

Inovação e conhecimento: indicadores regionalizados e aplicação a São Paulo

Wilson Suzigan, UNICAMP

João Furtado, GEEIN e POLI/USP

Renato Garcia, POLI/USP

Sérgio E. K. Sampaio, Mestrando DE/UFPR

RESUMO

Este artigo elabora um conjunto de indicadores que mapeiam a distribuição geográfica de conhecimentos e capacidades científicas e tecnológicas como *proxies* da distribuição geográfica das atividades de C,T&I e os aplica a dados e informações do estado de São Paulo. A visão panorâmica da distribuição geográfica das atividades de C,T&I no estado é complementada, num corte analítico vertical, por uma visão dessas atividades em sistemas locais de produção e inovação com base num caso ilustrativo: as atividades de tecnologia de informação e comunicação da microrregião de Campinas.

Os resultados mostram um padrão de distribuição regional das atividades de C,T&I ao longo dos eixos das principais rodovias do estado e no entorno de áreas metropolitanas (especialmente São Paulo e Campinas) e de regiões com forte concentração de instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico. A tendência à aglomeração de empresas nessas áreas e regiões, formando sistemas locais de produção e inovação, é evidenciada pela aderência do mapeamento desses sistemas ao mapeamento da distribuição geográfica mostrada pelos indicadores quantitativos e de capacidades institucionais. Isto reforça a assertiva, presente na literatura, de que as atividades inovativas das empresas têm fortes determinantes relacionados à geografia.

ABSTRACT

This paper develops multiple indicators to map the geographical distribution of knowledge and scientific and technological capabilities as proxies of the geographical distribution of S,T&I activities, and applies such indicators to data and information from the state of São Paulo. The overall view of the geographical distribution of S,T&I activities in the state is complemented by the analysis of the same activities in the perspective of a local production and innovation system: the case of information and communication technologies in the microrregion of Campinas.

The results show a pattern for the regional distributions of S,T&I activities along the main highways of the state, around metropolitan areas such as São Paulo and Campinas, and in regions where educational, science and technology and R&D institutions are strongly concentrated. Firms tend to agglomerate in these areas and regions, forming local production and innovation systems. The paper produces evidence on the adherence of the geographical distribution of those systems to the geographical distribution of S,T&I activities as shown by the indicators. This confirms the empirical findings of the literature about the relationship between geography and innovation.

Palavras-chave: Indicadores regionais; atividades de C,T&I; conhecimento, inovação.

Key Words: Regional indicators; S,T&I activities; knowledge; innovation.

JEL Classification: O18, O31, R12

Área Anpec: 5 – Economia Regional e Agrícola.

Inovação e conhecimento: indicadores regionalizados e aplicação a São Paulo

Wilson Suzigan, UNICAMP

João Furtado, GEEIN e POLI/USP

Renato Garcia, POLI/USP

Sérgio E. K. Sampaio, Mestrando DE/UFPR

Introdução

Este artigo está tematicamente vinculado a um corpo de literatura que estuda a relação entre geografia e inovação. Essa literatura vem crescentemente assumindo características multidisciplinares, combinando elementos de geografia econômica, organização industrial, economia da inovação, comércio internacional e economia de empresas.

Uma das linhas de pesquisa que vem merecendo mais atenção nessa temática é a da aplicação de indicadores das atividades de inovação com vários propósitos: medir a ocorrência de *spillovers* de conhecimentos em espaços territoriais delimitados, avaliar o esforço tecnológico das empresas, comprovar a relação entre localização geográfica e inovação, entre outros. Seguindo essa linha de pesquisa, este artigo tem por objetivo sugerir uma metodologia de indicadores múltiplos que permitam mapear a distribuição regional de atividades de inovação e aplicá-la ilustrativamente a dados para o estado de São Paulo.

A lógica da argumentação é a de que a distribuição regional das atividades de ciência, tecnologia e inovação reflete a própria distribuição regional de conhecimentos que substanciam capacitações técnicas, científicas e tecnológicas. Estas, por sua vez, induzem a localização de atividades produtivas e a formação de aglomerações de empresas que, em muitos casos, conformam *clusters* ou sistemas geograficamente circunscritos de produção e inovação. Nesse sentido, o artigo desenvolve e aplica um conjunto de indicadores regionalizados baseados (1) na distribuição regional de ocupações qualificadas, empresas inovadoras, registros de patentes e marcas e publicação de artigos científicos, e (2) na rede regional de instituições de ensino superior e de formação técnica e profissional, centros de pesquisa, laboratórios, e outras instituições de serviços, que constituem a infra-estrutura científica e tecnológica de suporte às empresas em suas atividades de inovação.

O princípio que fundamenta a utilização de indicadores múltiplos é o de que o esforço tecnológico das empresas depende de um conjunto de fatores muito mais amplo do que aquele que pode ser captado por indicadores baseados em apenas um tipo de informação, como por exemplo registros de patentes. É evidente, porém, que a elaboração dos vários tipos de indicadores depende, em última instância, da disponibilidade e da qualidade de bases de dados que permitam obter informações regionalizadas, o que nem sempre é possível devido a limitações impostas por legislação específica para evitar quebra de sigilo das informações individuais. Essas e outras limitações das bases de dados encontram-se explicadas no texto.

O artigo está organizado da seguinte forma. A primeira seção faz uma revisão da literatura, focalizando especificamente os trabalhos que tratam da distribuição geográfica de atividades de inovação do ponto de vista empírico. A segunda seção apresenta o conjunto de indicadores quantitativos, suas respectivas metodologias e bases de dados, e os resultados da aplicação ao estado de São Paulo. A terceira seção resume o levantamento da rede de instituições de infra-estrutura científica e tecnológica e de serviços às empresas do estado. A quarta seção utiliza um corte analítico vertical para discutir os resultados sob a ótica de clusters ou sistemas locais de produção e inovação. Isto permite avaliar até que ponto a localização de atividades produtivas e a aglomeração de empresas em *clusters* ou sistemas locais de produção e inovação têm aderência ao padrão de distribuição geográfica de conhecimentos e de instituições da infra-estrutura tecnológica mostrado pelos indicadores, o que é ilustrado pela análise de um caso

específico de sistema local de produção e inovação da microrregião de Campinas. A conclusão apresenta algumas reflexões finais e sugestões para aprimorar o sistema de dados e informações sobre ciência, tecnologia e inovação.

1. Geografia da inovação: *spillovers*, *spin-offs*, *networks* e sistemas regionais

A relação entre geografia e inovação foi comprovada empiricamente por vários autores. Feldman (1993; 1994) e Audretsch & Feldman (1996), por exemplo, demonstraram que há uma clara relação entre a localização das atividades inovativas, medidas pelo número de patentes registradas, e a concentração geográfica de insumos inovativos tais como P&D em universidades, P&D industrial, presença de indústrias correlatas, e presença de empresas prestadoras de serviços empresariais especializados, comprovando a importância de “*spillovers* geograficamente mediados”. Demonstraram também que há uma importante correlação entre localização da produção de inovações e localização de valor adicionado industrial, mas que é a presença de indústrias correlatas que tem maior relevância para as atividades de inovação, indicando a importância das redes (*networks*) regionais de inovação.

Há, na verdade, várias correntes de pensamento com enfoques distintos que buscam explicar, teórica e empiricamente, a relação entre geografia e inovação e a formação de *clusters* geograficamente concentrados de empresas em muitas atividades econômicas, mas sobretudo em indústrias de base tecnológica. Não cabe aqui fazer uma discussão detalhada e abrangente desses enfoques¹. Tendo em vista os propósitos do artigo, é suficiente resumir os pontos mais importantes, comuns a várias abordagens, que substanciam o trabalho aqui desenvolvido.

O fundamento comum às várias abordagens é a percepção de que a proximidade geográfica facilita a transmissão de novos conhecimentos que se caracterizam como complexos, de natureza tácita e específicos a certas atividades e sistemas de produção e inovação. Isto pode parecer paradoxal na era das tecnologias de informação e comunicação mas, como lembram Audretsch & Thurik (2001), é importante não confundir conhecimento com informação. Enquanto o custo marginal de transmitir informação é invariável com a distância, o custo de transmitir conhecimento, especialmente conhecimento tácito, aumenta com a distância. Esse tipo de conhecimento é melhor transmitido por meio de contatos interpessoais, freqüentes interações, e pela mobilidade de trabalhadores entre empresas, daí a vantagem de configurações produtivas geograficamente concentradas como os *clusters*.

No entanto, embora tenham esse fundamento comum, dois grupos de abordagens se distinguem pela ênfase em diferentes mecanismos de transmissão do conhecimento. Um grupo, composto pelos enfoques de economia da inovação e de sistemas de atividades inovativas², atribui um papel chave aos *spillovers* na transmissão de conhecimentos entre atores próximos. Esses *spillovers* ocorrem a partir de empresas inovadoras ou de instituições que geram novos conhecimentos. Outro grupo, composto por enfoques ligados à economia regional, procura explicar o que torna empresas localizadas em *clusters* mais inovadoras do que empresas isoladas, enfatizando um conjunto diferente de fatores chave para a transmissão de conhecimentos. Segundo Breschi & Malerba (2001: 819-820), os pontos centrais desses enfoques são: (1) o aprendizado por meio da operação em redes e da interação, incluindo relações produtor-usuário, colaborações formais e informais, mobilidade de trabalhadores qualificados entre empresas, e *spin-offs* que geram novas firmas a partir de empresas, universidades e instituições de pesquisas; (2) o elevado grau de imersão (*embeddedness*) das empresas locais numa densa rede de intercâmbio de conhecimentos, que se baseia em intensas interações dos agentes, facilitadas por normas, convenções e códigos de domínio comum, e em instituições que constroem confiança e

¹ Para isso ver Breschi & Malerba (2001).

² Ou sejam: sistemas nacionais, regionais, setoriais e locais de inovação e sistemas tecnológicos.

estimulam relações informais entre agentes, num processo de aprendizado coletivo, e (3) a disponibilidade de um conjunto de recursos de uso comum tais como universidades, instituições de pesquisa, centros tecnológicos e ampla oferta de trabalhadores qualificados e técnicos especializados, que contribuem para reduzir custos e incertezas associados às atividades inovativas.

São esses três pontos centrais dos diferentes enfoques que fundamentam a elaboração, neste artigo, de um conjunto de indicadores da distribuição geográfica das atividades de inovação. É importante ressaltar que esses indicadores não visam medir as atividades inovativas nem os fluxos de conhecimentos em termos regionais, temas dos quais se ocupa a maior parte dos trabalhos empíricos na área de geografia da inovação³, especialmente com referência à economia norte-americana e baseados em estatísticas de patentes e na localização de atividades de P&D. O que se pretende com o conjunto de indicadores aqui proposto é apenas mapear a distribuição geográfica das atividades inovativas usando como *proxy* a distribuição geográfica dos seus *inputs* (conhecimentos e infra-estrutura tecnológica) e dos seus resultados (patentes e marcas).

Um trabalho precursor nessa linha no Brasil é o de Albuquerque *et al.* (2002). Trabalhando com dados sobre patentes, artigos científicos e pesquisadores por municípios, os autores elaboraram indicadores que descrevem a distribuição espacial das atividades científicas e tecnológicas no Brasil sob a hipótese de que determinantes espaciais, tanto quanto fatores relacionados ao sistema de inovação, são importantes mediadores da relação entre produção científica e produção tecnológica.

Neste artigo procura-se avançar em termos da abrangência dos indicadores, reconhecendo que as estatísticas de patentes têm limitações como indicador de atividades inovativas, já que nem tudo que é patenteado constitui inovação, assim como nem tudo que é inovação é patenteado. Admitindo, por pressuposto, que a relação entre geografia e inovação já está empiricamente comprovada, o que significa dizer que alguns dos elementos chave da inovação têm determinantes geográficos, busca-se mapear esses determinantes geográficos representados por (1) conhecimentos tácitos de trabalhadores e profissionais especializados; (2) número de empresas inovadoras; (3) registros de patentes e marcas; (4) produção científica, e (5) instituições da infra-estrutura científica, tecnológica e de serviços às empresas inovadoras. Nesse sentido, este artigo se diferencia em relação à literatura em dois sentidos: primeiro, ao propor a utilização de indicadores múltiplos⁴, embora sem dar ainda o passo adicional de agregá-los num indicador síntese, e segundo, ao utilizar esses indicadores não para medir desempenho inovativo e sim para mapear a distribuição geográfica de atividades inovativas. A metodologia dos indicadores e suas respectivas bases de dados são sumariadas na seção seguinte.

2. Indicadores quantitativos regionalizados: metodologia, bases de dados e aplicação a São Paulo

Foram elaborados cinco tipos de indicadores quantitativos regionalizados: (1) aqueles baseados em dados sobre ocupações qualificadas, a partir da base de dados da RAIS – Relatório Anual de Informações Sociais, do Ministério do Trabalho e do Emprego, para 2002; (2) número de empresas inovadoras, por meio de tabulações regionalizadas da base da PINTEC – Pesquisa de Inovação Tecnológica de 2000, do IBGE; (3) indicadores baseados nos registros de patentes e (4) marcas, depositados no INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial e no USPTO – *United*

³ Ver particularmente a parte IV – The Geography of Innovation, de Clark, Feldman & Gertler (2000), sobretudo a excelente resenha sobre o tema elaborada por Maryann Feldman (2000).

⁴ O artigo de Hagedoorn & Cloudt (2004) é uma importante referência sobre o uso de indicadores múltiplos, porém aplicados a medidas de avaliação do desempenho inovativo das empresas.

States Patents and Trademark Office; e (5) indicadores da produção científica com base nos dados do ISI - *Institute for Scientific Information* sobre publicação de artigos científicos⁵.

Os indicadores baseados em ocupações qualificadas segundo os dados da RAIS⁶ referentes a 2002 foram elaborados com base nos dados de emprego segundo as Categorias Ocupacionais que compõem a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO)⁷. Considerando então o conceito de ocupação como um agrupamento de tarefas, operações e outras atividades que constituem as atribuições de um trabalhador e que resultam na produção de bens e serviços, foram selecionadas as categorias dos Grupos de Base de Ocupações (3º nível da CBO) com perfil técnico e técnico-científico que de alguma forma estão relacionadas com atividades de C,T&I. Ou seja, a seleção das ocupações procurou incluir aquelas que se vinculam com o processo de geração e difusão de novos conhecimentos técnicos e científicos.

Assim, foram selecionadas ocupações que estão normalmente associadas a atividades de C&T&I, como engenheiros, físicos, químicos e biólogos. Além delas, foram selecionadas também ocupações técnicas e operacionais que carregam consigo capacitações relevantes para o processo de inovação. O fundamento para a escolha dessas ocupações encontra-se no amplo reconhecimento pela literatura especializada quanto à importância dos conhecimentos tácitos e específicos para o processo de geração e difusão de inovações, que estão incorporados na mão-de-obra e nas rotinas operacionais. Foram selecionados 62 Grupos de Base, de um total de 355.

Em seguida os grupos selecionados foram divididos em três agrupamentos distintos de acordo com o caráter da ocupação e das funções correspondentes dentro das empresas: (1) ocupações tecnológicas, como as de Engenheiros, Físicos, Químicos e Biólogos. Essas ocupações implicam grau mais elevado de educação formal, e seus profissionais geralmente assumem funções superiores nas atividades inovativas das empresas; (2) ocupações técnicas, como as de técnicos especializados em determinadas áreas. Essas ocupações exigem apenas educação formal intermediária, mas exercem papel importante na estrutura hierárquica das empresas e nas fases mais simples do processo de geração e difusão de novos conhecimentos, e (3) ocupações operacionais, principalmente as de operadores e montadores de máquinas, em que o nível de educação formal exigido é mais baixo, mas que se destacam pelo elevado conteúdo de capacitações tácitas e específicas.

Quanto ao último agrupamento, das ocupações operacionais, é importante notar que a decisão de selecioná-las baseou-se em dois critérios complementares. O primeiro é o reconhecimento, convergente com a ampla literatura que trata de C,T&I, de que os conhecimentos incorporados na mão-de-obra e nas rotinas operacionais têm papel fundamental no processo de geração e difusão de inovações, caracterizado como um processo social e coletivo, e o segundo é o de que, especialmente nas indústrias metal-mecânica e eletrônica, setores difusores de tecnologia ao sistema econômico⁸, essas ocupações operacionais exigem maiores conhecimentos técnicos dos trabalhadores. Por isso foram privilegiadas na seleção.

⁵ O acesso a algumas das bases de dados foi facilitado pela colaboração das seguintes pessoas: Dra. Mariana Rebouças, do IBGE, que forneceu as tabulações especiais de dados da PINTEC; Prof. Eduardo Albuquerque, do CEDEPLAR/UFMG, que forneceu a base de patentes do INPI e com quem foi possível compartilhar uma discussão metodológica para a elaboração de indicadores regionalizados de patentes; e Prof. José Ângelo Gregolin, da UFSCar, que forneceu os dados sobre produção científica.

⁶ Sobre as vantagens e problemas da base de dados da RAIS ver Suzigan et al. (2003a).

⁷ A CBO subdivide-se em: Grandes Grupos, Subgrupos, Grupos de Base e Ocupações. A RAIS permite a desagregação até o nível Grupos de Base, também denominada Grupo Primário, Grupo Unitário ou Família Ocupacional, reunindo ocupações que apresentam estreito parentesco tanto em relação à natureza do trabalho quanto aos níveis de qualificação exigidos. Ao todo, são definidos 355 Grupos Base de Ocupação (GBOs).

⁸ Esse é o caso, por exemplo, de “Montadores de Equipamentos Eletrônicos”, ocupação tipicamente operacional, mas que exige conhecimentos técnicos expressivos.

Os resultados mostram a distribuição das ocupações qualificadas no estado de São Paulo segundo microrregiões geográficas, como se pode ver pelo **mapa 1**. Fica claro que a geração de empregos de caráter tecnológico é mais concentrada nas regiões industrialmente desenvolvidas, podendo-se inferir a forte relação entre o número de empregos criados nessa categoria e as atividades de C,T,&I das empresas, inclusive do setor de serviços, nessas regiões. Mostra também que a microrregião de São Paulo (que inclui os municípios do ABC) é a que, não surpreendentemente, responde por grande parcela do emprego das ocupações qualificadas selecionadas. Nota-se também a importância do “grande entorno” da cidade de São Paulo, que envolve, além do Grande ABC, toda a Região Metropolitana de São Paulo (Osasco, Guarulhos, Itapeverica da Serra, Mogi das Cruzes) e as regiões de Campinas, São José dos Campos, Santos e Sorocaba. Todas são regiões industrialmente desenvolvidas e que contam com importantes redes de instituições de ensino e pesquisa, como se verá na seção 3. A única microrregião fora desse grande eixo que se forma a partir da RMSP, e que se encontra entre as dez maiores microrregiões em termos de participação no emprego das ocupações tecnológicas, é a de Ribeirão Preto, também fortemente industrializada, que responde por cerca de 2% das ocupações selecionadas.

Os dados indicam ainda que há na microrregião de São Paulo uma predominância de ocupações de natureza tecnológica sobre os outros tipos de ocupações. A microrregião responde por 56,6% do total do emprego nas ocupações tecnológicas, 47,8% das ocupações técnicas e 37,5% das ocupações operacionais. Essa característica é confirmada pelas informações da PINTEC, apresentadas a seguir. Entretanto, nas microrregiões que fazem parte do grande entorno da Região Metropolitana de São Paulo, apesar de igualmente industrializadas, essa predominância não é observada. Campinas, por exemplo, tem uma participação de apenas 7% nas ocupações tecnológicas, 7,6% nas técnicas e 8,7% nas operacionais. Isto comprova o peso da microrregião de São Paulo nas atividades superiores de C,T&I.

A principal razão para isso, além da maior concentração das ocupações mais qualificadas na Região Metropolitana, parece ser o caráter do processo de desconcentração industrial por que passou a Região Metropolitana de São Paulo nas últimas décadas. A forte realocação de unidades produtivas em direção a esse grande entorno da RMSP – e também para o interior do estado e mesmo para outras unidades da federação, parte de um processo mais amplo de reestruturação industrial – não envolveu a desconcentração das chamadas funções corporativas superiores, já que os escritórios de administração central e os departamentos de engenharia e desenvolvimento de produtos permaneceram na antiga sede ou na unidade de produção principal, mesmo quando ela perdeu participação na produção, no emprego e no faturamento. Isso explica a elevada, e mais que proporcional, participação das ocupações tecnológicas na região de São Paulo.

Além dos dados absolutos, também foi calculada a densidade relativa das ocupações para cada uma das microrregiões do estado, definida pelo total de ocupações para cada 1000 empregos⁹. Tomando os dados de densidade das ocupações ligadas a C,T&I verifica-se que outras microrregiões, além da de São Paulo, se destacam. Em termos das ocupações tecnológicas, a região que apresenta maior densidade é a de São José dos Campos, em que há pouco mais de 30 ocupações tecnológicas para cada 1000 empregos, seguido por Osasco (27,9), São Paulo (26,6), e Campinas (25,5). Não por acaso, são nestas regiões que se encontram concentradas as indústrias mais intensivas em tecnologia e o maior número de empresas inovadoras, como se verá abaixo.

⁹ Os dados correspondentes não foram incluídos no artigo por limitação de espaço. Podem, entretanto, ser solicitados diretamente aos autores. Foram calculados também Quocientes Locacionais de Ocupações – QLO, idênticos ao QL tradicional da economia regional. Os resultados são semelhantes aos do indicador de densidade relativa de ocupações. Por isso, e por falta de espaço, não foram incluídos no texto.

Nas ocupações técnicas, por outro lado, as regiões que apresentam maior densidade são as de São José dos Campos (43,1), Campinas (35,3), Sorocaba (32,2), Piedade (32), Osasco (31,9) e Jundiaí (31,3). Por fim, nas ocupações operacionais a densidade é mais elevada nas regiões de São Carlos (155), São José dos Campos (107,3), Guarulhos (87,1) e Sorocaba (86). Note-se a relativamente reduzida densidade da região de São Paulo, tanto nas ocupações técnicas (28,3) quanto nas operacionais (42,6). Isto reforça o argumento da desconcentração regional das unidades produtivas e, por conseguinte, das ocupações técnicas e operacionais.

O segundo indicador procura dar conta de conhecimentos tácitos presentes nas rotinas de empresas inovadoras. A distribuição regional desse tipo de conhecimento, que fundamenta atividades internas de inovação, pode ser indicada pelo número de empresas inovadoras por regiões, a partir de tabulação especial dos dados da PINTEC, apesar da dificuldade de regionalização dessas informações.

A taxa de inovação paulista – definida como a proporção das firmas inovadoras sobre o total – situa-se em patamares próximos aos níveis médios brasileiros, apenas ligeiramente superiores. As diferenças entre as regiões do estado são menos importantes nestas taxas médias do que nos padrões de inovação característicos de cada uma das regiões. Ou seja, as diferenças são mais importantes quanto aos setores que inovam e ao tipo de inovação realizada em cada região. Assim, embora as taxas de inovação das diversas regiões paulistas sejam bastante elevadas para quaisquer padrões de comparação nacionais e internacionais, elas são menos expressivas em termos de importância e alcance dos seus resultados. Destacam-se, nas regiões com inovações tanto de produto quanto de processo relevantes para o mercado – e não apenas para as empresas, o Vale Paraíba Paulista (nucleada por São José dos Campos), a Metropolitana de São Paulo, a Macro-metropolitana Paulista e Campinas (ver **gráfico 1**).

Cabe observar, entretanto, que uma das principais limitações de que padecem as estatísticas dos Sistemas Nacional e Regional de Ciência, Tecnologia e Inovação refere-se à ausência de informações abrangentes sobre a ocupação de profissionais qualificados para funções técnicas e tecnológicas superiores. As estatísticas da PINTEC ajudam apenas parcialmente a sanar essa importante lacuna do sistema estatístico nacional e regional, pois as suas informações referem-se apenas ao pessoal ocupado em empresas que se declaram inovadoras, um universo que não coincide com o das empresas que desenvolvem atividades tecnológicas. Daí a relevância dos dados que indicam a elevadíssima concentração de trabalhadores em ocupações tecnológicas em poucas regiões, notadamente na metropolitana de São Paulo, Campinas e Vale do Paraíba, o que ilustra a dissociação entre atividades tecnológicas e de inovação. Esta observação confirma muito do que se conhece sobre a distribuição das atividades econômicas no território paulista, mostrando que elas se difundiram muito desigualmente: as unidades produtivas e as empresas avançaram em direção às regiões do interior do estado, mas funções empresariais que demandam qualificações superiores encontram-se ainda muito concentradas em torno de alguns pólos e de uns poucos eixos geográficos.

O terceiro indicador elaborado baseia-se em informações sobre conhecimentos codificados representados por registros de patentes no INPI e no USPTO. A partir dessas duas bases de dados, foram elaborados indicadores regionalizados de número de patentes por 100 mil habitantes, de especialização tecnológica e de patenteamento em tecnologias estratégicas¹⁰.

Pelos resultados do indicador de número de patentes por 100 mil habitantes, com base nas informações do INPI do período 1999-2001, mostrados no **mapa 2**, observa-se que 7 das 63 microrregiões do estado se destacam, apresentando densidade tecnológica acima de 20 patentes

¹⁰ Esses indicadores foram elaborados por Rogério Vicentim, Mestrando do IE/UNICAMP, a quem os autores agradecem.

por 100 mil habitantes. A microrregião de São Paulo é a mais importante, tanto em números absolutos (com 5.105 patentes, ou 61% do total) quanto em termos de patentes *per capita* (com cerca de 40 patentes por 100 mil habitantes). Em seguida, por ordem de densidade, destacam-se as microrregiões de São Carlos, Campinas, Jundiaí, Limeira, Itapeverica da Serra e Ribeirão Preto. À exceção de Marília, todas as demais se situam nos eixos das rodovias Anhangüera e Washington Luís, em torno de municípios com estruturas produtivas e universitárias bastante expressivas¹¹.

O indicador de especialização tecnológica¹², por outro lado, permite identificar quais são as áreas tecnológicas, baseadas na Classificação Internacional de Patentes (CIP), nas quais cada microrregião do estado é mais forte. Um índice de especialização maior que a unidade em determinado domínio tecnológico significa que a região apresenta uma atividade de patenteamento acima da média naquela área específica. Os índices de especialização calculados para as microrregiões do estado são apresentados no **mapa 3**, que destaca o principal domínio tecnológico em cada microrregião.

O indicador de patenteamento em tecnologias estratégicas segundo microrregiões, por sua vez, foi calculado de forma semelhante ao índice de especialização. Foram escolhidos três domínios tecnológicos considerados mais intensivos em conhecimentos e que são comumente objetos de políticas públicas para as áreas de ciência, tecnologia e inovação: Informática, Farmacêuticos-Cosméticos e Máquinas-Ferramentas¹³.

Verifica-se que em tecnologias relacionadas à Informática destacam-se como estrategicamente importantes as microrregiões de Campinas, Sorocaba e Osasco. A microrregião de Campinas foi responsável por cerca de 20% dos 107 depósitos de patentes relacionadas à área. São Paulo, apesar de responder por mais da metade dos depósitos, em termos absolutos, não revelou atividade acima da média neste campo. A mesma ressalva sobre a microrregião de São Paulo vale para os outros dois domínios tecnológicos. Em Farmacêuticos/Cosméticos as microrregiões de Campinas, Osasco, Itapeverica da Serra e Presidente Prudente apresentam, simultaneamente, especialização relativa e importância absoluta, com mais de um terço dos 116 registros no período. No segmento de Máquinas-Ferramentas aparecem com destaque as regiões de Campinas, Ribeirão Preto e São José do Rio Preto. Em que pese a ressalva apontada, a microrregião de São Paulo foi responsável por 82 das 136 patentes deste domínio. Cabe destacar o desempenho da microrregião de Campinas, como a única a apresentar, concomitantemente, atividade especializada nos três domínios tecnológicos considerados estratégicos.

Por fim, utilizando a base de patentes do USPTO, foi elaborado um indicador de especialização tecnológica internacional. Foram recuperadas 145 patentes concedidas pelo USPTO entre 1992 e 2001 a depositantes (pessoas físicas e jurídicas) residentes no estado de São Paulo. Essas patentes foram identificadas por domínio tecnológico e por microrregiões do estado de modo a indicar padrões de especialização tecnológica internacional das microrregiões.

Nota-se que apenas 18 das 63 microrregiões do estado tiveram patentes registradas no exterior, sobretudo nos domínios tecnológicos de Consumo das Famílias e

¹¹ Deve-se observar que parte relevante dos registros de patentes em microrregiões específicas refere-se ao dinamismo em termos de inovação de algumas empresas em particular, como é o caso de Marília, em que a elevada ênfase em Transportes está relacionada aos depósitos de patentes de uma única empresa, a Máquinas Agrícolas Jacto.

¹² O indicador utilizado é o *RTA – Revealed Technological Advantage*, tradicional na literatura de indicadores baseados em patentes. Para a fórmula, metodologia e um breve histórico do RTA e do correspondente Coeficiente de Variação, ver Cantwell & Vertova (2004) e Vertova (2002).

¹³ Por exemplo, na área das políticas públicas pode-se apontar o critério utilizado pelo governo brasileiro na definição das “opções estratégicas” constantes no documento *Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior* (MDIC, 2003).

Máquinas/Mecânica/Transportes. Algumas das microrregiões que se destacam na especialização internacional em seus respectivos domínios tecnológicos são aquelas onde se observa a presença de algumas importantes empresas inovadoras, como já foi ressaltado. A microrregião de Campinas se destaca também pelas patentes internacionais na área de Informática, e neste caso o dinamismo tecnológico é mais abrangente do que aquele representado pela presença de uma ou algumas empresas inovadoras. Reflete a forte especialização regional nessa área, concentrando grande número de empresas dos vários segmentos da cadeia produtiva, instituições de ensino e pesquisa, e laboratórios e centros de pesquisa especializados.

O quarto indicador elaborado é o que se baseia no registro de marcas pois, além de patentes, as empresas inovadoras procuram proteger novos conhecimentos incorporados em seus produtos também por meio do registro de marcas próprias, seja no país ou no exterior. A marca vem se tornando cada vez mais um ativo chave, em muitos casos o mais importante, nas estratégias competitivas de empresas que comandam redes nacionais e internacionais de produção e de comercialização. Indicadores do padrão de especialização comercial podem ser inferidos a partir dos registros de marcas comerciais de empresas no escritório de patentes dos EUA. Foram recuperadas as marcas registradas no USPTO por pessoas físicas e jurídicas residentes no estado de São Paulo entre 1998 e 2002, totalizando 168 documentos. Com base nessas informações, foram calculados índices de especialização idênticos ao RTA para cada categoria de marca, segundo a Classificação de NICE¹⁴. Os resultados são apresentados no **mapa 4**, que mostra a distribuição geográfica da principal categoria de marcas comerciais por microrregiões do estado.

Verifica-se que, das 63 microrregiões do estado, 21 apresentam atividade de registro de marcas nos EUA. A maior parte (8 microrregiões) concentra-se em Bens de Consumo das Famílias. Neste campo, destacam-se os esforços comerciais de empresas de Franca e Birigui na categoria Vestuário e Calçados; de Franco da Rocha e Guarulhos em Instrumentos Musicais; de Itapetininga da Serra em Tabaco e artigos para fumantes; de Limeira em Joalheria e Bijuteria; de Mogi Mirim em Materiais de Construção (não metálicos), e de Sorocaba em Jogos, Brinquedos e Artigos esportivos. Em muitos desses casos o padrão de especialização que pode ser verificado a partir do registro de marcas internacionais está estreitamente relacionado a especializações produtivas regionais, territorialmente concentradas em sistemas locais de produção e inovação.

O quinto e último indicador elaborado é o que se baseia em dados sobre a produção científica. Novos conhecimentos, gerados em atividades de pesquisa, são geralmente divulgados na forma de artigos publicados em periódicos especializados. A base de dados utilizada, que sistematiza essa produção científica, é a do ISI – *Institute for Scientific Information*¹⁵. Foram recuperados os artigos publicados entre 1998 e 2002 por autores filiados a instituições localizadas no estado de São Paulo. O indicador elaborado é idêntico ao RTA e foi calculado para cada uma das grandes áreas da ciência de modo a captar a especialização científica das diferentes regiões (ver **mapa 5**).

Verifica-se que, embora a maioria das microrregiões apresentem indicadores relevantes de produção científica, os resultados mostram que essa produção é fortemente concentrada. Aproximadamente 80% dos créditos concentram-se nas microrregiões de São Paulo (49%), Campinas (18%), São Carlos (9%) e Ribeirão Preto (6%), onde se localizam importantes instituições de ensino e pesquisa do estado (ver seção 3). O mapa indica também certa

¹⁴ A Classificação Internacional de Bens e Serviços (*Nice Agreement*) classifica as marcas baseando-se nos produtos ou serviços em que são utilizadas.

¹⁵ Utilizou-se como critério de seleção o *Science Citation Index*. Para melhorar a visualização do mapa, os dados foram manipulados para compatibilizar esta classificação com a do CNPq. Os campos da ciência foram agregados em 6 grandes áreas (Grande Área CNPq): Ciências Agrárias, Biológicas, da Saúde, Exatas e da Terra, Humanas, e Engenharias.

concentração geográfica em termos das especializações científicas. São mais evidentes as especializações nas áreas de: (1) Saúde, próximo à Região Metropolitana de São Paulo, especificamente nas microrregiões de Franco da Rocha, São Paulo e Santos; (2) Engenharias nas microrregiões de Araraquara e São Carlos, e (3) Humanas, especialmente nas microrregiões de Sorocaba e Jundiaí.

Cabe destacar ainda alguns campos científicos que se encontram na fronteira internacional do conhecimento e que, geralmente, são alvos de políticas públicas. Nas Ciências da Computação, apresentam especialização científica as microrregiões de Campinas, São Carlos e São José dos Campos. Em Engenharia de Materiais, destacam-se São Carlos, Araraquara, São José dos Campos e Guaratinguetá. Nas áreas da Biologia Molecular e da Genética, as microrregiões de Ribeirão Preto, Botucatu, Piracicaba, São José do Rio Preto, Bauru e Rio Claro. Em todos os casos, percebe-se que nessas regiões estão estabelecidas importantes universidades e centros de pesquisa que concentram parte significativa da produção científica brasileira.

3. Indicadores de capacitações locais: instituições de infra-estrutura científica, tecnológica e de apoio às empresas

Em complemento aos indicadores quantitativos, e como passo adicional na linha de argumentação que norteia o artigo, procurou-se compilar dados e informações sobre a distribuição geográfica das instituições de infra-estrutura científica, tecnológica e de serviços às empresas no estado. Essas instituições exercem funções que permitem às empresas melhorar suas capacidades técnicas, tecnológicas e de inovação. Destacam-se as instituições de ensino e pesquisa de nível superior, de formação técnica e profissional de nível médio, laboratórios e centros tecnológicos e de pesquisa.

O método consistiu: (1) na utilização de dados da RAIS/2002 sobre emprego e número de estabelecimentos nas classes CNAE relacionadas a atividades de P&D, ensino superior e educação profissional; (2) no levantamento direto de informações sobre o sistema estadual de instituições de ensino e de treinamento em seus diversos níveis, desde os cursos superiores de engenharia e outros de caráter tecnológico até cursos de aprendizagem industrial, e (3) no levantamento também direto sobre instituições da infra-estrutura de suporte e prestação de serviços em áreas tecnológicas e de apoio à inovação nas empresas, abrangendo centros tecnológicos e laboratórios de P&D¹⁶. Entretanto, nem sempre foi possível quantificar as informações, como por exemplo por meio de dados orçamentários e número de pessoas empregadas. Da mesma forma, não foi possível avaliar o grau de utilização das instituições pelas empresas nem a qualidade dos serviços prestados.

A limitação de espaço impede uma apresentação detalhada dos resultados neste artigo¹⁷. Por isso, os resultados baseados nos dados da RAIS não serão discutidos, mesmo porque se sobrepõem em boa parte às informações coletadas no levantamento direto. Os parágrafos seguintes apresentam apenas um resumo dos aspectos mais importantes da distribuição regional das instituições que constituem a infra-estrutura científica, tecnológica e de apoio às atividades inovativas das empresas. Ademais, as informações sobre a localização dessas instituições e a análise do papel que desempenham são mais relevantes no corte analítico vertical dos sistemas locais de produção e inovação (seção 4). É nesses sistemas que o papel das instituições de apoio costuma ser mais relevante, reforçando a capacidade de inovação das empresas locais.

¹⁶ Foram levantadas também informações sobre associações de classe e sindicatos patronais, mas essas instituições se revelaram pouco atuantes no apoio às atividades de inovação das empresas. De modo geral, com notáveis exceções, limitam-se a prestar serviços de natureza geral.

¹⁷ A discussão detalhada dos resultados, assim como a metodologia, encontram-se em Suzigan et al. (2004).

3.1 Instituições de ensino e de formação técnica, tecnológica e profissional

O levantamento das instituições de ensino foi realizado levando-se em conta a existência de cursos de formação profissional e qualificação em diferentes níveis. Nesse sentido, foram identificados os cursos de bacharelado de nível superior, tecnológicos de nível superior, técnicos de nível médio e cursos de aprendizagem industrial. Por meio desse levantamento, com corte regionalizado, é possível visualizar a distribuição regional desses cursos no estado como parte da infra-estrutura de C,T&I.

No que se refere aos cursos de bacharelado, foram levantadas as informações dos cursos das engenharias e de farmácia-bioquímica, química, biologia e agronomia. O levantamento foi realizado a partir de informações do INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, órgão responsável pelo Exame Nacional de Cursos, conhecido como “provão”. Embora restrinja o universo aos cursos avaliados, as informações do INEP permitem um levantamento bastante amplo, com dados sobre o número de alunos formados e um indicador qualitativo do curso, dado pela nota obtida no referido exame. A principal insuficiência desse levantamento é a não-incorporação de cursos importantes como os de Engenharia da Produção, não avaliados pelo exame.

O levantamento realizado indica que no estado de São Paulo havia, em 2002, um total de 249 cursos superiores de caráter tecnológico que formaram quase 13.000 alunos. Desse total, quase metade era de cursos de Engenharia (114), seguido de Biologia (59), Farmácia (35), Química (27) e Agronomia (14)¹⁸. A distribuição regional desses cursos mostra uma forte concentração na microrregião de São Paulo, com 30% do total de cursos e 38% dos alunos formados em 2002. Em seguida a São Paulo aparece a microrregião de Campinas, com 17 cursos e cerca de 1.050 alunos formados em 2002. Em seguida vem a microrregião de Santos, com 10 cursos e cerca de 520 alunos. Essa distribuição regional indica a importância do sistema público de educação superior, mas sugere também que a presença de grandes universidades privadas nessas regiões é relevante.

O indicador qualitativo, por outro lado, mostra um padrão regional bastante distinto daquele referente à distribuição regional dos cursos (**tabela 1**). A participação de alunos com notas A e B no Exame Nacional de Cursos é menor na microrregião de São Paulo, certamente em razão da maior quantidade, diversidade e heterogeneidade de cursos avaliados. As importantes microrregiões de Campinas e São José dos Campos, por razões semelhantes, têm participação apenas superior à média do estado. As microrregiões que mais se destacam em termos da participação de alunos com notas elevadas são as de Jaboticabal e Rio Claro (100% e apenas um curso); Andradina (100% e 4 cursos); Botucatu (100%, 2 cursos); São Carlos (69,4%, 6 cursos); Limeira (68,6%, 2 cursos); Araraquara (66,8%, 2 cursos), e Piracicaba (65,2%, 2 cursos).

Ainda no que se refere aos cursos de nível superior, destaca-se a existência de 46 cursos tecnológicos de nível superior no estado, com 2.670 vagas. São cursos ligados ao sistema FATEC/CEETEPS – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, que possui 14 unidades no estado de São Paulo; às escolas técnicas federais do sistema CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica, que possuem 3 unidades, e aos centros educacionais do Sistema SENAI, que totalizam 29 unidades no estado. Apesar da forte concentração na

¹⁸ É evidente que nem todos os egressos desses cursos podem ser considerados como ocupados diretamente em atividades de C,T&I. Os números servem apenas para quantificar a base de recursos humanos qualificados potencialmente disponíveis para o sistema paulista de ciência, tecnologia e inovação. Nesse sentido, cabe observar que os cursos de engenharia formam, proporcionalmente, mais profissionais que serão ocupados em atividades de natureza tecnológica do que os cursos de biologia, farmácia e química, onde uma elevada proporção de egressos é absorvida em atividades educacionais não-tecnológicas.

microrregião de São Paulo, já que quase metade dos cursos e das vagas é oferecida nessa região, deve-se observar que o estabelecimento desses cursos tecnológicos e escolas técnicas geralmente está vinculado a atividades produtivas predominantes na região.

Quanto aos cursos técnicos e profissionalizantes de nível médio, o levantamento realizado abrangeu o sistema SENAI, o CEFET e o CEETEPS. Os resultados (**tabela 2**) indicam a existência de 218 cursos técnicos e 194 cursos de aprendizagem industrial¹⁹ disseminados por todo o estado, enquanto que os cursos tecnológicos são fortemente concentrados em algumas microrregiões, especialmente na de São Paulo. A distribuição regional dos cursos técnicos e de aprendizagem industrial também indica concentração na microrregião de São Paulo e regiões adjacentes, sobretudo Campinas, São José dos Campos, Sorocaba e Santos, mas neste caso a concentração nessas regiões é bem menor que aquela verificada nos cursos tecnológicos ou mesmo nos cursos superiores. A maior dispersão regional dos cursos técnicos e de aprendizagem industrial tem a ver com a própria distribuição regional de atividades industriais e principalmente com a existência de sistemas locais de produção e inovação, como atestam os casos das microrregiões de Limeira, Ribeirão Preto, São Carlos, Jaú, Franca e outras (Suzigan et al., 2003b).

3.2 Centros tecnológicos e laboratórios de P&D

O levantamento de dados e informações sobre centros tecnológicos e laboratórios de P&D incluiu os que pertencem ao sistema SENAI, já que existem algumas unidades do SENAI cujos laboratórios prestam serviços às empresas; os laboratórios e centros vinculados a instituições públicas de apoio às atividades inovativas das empresas, como o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, ligado à SCTDE – Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico, e laboratórios privados, mantidos por meio de subvenções de associados e da prestação de serviços.

Procurou-se identificar os serviços típicos que são prestados às empresas, com ênfase no apoio a atividades inovativas. Nesse sentido, buscou-se verificar se essas instituições prestavam serviços em áreas como: informação tecnológica, desenvolvimento de produtos, gestão de processos produtivos, assessoria técnica e tecnológica, testes e ensaios laboratoriais. Procurou-se também quantificar a dimensão desses laboratórios e centros tecnológicos, mas muitas instituições se recusaram a fornecer essas informações.

Foram objeto do levantamento os laboratórios e centros tecnológicos credenciados pelo MCT – Ministério da Ciência e da Tecnologia e pelo INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, além de outros não credenciados. Entre os credenciados pelo MCT estão os que podem se beneficiar dos incentivos da Lei de Informática, desde que realizem atividades de P&D mediante convênio com empresas produtoras de bens e serviços de informática e automação. Os credenciados pelo INMETRO abrangem os laboratórios de calibração e de ensaios do sistema SENAI. Entre os outros laboratórios e centros de pesquisa destacam-se os da EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, do IAC - Instituto Agrônomo de Campinas, do ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos, e do INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, especialmente os laboratórios de tecnologias especiais e de integração e teste (**tabela 3**).

Neste caso nota-se expressiva concentração na microrregião de São Paulo, onde se encontram 45 laboratórios e centros tecnológicos, quase a metade do total dessas instituições no estado. Vale observar a elevada quantidade (15) de laboratórios credenciados pelo MCT na região de Campinas. Como será discutido na seção 4, essa infra-estrutura de laboratórios e

¹⁹ Neste caso, assim como no caso dos cursos de nível técnico, não foi possível proceder ao levantamento do número de alunos ou de vagas.

centros de pesquisa vincula-se à aglomeração regional de empresas e instituições de ensino e pesquisa que desenvolvem atividades na área de Tecnologias de Informação e Comunicação, notadamente na produção de equipamentos para telecomunicações, equipamentos de informática e software.

4. Clusters ou sistemas locais de produção e inovação

O que fundamenta a formação de clusters ou sistemas locais de produção e inovação é a existência, no local ou na região, de conhecimentos especializados que geram capacitações produtivas, técnicas e tecnológicas específicas a determinado produto ou atividade econômica. Empresas e instituições são atraídas devido à importância da proximidade geográfica para a transmissão desses conhecimentos tácitos e específicos. Uma vez iniciado, o sistema evolui principalmente por meio do surgimento de novas empresas como *spin-offs* de empresas ou instituições locais.

A identificação, a caracterização da estrutura produtiva e o mapeamento dessas aglomerações territoriais de empresas e instituições foram realizados em trabalhos anteriores²⁰ que, com referência ao estado de São Paulo, permitiram criar uma tipologia para fins de políticas públicas. Quatro tipos básicos de clusters ou sistemas locais foram sugeridos: (1) *núcleos de desenvolvimento setorial/regional*, que se destacam por sua grande importância tanto para o desenvolvimento local ou regional quanto para o respectivo setor ou classe de indústria; (2) *vetores avançados*, que têm grande importância para o setor mas, por estarem diluídos num tecido econômico muito maior e mais diversificado, têm pouca relevância para o desenvolvimento econômico local ou regional. Esse é o caso de sistemas locais de produção e inovação localizados em regiões metropolitanas densamente industrializadas; (3) *vetores de desenvolvimento local*, que são importantes para uma região, mas não têm participação expressiva no setor principal a que estão vinculados. Tratam-se em geral de pólos regionais em atividades cuja produção é geograficamente dispersa, e (4) *embriões de clusters ou sistemas locais de produção*, que têm pouca importância para o seu setor e, por conviver na região com outras atividades econômicas, ainda são pouco importantes para a economia local. Os resultados encontram-se resumidos nos **mapas 6, 7, 8 e 9**.

Conjugando os resultados do mapeamento e dos indicadores regionalizados de atividades de C,T&I, inclusive capacitações locais das instituições de infra-estrutura científica e tecnológica e de serviços às empresas, pode-se observar que há razoável aderência da localização de clusters ou sistemas locais de produção e inovação à distribuição geográfica das atividades de C,T&I. Ressaltam-se padrões de localização no entorno de grandes áreas metropolitanas, como as de São Paulo e Campinas, e ao longo de alguns eixos geográficos, sobretudo acompanhando as principais rodovias, tais como o Vale do Paraíba e os eixos da Anhanguera e da Washington Luiz.

A comprovação empírica dessa observação factual pode ser obtida por meio de um corte analítico vertical, passando a analisar as evidências produzidas pela visão panorâmica dos indicadores regionalizados do ponto de vista de cada caso identificado de cluster ou sistema local de produção e inovação. Entretanto, não há espaço para isso neste artigo²¹. Por essa razão, apresenta-se a seguir a discussão ilustrativa de um caso de vetor avançado: as atividades de tecnologia de informação e comunicação de Campinas.

A região metropolitana de Campinas, logo depois da de São Paulo, é a segunda maior área de geração de inovações no Brasil²². Da mesma forma que São Paulo, a região de Campinas é

²⁰ Ver Suzigan et al. (2003a; 2003b).

²¹ Uma discussão mais abrangente do que a aqui apresentada pode ser encontrada em Suzigan et al. (2004).

²² Para detalhes, consulte www.inova.unicamp.br.

uma das mais avançadas em termos de industrialização. Desse modo, sistemas locais de produção e inovação dentro dessas amplas áreas são numerosos, porém diluídos numa estrutura de produção bastante diversificada e abrangente. Muitos podem ser relevantes como objeto de estudo. A opção feita neste artigo foi pelo caso das diversas atividades ligadas a Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

Considerando as atividades TIC tal como definidas pela OCDE, ou seja, abrangendo não só a indústria mas também serviços e atividades de software, verifica-se que a microrregião de Campinas, segundo dados da RAIS/2002, concentrava mais de 14.500 empregos nessas atividades em um total de 610 estabelecimentos. As classes de indústrias que mais se destacam pela participação no respectivo total do emprego no estado são as de fabricação de material eletrônico básico (13,1% em 2002), equipamentos de telecomunicações (33,9%), e fabricação de aparelhos telefônicos e sistemas de comunicação (47,7%).

Essas indústrias estão entre as maiores empregadoras de profissionais das ocupações qualificadas. Em 2002 a indústria de aparelhos telefônicos e sistemas de comunicação empregava na região 47,7% do total das ocupações tecnológicas dessa indústria no estado. Essa proporção atingia 33,9% na indústria de equipamentos de telecomunicações, e 13,1% na indústria de material eletrônico básico. Proporções semelhantes se verificam para as ocupações técnicas. Isto faz com que a microrregião de Campinas tenha a quarta maior densidade de ocupações tecnológicas do estado, com 25,5 ocupações para cada 1.000 empregos, atrás apenas das microrregiões de São José dos Campos (30,8), Osasco (27,9) e São Paulo (26,6), e a segunda maior densidade de ocupações técnicas (35,3), depois de São José dos Campos (43,1). Isto por sua vez se reflete numa forte densidade tecnológica: entre 1999 e 2001 foram registradas 563 patentes no INPI, o que resulta na quarta maior densidade de patentes por 100 mil habitantes (25), atrás apenas de São Carlos (29), Marília (29) e São Paulo (40). Além disso, a região tem 22 patentes registradas no USPTO. Destas últimas, cinco foram registradas no domínio tecnológico “Informática”, o que indica a importância relativa de inovações em atividades locais de tecnologias de informação e comunicação.

Um dos mais importantes fatores de atração dessas indústrias para a região de Campinas é a oferta de profissionais qualificados. Isto decorre da excelente base institucional da região nas áreas de ensino e pesquisa, com forte especialização científica nas engenharias e em ciências exatas e da terra. A região dispõe de cinco instituições de ensino superior, com destaque para a UNICAMP; várias instituições que administram escolas técnicas, entre as quais CEETEPS, COTUCA, FATECs e SENAI, com ampla oferta de cursos técnicos nas áreas de eletrônica, microeletrônica, telecomunicações, informática, mecatrônica, automação, mecânica, química, entre outras, e vários cursos profissionalizantes do SENAI em algumas dessas mesmas áreas.

A região conta também com uma ampla rede de laboratórios e centros de pesquisa e desenvolvimento. Alguns desses laboratórios são de grande porte e constituem referências nacionais em suas respectivas áreas, como o ABTLuS, que conta com 180 profissionais, além de bolsistas e estagiários e presta serviços a empresas e instituições nas áreas de pesquisas com Luz Síncrotron, nanoestruturas, microcomponentes, construção de equipamentos científicos e proteínas; o CenPRA, com 230 pesquisadores e 12 laboratórios, oferecendo serviços na área da qualidade de produtos e processos de TIC, engenharia de protótipos e produtos de TIC, e outros; o CPqD, com mais de 1.000 profissionais e 20 laboratórios para ensaios de produtos, medições de sistemas em campo, medições em fibras óticas, gestão de laboratórios; a EMBRAPA, com 16 laboratórios e campos experimentais; o IAC e o ITAL, cada um com 9 centros de P&D e núcleos de análise. Além desses, há vários de menor porte com laboratórios de ensaios e testes, centros de pesquisa e prestação de serviços em áreas como eletroeletrônica, telecomunicações e

teleinformática; projeto e desenvolvimento de software, hardware, design industrial e engenharia de produto; qualidade em software, experimentos com dispositivos óticos, e outros.

Tanto as instituições de ensino e pesquisa quanto os laboratórios e centros de P&D frequentemente geram novas empresas como *spin-offs* das suas atividades de C,T&I. O exemplo mais notável é o da UNICAMP que no início de 2004 registrava, no sítio da Agência de Inovação da UNICAMP (www.inova.unicamp.br), a existência na região de 78 empresas oriundas das atividades de pesquisa da universidade. Dessas 78 empresas, 42 desenvolvem atividades relacionadas com as TIC. Um dos exemplos mais notáveis é o da empresa AsGa, que produz componentes optoeletrônicos para utilização em sistemas de transmissão digital de dados²³.

Por fim, mas não menos importante, a região de Campinas conta também com excelente infra-estrutura de transportes, composta pelo maior aeroporto do país em volume de carga e eficientes eixos rodoviários de ligação com mercados e com fornecedores. Isto representa mais um importante fator locacional das atividades ligadas a TIC na região.

Conclusão

Este artigo elabora um conjunto de indicadores que mapeiam a distribuição geográfica de conhecimentos e capacitações científicas e tecnológicas como *proxies* da distribuição geográfica das atividades de C,T&I e os aplica a dados e informações do estado de São Paulo. A visão panorâmica da distribuição geográfica das atividades de C,T&I segundo microrregiões do estado é complementada, num corte analítico vertical, por uma visão dessas atividades em sistemas locais de produção e inovação com base num caso ilustrativo: as atividades de tecnologia de informação e comunicação da microrregião de Campinas.

Os resultados mostram um padrão de distribuição regional das atividades de C,T&I ao longo dos eixos das principais rodovias do estado e no entorno de áreas metropolitanas (especialmente São Paulo e Campinas) e de regiões com forte concentração de instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico. A tendência à aglomeração de empresas nessas áreas e regiões, formando sistemas locais de produção e inovação, é evidenciada pela aderência do mapeamento desses sistemas ao mapeamento da distribuição geográfica mostrada pelos indicadores quantitativos e de capacitações institucionais. Isto reforça a assertiva, presente na literatura, de que as atividades inovativas das empresas têm fortes determinantes relacionados à geografia. Entretanto, não explica toda a distribuição regional da produção e das atividades de inovação. Há fatores históricos, institucionais, produtivos (vinculados às atividades econômicas primárias das regiões), sociais, culturais, políticos e outros que influem na determinação da vocação econômica das regiões e que não foram objeto de estudo neste artigo.

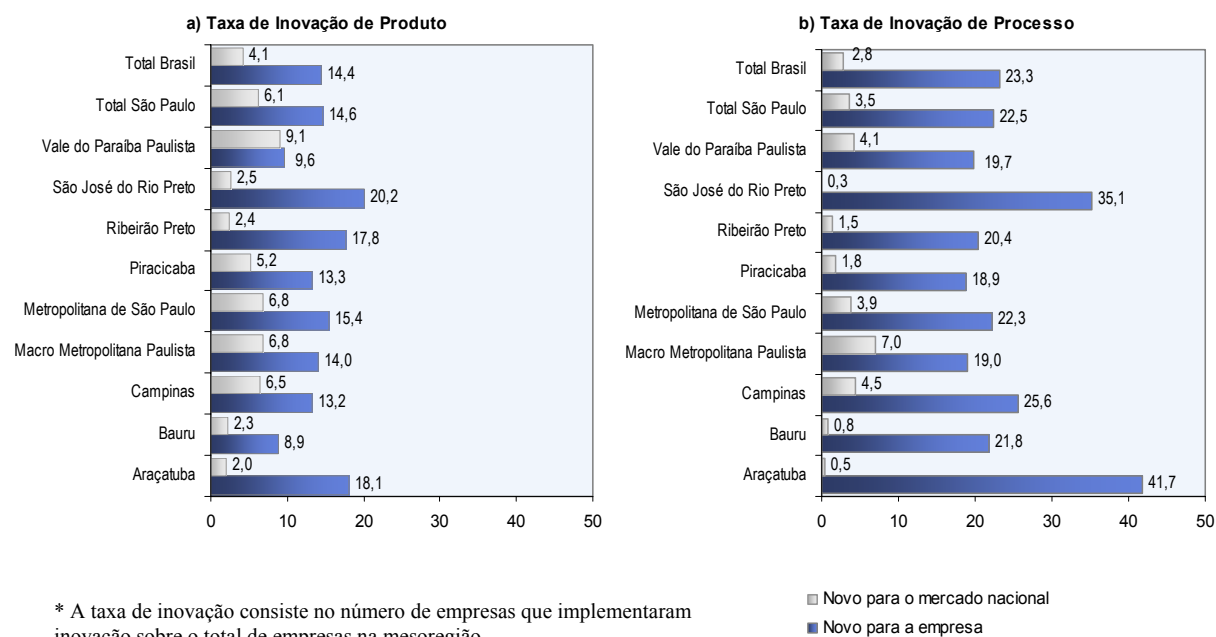
Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do CNPq, por meio do Auxílio Pesquisa no. 478.786/2003-4, e a colaboração dos alunos Antonio Carlos Diegues Jr e Ana Paula Munhoz Cerrón, bolsistas de Iniciação Científica da FAPESP.

²³ Originando-se de grupos de pesquisadores oriundos da UNICAMP, do CPqD e da Elebra, a AsGa vem se destacando pela capacidade de adaptação ao novo ambiente competitivo da segunda metade dos anos noventa, após as privatizações, preservando uma elevada capacidade inovativa interna (13% do faturamento em 2002). Sob o comando do empresário José Ripper (ex-professor da UNICAMP) a empresa parece ter encontrado um nicho de mercado promissor, o de componentes optoeletrônicos e de modems óticos, tornando-se fornecedor de praticamente todas as novas operadoras de serviços de telecomunicações e produtores de teleequipamentos. O sucesso da empresa no atual cenário competitivo, com a conquista e manutenção de significativo *market share* em seu segmento, é explicado também pelo bom uso dos instrumentos públicos de fomento: a empresa já teve projetos desenvolvidos com apoio da FINEP, do BNDESPar, e da FAPESP. Destaca-se também pela estratégia de cooperação com agentes locais, em que se destaca o atual projeto junto ao CPqD no âmbito do FUNTTEL para o desenvolvimento do sistema gerenciador de chamadas HORUS.

Referências

- ALBUQUERQUE, E. M.; SIMÕES, R.; BAESSA, A.; CAMPOLINA, B., e 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*, 1 (2): 225-251.
- AUDRETSCH, D. B. & FELDMAN, Maryann P. (1996). R & D spillovers and the geography of innovation and production. *American Economic Review* 86 (3): 630-640.
- AUDRETSCH, D. B. & THURIK, A. R. (2001). What's new about the new economy? Sources of growth in the managed and entrepreneurial economies. *Industrial and Corporate Change* 10 (1): 267-315.
- BRESCHI, S. & MALERBA, F. (2001). The Geography of Innovation and Economic Clustering: some introductory notes. *Industrial and Corporate Change*, 10 (4): 817-833.
- CLARK, G. L.; FELDMAN, Maryann P. & GERTLER, M. S. (2000). *The Oxford Handbook of Economic Geography*. Oxford: Oxford University Press.
- CANTWELL, J. & VERTOVA, G. (2004), Historical evolution of technological diversification. *Research Policy* 33 (3) 511-529.
- FELDMAN, Maryann P. (1993). An examination of the geography of innovation. *Industrial and Corporate Change* (2) 3: 451-470.
- FELDMAN, Maryann P. (1994). *The Geography of Innovation*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Press.
- FELDMAN, Maryann P. (2000). Location and Innovation: The New Economic Geography of Innovation, Spillovers, and Agglomeration. In CLARK, FELDMAN & GERTLER (2000, capítulo 19).
- HAGEDOORN, J. & CLOOT, M. (2003). Measuring innovative performance: is there an advantage in using multiple indicators? *Research Policy* 32 (8) 1365-1379.
- SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R.; SAMPAIO, S. (2003a). Coeficientes de Gini locais (GL): aplicação à indústria de calçados do Estado de São Paulo. *Nova Economia*, v. 13, n. 2, p. 39-60, julho/dezembro.
- SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R. E SAMPAIO, S. E. K. (2003b). Sistemas locais de produção: mapeamento, tipologia e sugestões de políticas. Trabalho apresentado no XXXI Encontro Nacional de Economia, da ANPEC – Associação Nacional de Centros de Pós-Graduação em Economia. Porto Seguro (BA), dezembro. Aceito para publicação pela *Revista de Economia Política*.
- SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R. E SAMPAIO, S. E. K. (2004). A Dimensão Regional das Atividades de C,T&I. Capítulo 9 do volume *Indicadores de Ciência Tecnologia e Inovação no Estado de São Paulo*, a ser publicado pela FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.
- VERTOVA, G. (2002). A historical investigation of the geography of innovative activities. *Structural Change and Economic Dynamics* 13 (3) 259-283.

Gráfico 1. Taxa de inovação* das empresas paulistas, por meso-região, 2000.

Fonte: IBGE/PINTEC. Elaboração própria.

Tabela 1. Cursos de Bacharelados avaliados por notas A e B, por microrregião - Estado de São Paulo, 2002.

| Microrregião | Nº de cursos | Alunos formados | | Particip. dos alunos A e B s/ total dos formados na microrregião |
|-----------------------|--------------|-----------------|------------|--|
| | | Nº | % | |
| São Paulo | 15 | 1.315 | 38,7 | 27,1 |
| Campinas | 6 | 421 | 12,4 | 39,9 |
| Piracicaba | 2 | 277 | 8,2 | 65,2 |
| São Carlos | 6 | 229 | 6,7 | 69,4 |
| Bauru | 3 | 158 | 4,7 | 45,7 |
| Araraquara | 2 | 155 | 4,6 | 66,8 |
| Botucatu | 2 | 127 | 3,7 | 100,0 |
| Andradina | 4 | 116 | 3,4 | 100,0 |
| São José dos Campos | 4 | 115 | 3,4 | 29,6 |
| Guaratinguetá | 3 | 95 | 2,8 | 37,4 |
| Jaboticabal | 1 | 94 | 2,8 | 100,0 |
| Rio Claro | 1 | 75 | 2,2 | 100,0 |
| Limeira | 2 | 70 | 2,1 | 68,6 |
| São José do Rio Preto | 1 | 50 | 1,5 | 19,2 |
| Sorocaba | 1 | 31 | 0,9 | 10,2 |
| Marília | 2 | 30 | 0,9 | 21,9 |
| Santos | 1 | 21 | 0,6 | 4,0 |
| Assis | 1 | 15 | 0,4 | 22,4 |
| Outras | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| Total | 57 | 3.394 | 100 | 26,5 |

Fonte: MEC/INEP. Elaboração própria.

Tabela 2. Cursos de Aprendizagem Industrial, Técnicos e Tecnológicos, por microrregião - Estado de São Paulo, 2003.

| Microrregião | Nº de cursos de aprendizagem industrial | Nº de cursos técnicos | Cursos tecnológicos | |
|-----------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------|
| | | | Nº de Cursos | Vagas |
| São Paulo | 46 | 62 | 23 | 1.400 |
| Campinas | 17 | 20 | 3 | 160 |
| São José dos Campos | 11 | 11 | 0 | 0 |
| Sorocaba | 8 | 8 | 2 | 240 |
| Limeira | 8 | 8 | 0 | 0 |
| Santos | 7 | 8 | 4 | 280 |
| Ribeirão Preto | 12 | 7 | 0 | 0 |
| Marília | 3 | 5 | 0 | 0 |
| Jundiaí | 6 | 4 | 1 | 80 |
| São Carlos | 5 | 4 | 0 | 0 |
| Jaú | 4 | 4 | 6 | 150 |
| Franca | 3 | 4 | 0 | 0 |
| Assis | 0 | 4 | 0 | 0 |
| São João da Boa Vista | 0 | 4 | 0 | 0 |
| Bauru | 8 | 3 | 0 | 0 |
| Piracicaba | 8 | 3 | 0 | 0 |
| Araraquara | 5 | 3 | 0 | 0 |
| Outras | 43 | 56 | 7 | 360 |
| Total | 194 | 218 | 46 | 2.670 |

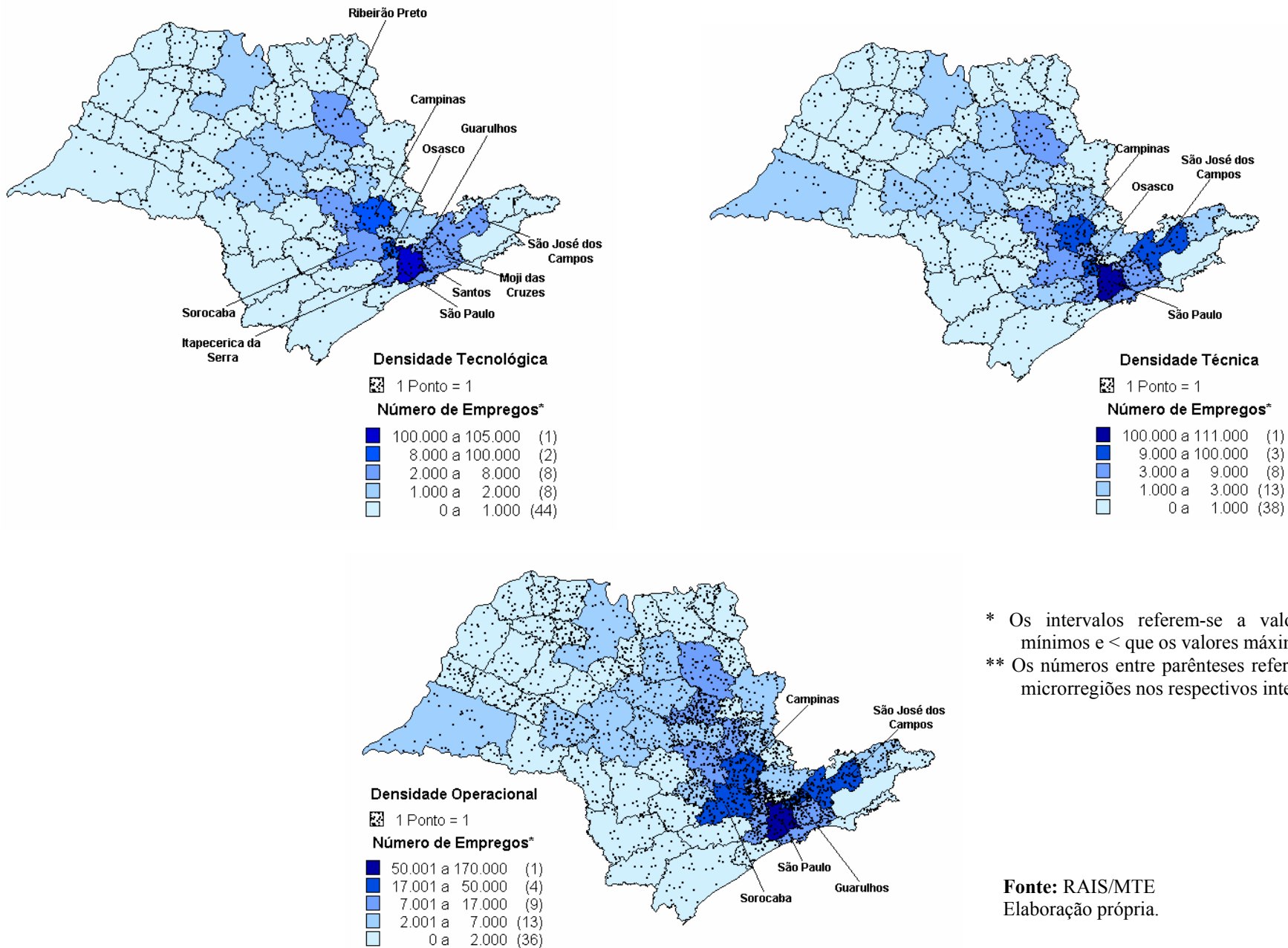
Fonte: Dados institucionais dos sistemas CEETEPS - Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, CEFET - Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo e SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2003. Elaboração própria.

Tabela 3. Centros e Laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento, por microrregião - Estado de São Paulo, 2004.

| Microrregião | Credenciados | | Não credenciados | | | | | Total |
|---------------------|--------------|----------------|------------------|----------|-----------|----------|-----------|------------|
| | pelelo MCT | pelelo INMETRO | Embrapa | IAC | ITAL | INPE | Outros | |
| Campinas | 18 | 0 | 18 | 9 | 9 | 0 | 0 | 54 |
| São Paulo | 22 | 8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 | 44 |
| São Carlos | 1 | 0 | 23 | 0 | 0 | 0 | 1 | 25 |
| São José dos Campos | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 10 |
| Sorocaba | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Jundiaí | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Osasco | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Bauru | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Araraquara | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Bragança Paulista | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Franca | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Guaratinguetá | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Guarulhos | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Limeira | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Pirassununga | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Ribeirão Preto | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Tatuí | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Total | 52 | 12 | 41 | 9 | 13 | 7 | 17 | 151 |

Fonte: Dados institucionais de Centros e Laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento credenciados pelo MCT e pelo INMETRO, e laboratórios da Embrapa, IAC, ITAL, INPE e outros, 2004. Elaboração própria.

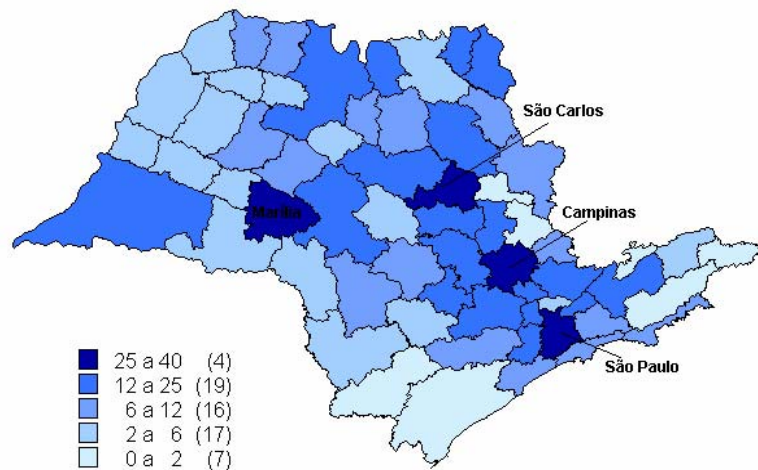
Mapa 1 - Distribuição dos índices ocupacionais de C,T&I - Microrregiões do Estado de São Paulo, 2002 .



* Os intervalos referem-se a valores \geq aos valores mínimos e $<$ que os valores máximos indicados
 ** Os números entre parênteses referem-se ao número de microrregiões nos respectivos intervalos

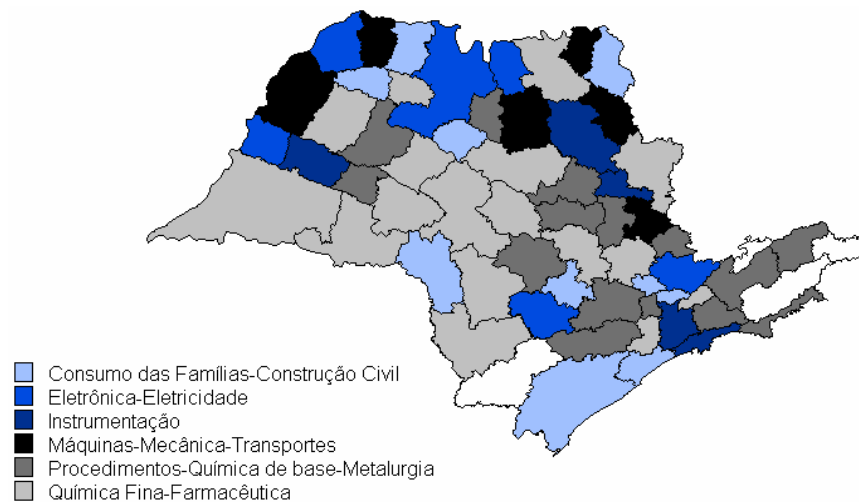
Fonte: RAIS/MTE
 Elaboração própria.

Mapa 2. Número de patentes por 100 mil habitantes - microrregiões do Estado de São Paulo, 1999-2001.



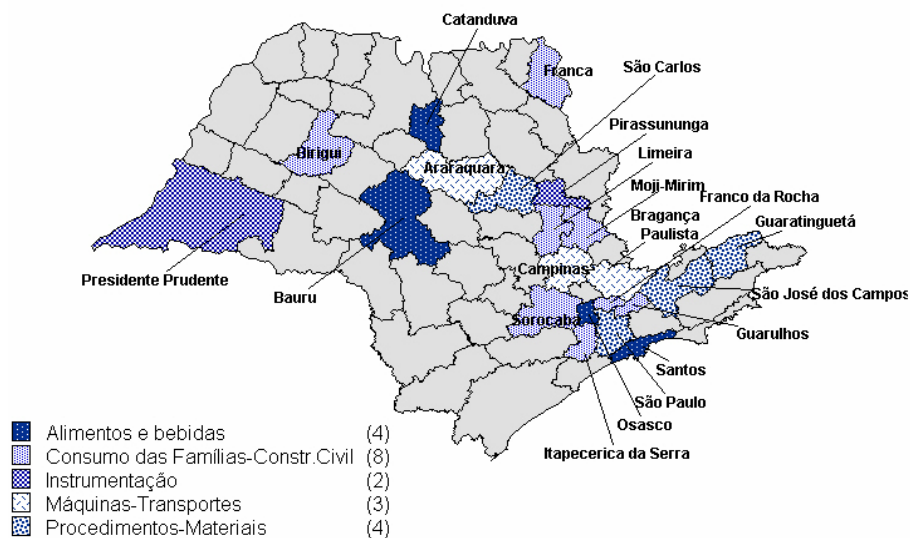
* Os números entre parênteses referem-se ao número de microrregiões nos respectivos intervalos. **Fonte:** INPI. Elaboração própria.

Mapa 3. Especialização tecnológica* das microrregiões do Estado de São Paulo, 1999-2001.



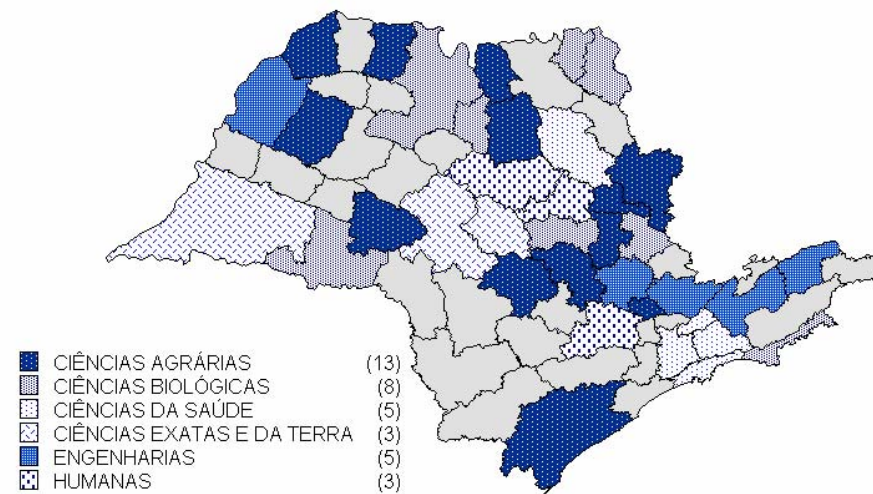
Fonte: INPI. Elaboração própria.

Mapa 4. Especialização comercial* internacional das microrregiões do Estado de São Paulo, 1998-2002.



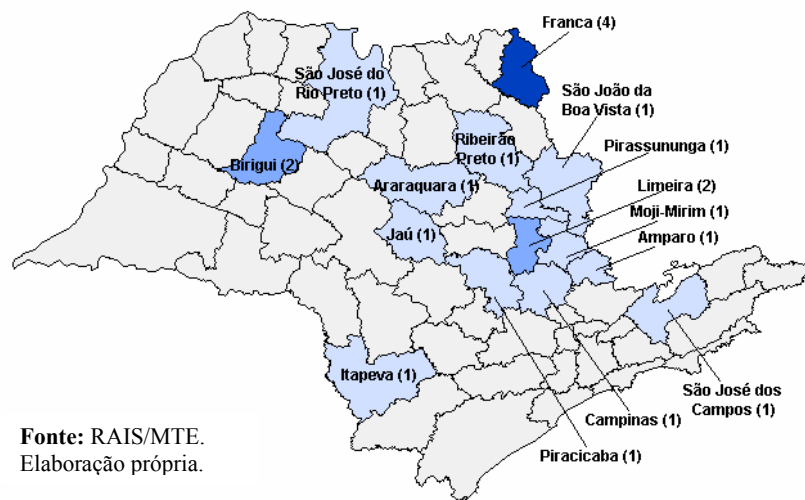
* Os números entre parênteses referem-se ao número de microrregiões nos respectivos intervalos. **Fonte:** USPTO. Elaboração própria.

Mapa 5. Especialização científica* das microrregiões do Estado de São Paulo, 1999.

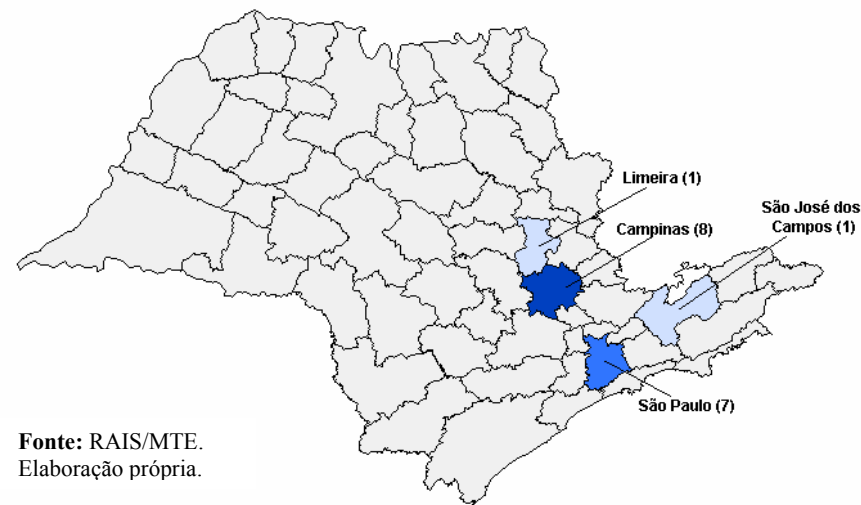


* Os números entre parênteses referem-se ao número de microrregiões nos respectivos intervalos. **Fonte:** ISI. Elaboração própria.

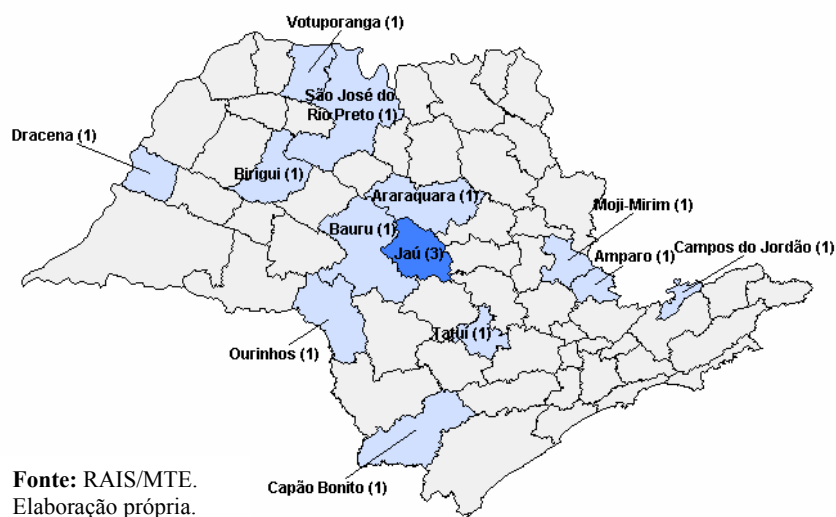
Mapa 6. Número de classes de indústrias nas microrregiões do tipo "Núcleo de Desenvolvimento Local / Regional", Estado de São Paulo, 2004.



Mapa 7. Número de classes de indústrias nas microrregiões do tipo "Vetores Avançados", Estado de São Paulo, 2004.



Mapa 8. Número de classes de indústrias nas microrregiões do tipo "Vetores de Desenvolvimento Local", Estado de São Paulo, 2004.



Mapa 9. Casos de microrregiões do tipo "Embrões de Sistemas Locais de Produção", Estado de São Paulo, 2004.

