1 Construtel 1 Ford Motor Company 1 Sun Microsystems do Brasil
Total	125	

FONTE: FUNDEP, 2003

A TAB V.7 mostra o ICB como maior contratado para prestação de serviços, pesquisa ou cursos com 38 contratos, sendo O Boticário seu maior contratante (14 contratos). Em segundo lugar, vêm a EE e o ICEx com 26 contratos, sendo a Nansen S/A (6 contratos) e a Telemar (7 contratos), seus maiores contratantes, respectivamente.

Na Tabela V.7 pode ainda ser percebida uma importante contribuição desta fonte de dados, pois o Departamento de Ciências da Computação, até aqui pouco presente por problemas nas estatísticas de patentes e pela baixa propensão a publicar da disciplina, aparece como um importante prestador de serviços (a maior parte dos contratos do ICEx são de responsabilidade do DCC e todos os contratos firmados pela Telamr são com o DCC).⁹

VI- CONCLUSÃO

Esta pesquisa indica a riqueza de informações que pode ser extraída de bases de dados de patentes, artigos e pesquisadores, quando a investigação toma como referência regiões metropolitanas.

Entre as conclusões preliminares, seis pontos podem ser ressaltados quanto à distribuição das atividades científicas e tecnológicas do país:

- 1) a disparidade existente entre as participações relativas do Brasil na produção científica e na produção tecnológica mundiais justificam a busca de medidas e políticas que ampliem a capacidade do setor produtivo em aproveitar dos conhecimentos gerados pela infraestrutura científica do país;
- 2) o padrão de distribuição das atividades de ciência e tecnologia no país difere de acordo com a variável avaliada, caracterizando-se por uma “concentração oligocêntrica moderada” em relação aos pesquisadores e à produção científica e por uma “concentração oligocêntrica forte” (quase alcançando uma “concentração monocêntrica”) quando avalia-se a produção tecnológica;
- 3) comparando a distribuição das atividades científicas e tecnológicas, apenas três regiões metropolitanas têm maior participação em termos de tecnologia (São Paulo, Porto Alegre e Curitiba), o que pode ser considerado um forte indício do papel potencial de políticas locais para melhor aproveitamento das capacitações científicas locais nas demais regiões;

⁹ Embora estes dados estejam sendo trabalhados pela primeira vez aqui, eles possuem uma limitação importante: não envolvem contratos estabelecidos por duas importantes fundações ligadas às Escolas de Engenharia e de Veterinária da UFMG. A ampliação da base de dados é um passo que deve ser organizado.

- 4) a avaliação das especializações tecnológicas das regiões metropolitanas indica a existência de diversidade no país, na medida em que cada região tem em primeiro lugar um setor econômico diferente (classes CNAE) e uma classe tecnológica diferente (classificação WIPO) - apenas um classe tecnológica repete-se em primeiro lugar em duas regiões diferentes: móveis e aparelhos domésticos em Curitiba e Campinas;
- 5) as especializações científicas das regiões metropolitanas são também diversificadas, embora com mais similaridade (física da matéria condensada é a líder em duas regiões, neurociência é líder em duas regiões e parasitologia é líder em duas regiões); disciplinas relacionadas à saúde estão entre as líderes de todas as regiões, com exceção de Campinas e São José dos Campos;
- 6) quanto ao “encaixe” entre as dimensões científicas e tecnológicas no nível local, mais investigações são necessárias, mas é possível perceber uma situação de generalizado “desencaixe” entre as duas dimensões, com a possível exceção de São Paulo, onde a classe tecnológica “ciência médica ou veterinária” (WIPO) aparece entre as líderes e é facilmente relacionável com “bioquímica e biologia celular” e “cirurgia” entre as disciplinas científicas líderes.

Em relação à RMBH, a análise mais desagregada permite visualizar alguns pontos adicionais:

- 1) a utilização de dados de contratos de prestação de serviços entre a universidade e empresas permite captar uma dimensão de interação que escapa às estatísticas de patentes e artigos, esses dados também permitem visualizar setores que não foram captados nem nas estatísticas de patentes nem de artigos, como o Departamento de Ciências da Computação do ICEX, um dos líderes em termos de contratos de prestação de serviços envolvendo software e áreas conexas;
- 2) a partir dos dados de produção científica (seções IV e V) e de outras evidências recolhidas na literatura (Souza, 2001), pode-se sugerir uma política pública a ser mais discutida, envolvendo investimentos para fortalecer e explorar as capacitações já construídas no setor bio-médico, com especial atenção para a possibilidade de transformar a RMBH em um centro de referência nacional e internacional em parasitologia e disciplinas conexas.

Quanto à uma agenda para pesquisa futura, dois temas se destacam de forma mais imediata.

O primeiro diz respeito aos recursos da UFMG: na linha de trabalhos como Colyvas et all (2002), seria muito interessante investigar as patentes bem-sucedidas e as fracassadas (e as razões explicativas).

O segundo tema envolve a investigação das empresas geograficamente próximas da UFMG: utilizando os insights e a metodologia de Klevorick et all (1995) e Cohen et all (2002), seria útil investigar como as empresas percebem a importância das atividades científicas e da universidade para as suas atividades inovativas. Essa pesquisa forneceria importantes informações para avaliar de forma mais detalhada a interação entre firmas e universidades, elemento chave para o amadurecimento de um sistema de inovação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ABRAMOVITZ, M.. **Thinking about growth.** Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- ALBUQUERQUE, E. (1997). Notas sobre os determinantes tecnológicos do catching up: uma introdução à discussão sobre o papel dos sistemas nacionais de inovação na periferia, **Estudos econômicos**, vol. 27, nº 2, p. 221-253.
- ALBUQUERQUE, E. (1999) National systems of innovation and non-OECD countries: notes about a tentative typology. **Revista de economia política**, vol. 19, nº 4, p. 35-52.
- ALBUQUERQUE, E. (2003) Patentes e atividades inovativas: uma avaliação preliminar do caso brasileiro. In: VIOTTI, E.; MACEDO, M. M. (orgs). *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil*. Campinas: Editora Unicamp.
- ALBUQUERQUE, E.; SIMÕES, R.; BAESSA, A.; CAMPOLINA, B.; SILVA, L. (2002) A distribuição espacial da produção científica e tecnológica brasileira: uma descrição de estatísticas de produção local de patentes e artigos científicos. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 1, n. 2, pp. 225-251.
- AMSDEN, Alice H.. **Asia's next giant: South Korea and late industrialization.** New York / Oxford: Oxford University Press, 1989.
- ANGEL, D.P. (1989) The labor market for engineers in the US semi conductors industry. *Economic Geography*, 65(1): 99-112.
- AUDRETSCH, D.; FELDMAN, M. (1996) R&D spillovers and the geography of innovation and production. *American Economic Review*, v. 86, n. 3, pp. 630-640.
- BANZE, C. E.. **A especificidade e a diversidade do continente africano: uma sugestão inicial de tipologias de sistemas nacionais de inovação.** 2000. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- BERNARDES, Américo; ALBUQUERQUE, E. (2003) Cross-over, thresholds and interactions between science and technology: lessons for less-developed countries. *Research Policy*, v. 32, n. 5, pp. 865-885.
- BMBF (1999) *Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands*. Berlin: BMBF.
- CAMAGNI, G. (1985) Spatial diffusion of persuasive process innovation. *Papers of the RSA*, 58:83-95.
- CARLINO, G; CHATTERJEE, S; HUNT, R. *Knowledge spillovers and the new economy of cities*. Working Paper n. 01-14. Federal Reserve Bank of Philadelphia, September 2001 (p.01-26)
- CNPq. **A pesquisa no Brasil**, 2000. Disponível em <<http://www.cnpq.br>>
- COHEN, W.; LEVINTHAL, D.. Innovation and learning: the two faces of R&D, **The economic journal**, vol. 99, nº 397, p. 569-596, 1989.
- COHEN, W.; NELSON, R.; WALSH, J. (2002) Links and impacts: the influence of public R&D on industrial research. *Management Science*, v. 48, n. 1, pp. 1-23.
- COLYVAS, J.; CROW, M.; GELIJNS, A.; MAZZOLENI, R.; NELSON, R. ROSENBERG, N.; SAMPAT, B. (2002) How do university inventions get into practice? *Management Science*, v. 48, n. 1, pp. 61-72.
- DINIZ, C. C. (2002) A nova configuração urbano-industrial no Brasil. In: KON, A. *Unidade e fragmentação: a questão regional no Brasil*. São Paulo: Perspectiva, pp. 87-115.
- DOSI, G.; FREEMAN, C.; FABIANI, S. (1994) The process of economic development: introducing some stylised facts and theories on technologies, firms and institutions. *Industrial and Corporate Change*, v. 3, n. 1.
- DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVERBERG, G.; SOETE, L. (eds). *Technical change and economic theory*. London: Pinter, 1988, p. 38-66.
- EDQUIST, C.. **Systems of innovation**: technologies, institutions, and organizations. London: Pinter, 1997.
- ETZKOWITZ, H. *Research groups as 'quasi-firms': the invention of the entrepreneurial university*. *Research Policy* (32) n.1. January 2003 (p.109-121)

- FAGERBERG, J. (1994) Technology and international differences in growth rates. *Journal of Economic Literature*, v. 32, September.
- FELDMAN, M & AUDRESTCH, D. *Science-based diversity, specialization and localized competition*. European Economic Review (43). 1999. (p. 409-429)
- FELLER, I; AILES, C; ROESSNER, D. *Impacts of research universities on technological innovation in industry: evidence from engineering centers*. Research Policy (30), n. 3. March 2002. (p.457-474).
- FREEMAN, C. (1987) *Technology policy and economic performance: lessons from Japan*. London: Pinter.
- FREEMAN, C.. The "National System of Innovation" in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, v. 19, n. 1, 1995.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. (1997) *The economics of industrial innovation*. London: Pinter.
- FRENKEL, A (2001) Why technology firms choose to locate in or near metropolitan areas. *Urban Studies*, 38(7), 1083-1101.
- GLAESER, E; KALLAL, H; SCHEINKMAN, J; SHLEIFER, A. *Growth in cities*. Journal of Political Economy (100) n.6, December (1992) (p.1126-1152)
- GOLFARB, B & HENREKSON, M. *Bottom-up versus top-down policies towards the commercialization of university intellectual property*. Research Policy (32) n.4. April, 2003. (p.639-658)
- GOTTLIEB, P.D. (1994) Amenities as an economic development tool: is there enough evidence? *Economic Development Quarterly*, 8(3):270-285.
- GOTTLIEB, P.D. (1995) Residential amenities, firm location and economic development. *Urban Studies*, 32(9):1413-1436.
- HAYASHI, T. *Effect of R & D programmes on the formation of university-industry-government networks: comparative analysis of Japanese R & D programmes*. Research Policy, In press, January, 2003
- IBGE (2000) *Pesquisa Industrial*, volume 17, Empresa – 1998. Rio de Janeiro: IBGE.
- INSTITUTE OF SCIENTIFIC INFORMATION (2000). (webofscience.fapesp.br).
- JACOBS, J. *The economy of cities*. Random House, New York, 1969.
- JAFFE, A B.; TRAJTENBERG, M. & HENDERSON, R. (1993) Geographical localization of knowledge spillovers as evidenced by patents citations. *Quarterly Journal of Economics*, v. 108, n. 3, pp. 577-598.
- JAFFE, A. B. (1989) Real effects of academic research. *American Economic Review*, v. 79, n. 5, pp. 957-970.
- KLEVORICK, A.; LEVIN, R.; NELSON, R.; WINTER, S (1995). On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities. *Research Policy*, v. 24, p. 185-205.
- LUNDVALL, B. The university in the learning economy. DRUID Working Paper n.02-06. 2003. (p.01-19)
- MALECKI, E.J. (1984) High technology and local economic development. *Journal of American Planning Association*, 50(3):262-269.
- MARKUSSEN, A; HALL, P. & GLASMEIER A. *High tech America: the what, how and why of sunrise industries*. Boston, MA, Allen and Irwin, 1986.
- MEYER-KRAHMER, F.; KULICKE, M. (2002) Grundungen an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft – die Rolle der Hochschulen. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, v. 3, n. 3, pp. 257-277.
- MEYER-KRAHMER, F.; SCHMOCH, U. (1998) Science-based technologies: university-industry interactions in four fields. *Research Policy*, v. 27, pp. 835-851.
- NARIN, F.; HAMILTON, K. S.; OLIVASTRO, D.. The increasing linkage between U.S. technology and public science. *Research policy*, vol. 26, n. 3, p. 317-330, 1997.
- NELSON, R. (1996) *Sources of economic growth*. Cambridge, Mass.: Harvard University.
- NELSON, R. (ed.). **National innovation systems**: a comparative analysis. New York, Oxford: Oxford University, 1993.
- NELSON, R.; ROMER, P. (1996) Science, economic growth, and public policy. In: SMITH, B. L.; BARFIELD, C. E. *Technology, R&D, and the economy*. Washington: The Brookings Institution.
- NELSON, R.; ROSENBERG, N. (1993) Technical innovation and national systems. In: NELSON, R. (ed.). *National innovation systems: a comparative analysis*. New York, Oxford: Oxford University, pp. 3-21
- NELSON, Richard. The role of knowledge in R&D efficiency. *The quarterly journal of economics*, Cambridge, vol. 97, n. 3, p. 453-471, 1982.
- NELSON, Richard; WRIGHT, G.. The rise and fall of American technological leadership: the postwar era in historical perspective, *Journal of economic literature*, vol. 30, 1992.
- NSF. **Science & engineering indicators 1996**, Washington, DC: U.S. government Printing Office, 1996. Disponível em <<http://www.nsf.gov/sbe/srs/seind96/start.htm>>.
- NSF. **Science & engineering indicators 2000**, Arlington, VA: National Science Foundation, 2000. Disponível em <<http://www.nsf.gov/sbe/srs/seind00/start.htm>>.
- OECD (1996) *Technology and industrial performance*. Paris: OECD.
- OECD. **National Innovation Systems**. Paris: OECD, 1997. Disponível em <<http://www.oecd.org/EN/documents/0,,EN-documents-46-nodirectorate-no-4-no-18,00.html>>
- PATEL, P.; PAVITT, K.. National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 3, n. 1, p. 77-95, 1994.
- PAVITT, Keith. The social shape of the national science base. *Research policy*, vol. 27, n° 8, p. 793-805, 1998.

- PAVITT, Keith. What makes basic research economically useful? **Research policy**, vol. 20, nº 2, p. 109-119, 1991.
- PEREZ, C.; SOETE, L.. Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity. In: DOSI, g.; FREEMAN, C.; NELSON, R. et alii (eds.). **Technical change and economic theory**. London: Pinter, 1988, p. 458-479.
- RAPINI, Márcia S. (2003). Interação Universidade Industria no Brasil: uma investigação multidimensional. Rio de Janeiro: IE-UFRJ (Dissertação de Mestrado, Cap. 3, versão preliminar).
- RAPINI, Márcia S. Uma investigação sobre a relação de Granger-causalidade entre ciência e tecnologia para países em catching up e para o Brasil. 2000. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- RELATÓRIO ANUAL DE INFORMAÇÕES SOCIAIS (RAIS, 1997)**. Ministério do Trabalho, 1997.
- RELATÓRIO, Anual de Informações Sociais (RAIS, 1997)**. Ministérios do Trabalho, 1997.
- ROMER, P. (1990) Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, v. 98, n. 3.
- ROSENBERG, N. (1982) *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge: Cambridge University.
- ROSENBERG, Nathan. Why do firms do basic research (with their money)?, **Research policy**, vol.19, p.165-174, 1990.
- SANTORO, M & CHAKRABARTI, A. *Firm size and technology centrality in industry-university interactions*. Research Policy (31) n.7. September 2002 (p.1163-1180)
- SCHUMPETER, Joseph. **A teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.
- SIVITANIDOU, R. & SIVITANIDES, P. The intrametropolitan distribution of R&D activities : theory and empirical evidences. *Journal of Regional Studies*, 35(3):391-415, 1995.
- SOUZA, S. G. A.. **Potencialidades da Biotecnologia em Minas Gerais: estudo sobre empresas e suas relações com universidades**. 2001. Dissertação (mestrado em economia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- STERN, S.; PROTER, M.; FURMAN, J. (2000) The determinants of national innovative capability (Working Paper 7876). *NBER Working Paper Series*. Cambridge, MA: NBER.
- ULRICH'S, International Periodicals Directory, 1987-88. 26^a ed. New York, R. R. Bowker Company, 1987.
- USPTO (2001) (www.uspto.gov).
- VIOTTI, E.; MACEDO, M. M. (orgs) (2003) *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil*. Campinas: Editora Unicamp.
- WADE, R.. **Governing the market: economy theory and the role of government in East Asian industrialization**. Princeton: Princeton University Press, 1990.
- WALLSTEN, S.J. An empirical test of geographical knowledge spillovers using GIS and firm-level data. *Regional Science & Urban Economics*, 31(5):571-599, 2001.
- WORLD BANK. **Entering the 21st Century: World Development Report 1999/2000**. Oxford: Oxford University Press, 2000.