

A INFRA-ESTRUTURA CIENTÍFICA E AS OPORTUNIDADES DE DESENVOLVIMENTO DAS MICRORREGIÕES BRASILEIRAS

Leandro Silva*

RESUMO

A presença de uma infra-estrutura científico-tecnológica minimamente constituída, acompanhada dos setores industriais atentos ao seu desenvolvimento e capacitados a utilizar tais recursos, representa um caminho para o crescimento da economia local, sobretudo em setores mais dinâmicos, devendo portando, orientar os planos de desenvolvimento das regiões mais atrasadas.

Este artigo não pretende estabelecer nenhum sentido causal, quer seja da ciência em direção à tecnologia ou desempenho industrial, quer seja o contrário. O objetivo do presente trabalho é realizar uma investigação preliminar, utilizando recursos de análise multivariada (análise de *cluster*), sobre a localização das atividades científicas e industriais, tentando sugerir alguma lógica desta na criação de oportunidades tecnológicas, o que por sua vez, poderia representar recursos em favor do desenvolvimento econômico.

1 - Introdução

O papel da ciência e tecnologia no desenvolvimento econômico tem sido amplamente abordado pela literatura econômica. De um ponto de vista mais geral, o conceito de sistemas de inovação tem contribuído significativamente para o entendimento das relações entre o progresso tecnológico, o avanço científico e o crescimento das economias, locais e nacionais. Neste sentido, pode-se dizer que a construção de uma infra-estrutura em ciência e tecnologia, formada por centros de pesquisa, universidades, indústrias e instituições, constitui fator decisivo para o desempenho econômico.

As interações entre as atividades industriais e a produção do conhecimento científico e tecnológico, são também fundamentais para o avanço da economia. Quando se pensa nos caminhos que levam da pesquisa e desenvolvimento, e também da pesquisa

* CEDEPLAR/UFMG

básica, aos benefícios econômicos, deve-se buscar mais as interações do processo, que as relações determinísticas de causalidade.

Desta forma, este artigo não pretende estabelecer nenhum sentido causal, quer seja da ciência em direção à tecnologia ou desempenho industrial, quer seja o contrário. O objetivo do presente trabalho é realizar uma investigação preliminar, utilizando recursos de análise multivariada (análise de *cluster*), sobre a localização das atividades científicas e industriais, tentando sugerir alguma lógica desta na criação de oportunidades tecnológicas, o que por sua vez, poderia representar recursos em favor do desenvolvimento econômico.

O texto fica, portanto, dividido em cinco seções. A segunda seção, faz uma breve revisão da literatura visando contextualizar a pesquisa realizada. A metodologia e uma análise preliminar dos dados é apresentada na terceira seção. Na quarta seção, são feitas considerações sobre os resultados da seção anterior. Por último, a quinta seção conclui o trabalho e sugere pontos para pesquisas futuras.

2 - Revisão da literatura

A complexidade das interações entre ciência e tecnologia pode ser percebida na literatura, em dois trabalhos específicos. De um lado, Nathan Rosenberg (1982) argumenta em favor da tecnologia como o fator que puxa o desenvolvimento científico. Por outro lado, o sentido de causalidade é invertido nos trabalhos Klevorick et al (1995) e Narin et al (1997). Klevorick discute a criação de oportunidades tecnológicas na interação entre indústrias e universidades, enquanto Narin baseia sua argumentação nas citações de artigos científicos nos registros de patentes depositadas no USPTO. De qualquer forma, deve-se ter em mente o alerta de Rosenberg, de que a relação entre ciência e tecnologia é muito mais interativa e dialética, que uma simples questão de determinismo.

Em particular, os argumentos apresentados em Klevorick et al, são bastante úteis. Eles identificam três fontes de oportunidades tecnológicas para os setores industriais. A primeira destas fontes é a pesquisa científica realizadas em universidades e centros de pesquisa. Desta forma, as indústrias estariam atentas às atividades realizadas nestes locais, a fim de aproveitar oportunidades de criação e utilização de novas tecnologias. A Tabela 1 deste trabalho, é a reprodução da tabela 1 do artigo

original de Klevorick, onde estabelecem quais áreas do conhecimento são mais relevantes para as atividades de setores industriais específicos. As outras duas são as inovações introduzidas em outras indústrias e os *feedbacks* da própria tecnologia.

A questão da proximidade entre a produção científica, tecnológica e industrial também é amplamente discutida na literatura. Audretsch e Feldman (1996), investigam as externalidades do conhecimento e defendem a existência de uma maior propensão a concentrar espacialmente as atividades inovativas para as indústrias onde o P&D, a pesquisa universitária e o trabalho especializado tem maior peso. Em outro artigo, Jaffe et al (1993), identificam, a partir de patentes e citações, a existência de *spillovers* geográficos de conhecimento, destacando a importância da proximidade no padrão das citações de patentes e referências.

Em trabalho recente, Albuquerque et al (2001), discute a localização das atividades científicas e tecnológicas no Brasil. Levando em conta o estágio de desenvolvimento do sistema de inovação brasileiro, considerado como um regime imaturo, estes autores encontram uma alta concentração das atividades inovativas no centro-sul do país, sobretudo no Sudeste, e que esta concentração é maior que a das atividades econômico produtivas, ou seja, é o oposto do caso americano. Através da comparação entre índices de Gini de ciência e tecnologia, Albuquerque conclui que São Paulo possui os menores coeficientes de concentração e maior capacidade de complementaridade com seu entorno.

3 - Fontes, Metodologia e Análise dos Dados

3.1 - As bases de dados

Este artigo utiliza duas bases de dados principais. A primeira delas é constituída de um banco de dados com artigos científicos (excluindo-se as ciências sociais e artes) publicados em 1999, onde ao menos um dos autores apresentou endereço no Brasil. Os dados foram coletados no *Institute for Scientific Information (ISI)*, via Internet. Desta forma, foi possível proceder à classificação destes artigos por área do conhecimento, a partir da especialização do periódico onde este foi publicado.

A atribuição de um município como local de origem de cada artigo, foi feita utilizando-se as referências de endereço dos autores. Assim, os artigos em co-autoria cujos autores eram de municípios diferentes foram contados uma vez para cada cidade.

A segunda base de dados utilizada é o Relatório Anual de Informações Sociais 2000 (RAIS, 2000), do Ministério do Trabalho e Emprego. Esta base forneceu o número de empregados utilizados nos setores industriais brasileiros por município e classe CNAE em 2000. Estes dados são tomados como uma *proxy* para o tamanho das indústrias nos municípios.

3.2 - Tratamento dos dados

Os dados originais sobre artigos e empregados na indústria, extraídos das fontes já mencionadas, sofreram dois tratamentos principais antes de serem analisados. A primeira forma de tratar os dados foi a agregação deste de maneira a torná-los o mais próximos possível daqueles apresentados na Tabela 1. Desta forma, os artigos científicos tiveram suas áreas do conhecimento adaptadas para tornarem-se compatíveis aos dados desta tabela. Neste mesmo sentido, os dados sobre os setores industriais foram re-arranjados, a partir das classes CNAE, para que correspondessem ao máximo à estrutura original (TAB 1). Os resultados desta reformulação dos indicadores são apresentados na Tabela 2, que constituirá a orientação deste trabalho a partir daqui.

Tanto artigos quanto empregados industriais, que inicialmente se encontravam distribuídos em municípios, sofreram uma nova agregação para que pudessem ser analisados por microrregiões do IBGE. Estas microrregiões é que constituem a unidade de análise deste trabalho. Isto foi feito na tentativa de reduzir a desconexão entre os municípios quanto à produção científica e outros indicadores econômicos, como alertado por ALBUQUERQUE et al (2001)

Por fim, as variáveis não foram tomadas em nível, mas na sua participação relativa no total do país para cada microrregião. Este procedimento visou uniformizar a escala em que em que as variáveis foram utilizadas.

3.3 - Análise preliminar

Os dados foram analisados empregando-se a análise multivariada, mais especificamente, a análise de *cluster*. O processo foi feito em três etapas. Na primeira

etapa, calculou-se uma matriz de correlações entre as variáveis apresentadas na TAB 2. A maioria das variáveis apresentou alta correlação, pelo menos com uma outra variável, de forma que, aquelas cuja correlação máxima foi inferior a 0,8 não entraram nas etapas seguintes¹.

Em uma segunda etapa, agruparam-se os dados remanescentes da primeira etapa, devidamente normalizados, em clusters hierárquicos por variáveis utilizando o quadrado das distâncias euclidianas e o método entre-grupos. O resultado desta etapa é apresentado no Quadro 1, onde os grupos são formados pelas variáveis que apresentam uma distribuição semelhante entre as microrregiões.

O primeiro *cluster* apresentado no Quadro 1 revela que as áreas do conhecimento formam um grupo entre si. Isto é, possuem uma distribuição semelhante no espaço, dado que as variáveis foram tomadas em porcentagem do total. Assim, pode-se dizer que as localidades, ou microrregiões que têm uma alta produção científica (média por artigos) em uma determinada área, em geral, terá uma produção semelhante nas demais disciplinas. Os *clusters* 2 e 3 mostram que as áreas da geologia e matemática e estatística aplicadas apresentam uma distribuição diferente das demais disciplinas, além das ciências médicas, porém, esta última por motivos distintos.

O quarto *cluster* é o mais interessante para os propósitos deste trabalho. Tem-se agrupados os setores de drogas e medicamentos, instrumentos médico-cirúrgicos e ciências médicas, revelando uma possível capacidade de atração da ciência para a indústria na construção de oportunidades tecnológicas. Além disso, o *cluster* 4 reúne outros setores industriais que, embora não estejam diretamente relacionados às oportunidades tecnológicas ligadas à produção de conhecimento científico, mostram sentido econômico na sua distribuição espacial semelhante.

Os dois grupos seguintes, quinto e sexto, correspondem aos setores de instrumentos óticos e máquinas ferramentas, respectivamente. Seria esperado, que estes estivessem junto às atividades científicas na área matemática, como sugerido na TAB 2. Contudo, estes setores apresentam uma distribuição própria, não apenas independentes das áreas da ciência, como também entre si.

O *cluster* 7, agrupa os setores automobilístico e eletrônico. Mais uma vez, não é verificada a influência específica da produção científica na localização desta atividade,

¹ As variáveis que permaneceram na análise apresentaram correlações superiores a 0.89.

porém, permanece o sentido econômico no fato deste dois setores estarem associados no espaço, uma vez que a indústria de automóveis é grande demandante de material eletrônico, e o desenvolvimento do Brasil neste último setor não é suficiente para organizar indústrias mais tecnologicamente sofisticadas como a de computadores, por exemplo.

Desta forma, a indústria de computadores compõem um grupo próprio, separadamente do desenvolvimento científico na área da computação e da fabricação de material eletrônico. De fato, como foi mostrado anteriormente, a ciência da computação é atraída muito mais pelo desenvolvimento de outras áreas da ciência correlatas como física e matemática. Olhando por um outro ângulo, a ausência de uma indústria de componentes eletrônicos, suficientemente desenvolvida justifica o descolamento do setor de computadores do setor de material eletrônico. A lógica da localização neste caso, pode-se dizer, não reflete os aspectos relacionados às oportunidades tecnológicas, mas a outros fatores aglomerativos.

Por último, o fato do setor de armamento pesado e de aeronaves estarem em um *cluster* separado, não associados às áreas do conhecimento, pode ser explicado pela exigência de uma estratégia militar, dado que, como será mostrado mais tarde, estes setores encontram-se concentrados espacialmente. Em complemento, a associação entre estes dois setores em um único grupo também pode estar relacionada à questões estratégicas e econômicas, no sentido de que o setor de aeronaves demanda fatores do setor de armamento na produção destinada ao setor militar.

O passo seguinte da análise consiste em agrupar, com os mesmos dados e métodos, as microrregiões em *clusters* a partir dos resultados da etapa anterior. Desta forma, os agrupamentos encontrados anteriormente em termos das variáveis, foram utilizados no sentido de verificar em quais regiões estão localizados os *clusters* do Quadro 1.

Os resultados encontrados utilizando-se as variáveis do *cluster* 1 são sumarizados no dendograma da Figura 1 e na Tabela 3. A primeira observação a ser feita é quanto a existência de dois grupos bem distintos. No primeiro grupo, estão as microrregiões que apresentam um alto nível de produção científica nestas áreas específicas. Estas localidades são responsáveis, individualmente, por médias superiores a 10% do total dos artigos publicados. A soma das participações médias de cada região

dá ao grupo, como um todo, uma parcela de 48% da produção de artigos nestas áreas. Dentro deste primeiro grupo deve-se destacar a região do Rio de Janeiro com uma média de 21% do total, sendo suas maiores contribuições nas áreas da matemática (30,67%), física (24,08%) e ciência da computação (24,92%), sendo muito superior às demais microrregiões.

O segundo *cluster* bem definido deve, por sua vez, ser subdividido em outros três grupos. Inicialmente, surge a região de São Carlos, com uma participação média de 6,72%, o que a separa das regiões do primeiro grande *cluster*, por um lado. Por outro lado, é a alta participação nas áreas de química (11,58%), física (8,36%) e ciência da computação (8,94%) que a distingue das demais regiões.

Em seguida, aparece o *cluster* formado por Florianópolis, São José dos Campos, Porto Alegre e Belo Horizonte. A contribuição média total deste grupo para a produção científica do Brasil nestas áreas é de 14,45%. O destaque, desta vez, fica com Belo Horizonte nas áreas de biologia (6,88%) e ciência de materiais e metalurgia (6,55%). Porto Alegre destaca-se por sua participação em física (5,04%) e ciência da computação (5,11%). O terceiro subgrupo é formado pelas demais regiões, que possuem uma média de apenas (0,05%) do total, com destaque para Brasília com uma média de 2,74% e uma participação de 6,97% em física.

Quanto ao *cluster* correspondente a área da geologia, os resultados estão apresentados na Figura 1 e na Tabela 4. Novamente, surgem dois agrupamentos distintos. O Primeiro, formado por São Paulo, Rio de Janeiro e São José dos Campos, é responsável por mais da metade da produção científica nesta disciplina. Sobretudo, São Paulo se destaca neste subgrupo por contribuir com um quarto das publicações no país (ver TAB 4). O segundo Agrupamento, também é relacionado na Tabela 4. Neste caso, há um número maior de regiões que são responsáveis por aproximadamente 30% da área. Esta alta concentração nestes dois agrupamentos principais, e em particular em São Paulo, pode ser considerada a razão pela qual esta disciplina não aparece junto às demais (Quadro 1), ou junto a um dos setores correspondentes na Tabela 2. As demais microrregiões constituem um terceiro cluster com uma contribuição conjunta de 20,15% e uma média de 0,03% dos artigos.

O *cluster* referente à área de matemática/estatística aplicada é mostrado no dendograma da Figura 3. São Paulo constitui um *cluster* isolado e tem uma participação

de 36,84% do total, enquanto Belo Horizonte, Recife e São Carlos formam um segundo grupo com 15,78%, 13,15% e 10,52%, respectivamente (TAB 5). Estes dois agrupamentos correspondem conjuntamente por 76,31% dos artigos publicados nesta área, sendo que, os restantes 23,69% corresponde ao terceiro grupo, formado pelas demais regiões. O destaque dentro deste último agrupamento são as microrregiões de Piracicaba e Campinas, com 5,26% cada uma.

O quarto *cluster* do Quadro 1, é o mais interessante em termos das oportunidades tecnológicas. Do ponto de vista das microrregiões de localização das atividades deste *cluster*, São Paulo encontra-se isolada em um dos grupos, como mostra a Figura 4, com uma participação de 34,36% em ciências médicas e uma média de 28,25% dos setores industriais. Em seguida, a microrregião do Rio de Janeiro apresenta uma média de 8,42% nas indústrias e 14,01% na produção científica, constituindo um outro *cluster* (TAB 6).

É necessário que sejam feitas algumas observações em relação a este *cluster*. Em primeiro lugar, a participação da região de São Paulo naquelas atividades, é bastante alta, como tem sido até aqui. Isto revela a importância e a contribuição desta região para a criação de oportunidades tecnológicas no país, tendo em vista a relação entre a produção científica e atividades industriais, sugerida anteriormente.

Em segundo, o *cluster* 4 do Quadro 1 apresenta duas lógicas de agrupamento. A primeira delas é a tecnológica, representada pela presença dos setores de drogas e medicamentos e instrumentos médico-cirúrgicos e de atividades na área de ciências médicas. Uma segunda orientação para a formação deste agrupamento é a econômica. A presença dos setores de vidro, plástico e metais não ferrosos sugere um encadeamento produtivo na medida em que se associam com o setor de drogas e medicamentos e de instrumentos médico-cirúrgicos. Além do mais, a presença de outras indústrias pode constituir uma fonte de oportunidades tecnológicas, dada a existência de fluxos tecnológicos intra e interfirmas (PAVITT, 1984).

Desta forma, deve-se atentar para as demais microrregiões da TAB 6. Embora estas apresentem valores menores em relação às duas primeiras, sua distribuição, em termos da contribuição em cada área demonstra a existência das duas lógicas mencionadas, sobretudo a tecnológica.

As microrregiões correspondentes ao *cluster* 5 (Quadro 1), estão apresentadas na Figura 5 e Tabela 7. Inicialmente, existem duas divisões. Na primeira delas, encontram-se as regiões de São Paulo e Campinas, em um nível superior, seguidas pela região do Rio de Janeiro, que somada às duas primeiras correspondem a quase metade do setor. Um outro agrupamento, de ordem mais baixa, pode ser observado. Estas outras microrregiões representam 35,98% do total do setor que, em conjunto com o primeiro agrupamento, representam mais de 80% do total.

A indústria de máquinas-ferramenta tem a distribuição como representada na Figura 6 e Tabela 8. São dois os agrupamentos principais. O primeiro reúne as microrregiões de São Paulo e Campinas, com um total de 42,56% dos empregados no setor, enquanto Porto Alegre, Limeira e Sorocaba são responsáveis por outros 25,53%.

A Figura 7, mostra o dendograma para o *cluster* de automóveis e material eletrônico. São Paulo e São José dos Campos respondem por 67,91% dos empregados no setor de automóveis e 45,42% do setor de material eletrônico. Em um segundo grupo, Belo Horizonte e Curitiba, apesar da baixa participação em material eletrônico, juntas somam apenas 5,34%, possuem 22,82% dos empregados na indústria de automóveis. Em relação às demais microrregiões, vale observar a participação de Manaus, Porto Alegre, Campinas e Recife, no setor de material eletrônico com uma média de 5,83%, porém com baixa participação no setor automobilístico, 0,68% em média.

Das microrregiões que compõem o *cluster* da indústria de computadores, devem ser destacadas São Paulo em um primeiro grupo (33,39%), Manaus e Osasco em um segundo agrupamento (25,07%) (ver FIG 8 e TAB 10). Em relação às outras microrregiões, o destaque é para Rio de Janeiro, Campinas, Porto Alegre, Belo Horizonte e Curitiba, somando 29,49% com uma média de 5,89%.

O *cluster* formado pelo setor de armamento pesado e aeronaves, está descrito na Figura 9 e Tabela 11. São José dos Campos concentra 66,04% das atividades na primeira indústria e 85,30% na segunda, formando um grupo. Outro grupo é formado por Juiz de Fora, com 26,29% do setor de armamento, embora não possua indústria de aeronaves.

4 - Avaliação dos resultados

Os dados apresentados até aqui permitem algumas observações interessantes. A primeira delas é quanto a existência de uma especialização científica descolada das atividades industriais relacionadas (de acordo com a TAB 2) em algumas microrregiões, com por exemplo as regiões de São Carlos (TAB 3 e 5), Recife (TAB 4 e 5) e Florianópolis (TAB 3), que aparecem nos *clusters* relativos às áreas do conhecimento, mas não tem peso nas atividades industriais.

Este resultado, reflete dois pontos principais. O primeiro, é a existência de lacunas na cadeia produtiva, no sentido de oferecer produtos e serviços capazes de complementar a produção científica destas regiões na atração dos setores industriais mais relacionados, e assim, proporcionar a criação e aproveitamento de oportunidades tecnológicas. O segundo ponto, é a possibilidade de complementaridade destas regiões, especializadas em conhecimento, e o seu entorno produtivo, em conformidade com os resultados apresentados por Albuquerque et al (2001). De fato, a existência de uma capacidade científica relativamente pouco explorada, constitui uma possibilidade de desenvolvimento regional, na medida que pontos vulneráveis da cadeia produtiva podem ser fortalecidos ou criados, buscando atrair indústrias interessadas especificamente no conhecimento produzido nestas regiões.

Uma segunda observação, diz respeito ao peso da microrregião de São Paulo. A presença e a posição de destaque em quase todos os *clusters*, com exceção de armamento e aeronaves, confere a região um papel crucial na economia nacional, como já era esperado, e na criação de oportunidades tecnológicas, como está sendo proposto.

Nesta mesma linha, a microrregião do Rio de Janeiro destaca-se das demais, sobretudo na produção científica, ao lado de São Paulo e Campinas. Aparece também em posição privilegiada no *cluster* 4 (ciências médicas e setores relacionados). A posição desta região é destacada também nos demais agrupamentos.

A maior desconcentração das atividades tecnológicas no estado de São Paulo, encontrada por Albuquerque et al (2001) é verificada na presença de outras microrregiões do estado nos *clusters* apresentados, enquanto para as outras Unidades da Federação existe uma concentração nas regiões metropolitanas.

O problema de desconexão entre as unidades de análise, mencionada anteriormente, não é totalmente resolvida pela adoção de microrregiões, ao invés de

municípios como em Albuquerque (2001). Contudo, pode-se argumentar que, mesmo não estando reunidos em *clusters*, devido a alta concentração espacial de algumas indústrias e disciplinas, os setores industriais e as áreas do conhecimento apresentam uma lógica na distribuição espacial. Isto pode ser visto na repetição de algumas regiões em mais de um *cluster*. Um exemplo disso pode ser dado pela microrregião de São José dos Campos, com 7, 37% dos artigos de metalurgia e ciência de materiais (TAB 3) e 85,30% dos empregados da indústria de aeronaves (TAB 11). Além deste, há os exemplos mais claros como São Paulo, Rio de Janeiro e Campinas, e outros menos, como Belo Horizonte.

No caso específico das microrregiões mineiras, a ocorrência apenas da região de Belo Horizonte, mesmo assim em nível inferior às de São Paulo e Rio de Janeiro, pode ser entendido pelo estágio de desenvolvimento do seu sistema de inovação e suas atividades tecnológicas, descritas em Silva et al (2000). A especialização do estado em setores de baixa tecnologia, segundo a classificação da OECD, e baixo índice de aproveitamento de oportunidades tecnológicas, revelam a necessidade de se pensar em uma reorientação do setor produtivo, a fim de melhorar a sua condição tecnológica. Para tanto, deve-se pensar na criação e desconcentração das atividades científicas e industriais do estado, criando novas oportunidades e aproveitando melhor as já existentes.

5 – Conclusão

Este trabalho abordou a existência de oportunidades tecnológicas para as microrregiões brasileiras. A análise realizada aqui é de caráter preliminar, contudo, algumas conclusões podem ser relacionadas:

- a) O interesse de certos setores industriais em áreas dos conhecimento específicas confere uma lógica espacial à distribuição destas atividades.
- b) A concentração das atividades científicas e industriais na região Sudeste, principalmente no estado de São Paulo, é refletida na presença de oportunidades tecnológicas.
- c) Há um potencial de criação de oportunidades tecnológicas a ser desenvolvida pelas microrregiões, em especial, para aquelas que constam na Tabela 3, como Belo Horizonte, por exemplo.

Alguns pontos para desenvolvimentos posteriores podem ser sugeridos:

- a) Em primeiro lugar, deve-se buscar medir a eficiência das atividades tecnológicas nas microrregiões, através de estatísticas de patentes, de acordo com a interação entre ciência e atividade industrial segundo o que foi sugerido aqui.
- b) Utilizar estatísticas de patentes, discriminadas por classe internacional da patente e setor de atividade da titular, no sentido de separar as fontes de oportunidades tecnológicas.

Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, Eduardo da Mota; SIMÕES, Rodrigo; BAESSA, Adriano; CAMPOLINA, Bernardo; SILVA, Leandro (2001). *A distribuição espacial da produção científica e tecnológica brasileira: uma descrição de estatísticas de produção local de patentes e artigos científicos*. ANPEC, Salvador. (Disponível em CD-ROM)

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.

INSTITUTE OF SCIENTIFIC INFORMATION (2001). (webofscience.fapesp.br).

JAFFE, A B.; TRAJTENBERG, M. & HENDERSON, R. Geographical localization of knowledge spillovers as evidenced by patents citations. *QJE*, (108)3:577-598, 1993

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.

NARIN, F.; HAMILTON, K. S.; OLIVASTRO, D. (1997) The increasing linkage between U.S. technology and public science. *Research Policy*, v. 26, n. 3, pp. 317-330.

PAVITT, K. Sectorial patterns of technical change. *Research policy*, Amsterdam, n.13, p. 343-373, 1984.

ROSENBERG, N. (1982) *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge: Cambridge University

SILVA, L; RAPINI, M; FERNANDES, R.; VERONA, A. P. (2000) *Estatísticas de patentes e atividades tecnológicas em Minas Gerais*. Belo Horizonte: CEDEPLAR-UFMG.

Tabelas, Quadros e Figuras

QUADRO 1

CLUSTER 1	CLUSTER 2	CLUSTER 3	CLUSTER 4	CLUSTER 5	CLUSTER 6	CLUSTER 7	CLUSTER 8	CLUSTER 9
Ciências Biológicas			Ciências Médicas					
Química			Drogas e Medicamentos			Automóveis		Armamento Pesado
Matemática			Indústria de Vidro					
Física.	Geologia	Matemática e Estatística Aplicadas	Industria de Plástico	Instrumentos Óticos	Máquinas-Ferramenta		Computadores	
Ciência da Computação			Metais Não-Ferrosos			Material Eletrônico Básico		Aeronaves
Ciência de Materiais e Metalurgia			Instrumentos Médico-Cirúrgicos					

Fonte: Elaboração própria

TABELA 1
The relevance of science to industrial technology

Science	Numbers of industries with scores:		Selected industries in which the relevance of science to technological progress was large
	>5	>6	
<i>Biology</i>	14	8	<i>Drugs, pesticides, meat products, animal feed</i>
<i>Chemistry</i>	74	43	<i>Pesticides, fertilizers, glass, plastics</i>
<i>Geology</i>	4	3	<i>Fertilizers, pottery, nonferrous metal</i>
<i>Mathematics</i>	30	9	<i>Optical instruments, machine tools, motor vehicles</i>
<i>Physics</i>	44	18	<i>Semiconductors, computers, guided missiles</i>
<i>Agricultural science</i>	16	9	<i>Pesticides, animal feed, fertilizers, food products</i>
<i>Applied Math/operations research</i>	32	6	<i>Guided missiles, aluminum smelting motor vehicles</i>
<i>Computer science</i>	79	35	<i>Guided missiles, semiconductors, motor vehicles</i>
<i>Material science</i>	99	46	<i>Primary metals, ball bearings, aircraft engines</i>
<i>Medical science</i>	8	5	<i>Asbestos, drugs, surgical/medical instruments</i>
<i>Metallurgy</i>	60	35	<i>Primary metals, aircraft engines, ball bearing</i>

Fonte: KLEVORICK et al (1995)

TABELA 2
Adaptação da Tabela 1 para áreas do conhecimento CNPq e Classificação CNAE.

Ciência	Setores industriais
Biologia	Drogas e medicamentos, pesticidas, produtos de carne, comida animal
Química	Pesticidas, fertilizantes, vidro, plástico
Geologia	Fertilizantes, cerâmica, metais não ferrosos
Matemática	Instrumentos óticos, máquinas-ferramenta, automóveis
Física	Eletrônico básico, computadores, armamento pesado
Ciências Agrárias	Pesticidas, comida animal, fertilizantes, alimentos
Matemática/Estatística Aplicada	Armamento pesado, alumínio automóveis
Ciência da Computação	Armamento pesado, eletrônico básico, automóveis
Ciências Médicas	Drogas e medicamentos, instrumentos médico-cirúrgicos
Ciência de Materiais e Metalurgia	Metais primários, aeronaves,

Fonte: Elaboração própria

TABELA 3
Distribuição da produção científica por microrregião e área do conhecimento, Brasil 1999
em porcentagem

UF	Microrregião	Biologia	Química	Matemática	Física	Ciência da Computação	Ciência de Materiais / Metalurgia	Média	Desvio Padrão
RJ	Rio de Janeiro	18,91	12,40	30,67	24,08	24,92	16,66	21,27	6,55
SP	Campinas	7,88	15,55	13,74	10,77	12,46	10,38	11,80	2,7095
SP	Sao Paulo	16,00	13,31	14,14	19,88	13,73	12,56	14,94	2,67
	<i>SOMA</i>	42,81	41,27	58,56	54,74	51,11	39,61	48,02	
SP	Sao Carlos	1,76	11,58	5,57	8,36	8,94	4,09	6,72	3,58
MG	Belo Horizonte	6,88	4,69	4,78	3,79	2,23	6,55	4,82	1,73
RS	Porto Alegre	3,50	4,26	4,78	5,04	5,11	4,09	4,46	0,62
SC	Florianopolis	2,10	3,40	0,59	2,36	3,83	5,46	2,96	1,66
SP	Sao Jose dos Campos	0,13	1,07	0,59	2,00	2,23	7,37	2,23	2,64
	<i>SOMA</i>	12,63	13,44	10,75	13,21	13,41	23,49	14,49	4,52

Fonte: ISI (1999), Elaboração própria.

TABELA 4
Distribuição da produção científica em geologia
por microrregião, Brasil 1999
em porcentagem.

UF	Microrregião	Geologia
RJ	Rio de Janeiro	15.82
SP	Sao Jose dos Campos	10.20
SP	Sao Paulo	25.77
	<i>Soma</i>	<i>51.79</i>
	<i>Média</i>	<i>17.26</i>
	<i>Desvio padrão</i>	<i>7.88</i>
BA	Salvador	3.32
DF	Brasilia	2.81
PA	Belem	4.85
PE	Recife	5.10
PR	Curitiba	2.81
RS	Porto Alegre	5.10
SP	Campinas	4.08
	<i>Soma</i>	<i>28.06</i>
	<i>Média</i>	<i>4.01</i>
	<i>Desvio padrão</i>	<i>1.03847</i>

Fonte: ISI (1999), Elaboração própria.

TABELA 5
Distribuição da produção científica em Matemática/Estatística Aplicada
por microrregião, Brasil 1999
em porcentagem

UF	Microrregião	Matemática/Estatística Aplicada
SP	São Paulo	36.84
MG	Belo Horizonte	15.78
PE	Recife	13.15
SP	São Carlos	10.52
	<i>Soma</i>	<i>39.47</i>
	<i>Média</i>	<i>19.73</i>
	<i>Desvio padrão</i>	<i>2.63</i>

Fonte: ISI (1999), Elaboração própria.

TABELA 6
Distribuição da produção científica por microrregião, disciplina (1999)
e setores industriais selecionados (2000), em porcentagem

UF	Microrregião	Ciências Médicas	Drogas e Medicamentos	Vidro	Plástico	Metais não Ferrosos	Instrumentos Médico-cirúrgicos
SP	Sao Paulo	34,26	27,46	37,76	21,76	30,02	24,23
RJ	Rio de Janeiro	14,01	15,84	9,54	6,08	2,74	7,89
MG	Belo Horizonte	7,38	3,10	0,94	3,01	1,75	5,01
SP	Ribeirao Preto	7,12	1,19	0,08	0,71	0,26	8,25
RS	Porto Alegre	8,44	1,98	4,22	5,90	3,63	3,49
SP	Campinas	5,04	6,75	2,70	3,17	3,59	1,92
SP	Guarulhos	0,07	5,79	4,28	3,60	3,28	1,20

Fonte: ISI (1999) , RAIS (2000), Elaboração própria.

TABELA 7
Distribuição dos empregados do setor de instrumento óticos
por microrregião do Brasil, 2000 em porcentagem

UF	Microrregião	Instrumentos Óticos
SP	Sao Paulo	17.79
SP	Campinas	16.01
RJ	Rio de Janeiro	10.79
	<i>SOMA</i>	44.59
AM	Manaus	6.27
SP	Osasco	5.97
RS	Porto Alegre	5.72
RJ	Serrana	5.12
CE	Fortaleza	4.01
PB	Joao Pessoa	3.57
MG	Belo Horizonte	2.78
SP	Sao Jose dos Campos	2.52
	<i>SOMA</i>	35.98

Fonte: RAIS (2000) , Elaboração própria

TABELA 8
Distribuição dos empregados do setor de máquinas-ferramenta
por microrregião do Brasil, 2000 em porcentagem

UF	Microrregião	Máquinas-ferramenta
SP	Campinas	18.42
SP	Sao Paulo	24.14
	<i>SOMA</i>	42.56
RS	Porto Alegre	11.06
SP	Limeira	6.53
SP	Sorocaba	7.93
	<i>SOMA</i>	25.53

Fonte: RAIS (2000)

TABELA 9
Distribuição dos empregados dos setores de automóveis e material eletrônico
por microrregião do Brasil, 2000 em porcentagem

UF	Microrregião	Automóveis	Material eletrônico
SP	Sao Paulo	47,17	25,90
SP	Sao Jose dos Campos	20,74	19,52
	<i>SOMA</i>	67,91	45,42
MG	Belo Horizonte	13,69	2,64
PR	Curitiba	9,12	2,70
	<i>SOMA</i>	22,82	5,34

Fonte: RAIS (2000), Elaboração própria

TABELA 10
Distribuição dos empregados do setor de computadores
por microrregião do Brasil, 2000 em porcentagem

UF	Microrregião	Computadores
SP	Sao Paulo	33,39
AM	Manaus	12,92
SP	Osasco	12,15
RJ	Rio de Janeiro	8,04
SP	Campinas	7,16
RS	Porto Alegre	5,35
MG	Belo Horizonte	4,75
PR	Curitiba	4,16

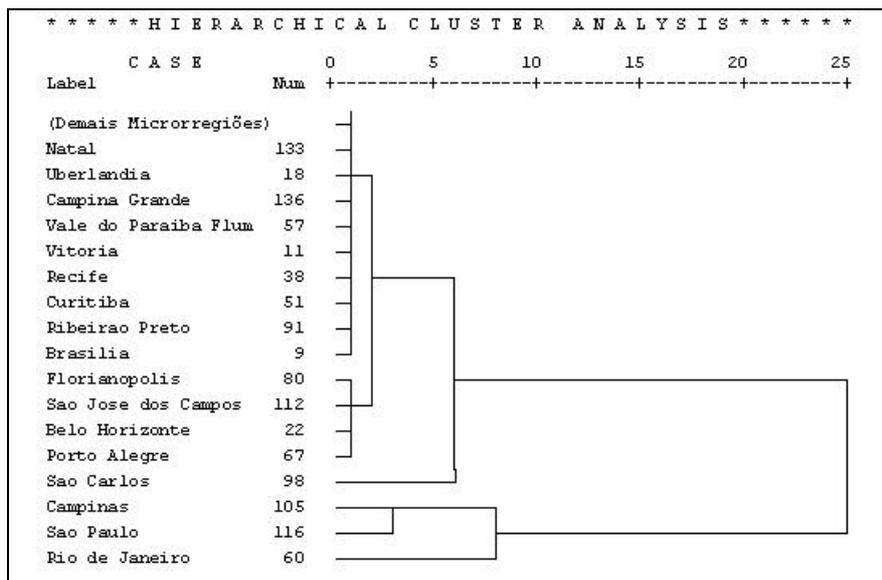
Fonte RAIS (2000) , Elaboração própria

TABELA 11
Distribuição dos empregados dos setores de armamento pesado e aeronaves,
por microrregião do Brasil, 2000 em porcentagem

UF	Microrregião	Armamento Pesado	Aeronaves
SP	Sao Jose dos Campos	66,049	85,30
MG	Juiz de Fora	26,29	0.000

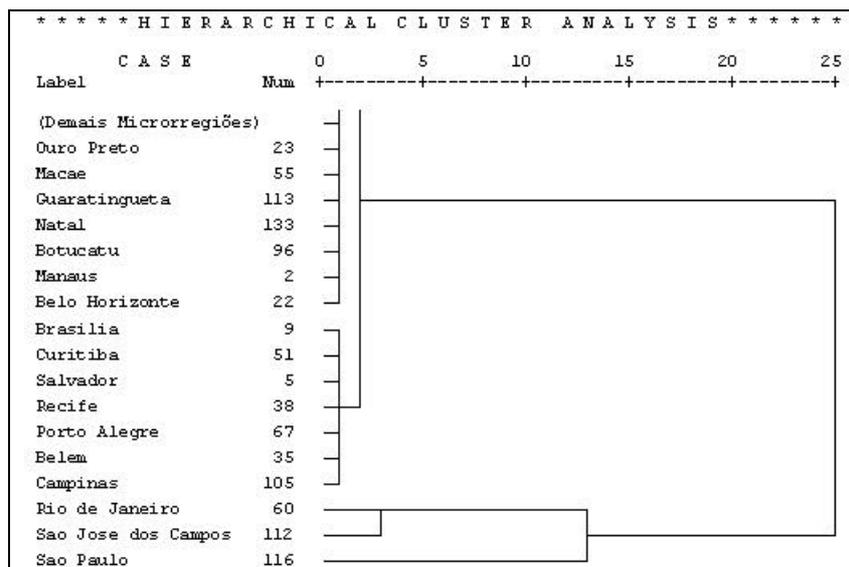
Fonte RAIS (2000) , Elaboração própria

FIGURA 1
Dendograma utilizando *Cluster 1* – Áreas do conhecimento (Quadro 1)



Fonte: Saída do pacote SPSS versão 10

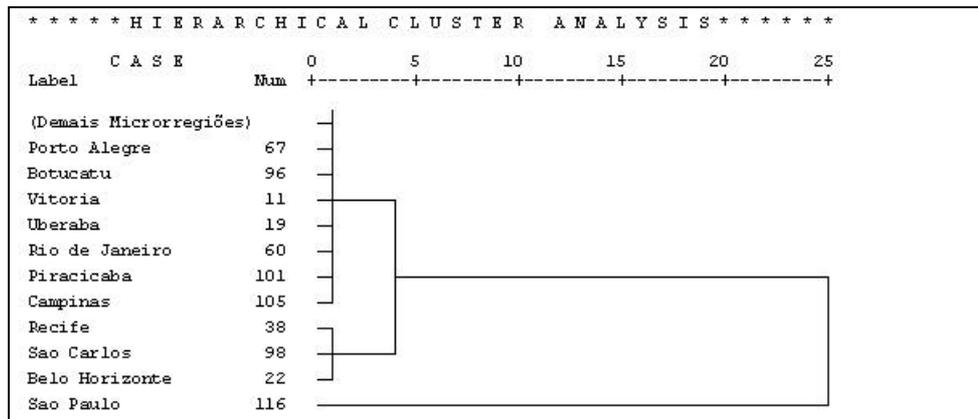
FIGURA 2
Dendograma utilizando *Cluster 2* – Geologia (Quadro 1)



Fonte: Saída do pacote SPSS versão 10

FIGURA 3

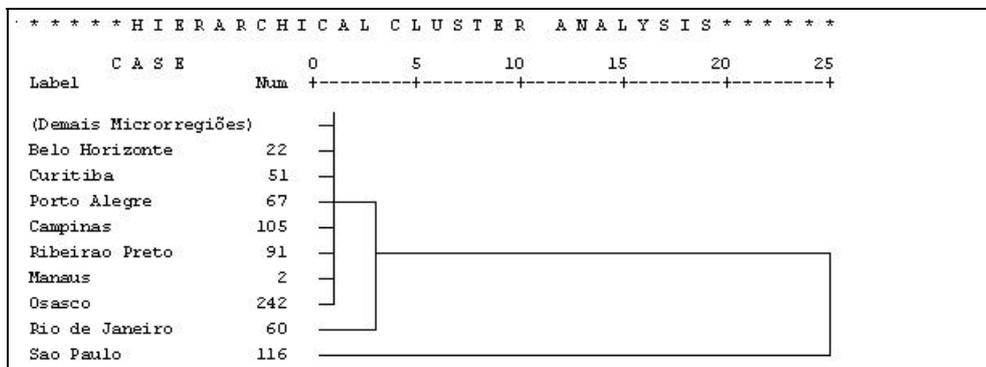
Dendograma utilizando *Cluster 3 – Matemática/Estatística Aplicada* (Quadro 1)



Fonte: Saída do pacote SPSS versão 10

FIGURA 4

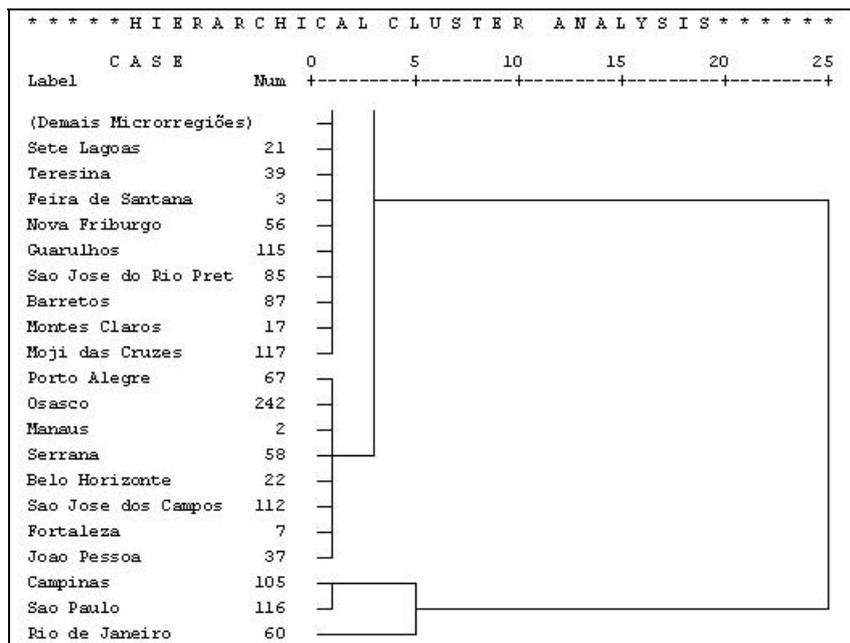
Dendograma utilizando *Cluster 4 – Ciências Médicas e Setores Seleccionados* (Quadro 1)



Fonte: Saída do pacote SPSS versão 10

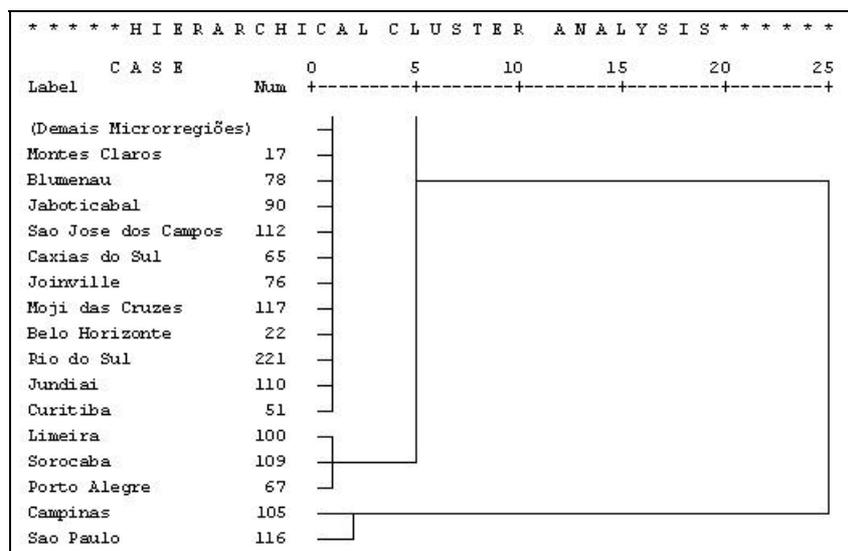
FIGURA 5

Dendograma utilizando *cluster 5 – Instrumentos Óticos* (Quadro 1)



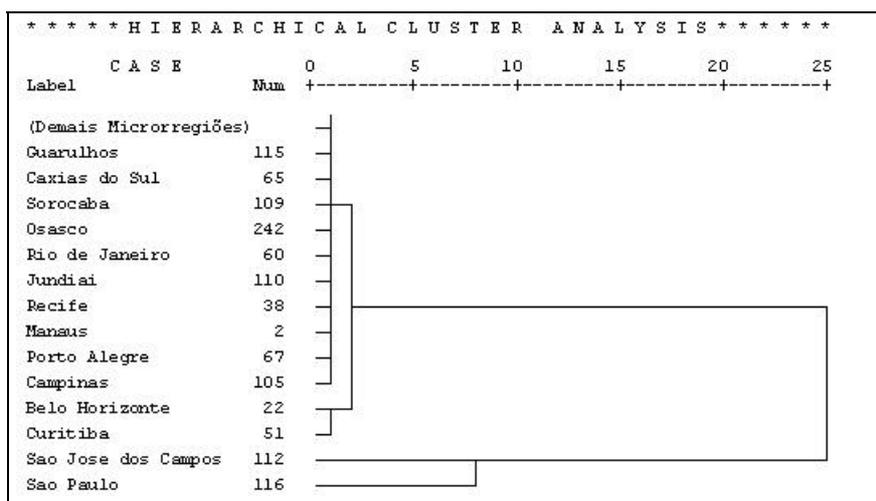
Fonte: Saída do pacote SPSS versão 10

FIGURA 6
Dendograma utilizando *cluster 6* - Máquinas-Ferramenta (Quadro 1)



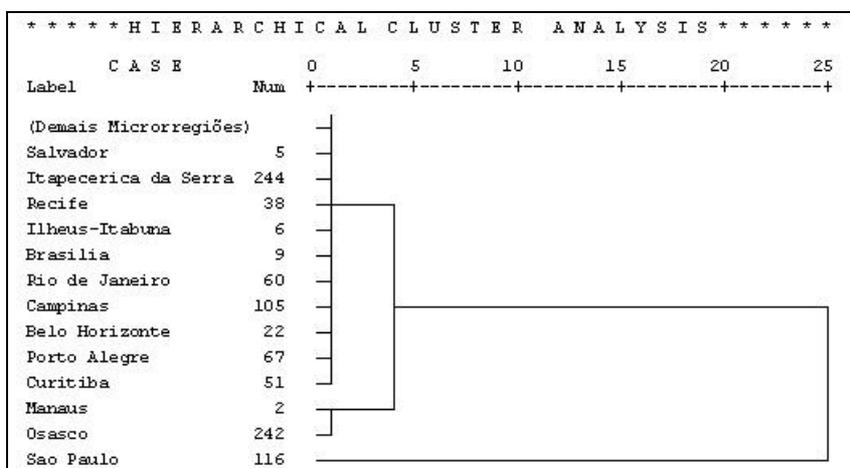
Fonte: Saída do pacote SPSS versão 10

FIGURA 7
Dendograma utilizando *cluster 7* - Automóveis e Eletrônico Básico (Quadro 1)



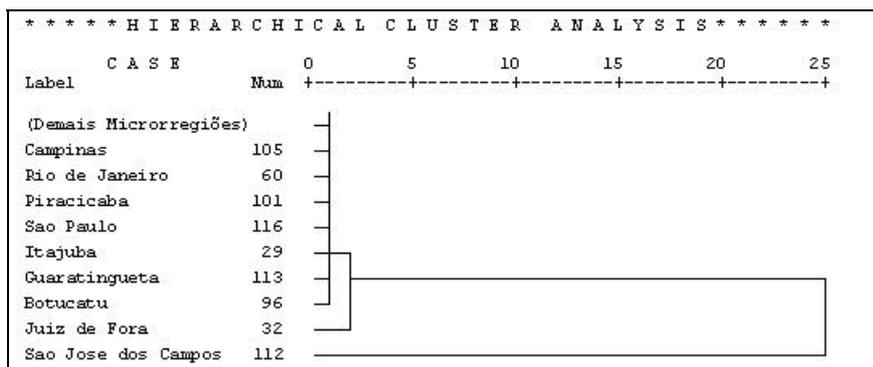
Fonte: Saída do pacote SPSS versão 10

FIGURA 8
Dendograma utilizando *cluster 8* – Computadores (Quadro 1)



Fonte: Saída do pacote SPSS versão 10

FIGURA 9
Dendograma utilizando *cluster 9* - Armamento Pesado e Aeronaves (Quadro 1)



Fonte: Saída do pacote SPSS versão 10