

# A ESTRUTURAÇÃO DO PÓLO TECNOLÓGICO DE CAMPINAS, S.P. CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DOS ESPAÇOS INDUSTRIAIS DE ALTA TECNOLOGIA

PAULO ROBERTO JÓIA\*

SILVIA SELINGARDI SAMPAIO\*\*

## Resumo

A idéia central que norteia este trabalho é que a origem e o desenvolvimento do pólo tecnológico de Campinas, S.P., vinculam-se, em escala macrogeográfica, à mudança tecnológica que afeta o sistema industrial global e, em escala microgeográfica, à concentração, em Campinas, de atividades específicas de Pesquisa e Desenvolvimento, favoráveis à geração de inovações. O processo de investigação desenvolvido, incluindo extensa pesquisa de campo, conduziu a importantes constatações: a) o pólo tecnológico de Campinas surgiu nos anos 60 e se consolidou nos anos 80, apresentando os três elementos responsáveis pela estruturação de um pólo de alta tecnologia, a saber, uma universidade voltada para o desenvolvimento científico e tecnológico, cinco institutos de pesquisa e seis unidades de P&D e trinta e quatro indústrias de alta tecnologia; b) como agentes fundamentais do processo de estruturação do pólo atuaram os governos federal, estadual e local, e os empresários da alta tecnologia, através do processo de *spin-off*; c) entre os fatores locacionais que possibilitaram a concentração *high-tech* em Campinas foram destacados a proximidade de uma grande metrópole, a existência de universidades e institutos de pesquisa, a oferta de mão-de-obra qualificada e a proximidade de clientes e fornecedores; d) apesar de apresentar menor intensidade na dinâmica de relações e menor dimensão em termos de número de elementos constituintes, o pólo tecnológico campineiro é estruturalmente semelhante aqueles evidenciados pela literatura internacional.

**Unitermos:** PÓLO TECNOLÓGICO - INDÚSTRIAS DE ALTA TECNOLOGIA - UNIDADES DE P&D - AGENTES ESTRUTURADORES - FATORES LOCACIONAIS.

---

\* Departamento de Geociências - C.U.A. - Univ. Fed. de Mato Grosso do Sul.

\*\* Departamento de Geografia - 13500-210 - UNESP - Campus de Rio Claro.

Este trabalho contou com auxílios financeiros do CNPq - Processo nº 404323/91-0 e da FAPESP - Processo nº 91/3560-6.

## **Abstract**

### **The Development of a Technopole in Campinas, S.P. Contribution to the Study of the High Technology Industrial Complexes**

This article is developed according to the idea that the growth of the Campinas technopole is related, at global level, to the technological change that affects the world industrial system and, at local level, to the concentration, in Campinas, S.P., of R&D activities and innovation centers. Based on a hard theoretical and empirical investigation, it can be stated that: a) the Campinas technopole appeared in the 60s, has been consolidated in the 80s, with the three indispensable elements of a technopole, a university concerned with the scientific and technological progress, five research institutes, six R&D laboratories and thirty four high technology industries; b) the main forming agents of the Campinas technopole were the national, regional and local governments and the high technology industrial entrepreneurs, through the spin-off process; c) the most important locational factors pointed out were the nearness to a metropolis, the neighborhood of universities and research institutes, the supply of skilled labor and the nearness to suppliers and customers; d) the Campinas technopole is structurally similar to the technopoles of the developed countries, in spite of being less dynamic and smaller.

**Key-Words:** TECHNOPOLE - HIGH TECHNOLOGY INDUSTRIES - R&D LABORATORIES - STRUCTURING AGENTS - LOCATIONAL FACTORS.

## INTRODUÇÃO

Um dos três setores dos sistemas de produção “flexível”, a indústria de alta tecnologia tem se constituído - assim como os novos espaços industriais que ela cria e estrutura - em um dos temas preferenciais da Geografia Industrial nos anos 80 e 90.

As atividades que, genericamente, recebem a qualificação de “alta tecnologia” são aquelas ligadas ao projeto e ao desenvolvimento de novos produtos e processos, através da aplicação sistemática de conhecimento científico (DORFMAN, 1983). As indústrias de alta tecnologia são aquelas que produzem equipamentos e componentes essenciais para o emprego dessas novas técnicas. Tais indústrias, portanto, não são simplesmente modernas, mas sim representam o que existe de mais recente e evoluído em suas respectivas áreas de atuação; elas têm que estar plenamente atualizadas, em seus processos e produtos, com o *state of the art* internacional, o que implica em constantes esforços de aperfeiçoamento e de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Pelo fato dessas indústrias estarem mudando de produto com muita rapidez, elas adotam métodos “flexíveis” de produção para se adaptarem às exigências do mercado.

Locais de concentração de indústrias de alta tecnologia constituem exemplos de novos espaços industriais, que têm na proximidade a universidades e a centros de pesquisa uma de suas características essenciais. Essas novas formas espaciais de concentração industrial surgem e se desenvolvem preferencialmente em países industrializados da América do Norte, da Europa Ocidental e no Japão, e refletem as mudanças locacionais, técnicas e organizacionais que a atividade industrial tem sofrido nas últimas décadas.

Pólos de alta tecnologia têm surgido também em alguns países em desenvolvimento. Tal é o caso do Brasil, onde alguns agrupamentos industriais de alta tecnologia podem ser reconhecidos, especialmente nos setores de informática, telecomunicações, instrumentação, aeronaves, armamentos, eletrônica, química fina, biotecnologia, novos materiais e mecânica de precisão. Um destes centros industriais *high-tech* ganhou destaque: é Campinas, no Estado de São Paulo, uma das mais completas concentrações industriais e institucionais de alta tecnologia do país, originada na década de 60 com a instalação da Universidade de Campinas (UNICAMP).

O município de Campinas está localizado na porção leste do território paulista, a 94 km da metrópole paulistana. Bem servido por linhas troncais de circulação rodo-ferroviária (FEPASA, Rodovias D. Pedro I, Anhanguera e Bandeirantes, entre outras) e por um aeroporto de nível internacional (Viracopos), Campinas abrigava em 1991 uma população de 846.084 habitantes, colocando-se como o 14º município mais populoso do Brasil e o 2º do Estado; também estrutura, em sua volta, uma área

metropolitana (ainda não oficializada) com população de 1.957.194 habitantes (1990), integrada por 15 municípios (Campinas, Americana, Artur Nogueira, Cosmópolis, Indaiatuba, Jaguariúna, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santa Bárbara d'Oeste, Santo Antonio da Posse, Sumaré, Valinhos e Vinhedo).

Na década de 70, ocorreu grande expansão no setor de alta tecnologia em Campinas, materializada através da atuação de três agentes fundamentais:

1. O governo federal, promotor de políticas específicas de desenvolvimento científico e tecnológico.
2. O governo estadual, implementador de políticas de desconcentração industrial a partir da metrópole paulistana.
3. Os empresários da indústria de alta tecnologia, através do processo de *spin-off*, que consiste na geração de uma nova empresa por engenheiros ou técnicos egressos dos quadros de outra preexistente (GLASMEIER, 1988).

A concretização do pólo ocorre nos anos 80, com a concentração espacial e a interação funcional dos três elementos responsáveis pela estruturação de um pólo de alta tecnologia, a saber:

- a. uma universidade voltada para o desenvolvimento científico e tecnológico, fornecendo mão-de-obra especializada e serviços de P&D não só às empresas locais como a outras dispersas por todo o território nacional;
- b. cinco institutos de pesquisa e seis unidades de P&D, gerando novos produtos e processos, particularmente nas áreas de informática e telecomunicações;
- c. trinta e quatro indústrias de alta tecnologia, inseridas num ambiente favorável à inovação, muitas delas geradas localmente.

Dando prosseguimento ao processo de formação do pólo tecnológico, entra em cena um novo agente, o poder público local que, em parceria com a CODETEC (Companhia de Desenvolvimento Tecnológico), cria a Companhia de Desenvolvimento do Pólo de Alta Tecnologia de Campinas (CIATEC), a qual demarca duas áreas para sediarem parques de alta tecnologia em Campinas.

Considerando as características próprias que possibilitaram a formação de um pólo de alta tecnologia em Campinas, há poucas possibilidades de se encontrar, no país, outros lugares que apresentem uma conjugação tão propícia dos elementos-chave para o desenvolvimento de um pólo tecnológico. Tais evidências empíricas, por si mesmas, já justificariam o estudo de tal centro. Acrescente-se, ainda, que poucos trabalhos acadêmicos sobre pólos tecnológicos emergentes têm

sido realizados no Brasil, dada a novidade do tema e da fundamentação teórico-metodológica, e assim toda contribuição séria e executada com rigor científico já se encontra plenamente justificada.

O objetivo deste trabalho é o estudo geográfico do pólo de alta tecnologia de Campinas, SP. Especificamente, procura-se analisar o citado pólo através do estudo de sua origem e desenvolvimento, de sua estrutura, de seus fatores de localização e de algumas inter-relações que apresenta com o espaço e a economia locais. Genericamente, pretende-se contribuir, ainda que modestamente, para a Geografia da indústria de alta tecnologia, através de trabalho empírico realizado em um país em desenvolvimento, podendo-se oferecer, quiçá, subsídios para a fundamentação teórico-metodológica que está sendo elaborada, a nível internacional, para a citada forma de indústria.

A idéia central que norteia este trabalho é que o surgimento e o desenvolvimento do pólo tecnológico campineiro se vinculam, em escala macrogeográfica, à mudança tecnológica que afeta o sistema industrial global e, em escala microgeográfica, à concentração, em Campinas, de atividades específicas de pesquisa e desenvolvimento, favoráveis à geração de inovações.

Este trabalho está dividido em quatro partes. A primeira explicita o corpo teórico-metodológico existente sobre o tema, e incorpora, de forma implícita, uma revisão bibliográfica. A segunda aborda a formação do pólo tecnológico campineiro, procurando determinar os fatores responsáveis pelo seu surgimento e evolução. Na terceira parte, define-se a estrutura organizacional e espacial do pólo tecnológico de Campinas, apontando seus elementos constituintes. No último capítulo, à guisa de conclusão, faz-se uma reflexão sobre as evidências encontradas e analisadas ao longo do trabalho, sobre as perspectivas do pólo estudado e se busca a corroboração da idéia central acima exposta.

## **I. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA**

Inicialmente, saliente-se que o conjunto teórico disponível para a explicação dos novos espaços industriais ainda está sendo elaborado e aperfeiçoado e novas “ferramentas” para o seu estudo ainda deverão ser incorporadas ao quadro existente. Neste sentido, REES e STAFFORD (1986) sugerem uma adaptação de teorias preexistentes a um fenômeno novo, como é o dos agrupamentos industriais de alta tecnologia, enquanto SCOTT e STORPER (1987) propõem outros encaminhamentos, alternativos, baseados na teoria dos processos de trabalho, nos sistemas de

produção flexível e na análise pós-Fordista. Nesta linha de reflexão, SCOTT (1988: 183) chama a atenção para a importância dos trabalhos empíricos, que possam trazer definição ao quadro teórico-metodológico referente à Geografia Industrial da alta tecnologia.

Como não há, ainda, um modelo teórico consensualmente aceito para a explicação dos pólos de alta tecnologia, optou-se aqui, para explicar o surgimento e a evolução do pólo de Campinas, pela adoção de um referencial teórico misto, que incorpora propostas enunciadas pelas duas correntes de pensamento acima citadas, além de noções veiculadas em trabalhos empíricos realizados principalmente nos Estados Unidos e na Europa Ocidental, citados na seção 1 deste capítulo.

## 1. EMBASAMENTO TEÓRICO

### 1.1. Os sistemas de produção flexível

O modelo predominante de produção industrial dos anos 20 aos anos 70 foi o “Fordismo”. As características principais da produção Fordista são a padronização dos produtos, a rotinização dos processos e o aproveitamento integral dos equipamentos de capital, visando a obter economias de escala.

A mão-de-obra, no regime Fordista, encontra-se separada funcionalmente na estrutura organizacional da empresa: de um lado, trabalhadores de gerência, que planejam e comandam a produção e, de outro, trabalhadores manuais, que se ocupam com as tarefas produtivas de rotina.

É através do Fordismo que o modo de produção capitalista se fortalece. Há uma tendência para a concentração técnica, financeira e espacial da produção industrial. Consequentemente, a paisagem industrial resume-se a grandes unidades fabris, geralmente concentradas em algumas áreas e cidades, inseridas em espaços metropolitanos e empregando grandes quantidades de trabalhadores.

Contrariamente a este processo de concentração, em fins dos anos 60 e início dos anos 70, com a crise do modelo Fordista, inicia-se um processo de descentralização das unidades produtivas e de racionalização das taxas de lucro das empresas industriais, então em franco declínio, assim como o número de empregos nos países desenvolvidos (“de-industrialização”).

À medida que a produção industrial se padronizava, tornava-se possível o deslocamento das tarefas de rotina para áreas “periféricas” (BENKO, 1986: 333), tanto em escala mundial como nacional e regional, visando a encontrar locais com menor custo de produção, e que ainda oferecessem outras vantagens comparativas, em termos de mão-de-obra, matérias-primas ou concessões fiscais. Assim surgiram os NIC’s (Newly Industrialized Countries - Países Recentemente Industrializados). Enquanto isso, as atividades de P&D e de gerência permaneciam nas áreas “centrais”, onde novas formas de se produzir eram introduzidas, tais como: a produção flexível, o sistema JIT (*just-in-time*) e os sistemas CAD/CAM, todas fundamentadas nas tecnologias de ponta, procurando renovar a produção industrial nas áreas-sede.

Este processo de deslocamento corresponde ao modelo do ciclo de vida do produto, teorizado por VERNON (1966). O ciclo de vida do produto é esquematicamente composto de três fases: 1a.) de inovação, com atividades ligadas a P&D; 2a.) de crescimento, na qual a produção chega ao máximo; 3a.) de maturidade, ou padronização, na qual a produção, já rotinizada, pode ser transferida para uma área “periférica”.

Deste modo, a lógica espacial da produção industrial capitalista se evidencia no aparecimento de espaços especializados, permitidos pela disjunção técnica da produção e pelos concomitantes avanços obtidos nos meios de transporte e comunicações. Distinguem-se assim espaços de produção fabril, espaços de montagem e teste, espaços de gerência e comercialização e espaços de pesquisa e desenvolvimento.

A crise do sistema de produção Fordista é nítida após 1970, e é devida a um complexo de fatores (relativa estagnação tecnológica, formas rígidas de organização da produção e de utilização da mão-de-obra, taxas decrescentes de produtividade e de lucro, competição dos NICs, etc.). Seu principal efeito é o processo de “de-industrialização” que ocorre nas economias capitalistas desenvolvidas, com fechamento de fábricas e perda de empregos (SCOTT e STORPER, 1987: 215), o que leva à intensa reestruturação organizacional e tecnológica das empresas.

Dois modelos de produção industrial emergiram da crise e da reestruturação: o “neo-Fordismo”, que seria uma reorganização das indústrias de produção em massa, particularmente das montadoras automobilísticas, e o “pós-Fordismo”, ou especialização flexível, atuando na produção de artigos sofisticados, feitos sob encomenda ou destinados a novos “nichos” de mercado.

Este último modelo abrange, entre outros, os setores compostos pelas indústrias de alta tecnologia. Estes setores incorporam o avanço tecnológico de ponta no processo de produção e na geração de novos produtos, principalmente baseados na microeletrônica.

Para STORPER e SCOTT (1988), o novo modelo de industrialização, baseado na flexibilidade, contrasta em quatro aspectos básicos com o regime anterior, Fordista:

1. Seus setores essenciais são: a) as indústrias de alta tecnologia; b) a produção artesanal revitalizada; c) os serviços de apoio à produção e os financeiros.
2. Em todos os setores, os métodos de produção flexível constituem um princípio básico de organização, apesar do modelo Fordista ainda subsistir em muitos.
3. As bases geográficas da “produção flexível” são distintas das do Fordismo. Muitos setores de produção flexível aglomeram-se espacialmente em lugares distantes das antigas concentrações industriais, dos velhos centros Fordistas de produção em massa. Novos espaços industriais (pólos tecnológicos, parques de indústrias *high-tech*, os *sunbelt*, etc.) surgem no capitalismo contemporâneo.
4. A transição para a produção flexível implica em grandes mudanças nas organizações social e institucional das áreas onde ela ocorre.

Estas novas formas flexíveis de atividade produtiva caracterizam-se tanto pela capacidade das empresas de mudar as especificações dos produtos ou dos processos, com grande rapidez, e de ajustar a produção para cima (aumentando) ou para baixo (diminuindo), num curto espaço de tempo, sem prejudicar os níveis de eficiência, quanto pela sua habilidade de remanejar os trabalhadores dentro das empresas e de ajustar as demandas de mão-de-obra (STORPER e SCOTT, 1988).

A especialização flexível só se torna viável com a utilização de um conjunto de máquinas e equipamentos novos, “flexíveis”, os quais reúnem as várias fases da produção; o planejamento da produção é feito com o auxílio de computadores (CAD), a fabricação é assistida por computadores (CAM) e feita por máquinas CNC (comando numérico por computador) e, ainda, costuma ser adotado o sistema de produção e entrega *just-in-time* - JIT (GERTLER, 1988: 420-421).

O sistema de produção flexível geralmente se organiza em torno de redes interligadas de pequenas e médias empresas, fornecedoras subcontratadas que se especializam na produção de diversas categorias de produtos. Há, pois, uma tendência à “desintegração” vertical da produção (SCOTT, 1988: 177), ou seja, a empresa-mãe (ou também conhecida como empresa contratante, líder, ou doadora de ordens) não mais procura fabricar internamente seus componentes, mas sim transfere estas tarefas para empresas menores, mais especializadas, e assim se concentra apenas na produção do artigo final, objetivo específico de sua atividade produtiva. A produção é feita sob encomenda ou em pequenos lotes. Assim, as relações industriais entre as empresas que adotaram esse sistema de produção tornam-se cada vez mais especializadas e competitivas.



A flexibilidade se eleva na organização da produção e, em decorrência, nos mercados locais de trabalho. A “desintegração” vertical é estimulada onde os empresários procuram exteriorizar suas demandas de trabalho. Esta estratégia é praticada por vários empresários que necessitam de trabalhadores de elite, especializados, com altos salários, mas que também têm uma demanda por certo tipo de trabalho de baixa especialização. Desta maneira, realizam-se fortes economias de aglomeração nos mercados locais de trabalho (SCOTT, 1988: 177). Como resultado, acentua-se a dualização nesses mercados, de um lado os trabalhadores altamente especializados, “nucleares”, funcionalmente flexíveis e, de outro, os trabalhadores sem especialização, “periféricos”, numericamente flexíveis (MORRIS, 1988).

PINCH et alii (1989) comentam estas duas dimensões da flexibilidade do trabalho. A primeira dimensão é a flexibilidade funcional, ou flexibilidade interna. Esta envolve a capacidade das empresas de ajustar e desenvolver as habilidades de seus empregados, através de intenso treinamento, para aceitar as tarefas exigidas por uma mudança nos métodos de produção ou pelas novas tecnologias. Enquadram-se nesta categoria de trabalho os executivos, os técnicos, os profissionais com nível superior (engenheiros e cientistas) e os operários especializados. Estes empregados dedicam-se exclusivamente à empresa, por isso são bem pagos e possuem estabilidade no emprego. A segunda dimensão é a flexibilidade numérica, ou flexibilidade externa. Esta envolve a capacidade das empresas de ajustar seus insumos de mão-de-obra no tempo, para atender às flutuações na produção. Para se conseguir a flexibilidade numérica, intensifica-se o uso de trabalhadores temporários e parciais, de horas extras, de turnos de revezamento e de trabalho a domicílio.

O novo contexto, provocado pela desintegração horizontal e vertical das atividades nas empresas, dá origem a economias externas de escala, a economias internas de escopo e ao aparecimento de complexos de produção espacialmente aglomerados (STORPER e SCOTT, 1988), cujo principal exemplo é o pólo tecnológico. A concentração geográfica de empresas de produção flexível permite a redução dos custos e das dificuldades de executar as relações comerciais (renegociação dos insumos-produtos, contatos diretos, desenvolvimento e permuta de informações, e horas precisas de entrega), e também a possibilidade de acesso ao contexto cultural e de informação do sistema de produção (STORPER, 1988: 31).

## 1.2. As indústrias de alta tecnologia

Durante o período de 1960 a 1980, quando a maioria das regiões industriais do mundo capitalista entrou em estagnação e decadência, ocorreu expansão, tanto do emprego quanto da produção, nos setores de alta tecnologia, e o concomitante surgimento de suas regiões específicas, não só nos EUA como em outros países do mundo (SCOTT e STORPER, 1987: 215).

As indústrias de alta tecnologia enquadram-se nos setores de produção dominante do mundo moderno, sinteticamente representadas pelas indústrias de produtos eletrônicos. Por constituírem setores dominantes, dinâmicos, estas indústrias são tidas como a solução para o declínio econômico de setores e de áreas industriais mais antigas, pois apresentam efeitos propulsivos ascendentes (empresas “motrizes”).

As indústrias de alta tecnologia são geralmente, mas não exclusivamente, pequenas, recentes e se encontram no estágio inicial de seu ciclo de vida (semelhante ao “ciclo do produto”). Por serem predominantemente pequenas e médias, enfrentam riscos mais elevados e restrições quanto à escolha de espaços (OAKLEY, 1985). Quando possuem grandes dimensões, tendem a se aglomerar em áreas metropolitanas onde, teoricamente, há maior concentração de pessoal altamente especializado e nas quais, simultaneamente, contribuem para multiplicar os locais ou núcleos de captação de mão-de-obra, que podem ser progressivamente mais distantes se um sistema de transporte próprio (ônibus) for oferecido (FELSENSTEIN, 1994).

Os motivos de surgimento dessas empresas são vários: necessidade de desenvolver novos equipamentos, que permitam às grandes empresas, suas clientes, aumentarem sua competitividade (demanda das grandes empresas); aperfeiçoamento dos setores de defesa e comunicação (demanda dos governos nacionais); industrialização dos resultados das pesquisas básicas/aplicadas, realizadas nas universidades e instituições de pesquisa; sofisticação de certos produtos de consumo e de uso científico/hospitalar.

Definir “indústria de alta tecnologia” é uma tarefa difícil, já que a definição pode variar segundo os objetivos da pesquisa, o nível de informação de que se dispõe e ainda de acordo com o país e a época nos quais a indústria *high-tech* se desenvolve. Uma definição genérica, particularmente importante para o propósito de se comparar o desenvolvimento da alta tecnologia em várias partes do mundo, parece impossível de se obter, tornando-se necessário utilizar um conjunto de definições sobrepostas, específicas, e usadas para diferentes propósitos (BREHENY et alii, 1983: 122).

De acordo com MARKUSEN (1985), o termo “alta tecnologia” pode conotar um enorme grau de sofisticação técnica incorporada no produto, uma rápida taxa de crescimento do emprego associada a um produto inovador, como também um grande esforço de P&D ligado à produção.

O problema da definição de indústrias de alta tecnologia, para BODDY & LOVERING (1986: 220-221), está no nível operacional. Algumas formas de definição do termo são arroladas pelos citados autores: 1) certos produtos são descritos como de alta tecnologia por apresentarem alto valor por unidade; 2) alguns processos de produção são definidos como de alta tecnologia por utilizarem robôs e envolverem projeto e produção auxiliados por computador; 3) certas ocupações estão associadas à alta tecnologia: P&D, projeto de engenharia e pesquisa científica; 4) algumas indústrias ou empresas são de alta tecnologia por auto-definição; 5) a política pública gera também definições para objetivos próprios.

Subjetivamente, pode-se partir para uma classificação de indústrias de alta tecnologia conforme o produto realizado ou o processo empregado. Nesta perspectiva, BREHENY e McQUAID (1987: 302-303) procuraram ater-se aos produtos de alta tecnologia (semicondutores, computadores, robôs, etc.), em vez de seus usuários (automóveis, por exemplo). Por outro lado, REES e STAFFORD (1986: 10) concordam em afirmar que não há uma definição geral e amplamente aceita de indústrias de alta tecnologia, sendo que alguns estabelecimentos podem ser considerados de operação de alta tecnologia, em vista do uso extensivo de processos automatizados, com técnicas refinadas, como também em virtude da fabricação de produtos de alta tecnologia.

Objetivamente, para fins desta pesquisa, a sugestão inicial para se definir indústrias de alta tecnologia baseou-se na proporção de gastos com P&D e na proporção de empregados cientistas, engenheiros e técnicos - CE&T (Scientific, engineering, and technical - SE&T) em relação ao número total de pessoas empregadas. Estes dois indicadores foram utilizados porque incorporavam os atributos-chave percebidos nas indústrias de alta tecnologia, isto é, a aplicação das descobertas científicas e a mais recente tecnologia, operadas por empregados altamente especializados (THOMPSON, 1988: 266). Este mesmo autor ainda considera as unidades de P&D elementos importantes na conceituação da indústria de alta tecnologia, pela sua ligação com a geração de um novo produto. Portanto, gastos com P&D simbolizam a presença de alta tecnologia na indústria. Estes gastos podem ser tanto em equipamentos, materiais, edificações, quanto em mão-de-obra qualificada para as tarefas de pesquisa e desenvolvimento, principalmente de novos produtos.

Na realidade, a definição de Thompson fundamenta-se na de BUTCHART (1987, citado por FINGLETON, 1994: 47), que define a atividade de alta tecnologia a

partir de dados e medidas de P&D e da proporção de empregados administrativos, técnicos e cientistas em relação aqueles que trabalham diretamente no processo produtivo.

THOMPSON (1988) indicou ainda alguns problemas de mensuração em relação ao uso desses indicadores, como, por exemplo: o que deve ser incluído em P&D e CE&T; com o que P&D e CE&T devem ser relacionados; quais os elementos característicos de P&D e CE&T que devem ser destacados; qual a margem de corte (índice mínimo) apropriada para os indicadores; se seus índices deveriam ser os mesmos para se comparar diferentes fases temporais.

Procurando solucionar alguns desses problemas, THOMPSON (1988) recorre à definição de alta tecnologia encontrada em RICH et alii (1984), que utilizam dados quantitativos, adotando a proporção de 3,1% ou mais de gastos de P&D em relação às vendas líquidas e a proporção de 6,3% ou mais de trabalhadores CE&T em relação ao total de pessoal ocupado.

As indústrias de alta tecnologia podem ser selecionadas a nível individual (de estabelecimento industrial) ou a nível agregado (ramo industrial), contanto que elas apresentem as características básicas acima especificadas. A este respeito, DORFMAN (1983) coloca a dificuldade de se incluir todo um ramo industrial na alta tecnologia, considerando os desníveis tecnológicos dos diferentes estabelecimentos que o compõem.

De acordo com tal noção, o setor de alta tecnologia compreenderia, no Brasil, estabelecimentos industriais pertencentes a diversos ramos ou gêneros industriais, de acordo com a classificação do IBGE (mecânica, material elétrico e de comunicações, material de transporte, química, produtos de matérias plásticas, produtos farmacêuticos e veterinários, diversos).

### 1.2.1. Fatores de localização

A distinção entre indústrias de alta tecnologia e outros setores industriais tradicionais não se restringe apenas às características técnicas dos processos e dos produtos, estendendo-se também aos padrões de distribuição espacial.

As indústrias de alta tecnologia, devido às especificidades de sua produção e ao alto nível exigido de capacitação técnica, apresentam exigências locais bem específicas. De um modo geral, elas se localizam próximas às universidades voltadas para a pesquisa de ponta em engenharia, física, química e computação, ou próximas aos centros de pesquisa de empresas públicas ou privadas. Não obedecem, portanto, à tradicional orientação para o mercado, para as matérias-primas, para as fontes de energia, etc., mas sim para as fontes de geração de conhecimento e de inovação.

Novos espaços industriais surgem, com características próprias, dada a conjugação de elementos técnicos, sociais, econômicos e político-institucionais específicos, que os diferenciam dos demais. Esses novos espaços são denominados “tecnopólos” ou “pólos de alta tecnologia”. O seu surgimento ocorreu nos Estados Unidos e depois foi registrado em quase todos os países industrializados da Europa, no Japão, no Canadá e na Austrália. Nos anos 80, este fenômeno também tem se manifestado em países em desenvolvimento, de industrialização recente, como é o caso do Brasil, do México e dos “Tigres-Asiáticos” (Cingapura, Coreia do Sul, Formosa e Hong Kong).

Em função de seu padrão locacional específico, vários autores têm se preocupado em estabelecer os fatores que atuam de modo dominante na seleção de áreas para localização e desenvolvimento das indústrias de alta tecnologia.

De certa forma, parece ter havido um prolongamento das teorias “clássicas” de localização industrial, já que, aos fatores consagrados na economia capitalista como propiciadores da atividade industrial, em geral, e da obtenção de maior taxa de lucro, em particular (capital, empresa, mão-de-obra, transportes, matérias-primas e mercados), juntam-se outros, mais recentemente reconhecidos, relacionados à proximidade de instituições de pesquisa e universidades, à existência de meio ambiente agradável e à disponibilidade de capital de risco.

Há certa dificuldade em se definir os fatores mais significativos de localização para o setor de alta tecnologia, devido à heterogeneidade dos ramos industriais que o compõem, à especificidade da organização da empresa, ao tamanho da indústria e ao ciclo de vida dos produtos. Mesmo com tal diversidade, entretanto, alguma generalização é possível. A leitura atenta da bibliografia existente permitiu o reconhecimento de alguns fatores locacionais julgados mais importantes para a indústria de alta tecnologia (Quadro 01).

O Quadro 01 demonstra que os fatores locais mais citados são cinco: disponibilidade de mão-de-obra, proximidade de universidades/instituições de pesquisa, meio ambiente agradável, facilidade de transportes e existência de capital de risco. Entretanto, dada a relativa maior facilidade de se encontrar os outros quatro fatores mais citados (mais ubíquos, por natureza), pode-se afirmar que o fator mais significativo (ou o principal determinante) para o surgimento de um pólo de alta tecnologia é a presença de uma universidade, geralmente em conjugação com institutos de pesquisa, voltados para a inovação tecnológica, já que não se tem registro de um pólo tecnológico, em qualquer parte do mundo, que tenha florescido sem a proximidade de universidade(s) e de instituto(s) de pesquisa.

### Quadro 01. Fatores Locacionais mais Importantes para a Indústria de Alta Tecnologia

FATORES	CITAÇÕES ENCONTRADAS (segundo diferentes autores) *
Mão-de-obra (quantidade, custo, qualidade)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 total = 10 citações
Presença de Universidades e Instituições de Pesquisa	1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12 total = 09 citações
Meio ambiente agradável (amenidades, paisagem natural, infra-estrutura educacional e cultural)	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12 total = 09 citações
Disponibilidade de Capital (de risco)	1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 12 total = 08 citações
Transportes (acessibilidade, facilidade, inclusive proximidade de aeroportos)	1, 2, 3, 6, 8, 9, 11, 12 total = 08 citações
Ação governamental (local, estadual, federal)	2, 3, 6, 7, 9, 10 total = 06 citações
Inóveis (oferta, custo, impostos)	1, 2, 4, 6, 10, 11 total = 06 citações
Proximidade de mercados e fornecedores	1, 2, 4, 7 total = 04 citações
Aglomeración de alta tecnologia	1, 2, 3, 5 total = 04 citações
Outros (atitude regional, habitação, gastos com P&D, energia elétrica, etc.)	1, 3, 4, 5, 7, 10, 12 total = 07 citações

Organização do quadro: Paulo Roberto Jóia

\* 1. DORFMAN (1983); 2. STEED e DE GENOVA (1983); 3. BENKO (1986); 4. HAUG (1986); 5. LEVY (1986); 6. MacGREGOR et alii (1986); 7. MALECKI (1986); 8. REES & STAFFORD (1986); 9. STORPER e SCOTT (1987); 10. GRIPAIS et alii (1989); 11. JOHNSON (1989); 12. SARRAMEA (1989).

A presença de uma universidade, com importantes programas de engenharia e ciências, é um pré-requisito essencial para a geração, desenvolvimento e atração de empresas de alta tecnologia. Essas universidades formam anualmente os recursos humanos necessários para as atividades de P&D das empresas, estimulando o mercado local de trabalho. Também as universidades possuem um conjunto de equipamentos sediados nos laboratórios e uma agremiação (*pool*) de profissionais (técnicos e professores) de alto gabarito, que permitem o desenvolvimento de pesquisas avançadas, muitas delas conveniadas com empresas privadas. As universidades contribuem ainda para o surgimento de novas empresas locais através do processo de *spin-off*<sup>1</sup>, tanto por alunos recém-formados quanto por técnicos e professores. Finalmente, as universidades criam um ambiente cultural que favorece a reciclagem e o treinamento dos profissionais das empresas e as trocas de informações, necessárias ao aperfeiçoamento tecnológico.

Os institutos de pesquisa, tanto públicos quanto privados, são os principais responsáveis pelas pesquisas aplicadas. Eles servem de ponte entre as universidades (geradoras de pesquisa básica) e as indústrias (usuárias das pesquisas aplicadas). Assim, os institutos de pesquisa procuram desenvolver todo o processo de geração de um novo produto, até a fase de fabricação de um protótipo. Além desse serviço de P&D prestado às indústrias, os institutos geram *spin-offs* locais, como também demandam serviços que serão fornecidos por empresas locais, ampliando o pólo de alta tecnologia.

Quanto ao posterior desenvolvimento dos pólos de alta tecnologia, quatro fatores parecem fundamentais: a mão-de-obra especializada, as relações interindustriais locais, os *spin-offs* e os gastos com P&D.

Para a ocorrência de *spin-off*, MALECKI (1985) listou um conjunto de condições: disponibilidade de cientistas e engenheiros, agrupamento local de capital de risco, presença de universidades e de institutos de pesquisa e transporte aéreo.

Quanto ao capital de risco ou especulativo (*venture capital*), sua disponibilidade local e/ou regional tem sido enfatizada como fator de surgimento e de expansão das indústrias de alta tecnologia, especialmente nas fases iniciais de seu ciclo de vida. Geralmente o que ocorre é engenheiros e cientistas, com base em suas idéias e pesquisas, desenvolverem protótipos para a produção industrial; analisadas as perspectivas de mercado, eles se associam a uma empresa (ou a um sócio) capitalista para poderem viabilizar seus projetos.

---

<sup>1</sup> O processo de *spin-off* consiste na saída de pessoas, que trabalham em empresas ou em universidades/institutos de pesquisa, para criarem, sozinhas ou em sociedade, novas empresas, geralmente no mesmo setor, onde são aplicados os conhecimentos técnicos e científicos que possuem.

Tradicionalmente, a teoria econômica assumiu os mercados de capitais como livres e móveis, mas estudos recentes têm indicado que os capitais de risco constituem uma forma única de financiamento, que combina elementos da atividade financeira e da industrial (FLORIDA e SMITH, 1993: 434); assim, pode-se definir capital de risco como uma forma singular de capital, a qual envolve, para o capitalista, a troca de seus recursos financeiros por uma participação na propriedade da firma. Como o investimento de risco, como o próprio nome sugere, é caracterizado pela incerteza, aventura e informação ambígua, tem sido detectada uma tendência de tais capitalistas preferirem a proximidade geográfica de seus investimentos, para poderem assessorar e participar de sua administração, e assim tentar protegê-los. Dado o caráter propulsivo das indústrias de alta tecnologia e sua alta rentabilidade, quando bem sucedidas, há uma tendência natural de capitais de risco serem investidos predominantemente em pólos e concentrações de alta tecnologia (FLORIDA e SMITH, 1993).

Quanto à mão-de-obra especializada, sabe-se que ela é extremamente localizada, pouco móvel. A atração e a retenção dessa mão-de-obra são propiciadas pela boa qualidade dos meios físico e urbano, como a existência de áreas verdes, de lazer, de amenidades, de recursos culturais e educacionais e de alto padrão de vida.

A mão-de-obra especializada é composta por técnicos, engenheiros e cientistas formados por aquelas universidades que estão capacitadas para o desenvolvimento de pesquisa de ponta, particularmente com um longa tradição em cursos de pós-graduação. Esses recursos humanos são bastante caros para as empresas, porém sua concentração geográfica favorece a diminuição dos custos, como, por exemplo, na hora de se realizar a procura e a contratação da força de trabalho. Além disso, a concentração geográfica de mão-de-obra especializada proporciona maior liberdade para a empresa trabalhar com a flexibilidade numérica e funcional.

Finalmente, o estreitamento das relações interindustriais e entre indústria-universidade-institutos permite o amadurecimento do pólo tecnológico. Essas relações podem ser estimuladas pela proximidade de fornecedores e clientes, pelos mecanismos formais e informais de troca de informações e pela expansão do mercado local de trabalho (HAGEY e MALECKI, 1986).

Nas relações de insumo-produto (*input - output*), é importante verificar os mecanismos de subcontratação e as características da empresa. A existência de boas redes de transportes e comunicações, como também a presença de um aeroporto internacional, são imprescindíveis para o pleno êxito daquelas relações, não só para a circulação de produtos, mas também de informações e recursos humanos (gerentes e profissionais).



Também a atuação governamental pode ter uma influência marcante na expansão do setor de alta tecnologia, através da alocação de verbas regionalizadas para P&D, de gastos com defesa (militar) e da criação de parques de alta tecnologia.

### 1.3. Os Novos Espaços Industriais: os Pólos Tecnológicos

O aparecimento e a expansão dos sistemas de produção flexível estimularam a aglomeração da indústria, devido à tendência desta de exteriorizar suas estruturas transacionais de produção (STORPER e SCOTT, 1988). Nos países capitalistas desenvolvidos, começaram a se formar complexos industriais, de origem recente, enquanto ocorria a estagnação das regiões industriais tradicionalmente estabelecidas.

Os novos espaços de produção caracterizam-se como espaços de inovação, pela existência de empresas: 1) dos setores de alta tecnologia; 2) do artesanato revitalizado; e 3) dos serviços produtivos e financeiros. Dada a natureza e os objetivos do presente trabalho, serão consideradas aqui apenas as concentrações de indústrias de alta tecnologia.

Considerando o seu caráter inovador, estas indústrias procuram estar próximas aos centros geradores de inovação, que proporcionam condições de expansão do conhecimento científico, de difusão das inovações e de capacitação tecnológica, sejam elas grandes áreas metropolitanas ou cidades menores, que sediam centros de pesquisa e/ou universidades, porém não muito distantes dos centros de decisão empresarial do mundo capitalista.

Nos países desenvolvidos, as indústrias de alta tecnologia expandiram-se nos *sunbelts*, tanto dos EUA quanto da França e da Inglaterra. Segundo SCOTT (1988: 181) e PINCH et alii (1989: 420) os *sunbelts* (cinturões do sol) são novos espaços industriais, ligados à alta tecnologia, compreendendo várias cidades, de tamanhos diversos. Tais espaços, de crescimento recente, situam-se fora das antigas concentrações industriais Fordistas, geralmente em áreas costeiras, de paisagem e clima muito agradáveis, embora relativamente próximas a metrópoles (Califórnia, Texas, Flórida, nos EUA; Côte d'Azur, na França). Especialmente para os *sunbelts* dos EUA, PINCH et alii destacaram outras características sócio-econômicas e culturais: estruturas governamentais que favorecem os empresários; baixos níveis de impostos; ausência de antigas disputas entre capital e trabalho; ausência de movimentos políticos, etc. Nos países em desenvolvimento, as aglomerações de alta tecnologia aparecem próximas aos grandes centros urbanos nacionais, que são, por excelência, as regiões mais prósperas dos citados países.

A forma mais comum de espaço industrial ligado às indústrias de alta tecnologia é o *technopole*, que corresponde a pólo tecnológico ou, ainda, a pólo de alta tecnologia. Aqui é preciso se ater à precisão das definições: geógrafos e outros cientistas franceses distinguem *technopôle* de *technopole*. O primeiro é sinônimo de parque de atividades de alta tecnologia, localizado em um sítio especificamente delimitado para recebê-las e estrategicamente situado em relação aos meios científico, financeiro e industrial; já o segundo tem abrangência espacial muito maior, já que inclui o parque e a aglomeração que o suscitou, ou seja, é uma cidade (ou várias contíguas) onde a valorização do potencial de pesquisa e de inovação conduziu à concentração de indústrias de alta tecnologia (GHORRA-GOBIN, 1992; DAGORNE e FIORANI, 1992). Em países de língua inglesa, em especial nos EUA, o termo *technopole* pode encerrar em si as duas definições.

O pólo tecnológico é geralmente composto por uma concentração de pequenas e médias indústrias de alta tecnologia, em torno de unidades “motrizes”, inovadoras, que podem ser estabelecimentos industriais “centrais”, centros de pesquisa e/ou universidades. Quando estes três elementos inovadores criam sinergias locais, desencadeia-se o processo de geração de um pólo de alta tecnologia. Para HAUG (1986), o aparecimento de novas empresas por *spin-offs* representa a culminação do processo de geração de um pólo de alta tecnologia.

Apesar de características essenciais semelhantes, os pólos tecnológicos apresentam alguma diversidade entre si, e isto tem suscitado o aparecimento de diferentes tipologias de pólos.

WORTHINGTON (1982, in BENKO, 1986: 330-331) distinguiu cinco tipos de pólos tecnológicos: a) os centros de inovação; b) os parques científicos e de pesquisa; c) os parques tecnológicos; d) os parques comerciais e de negócios; e) as áreas industriais superiores.

STEED e DE GENOVA (1983) identificaram quatro tipos distintos de pólos de alta tecnologia, segundo as instituições que empregam o pessoal qualificado (cientistas e engenheiros) e o grau de interação existente entre as instituições:

1. Pólos em que o crescimento se deve à industrialização de produtos científicos gerados localmente e a *spin-offs* ocorridos no local. Ex.: “Route 128” e “Silicon Valley”, ambos surgidos de uma infra-estrutura científica e tecnológica bem desenvolvida.
2. Pólos voltados para a pesquisa, os quais ficam geralmente restritos a um parque. Ex.: Parque do Triângulo de Pesquisa (Carolina do Norte) e Parque de Pesquisa Sheridan (Toronto).
3. Pólos iniciados a partir da atração das instalações industriais das companhias de alta tecnologia. Ex.: Phoenix (EUA) e “Silicon Glen” (Escócia).

4. Pólos resultantes de gastos governamentais em unidades de P&D. Ex.: Huntsville (Alabama) e Houston (Texas).

CONTI (1993: 693) assim distinguiu diferentes tipos de *technopoles* (em italiano, *distretos tecnologicos*):

- distritos tecnológicos instituídos pelo Estado com o propósito de criar condições (sobretudo através de maciça intervenção financeira) para a instalação de empresas de alta tecnologia. É o caso da “cidade-científica” de Tsukuba, no Japão, e, em parte, do pólo de Sophia-Antipolis, na França mediterrânea.
- pólos cuja geração e desenvolvimento resultam da interação harmoniosa dos complexos acadêmico e militar locais, como o do Silicon Valley, na Califórnia, e o da Route 128, em Boston.
- pólos baseados na interação entre universidades e governos locais, tais como o “triângulo” tecnológico da Carolina do Norte, nos EUA, formado por Raleigh, Durham e Chapel Hill.

Embora distintos, estes modelos ou tipos podem se sobrepor e um único pólo pode conter elementos de mais de um modelo.

Os pólos tecnológicos já são relativamente numerosos, a nível global. Um dos primeiros pólos tecnológicos a surgir foi o de Palo Alto (Califórnia - EUA), próximo à Universidade de Stanford, batizado de “Silicon Valley”, em 1971. SAXENIAN (1983) observou que as principais empresas de alta tecnologia têm mantido suas sedes no “Silicon Valley”, no entanto, a expansão da produção não está sendo feita no local, devido a uma variedade de problemas urbanos, sociais e econômicos. O “Silicon Valley” estaria, pois, passando progressivamente para o setor terciário da economia de alta tecnologia, pelo destaque das unidades de P&D e das sedes de empresas que concentra.

Um exemplo semelhante de crescimento foi o do pólo criado na “Route 128”, em Boston (Massachusetts - EUA), próximo ao MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) e à Universidade de Harvard. Ambos devem seu desenvolvimento aos gastos federais com pesquisas militares e às condições locais favoráveis à instalação de empresas de alta tecnologia, muitas delas criadas a partir de *spin-offs* de empresas, de universidades e de institutos de pesquisa (DORFMAN, 1983; SAXENIAN, 1983a; 1983b; SCOTT e ANGEL, 1987; LEVY, 1986; SCOTT, 1990; ANGEL, 1991).

Esses pólos são tidos como os mais bem sucedidos dos EUA, servindo como fonte de inspiração para muitos programas de criação de pólos tecnológicos no mundo.

Além desses dois exemplos, merecem destaque os pólos tecnológicos do sul da Califórnia, especialmente o de Orange, do qual SCOTT (1986; 1990) analisou a origem e o desenvolvimento, relacionando-os aos gastos federais com a defesa e à produção aeroespacial; e o do “Triângulo da Pesquisa”, na Carolina do Norte, anteriormente citado, cujas atividades se voltam para a engenharia genética, a biotecnologia e a farmacologia (MALECKI, 1986).

Existem muitos outros pólos tecnológicos nos EUA, registrados pela literatura acadêmica e batizados com nomes sugestivos, como: “Corredor do Pôr do Sol”, em Portland; “Monte do Silício”, em Colorado Springs; “Cinturão da Eletrônica”, em Orlando; “Deserto do Silício”, em Phoenix; “Triângulo do Ouro”, em New Hampshire; e “Ilha da Tecnologia”, em Long Island, entre outros (MALECKI, 1986).

Na França, o primeiro pólo tecnológico foi planejado em Sophia - Antipolis (Costa Azul), em 1969, contando com um ambiente estimulante e atrativo para o desenvolvimento da alta tecnologia e com a presença de centros de pesquisa e universidades; porém, só na década de 1980 é que ele se consolidou como parque industrial e científico (SARRAMEA, 1989: 19). Outros pólos surgem na França, como os de Grenoble, Lille, Toulouse e Anel Sul de Paris (Orsay/Massy) (GILLY, 1989; LUCCIONI, 1989).

Na Grã-Bretanha, os exemplos foram mais documentados pelos geógrafos. A principal aglomeração de indústrias de alta tecnologia é o “M4 Corridor”, no eixo Londres - Bristol. Nesta região, foi analisada, por BODDY e LOVERING (1986), a localidade de Bristol, identificada com a indústria aeroespacial; MacGREGOR et alii (1986) estudaram o pólo de Newbury, apontado como um lugar em potencial para a formação de novas empresas de alta tecnologia devido à proximidade de estabelecimentos industriais e de pesquisa e ao recente desenvolvimento industrial da localidade. Na Escócia, HAUG (1986) mostrou como evoluiu o “Silicon Glen”, entre Edinburgo e Glasgow, uma área ocupada por indústrias de alta tecnologia, especialmente filiais norte-americanas. Já o trabalho de GRIPAIOS et alii (1989) destacou uma experiência não bem sucedida de desenvolvimento de alta tecnologia numa área periférica ao sul da Inglaterra, Plymouth, justamente pelo fato de ainda não haverem sido estabelecidas relações locais de insumo e produto entre os estabelecimentos industriais de alta tecnologia. Ainda podem ser destacados, na Grã-Bretanha, os parques científicos (“Science Parks”) de Cambridge e Manchester, surgidos em torno das universidades locais.

No Canadá, o estudo do “Silicon Valley North”, em Ottawa, foi realizado por STEED e DE GENOVA (1983), que apresentaram as condições fundamentais para o crescimento da indústria de alta tecnologia e destacaram a atuação do governo federal. O pólo de alta tecnologia de Ottawa evoluiu segundo condições variadas:

1) como um pólo voltado para a pesquisa; 2) através de gastos federais em P&D no setor de telecomunicações; 3) através da participação do setor privado (laboratórios de pesquisa, instalações industriais, empresas estrangeiras) e da expansão da capacidade de P&D do governo; 4) pelo surgimento e crescimento de empresas iniciadas no local e por *spin-offs*.

No Japão, GLASMEIER (1988) analisou o programa japonês para a criação das *technopolis*, um conjunto de 14 cidades que abrigariam atividades de alta tecnologia, inseridas no cinturão industrial japonês (Tóquio - Osaka), inclusive Tsukuba, a “cidade das ciências”, a 60 km de Tóquio. O programa foi implementado pelo MITI - Ministério da Indústria e do Comércio Internacional, em 1980, estabelecendo os seguintes requisitos para a formação de uma “cidade tecnológica”: existência de um pólo industrial, de universidades e institutos de pesquisa e de conjuntos habitacionais; proximidade de um aeroporto ou estação ferroviária e de uma cidade com um mínimo de 200.000 habitantes. Mais recentemente, STORH e PONIGHAUS (1992:606) constataram que o programa implementado nos anos 80 resultou na implantação de 25 pólos tecnológicos, já em 1988, todos próximos a áreas metropolitanas, mas não nelas inseridos.

Concluindo, pode-se afirmar que, do ponto de vista espacial, as indústrias de alta tecnologia são mais seletivas que as indústrias tradicionais, particularmente pelo ambiente de alto risco em que se desenvolvem. Apesar disso, nota-se que, cada vez mais, novos espaços industriais, predominantemente estruturados pelas indústrias de alta tecnologia, estão surgindo; neles, ocorrem conjugações diversas de fatores de localização, de elementos constituintes e de condições propícias para o desenvolvimento, tornando cada pólo de alta tecnologia distinto de outro, e é esta diversidade que estimula a realização de estudos empíricos para o reconhecimento de suas estruturas, relações, processos e tipos.

No Brasil, os anos 80 marcaram o início de um movimento em prol da criação de pequenas empresas de tecnologia avançada, movimento bem modesto, se comparado aos esforços empreendidos pela França, Inglaterra, Japão, Alemanha e EUA.

Vários organismos federais e estaduais de desenvolvimento científico, tecnológico e industrial têm dado apoio financeiro e gerencial à criação de novas empresas de tecnologia avançada. No Estado de São Paulo, o BADESP e a PROMOCET - Companhia de Promoção de Pesquisa Científica e Tecnológica, desenvolvem trabalhos para a criação de Centros de Desenvolvimento de Indústrias Nascentes - CEDIN's, destinados a apoiar empresas de base tecnológica em sua fase inicial (SANTOS, 1987). Esses centros estão previstos para serem implantados em São Carlos, Campinas, São José dos Campos e São Paulo, sendo que o de São Carlos já foi inaugurado. O CNPq e o CIESP, em convênio com a Prefeitura Muni-

pal de São Carlos, criaram a Fundação Parque de Alta Tecnologia, com o objetivo de apoiar pesquisadores e empresários no desenvolvimento de projetos de criação de empresas de alta tecnologia.

No Brasil, os principais pólos tecnológicos estão localizados no Estado de São Paulo, nos municípios de São Carlos (microeletrônica e novos materiais), Campinas (informática e telecomunicações) e São José dos Campos (aeroespacial). O desenvolvimento desses pólos é baseado nos gastos federais e estaduais com P&D, alocados para as universidades e centros e pesquisa instalados nas citadas localidades. A partir dessas instituições governamentais, desencadeou-se o processo de formação dos pólos tecnológicos.

A expansão desses pólos tecnológicos e de outros existentes no país ocorreu na década de 1980. Os principais pólos tecnológicos brasileiros são apresentados no Mapa 1; entre eles, o de Campinas é o que parece ter maiores perspectivas de crescimento, pelo fato de reunir os três elementos necessários à formação e consolidação de um pólo tecnológico (universidade - indústrias de alta tecnologia - centros de pesquisa).

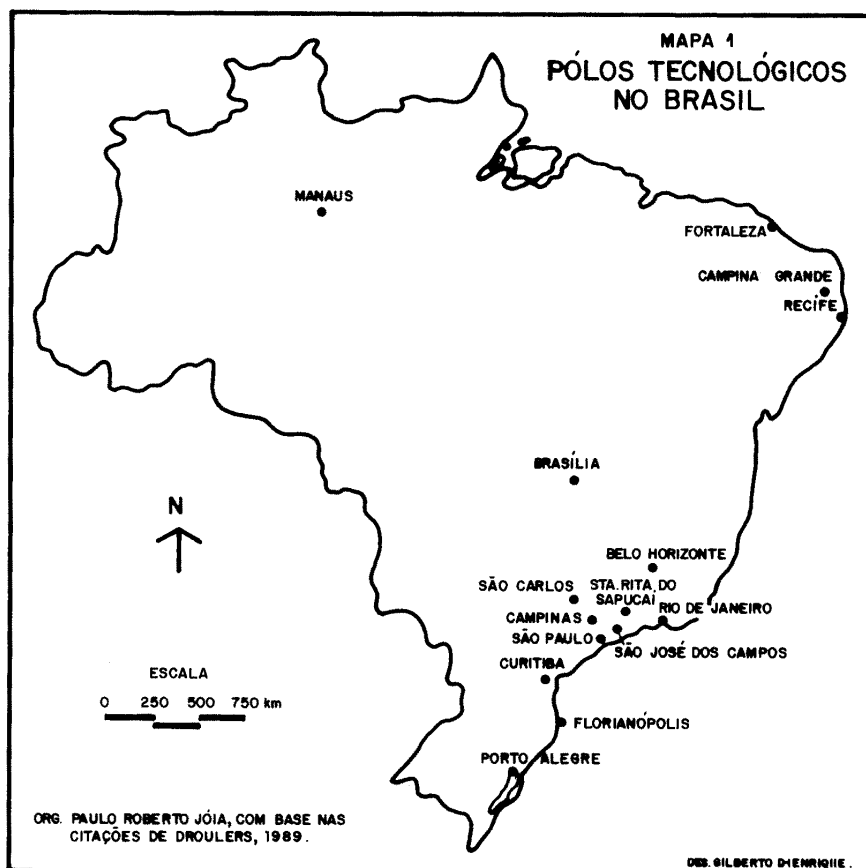
DROULERS (1989) procurou estabelecer uma tipologia dos pólos tecnológicos no Brasil, em função das sinergias existentes entre universidades, institutos de pesquisa e empresas: a) pólos dinâmicos (São Paulo, Campinas e São José dos Campos); b) pólos pouco dinâmicos (Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Manaus e Porto Alegre); c) pólos prometedores (São Carlos, Santa Rita do Sapucaí, Florianópolis, Curitiba e Brasília); e d) pólos embrionários (Recife, Fortaleza e Campina Grande).

## 2. MATERIAL E MÉTODO

Constituem objeto desta pesquisa as indústrias de alta tecnologia e as instituições de pesquisa, que incluem centros de P&D, institutos de pesquisa e universidade, localizados no município de Campinas, SP, e que integram o pólo tecnológico de igual nome.

Como institutos de pesquisa, públicos e privados, definem-se aqueles que desenvolvem pesquisa básica ou aplicada nas áreas de informática, telecomunicações, instrumentação, novos materiais e biotecnologia.

Outro elemento, considerado como objeto de estudo, além da universidade, é representado pelos Centros de Pesquisa e Desenvolvimento de empresas industriais de alta tecnologia. Estes centros não executam a produção industrial propriamente dita, mas desenvolvem as atividades de P&D, teste e controle de qualidade necessárias ao empreendimento industrial de alta tecnologia.



Quanto à seleção dos estabelecimentos industriais a serem pesquisados, seria tarefa fácil caso as estatísticas oficiais, principalmente aquelas editadas pelo IBGE, destacassem um setor de alta tecnologia em suas publicações, e caso existisse a catalogação de tal setor em órgãos públicos locais, como, por exemplo, nas prefeituras municipais. Como isso não ocorre, grandes dificuldades surgiram para a definição de quais estabelecimentos são de alta tecnologia em Campinas e para a seleção daqueles a serem alvo de pesquisa direta. Considerando a não existência de uma relação nominal de indústrias de alta tecnologia, partiu-se para uma seleção um tanto subjetiva dos estabelecimentos de tal setor.

A princípio, não se pôde utilizar os indicadores classificatórios propostos por RICH et alii (1984) para a composição do setor - isto é, gastos com P&D acima de 3,1% do valor da produção do estabelecimento e proporção de pessoal técnico

acima de 6,3% do total de empregados do estabelecimento -, uma vez que estas informações não se encontram disponíveis em nenhuma fonte indireta e, portanto, haveria necessidade de se levantar todos estes indicadores, a nível de estabelecimento industrial, o que constituiria, por si só, uma outra pesquisa a ser feita.

Diante de todas estas dificuldades, a via utilizada para obtenção dos dados necessários à pesquisa proposta compreendeu as seguintes etapas:

1. Elaboração de uma lista dos prováveis estabelecimentos industriais de alta tecnologia. Necessariamente estes estabelecimentos deveriam manter relações com atividades de alta tecnologia, ou desenvolver produtos considerados de alta tecnologia, ou ainda, de acordo com o nome do estabelecimento, se enquadrar em setores considerados de alta tecnologia. As fontes de informação usadas para se obter esta lista foram:
  - Cadastro Industrial de Campinas 82/83, elaborado pela UNICAMP;
  - Prefeitura Municipal - IMA (Informática dos Municípios Associados), 1990;
  - Lista Telefônica, 1989 - Região Campinas;
  - Páginas Amarelas, 1990 - Região de Campinas;
  - CIATEC - Companhia de Desenvolvimento do Pólo de Alta Tecnologia de Campinas (empresas qualificadas);
  - Jornais e revistas;
  - Informações das Instituições de Pesquisa.
2. Seleção dos estabelecimentos industriais de alta tecnologia. Após a elaboração da listagem provisória, foram mantidos contatos telefônicos com todos os estabelecimentos listados, fazendo-se as seguintes perguntas: Executa atividade industrial? Que tipo de produto fabrica? É considerada de alta tecnologia? Qual é o endereço? Quem é o responsável pelo estabelecimento?
3. Na seleção dos institutos de pesquisa, foram utilizados os seguintes critérios:
  - a) desenvolvimento efetivo de pesquisa científica e tecnológica.
  - b) relacionamento com o setor produtivo, principalmente com a informática e telecomunicações.

Não foram selecionados os institutos de pesquisa que não se dedicam à geração de um novo produto, ou que não desenvolvem pesquisa básica ou aplicada aos setores de alta tecnologia.

Como o número total de unidades selecionadas não era suficientemente grande para que se utilizasse o recurso da amostragem, todos os estabelecimentos industriais, os centros de P&D e os institutos de pesquisa assim considerados como de alta tecnologia foram pesquisados.



**Quadro 02. Dados Relativos ao Processo de Seleção das Unidades de Alta Tecnologia de Campinas - 1990.**

A. Indústrias de Alta Tecnologia	
1. Previamente selecionadas	153
2. Não classificadas	108
resultantes de fusão	1
qualificadas pela CIATEC, mas não instaladas em Campinas	11
fechadas, transferidas, ou não localizadas	36
indústrias não consideradas de alta tecnologia, após o contato telefônico	13
estabelecimentos comerciais ou de prestação de serviços	41
estabelecimentos entrevistados, mas não considerados de alta tecnologia	6
3. Classificadas como de alta tecnologia	39
estabelecimentos entrevistados	34
estabelecimentos que se recusaram a responder	5
B. Unidades de Pesquisa de Indústrias de Alta Tecnologia Identificadas	
	6
C. Institutos de Pesquisa Selecionados e Universidade	
	6

FONTE DOS DADOS: Pesquisa de Campo.

Os Quadros 02 e 03 apresentam os dados referentes ao trabalho de seleção das unidades a serem pesquisadas, à sua listagem e aos ramos industriais em que atuam.

4. Os instrumentos utilizados para a coleta de informações, a nível de estabelecimento, foram dois formulários, um direcionado para os institutos de pesquisa e universidade e outro para as indústrias.

O primeiro continha tópicos referentes a: identificação, origem e desenvolvimento da instituição, estrutura organizacional, pesquisa e desenvolvimento, mão-de-obra, fatores de localização e estímulos e obstáculos encontrados.

O segundo, direcionado para os estabelecimentos industriais, era composto dos seguintes ítems: identificação, empresário, estrutura organizacional, produção e

mercado, matérias-primas, tecnologia e P&D, mão-de-obra, fatores de localização, estímulos e obstáculos. Após o pré-teste, realizado no pólo tecnológico de São Carlos, ambos foram aplicados em Campinas.

Também foram mantidos contatos com outros órgãos envolvidos com o setor de alta tecnologia, tais como a Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de Campinas, a IMA - Informática dos Municípios Associados S/A, a CIATEC - Companhia de Desenvolvimento do Pólo de Alta Tecnologia de Campinas e a Faculdade de Economia da UNICAMP. Além desses, manteve-se contato, em São Carlos, com o CEDIN - Centro de Desenvolvimento de Indústrias Nascentes, e com a Paqtc - Fundação Parque de Alta Tecnologia de São Carlos.

### **Quadro 03. Ramos e Setores de Atividades das Unidades de Alta Tecnologia Pesquisadas.**

Unidades de Alta Tecnologia	Ramos/Setores	Nº de Unidades
Unidades de pesquisa de empresas industriais	Telecomunicações	04
	Microeletrônica	02
Institutos de Pesquisa*	Informática	01
	Química Fina/Biotecnologia	01
	Energia/Novos Materiais	01
	Telecomunicações	01
	Engenharia de Alimentos	01
Indústrias de Alta Tecnologia	Material Elétrico e de Comunicações	20
	Diversas	05
	Mecânica	05
	Metalúrgica	03
	Química	01

FONTE DAS INFORMAÇÕES: Pesquisa de Campo.

\* Exceto UNICAMP.

## II. ORIGEM E EVOLUÇÃO DO PÓLO TECNOLÓGICO DE CAMPINAS

### 1. EVOLUÇÃO DA ATIVIDADES INDUSTRIAL NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS

O processo de industrialização de Campinas começou com a demanda populacional de produtos manufaturados e com a acumulação de capital propiciada pela produção agrícola (cana-de-açúcar, café e algodão), já em meados de século XIX.

Desde cedo, a atividade industrial estabeleceu fortes ligações com o setor primário da economia, e também com o setor de serviços, neste incluindo-se o serviço de pesquisa. Neste contexto, instala-se em Campinas, no final do século XIX, o Instituto Agrônômico, que foi um marco no desenvolvimento da pesquisa agrícola no país.

No final do século XIX, o primeiro setor industrial de importância foi o metal/mecânico, vinculado à produção agrícola e às instalações ferroviárias, seguido pelos ramos têxtil e de produtos alimentares.

O desenvolvimento da economia local e a situação geográfica privilegiada, em relação ao interior e à capital do estado, colocavam Campinas, na primeira metade do século XX, como um dos pólos regionais mais dinâmicos do Estado. A área de influência de Campinas estendia-se por um vasto território servido pelas estradas de ferro “Mogiana” e “Paulista”, incluindo o sul de Minas Gerais. Destacavam-se as funções comercial, industrial, de serviços de apoio à produção, educacional, de saúde e administrativas.

Nos anos 50, começam a se instalar grandes empresas industriais de bens intermediários, principalmente químicas, ao longo da Rodovia Anhanguera e próximas às cidades de Campinas e Jundiaí, antecipando o movimento típico da industrialização pesada no Brasil, especialmente no Estado de São Paulo. Muitos estabelecimentos industriais instalados nesse período estão até hoje presentes na paisagem industrial de Campinas e municípios vizinhos, como, por exemplo: Singer, Pirelli, Bosch, Rações Anhanguera, IBRAS/CBO, Bendix e Merck-Sharp Dome, em Campinas; Rigesa e Clark, em Valinhos; Tema Terra, Wabco e 3M, em Sumaré.

Agrupando-se as sub-regiões de Campinas, Jundiaí, Piracicaba e Limeira, a proporção de pessoal ocupado na indústria, em relação ao total do interior, era de 34%, em 1960 (SEMEGINI, 1988).

A implantação de setores da indústria de bens intermediários, de bens duráveis de consumo e de capital, estabeleceu, na área em estudo, um novo padrão de localização direcionadas à obtenção de matéria-prima e sim ligadas à existência de mão-de-obra, de infra-estrutura rodoviária, de complexos serviços urbanos e de complementariedade industrial, em vários níveis.

## 2. O SURGIMENTO DO PÓLO TECNOLÓGICO

Na década de 60, Campinas já se apresentava como um dos lugares mais privilegiados do país para promover o desenvolvimento, considerando-se: a diversificação do mercado local de trabalho, o tamanho do centro urbano e o leque de serviços oferecidos, a proximidade de São Paulo, a UNICAMP, que desde sua criação, em 1967, mostrou vocação para o desenvolvimento de tecnologia ligada ao setor produtivo.

Na época, o reitor da Universidade, Prof. Zeferino Vaz, contratou uma equipe bastante heterogênea de pesquisadores, alguns recém-chegados do exterior, que se entregaram decididamente às pesquisas básica e aplicada.

No início da década de 1970, com os primeiros resultados das pesquisas científicas da UNICAMP, germinou a idéia de criação de um pólo tecnológico em Campinas. Esta iniciativa harmoniza-se perfeitamente com as ações do governo federal, que objetivava promover a capacitação científica e a autonomia tecnológica do país, ainda no período de industrialização por substituição de importações, sob a coordenação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

Os governos federal e estadual apostaram nos quadros da UNICAMP e iniciaram uma série de liberações de recursos para P & D, especialmente nas áreas de informática e telecomunicações, que, com os setores energéticos e bélico, integraram a estratégia de desenvolvimento tecnológico do país.

Ao apoiarem a reorientação espacial de novos investimentos, de modo compatível com a política nacional e estadual de descentralização industrial, os governos federal e estadual passaram a privilegiar novas áreas de atuação industrial, particularmente aquelas que já apresentavam um potencial de inovação para implantação de infra-estruturas tecnológicas. A intenção dos governos era de concentrar territorial e setorialmente os escassos recursos existentes para P&D, como em Campinas (informática e telecomunicações) e em São José dos Campos (bélica e aeroespacial).

Por outro lado, a iniciativa privada também reconheceu as potencialidades de Campinas para o desenvolvimento de tecnologia e para o suprimento de mão-de-obra. Tais fatores, aliados à boa posição geográfica do município, estimularam a

implantação e o agrupamento de multinacionais, inovadoras, como, por exemplo: a Singer (1951), a Bosch (1959), a Texas (1969), a Hewlett-Packard (1975) e também a IBM (1971), em Sumaré.

A chegada dessas multinacionais, entre outras, marcou a internacionalização do sistema industrial capitalista no Brasil. Como consequência para a industrialização campineira e, por extensão, a nacional, ocorreram: crescimento da produção, tanto para atender o crescente mercado interno como o externo; participação efetiva de empresas estrangeiras em determinados setores; intensificação das relações inter-industriais em todas as escalas; aumento da produtividade e desenvolvimento tecnológico.

Durante a década de 1960 e 1970, a região de Campinas foi uma das que mais se destacou na produção industrial do Estado de São Paulo, passando de 8,9% do VTI - Valor da Transformação Industrial do Estado, em 1960, para 15,4%, em 1980. A nível municipal, o número de estabelecimentos industriais passou de 519, em 1960, para 1208, em 1980, e o número de pessoal ocupado cresceu de 15315, em 1960, para 52247, em 1980.

As indústrias de bens de capital e bens de consumo durável (mecânica, material elétrico e de comunicações, material de transporte e metalúrgica) foram as que apresentaram maiores taxas de crescimento da produção no período de 1960 e 1980. Esses ramos respondiam, em 1980, por cerca de 60% do VTI e 50% do pessoal ocupado na indústria do município.

À medida que o setor industrial se dinamizava, o setor científico e tecnológico também se desenvolvia, resultando em várias ações locais. Uma delas foi a criação, pela UNICAMP, CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz) e Prefeitura Municipal, da CODETEC - Companhia de Desenvolvimento Tecnológico, em 1976, uma empresa que, instalada nas proximidades da UNICAMP, passaria a comercializar os produtos resultantes de projetos desenvolvidos nos departamentos da citada universidade para, posteriormente, gerar sua própria tecnologia.

Um desses projetos foi o de desenvolvimento da fibra ótica, que veio a se constituir num dos símbolos da alta tecnologia em Campinas.

Em 1976, a TELEBRÁS decidiu pela instalação, próximo à UNICAMP e à CODETEC, de seu Centro de Pesquisa e Desenvolvimento - CPqD, onde passaram a ser desenvolvidos o projeto da fibra ótica e outros.

Os três fatores mais significativos apontados pela TELEBRÁS para a escolha de Campinas como local de instalação do CPqD foram: disponibilidade de mão-de-obra especializada, proximidade de universidade e Institutos de Pesquisa e boa qualidade de vida no município.

O CPqD constituiu-se num novo marco do desenvolvimento tecnológico do município. As principais funções atribuídas a ele referiam-se à capacitação

tecnológica, ao desenvolvimento de projetos e à articulação com indústrias e universidades.

Além das bases industriais e técnico/científica, Campinas apresentava também outro fator favorável à sustentação de um pólo tecnológico: uma considerável base urbana. A expansão da cidade, na década de 1970, foi muito acentuada, tanto em área quanto em número absoluto de habitantes, já que a população urbana passou de 335.756 habitantes, em 1970, para 610.642, em 1980.

O centro urbano de Campinas constituiu-se na segunda maior praça comercial do Estado, depois da capital. Sensíveis expansões ocorreram no número de empregos gerados pelos comércios varejista e atacadista, assim como nas atividades sociais, de prestação de serviços e nos transportes e comunicações. O setor financeiro e o ligado ao comércio destacaram-se na cidade, fazendo dela o terceiro centro bancário do país. Quanto aos transportes, a cidade aparece muito bem servida por rodovias, ferrovias e um aeroporto internacional, considerado uma das principais saídas de cargas aéreas do país.

No setor terciário ligado à produção, a modernização propiciou o desenvolvimento de um segmento de apoio às empresas, caracterizado como “quaternário” ou “terciário superior” e integrado por atividades de consultoria, engenharia, informática, publicidade, pesquisa, etc.

No setor educacional, a cidade é servida por duas universidades, a UNICAMP e a PUC (Pontifícia Universidade Católica de Campinas, criada em 1947), que oferecem uma ampla gama de cursos de graduação e pós-graduação, atraindo estudantes de todo o território nacional e do exterior. Também no setor de saúde a cidade se notabiliza, oferecendo serviços médicos e hospitalares bastante especializados, situados entre os de mais elevado conceito no país.

Enfim, a qualidade de vida na cidade é considerada muito boa para os padrões nacionais e isto tem constituído fator de retenção da mão-de-obra especializada, tanto para as indústrias locais como para os institutos de pesquisa e universidades.

### 3. A CONSOLIDAÇÃO DO PÓLO TECNOLÓGICO

No início da década de 1980, o pólo tecnológico campineiro, ainda em formação, apresentava a seguinte situação: 1) uma posição geográfica privilegiada (Mapa 2); 2) um centro urbano com boa qualidade de vida; 3) um mercado local de trabalho especializado e anualmente renovado; 4) uma universidade e diversos institutos de pesquisa, desenvolvendo tecnologias de ponta.

Esse ambiente estimulou o surgimento de processos de *spin-off* a partir da universidade, de institutos de pesquisa e de indústrias locais. Por exemplo, cientistas desligaram-se da universidade para instalar indústrias como a Tecnolaser, a Lasertech, a Aplivac, a Sensus, a Interface e a Optron. Da iniciativa empresarial de egressos dos Institutos de Pesquisa surgiram a Termoquip, a HI e a Vértice, assim como egressos de indústrias locais instalaram a Sonabyte e a Ede.

Os primeiros *spin-offs* surgiram no final dos anos 70. Seu número só não foi maior pela escassez de capital de risco na cidade e, por extensão, no país. Esta fato foi observado por SANTOS (1987) que, além da falta de capital de risco, considera o excesso de burocracia e as frequentes mudanças impostas pelo Estado à política econômica como sérias barreiras à criação de empresas de alta tecnologia.

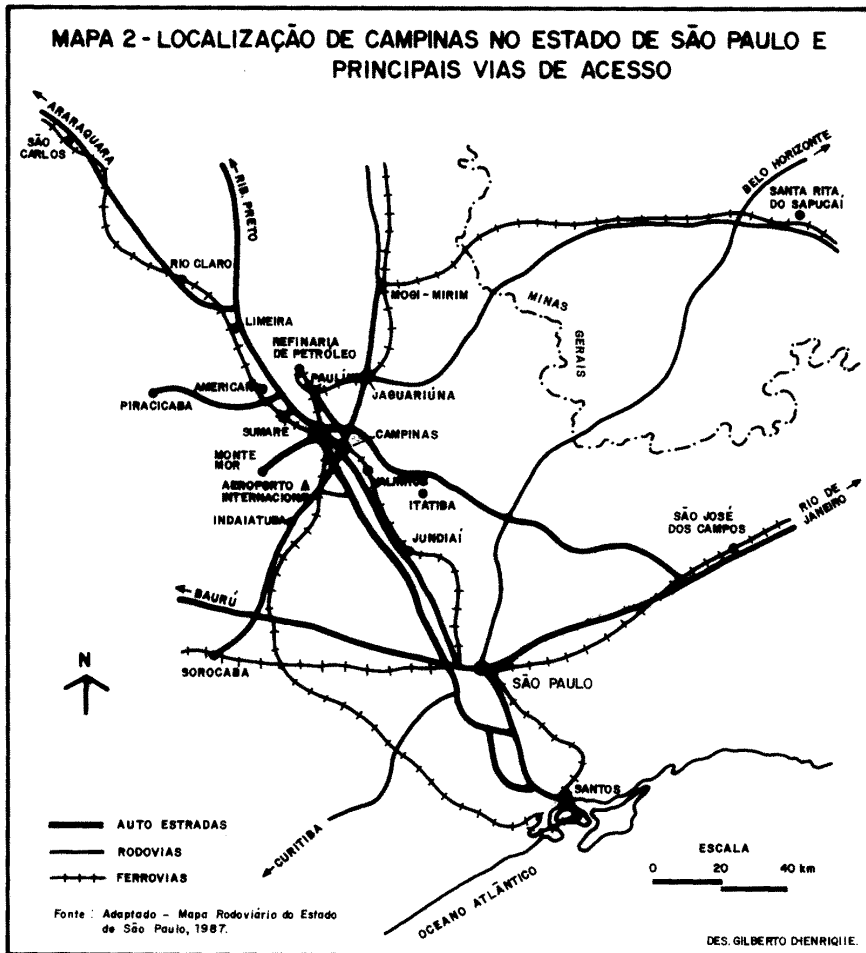
Neste momento da evolução industrial de Campinas, o poder público local, antevendo os benefícios que a alta tecnologia poderia trazer ao município, criou em 1981 e 1986 os parques tecnológicos Pólos I e II, seguindo a experiência de outros países. A atuação do governo municipal visava atrair novas empresas de alta tecnologia, criar um espaço local para a expansão de *spin-offs*, atuar na área urbana, oferecendo um bom “clima” de negócios, e promover o setor da pequena empresa.

Os dois parques tecnológicos estavam sob a responsabilidade da CIATEC - Companhia de Desenvolvimento do Pólo de Alta Tecnologia de Campinas, empresa mista criada especificamente para administrá-los.

A propensão da iniciativa local para o desenvolvimento da alta tecnologia ocorreu com o propósito de tentar reverter o processo de deterioração da qualidade de vida provocado pela industrialização tradicional, já que o maior número de empregos estava sendo gerado para uma mão-de-obra pouco qualificada e mesmo sem qualquer qualificação, portanto mal remunerada, e com tendência a fazer multiplicar os bairros pobres e as favelas.

A partir dos anos 80, ocorre pequena expansão nos setores tradicionais da indústria local. Os setores dinâmicos, entretanto, ligados à indústria de alta tecnologia e aos segmentos mais novos e importantes do comércio e serviços, inclusive pesquisa, contribuem decisivamente para a geração de novos empregos. Neste período, foram criados 63% dos estabelecimentos industriais de alta tecnologia (Tabelas 1 e 2). Por outro lado, as indústrias clássicas tendiam a se localizar nos municípios vizinhos (Sumaré, Paulínia, Indaiatuba e Valinhos), propiciando, juntamente com o desenvolvimento de outras atividades econômicas, a formação de uma área metropolitana.

Na primeira metade dos anos 80, interligações da TELEBRÁS com o setor produtivo começaram a se materializar. Uma poderosa força de atração foi exercida



pelo CPqD sobre as indústrias de alta tecnologia, ligadas ao setor de telecomunicações. Neste contexto, algumas indústrias instalaram suas unidades de fabricação em Campinas, como, por exemplo, a ZETAX, a ABC-XTAL e a PHT, enquanto outras fixaram apenas suas unidades de P&D, como a ICATEL, o SID-TELECOM, a ELEBRA-TELECOM e a ENETELLE. Essas indústrias e unidades de P&D participavam no desenvolvimento e na industrialização de novos produtos de alta tecnologia, com o suporte tecnológico do CPqD.

O setor de telecomunicações, de um modo geral, era amparado por políticas federais de reserva de mercado, o que garantiu o investimento de risco assumido por grupos nacionais. Assim, o agrupamento local de indústrias de telecomunicações aparecia totalmente constituído por empresas nacionais.



**Tabela 1. Expansão do Pólo Tecnológico de Campinas**

	Ano de Instalação			Total
	até 1969	de 1970 a 79	de 1980 a 89	
<b>Indústrias de alta tecnologia (ramos e setores industriais)</b>				
Metalúrgica	01	01	01	03
Telecomunicações	-	01	03	04
Mecânica	-	02	03	05
Química	-	-	01	01
Diversos	-	02	03	05
Eletrônica/ Informática	01	05	10	16
SUB-TOTAL	02	11	21	34
<b>Unidades de Pesquisa e Desenvolvimento</b>				
Telecomunicações	-	-	04	04
Microeletrônica	-	-	02	02
SUB-TOTAL	-	-	06	06
<b>Universidade e Institutos de Pesquisa</b>				
Universidade	01	-	-	01
Institutos de Pesquisa	01	02	02	05
SUB-TOTAL	02	02	02	06
<b>TOTAL</b>	<b>04</b>	<b>13</b>	<b>29</b>	<b>46</b>

Fontes dos Dados: Pesquisa de Campo, 1990

**Tabela 2. Pessoal ocupado e Número de Estabelecimentos no Setor e Alta Tecnologia em Campinas - SP**

Composição do setor	Número de estabelecimentos	Pessoal ocupado
Indústrias de alta tecnologia	34	4.239
Unidades de P&D de empresas industriais	06	387
Institutos de Pesquisa	05	2.358
Universidade (*)	01	1.533
<b>TOTAL</b>	<b>46</b>	<b>8.517</b>

Fonte dos Dados: Pesquisa de Campo

\* Apenas os Institutos pesquisados (IF, IQ, FEA, FEM, FEL, IMECC)

A atuação do governo federal também se manifestou no setor de informática, através de sucessivas medidas de proteção. Em 1975, foi criada a CAPRI (Comissão de Coordenação das Atividades de Processamento Eletrônico), que foi a primeira tentativa oficial de regulação do mercado da informática. A partir de 1979, foi criada a SEI (Secretaria Especial de Informática), subordinada ao Conselho de Segurança Nacional, que controlava a entrada e a produção de bens de informática no país. Finalmente, em 1984, foi aprovada a lei 7.232, ou Lei da Informática, que estabeleceu, por um prazo de 8 anos (com término no dia 29 de outubro de 1992) e para determinados segmentos de produção, uma reserva de mercado, com o propósito de proteger as empresas nacionais das concorrentes estrangeiras, além de promover a capacitação tecnológica autônoma. Os agentes desta capacitação seriam as empresas criadas pelo capital financeiro brasileiro, as *joint-ventures* e as pequenas empresas criadas, por engenheiros e professores universitários, para industrializar produtos por eles desenvolvidos.

Campinas beneficiou-se duplamente da política nacional de informática. De um lado, foi instalado, em 1984, próximo ao Pólo I (Rodovia D. Pedro I), o Centro Tecnológico para Informática, constituindo-se em mais um importante instituto de pesquisa que serviria de ligação entre a universidade e as indústrias. De outro, implantaram-se no município algumas indústrias de alta tecnologia ligadas à produ-

ção de microcomputadores e periféricos, como, por exemplo, a DIGILAB e a EDISA. Assim, em grande parte, o desenvolvimento do pólo tecnológico de Campinas deveu-se à proteção e aos incentivos dados pelo governo federal, especialmente para os setores de informática (microcomputadores e periféricos) e telecomunicações.

Neste contexto, algumas empresas estrangeiras que atuavam em Campinas, principalmente no setor eletrônico (Texas Instrumentos, Hewlett Packard, Fairchild Semicondutores e IBM), sentiram-se desestimuladas a fazer investimentos em novos produtos e processos, preferindo repassar tecnologia da matriz, uma vez que seus produtos eram destinados à exportação e não havia necessidade de duplicar despesas de P&D, já realizadas no exterior.

Contudo, o fim da reserva de mercado para produtos de informática, ocorrido em 1992, abriu novos horizontes para as empresas estrangeiras: as já instaladas poderão se expandir e outras terão oportunidade de se associarem com empresas nacionais.

As associações entre empresas nacionais e estrangeiras (*joint-ventures*) parecem ser uma tendência geral para os setores de informática e telecomunicações desde 1990, quando o governo mudou o conceito de empresa nacional, possibilitando a associação de empresas nacionais e estrangeiras, no setor de informática. Esta estratégia pode ser detectada em Campinas, onde as seguintes *joint-ventures* foram concretizadas:

1) No setor de informática:

- DIGILAB com Dataproducts (EUA) e Delphax (Canadá), para produzir e distribuir modelos diferentes de impressoras;

2) No setor de telecomunicações:

- SID-TELECOM com A&T (EUA) e ITALTEL (Itália), para transferência de tecnologia na área de terminais telefônicos;

- ELEBRA-TELECOM com Alcatel (Espanha) e Northern Telecom (Canadá), para transferência de tecnologia na área de equipamentos para telecomunicações.

Estas associações parecem prevalecer entre as empresas industriais de maior porte, enquanto as pequenas continuam voltadas para os “nichos” de mercado não cobertos pelas grandes empresas nacionais e estrangeiras. As *joint-ventures* trazem como consequência para o pólo tecnológico: a) diminuição das atividades de P&D; b) aumento das atividades de montagem e comercialização; c) aumento das relações com as matrizes, no exterior, alterando as estratégias comerciais das empresas locais.

A análise da evolução de Campinas como local de concentração de atividades ligadas à alta tecnologia revela, salvo melhor juízo, que tal cidade é um dos

poucos centros do país que conseguiu abrigar um conjunto significativo de elementos constituintes de um pólo de alta tecnologia, tais como indústrias, centros privados de P&D, instituições oficiais de pesquisa e universidade, além de serviços de suporte e mercado local de trabalho. O conjunto destas características individualiza Campinas, dando-lhe algumas feições próprias, diversas daquelas encontradas em outros pólos nacionais e mesmo estrangeiros.

Quanto à definição dos fatores locais que possibilitam a concentração de indústrias de alta tecnologia em Campinas, os resultados obtidos estão agrupados nos Quadros 4 e 5.

A principal constatação feita é que alguns fatores encontrados e analisados em Campinas se harmonizam totalmente com aqueles citados na literatura internacional como principais fatores locais das indústrias de alta tecnologia. Entre eles, pode-se mencionar: a presença de universidades e institutos de pesquisa, a existência de mão-de-obra qualificada e de meio ambiente agradável, no sentido de ser Campinas um centro urbano bem dotado de serviços e amenidades e apresentando relativa boa qualidade de vida. Estes fatores, presentes em Campinas, podem ser considerados os mais importantes para a localização de indústrias de alta tecnologia.

Quanto ao capital de risco, fator bastante enfatizado pela literatura internacional, como se viu, pôde-se constatar que, na formação do pólo tecnológico de Campinas, sua atuação é muito fraca, tendo sido o fator local menos lembrado pelos entrevistados. Tal fato é facilmente explicado pelo sistema usual de financiamento utilizado no Brasil, e que foi assim sintetizado por ERBER (1992:24):

“A norma de financiamento do padrão de desenvolvimento brasileiro apóia-se num tripé que viria a desmonstrar-se frágil - o endividamento externo, a dívida pública e as transferências de renda via inflação. Essa norma de financiamento é caracterizada por sua gravitação em torno do Estado. Este, por meio de recursos fiscais e de um crescente endividamento, interno e externo, vai não só se abastecer de recursos para suas funções desenvolvimentistas e de bem-estar... como vai suprir o setor privado do recursos, especialmente para investimentos de prazo mais longo, via créditos subsidiados, incentivos fiscais e baixos preços dos bens e serviços que produz diretamente. Mais ainda, pelo controle das políticas salarial e dos preços, fornece parâmetros para o autofinanciamento e, pelas políticas monetária e creditícia, define as condições de operação do sistema financeiro privado... (Como este não se envolve no financiamento e no investimento de longo prazo)... cabe ao Estado a responsabilidade única pelo crédito para o processo de acumulação... (assim) não se estabelecem as relações de longo prazo entre capitais privados financeiros e industri-

Quadro 4. Fatores mais significativos para a Tomada de Decisão Locacional das Indústrias de Alta Tecnologia em Campinas.

Fatores	Número de citações por ordem decrescente de importância																
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º	10º	11º	12º	13º	14º	15º	16º	
Grande centro urbano e regional	1	2	2	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	72	7º
Proximidade de São Paulo	5	5	4	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	5	191	3º	1º
Transportes	1	-	2	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	3	61	8º	9º
Capital de risco	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	1	12	13º	13º
Aeroporto	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	2	22	11º	11º
Mão-de-obra requerida	1	5	3	3	1	1	-	1	-	-	-	-	-	4	132	6º	3º
Incentivos locais	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	16	12º	12º
Infraestrutura	3	1	2	1	1	1	4	-	-	-	-	-	-	3	91	5º	6º
Prox. de Univ. e Inst. Pesquisa	6	3	2	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	4	137	2º	2º
Qualidade de Vida	-	2	1	3	1	2	2	1	1	-	-	-	-	2	91	10º	7º
Prox. de clientes e fornecedores	-	6	5	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	130	9º	4º
Local de residência do empresário	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	100	1º	5º
Sede da empresa geradora	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	4º	10º

Fonte dos dados: Pesquisa de Campo, 1990

(1) S/E: sem especificar a ordem de importância

(2) VP: valor ponderado\*

(3) CS: classificação simples

(4) Cp: classificação ponderada

\* O valor ponderado foi obtido pela somatória de: número de citações do 1º lugar multiplicado por 11, número de citações do 2º lugar multiplicado por 10, do 3º lugar multiplicado por 9, ... e do 11º lugar multiplicado por 1.

ais, típicos de padrões de desenvolvimento industrial complexos. No Brasil, não ocorrem as relações entre grandes bancos e grupos industriais ao estilo da Alemanha e do Japão, tampouco surgem as relações entre instituições financeiras especializadas (inclusive de *venture capital*) e empresas industriais, como nos Estados Unidos. Por sua vez, o mercado de capitais acionário é de dimensão insignificante, concentrado em poucos papéis e sujeito a fortes pressões especulativas”.

Já entre os fatores evidenciados em Campinas e pouco enfatizados pela bibliografia mundial, podem ser citados: a proximidade de uma metrópole (no caso, São Paulo) e de clientes e fornecedores, e o fato da cidade ser o local de residência de alguns empresários, o que configuraria o “acidente histórico” (HURST, 1972; ARTHUR, 1990) ou a prevalência da chance, da “serendipidade”, ou, em outras palavras, o fato de uma indústria estar localizada em uma determinada cidade simplesmente porque ali nasceu e/ou reside o empresário. Neste caso, entretanto, deve ser lembrado que também o ambiente industrial reinante, ou seja, a existência de uma concentração de atividades ligadas à alta tecnologia, funcionou como estímulo positivo para que certos habitantes locais se transformassem em empresários industriais de alta tecnologia.

### **Quadro 5. Fatores de Localização que Atuaram na Implantação de Indústrias de Alta Tecnologia em Campinas, SP.**

Ordem de importância	Fatores constatados em Campinas	Fatores relacionados pela literatura estrangeira
1º	Proximidade de Metrópole	Mão-de-obra
2º	Proximidade de Universidades e Institutos de Pesquisa	Presença de Universidades e Institutos de Pesquisa
3º	Existência de mão-de-obra qualificada	Meio ambiente agradável
4º	Proximidade de clientes e fornecedores	Disponibilidade de capital
5º	Local de residência	Facilidade de transporte

Fonte dos Dados: Pesquisa de Campo e Pesquisa Bibliográfica.

Quanto às facilidades de transporte, enfatizadas na literatura internacional, constatou-se que, apesar de serem importantes a nível local, pela densa malha viária existente e pela presença do aeroporto internacional, elas não foram reconhecidas pelos empresários, que não destacaram tal fator como importante ou decisivo para a localização e concentração de indústrias de alta tecnologia no município em estudo.

### **III. ESTRUTURA ATUAL DO PÓLO TECNOLÓGICO CAMPINEIRO**

#### **1. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL**

Ao longo de 25 anos de formação, o pólo tecnológico de Campinas foi incorporando, embora em graus diversos de frequência e de concentração, todos os elementos constituintes de pólos tecnológicos existentes em outras áreas do mundo, a saber: indústrias de alta tecnologia, institutos de pesquisa, universidade e unidades de P&D industriais. Além desses elementos, Campinas conta ainda, na esfera institucional, com uma Companhia de Desenvolvimento do Pólo de Alta Tecnologia.

##### **1.1. A UNICAMP**

A Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, foi implantada em 1967, contando com os Institutos de Biologia, Física, Matemática e Química e as Faculdades de Tecnologia de Alimentos e de Engenharia, em Campinas e Limeira. Em 1969, a Faculdade de Odontologia de Piracicaba foi incorporada à UNICAMP.

O projeto de implantação da UNICAMP veio responder à demanda que o processo de industrialização do Brasil e, particularmente, do Estado de São Paulo, apresentava em relação a pessoal qualificado, especialmente para os trabalhos de engenharia e ciências.

Desde o início de suas atividades, a UNICAMP correspondeu às expectativas da sociedade nacional, dando ênfase especial à pesquisa tecnológica, mantendo sólida vinculação com o setor produtivo e formando recursos humanos para o mercado de trabalho, especialmente engenheiros e cientistas.

A escolha de Campinas para sediar uma Universidade, já nos anos 60, quando havia poucas no Brasil, parece não ter sido ao acaso. A “opção Campinas” parece óbvia: uma cidade de porte médio, localizada próxima à cidade de São Paulo, inserida num dos principais eixos de interiorização do parque industrial paulistano, dotada de excelente estrutura viária, inclusive com um aeroporto internacional, e já possuidora de antecedentes históricos ligados ao ensino superior e à pesquisa, dada a existência da PUCC - Pontifícia Universidade Católica de Campinas e do IAC - Instituto Agrônômico de Campinas.

Atualmente, a UNICAMP é composta por 18 unidades de ensino e pesquisa, sendo 9 Institutos e 9 Faculdades, os quais são responsáveis por 30 cursos de graduação e 45 de pós-graduação. Procurando ampliar seu campo de atuação nas áreas de pesquisa e extensão à comunidade, foram implantados posteriormente 17 Centros e 22 Núcleos de Estudos e Pesquisas, de cunho interdisciplinar, como o CPQBA (Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas), criado em 1986 e voltado para a biotecnologia.

Entre os centros, destaca-se o CT - Centro Tecnológico, criado em 1972, que atua como elo integrativo entre a universidade e as indústrias, através de três grandes programas: Programa de Assistência às Empresas e Instituições, Programa de Pesquisas Aplicadas e Programa de Difusão de Tecnologias.

Além disso, a UNICAMP mantém dois Colégios Técnicos, um em Campinas, outro em Limeira.

A UNICAMP empregava, em 1987, 2018 professores (sendo que 52% deles possuem o título de doutor), e nela estavam matriculados 7.242 alunos na graduação e 4.657 nos cursos de pós-graduação, totalizando 11.899 alunos.

Com o objetivo de acompanhar o desenvolvimento tecnológico mundial, a UNICAMP vem implementando cinco programas integrados em áreas prioritárias, que deverão promover o progresso tecnológico brasileiro. Cada um desses programas incorporará centenas de projetos de pesquisa em áreas básicas, assim distribuídas:

- informática: arquiteturas paralelas, sistema de computação e ambientes de desenvolvimento, processamento de sinais e computação gráfica, engenharia assistida por computador e automação industrial;
- biotecnologia: produtos naturais, biologia molecular, alimentos e ensaios e padrões biológicos;
- química final: desenvolvimento de fármacos, produtos naturais brasileiros, aromas, fragrâncias, tintas, corantes e insumos para a indústria farmacêutica;



- energia: fontes convencionais (petróleo, carvão e energia elétrica) e fontes alternativas (da energia solar à fusão nuclear);
- novos materiais: metálicos, semicondutores, cerâmicos e polímeros.

A importância da UNICAMP para o pólo tecnológico é representada principalmente pela formação e capacitação de recursos humanos. Os currículos desta universidade têm sido periodicamente revistos para atender às necessidades do mercado (por exemplo, as mudanças ocorridas nos cursos de Engenharia Elétrica e Mecânica e a transformação do curso de Ciência da Computação em Energia da Computação). Também é importante o papel da universidade no desenvolvimento de pesquisas básicas e aplicadas, inclusive estreito relacionamento de P&D com os institutos de pesquisa localizados em Campinas (CPqD, CODETEC, CTI e LNLS, mais recentemente) e com indústrias nacionais.

Muitos processos resultantes de projetos desenvolvidos na UNICAMP já estão sendo utilizados pela sociedade, como, por exemplo: digitalização telefônica, fibra ótica e suas aplicações nas comunicações e na medicina, *lasers*, *chip* nacional, controle biológico de pragas agrícolas, processamento do quartzo, supercondutividade e produção de energias alternativas. Outros produtos foram desenvolvidos recentemente, como o *chip* ótico, porém não foram industrializados ainda.

Procurando fomentar o desenvolvimento de pesquisas tecnológicas, a UNICAMP conta com um Fundo de Apoio à Pesquisa. Em 1990, foi criado o Escritório de Transferência de Tecnologia, com o objetivo de facilitar o acesso das indústrias à pesquisa tecnológica desenvolvida na Universidade e de abrir a possibilidade de que sejam feitos projetos “sob encomenda”. Hoje, além do orçamento previsto pelo governo estadual, a UNICAMP já conta com um acréscimo de 15% nas verbas, obtido através de convênios com empresas e com transferência de tecnologia. Com o novo projeto citado (ETT), pretende-se elevar a receita da universidade em 30%.

## 1.2. Os Institutos de Pesquisa

Os Institutos de Pesquisa que integram o Pólo Tecnológico de Campinas são: o ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos, o CPqD - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da TELEBRÁS, a CODETEC - Companhia de Desenvolvimento Tecnológico, o CTI - Centro Tecnológico para Informática, e o LNLS - Laboratório Nacional de Luz Síncrotron.

A composição do quadro institucional do pólo tecnológico de Campinas inclui a participação dos setores público (federal - CTI e LNLS, e estadual - ITAL) e misto (público/privado - CODETEC e CPqD da TELEBRÁS) (Tabela 3). No Quadro 6 é mostrada a vinculação destes Institutos com órgãos estaduais e federais e a localização das sedes.

**Tabela 3. Origem dos Capitais e Composição dos Setores de Pesquisa e Produção de Alta Tecnologia em Campinas.**

Composição dos setores	Origem dos capitais					
	Público		Privado		Misto	
	Fed.	Est.	Nac.	Estr.	P/P <sup>1</sup>	N/E <sup>2</sup>
Universidade	-	01	-	-	-	-
Institutos de Pesquisa	02	01	-	-	02	-
Unidades de P&D	-	-	06	-	-	-
Indústrias	-	-	31	02	-	01

Fonte dos dados: Pesquisa de Campo, 1990

<sup>1</sup> P/P: Público e Privado, majoritariamente público.

<sup>2</sup> N/E: Nacional estrangeiro, majoritariamente nacional.

**Quadro 6. Instituições de Pesquisa Localizadas em Campinas, Órgãos Vinculados e Respectivas Sedes.**

Instituição	Órgão Vinculado	Sede
CODETEC	Empresa Societária	Campinas
LNLS	CNPq	Brasília
CTI	Secretaria Especial de Ciência e Tecnologia	Brasília
CPqD	Telebrás S/A - Ministério das Comunicações	Brasília
ITAL	Secretaria de Estado da Agricultura	São Paulo
UNICAMP	Secretaria de Estado da Educação	São Paulo

Fonte das informações: Pesquisa de Campo, 1990.

Como os institutos de pesquisa constituem um elo integrativo entre a geração de conhecimento e de inovação e as indústrias, sua importância para o desenvolvimento do pólo tecnológico se expressa tanto no desenvolvimento de P&D quanto na geração de novas empresas locais, seja através de *spin-off*, seja através de atração de unidades de P&D ou de fabricação.

As áreas de atuação das instituições de pesquisa de Campinas são: tecnologia de alimentos (ITAL), química fina e biotecnologia (CODETEC), telecomunicações (CPqD da Telebrás), informática (CTI) e materiais (LNLS). Essas instituições, visando a capacitação tecnológica nacional, procuram a nacionalização de processos e de produtos que empresas e outros consumidores brasileiros buscam no exterior.

A concentração desses institutos em Campinas contribuiu para ampliar o mercado local de trabalho em áreas como biotecnologia, engenharia, informática, eletrônica e ciências.

Até certo ponto, observa-se uma rotatividade de pessoal qualificado entre as instituições, empresas locais e universidade, sendo que, nesta última, a política de estabilização do servidor é mais eficaz. O tratamento dado ao pesquisador da universidade é diferente daquele dos institutos de pesquisa e empresas. Enquanto na primeira estimula-se a capacitação do pessoal, nos outros procura-se contratar recém formados, que não irão influir no direcionamento das pesquisas assumidas pela instituição, e isto tem contribuído para o aumento de *spin-offs* a partir dos institutos de pesquisa.

Entre os *spin-offs* surgidos a partir dos institutos, que efetivamente resultaram em estabelecimentos industriais localizados em Campinas, pode-se citar:

- 1) A partir da CODETEC, surgiram a TERMOQUIP, que produz gaseificadores de madeira, com tecnologia desenvolvida na CODETEC/UNICAMP, e a CRYOMETAL, que produz recipientes criogênicos. Com o crescimento desta última, a CODETEC intermediou as negociações para atrair um sócio capitalista, que assumisse o risco. O Grupo Mangels, sediado em São Paulo, aceitou a empreitada, transferindo, mais tarde, as instalações da CRYOMETAL para aquela cidade.
- 2) A partir do CPqD, foi criada a VSI (Vértice Sistemas Integrados), empresa que desenvolve circuitos integrados, especialmente para a SID- Informática, com a qual se associou.
- 3) A partir do CTI, nasceu a HI Tecnologia, que atua no ramo da automação industrial, desenvolvendo microcontroladores e softwares para indústrias de papel e celulose, químicas e mecânicas.

O ITAL e o LNLS não proporcionaram nenhum *spin-off* a nível local.

Os relacionamentos de P&D mantidos pelos institutos de pesquisa locais são muito fortes com a UNICAMP e com outras universidades e institutos do país. O LNLS procura também se associar a outros laboratórios similares no mundo (nos EUA, o Laboratório do Stanford e, na Europa, o Laboratório Europeu de Física de Partículas - CERN), para assistência técnica e científica e treinamento de recursos humanos.

Os relacionamentos de P&D locais com o setor produtivo são mantidos principalmente com o CPqD. Algumas empresas nacionais instalaram em Campinas unidade de P&D, particularmente pela proximidade do CPqD, para desenvolvimento de projetos e produtos. Uma parte da mão-de-obra dessas unidades trabalha dentro do CPqD, em conjunto com seus pesquisadores.

Todo o desenvolvimento da telefonia nacional está centrado no CPqD da Telebrás, abrangendo oito programas: 1) estudo e desenvolvimento de redes; 2) comunicação de dados e textos; 3) comunicações óticas; 4) comunicações por satélites; 5) componentes e materiais; 6) transmissão digital; 7) comunicação eletrônica; 8) tecnologia de produto.

Ligada ao desenvolvimento desses programas, existe uma rede de produtores nacionais. Em 1989, o CPqD estava atuando em 50 projetos de P&D, contando com a participação de 22 empresas industriais e 13 grupos universitários. No período de 1985 a 1989, foi realizada a transferência de tecnologia de 53 produtos para 63 empresas industriais.

Um dos principais obstáculos enfrentado pelos institutos, particularmente os públicos, é a flutuação na alocação de verbas pelo governo. Este fator compromete a continuidade nos projetos de pesquisa dessas instituições, como também coloca em risco a continuidade dos quadros.

Os trabalhadores locais, principalmente do CPqD e do CTI, preocupados com o futuro das instituições e com as ameaças de desemprego, organizaram-se e criaram, em 1990, o SINTPQ - Sindicato dos Trabalhadores de Pesquisa.

Pelo que pôde ser analisado, constatou-se que, na atualidade, os institutos de pesquisa estabelecem um relacionamento muito mais constante e estreito com as empresas industriais do que aquele que estas mantêm com a universidade. Assim, no caso específico de Campinas, pode-se afirmar que os institutos de pesquisa constituem atualmente o elemento gerador de P&D mais importante para a dinâmica do pólo de alta tecnologia.

### 1.3. Unidades de Pesquisa e Desenvolvimento de empresas industriais

As unidades de P&D de empresas industriais constituem o mais novo elemento da estrutura do pólo tecnológico de Campinas.

A primeira unidade a se instalar foi a Elebra Telecon S/A, em 1981. Até o final da década de 80, mais cinco unidades foram instaladas em Campinas: Enetele, Icatel, SID - Telecom, Hober e VSI (Quadro 7).

A expansão dessas unidades foi estimulada pela concentração local de conhecimento, mão-de-obra especializada, pela infra-estrutura tecnológica, oferecida pelos institutos de pesquisa (CTI e CPqD, principalmente) e pela UNICAMP, e pelo projeto do governo municipal de criação de parques tecnológicos.

A presença destas unidades tem reforçado o papel de Campinas como pólo de desenvolvimento científico e tecnológico, devido ao tipo de atividade por elas desenvolvida.

As unidades de pesquisa e desenvolvimento de empresas de telecomunicações realizam, em Campinas, integração das partes, desenvolvimento e conceito do produto, controle e acabamento, gerenciamento de informações, plano de fabricação, aperfeiçoamento e manutenção.

A tecnologia dos produtos é desenvolvida em convênio com o CPqD da Telebrás que, afinal, é sua principal cliente. Alguns produtos desenvolvidos em conjunto são: Central Trópico R e RA, Rádio Digital, módulos protetores, blocos terminais, acessórios para rede externa, Centrais de Telex, Centrais de Comutação de Pacotes, Centrais de Comunicação de Dados e Analisador de Protocolo.

Além da citada associação, as unidades de P&D mantêm acordos tecnológicos com empresas estrangeiras, como, por exemplo: Elebra-Alcatel, Elebra-Northern Telecon, SID-IBM, Enetele-Northern Telecon e Elebra-AT&T. Após o desenvolvimento do protótipo, no CPqD, o processo tecnológico é transferido para a empresa contratante, através da unidade de P&D da mesma.

Na área da microeletrônica, duas empresas instalaram em Campinas unidades de P&D, a VSI - Vértice Sistemas Integrados, e a Hober S/A Semicondutores.

A VSI, um *spin-off* do CPqD, desenvolve circuitos integrados, especialmente para a SID-Informática, com a qual mantém 60% de seus negócios. Os produtos desenvolvidos em Campinas são produzidos na unidade industrial da SID-Informática, em Curitiba.

A Hober instalou-se em 1986. A empresa pertence à INEPAR Microeletrônica S/A, com sede em Curitiba. A unidade de P&D trabalha, em parceria com a UNICAMP, no desenvolvimento de diodos automotivos. Em Campinas, a empresa atua no desenvolvimento, difusão, teste e montagem de protótipos, enquanto a produção em série será feita em Curitiba.

Quadro 7. Unidades de P&D de Empresas Industriais Localizadas em Campinas, Segundo os Ramos e Setores e o ano de instalação

Empresa	Ramos/Setores	Grupo Industrial a que pertence	Sede do grupo	Ano de instalação
Elebra-Telecon	Telecomunicações	Reserve Miltitel	São Paulo	1981
VSI-Vertice Sist. Integrados	Microeletrônica	SID-Informática	São Paulo	1985
Hober S.A.	Microeletrônica	Inepar	Curitiba	1986
Semicondutores	Telecomunicações	Sharp/Machline	São Paulo	1987
SID - Telecon	Telecomunicações	Icate1	São Paulo	1987
Icate1	Telecomunicações	Enetele	Itajubá	1989

Fonte das informações: Pesquisa de Campo, 1990.

A presença dessas unidade vem ampliar o mercado local de trabalho especializado, como também criar novas inter-relações locais de P&D.

Essas unidade de P&D, concentradas em Campinas, chegam a definir uma nova fase no desenvolvimento industrial local. Campinas não é mais apenas um centro produtor de bens industriais, mas é também, principalmente, um espaço de geração de conhecimento, de inovação e de alta tecnologia.

#### 1.4. As Indústrias de Alta Tecnologia

##### 1.4.1. *Origens e ramos*

Inicialmente, cabe destacar a tendência das indústrias de alta tecnologia de Campinas à especialização nas áreas da eletrônica e telecomunicações<sup>2</sup>, representando ambas quase que 60% dos estabelecimentos locais de alta tecnologia.

A importância das áreas citadas para o setor de alta tecnologia está ligada principalmente às pesquisas desenvolvidas na UNICAMP e também às instalações do CPqD da Telebrás e do CTI da SEI.

À medida que o setor de alta tecnologia se desenvolvia no município, algumas unidades locais de produção industrial passaram a direcionar produtos para o novo setor. Algumas empresas locais alteraram a sua linha de produção para fabricar artigos para o setor de alta tecnologia, como, por exemplo, a Tex Print, que passou a produzir fitas para máquinas impressoras: a IBM, que incorporou a produção de estruturas para computador (“frame”), que representam, hoje, 45% de seu faturamento; e a Sonabyte, que passou a se dedicar à montagem e teste de placas de circuitos impressos, tendo como principal cliente a IBM (35% de seu faturamento).

O papel que os atributos locais desempenharam no desenvolvimento da alta tecnologia em Campinas pode ser adequadamente dimensionado através do número de “nascimentos” de estabelecimentos *high-tech* ocorridos no município. Através da pesquisa de campo, foi constatado que 80% de tais unidades foram originadas em Campinas e apenas 12% vieram transferidas de outras localidades. Entre estas últimas, situam-se as grandes empresas industriais que procuraram expandir sua produção de alta tecnologia em Campinas exatamente para desfrutar das “vantagens” locais, tais como proximidade de São Paulo, proximidade de universidades e institutos de pesquisa, disponibilidade de mão-de-obra e boa infraestrutura de transportes.

---

<sup>2</sup> Estas duas áreas de conhecimento e produção são englobadas pelo gênero “Material Elétrico e de Comunicações”, de acordo com a classificação do IBGE.

Entre os estabelecimentos “nascidos” localmente, 42% surgiram em locais provisórios, devido ao alto risco que as empresas possuem na fase inicial de suas atividades. Por esse motivo, há necessidade de locais disponíveis para essas empresas iniciarem suas atividades. Depois de consolidadas no mercado, elas se instalam em locais definitivos e próprios. Estas novas iniciativas também foram estimuladas pelo meio agradável em que se encontram os jovens empresários.

Dos institutos de pesquisa e da universidade originaram-se 09 empresas de alta tecnologia, através de *spin-offs* de professores e técnicos e, das indústrias locais, 08 empresas de alta tecnologia foram geradas pelo mesmo processo. Outra causa do surgimento de indústrias de alta tecnologia em Campinas foi a expansão de empresas já existentes (9 estabelecimentos).

Quanto aos motivos de geração de novas empresas através de *spin-offs*, que constituiu, portanto, o principal processo de criação das pequenas indústrias de alta tecnologia em Campinas, foram citados pelos empresários: a) falta de interesse das empresas originárias pela fabricação do produto atual, geralmente com mercado restrito; b) fortes iniciativas empresariais de alguns funcionários e professores, com conhecimento técnico sobre o processo de produção; c) impossibilidade dos institutos de pesquisa e da universidade de participarem da fabricação de certos produtos.

#### 1.4.2. As Empresas e os empresários

As empresas de alta tecnologia de Campinas possuem uma composição societária muito diferenciada. Foram encontradas 03 categorias de empresas: sociedades anônimas, sociedades limitadas, constituídas por pessoa física e/ou jurídica, e empresas individuais. A maioria das empresas de alta tecnologia de Campinas é individual, principalmente com 01 ou 02 sócios (44%) (Tabela 4).

Como o número de *spin-offs* locais é elevado em relação ao número de empresas de alta tecnologia instaladas, muitos empresários locais estão relacionados às atividades de P&D anteriormente desenvolvidas nos institutos de pesquisa ou na universidade, 91% deles possuindo formação universitária, principalmente em engenharia.

Quanto à procedência dos capitais, 31 das 34 empresas são constituídas por capitais privados nacionais (ver tabela 3). Isto representa uma fraca participação, em termos de investimento direto na atividade produtiva, de capitais estrangeiros, o que certamente está relacionado, entre outros motivos, com a extinta Lei da Informática e com o monopólio estatal no setor de telefonia.



Tabela 4. Composição Societária das Empresas de Alta Tecnologia em Campinas, 1990.

Tipo	Especificação da Sociedade						S/A		
	Número de empresas	01	02	03	04	05		06	11
Empresa Individual	21	10	04	03	02	01	01	--	--
Empresa Associada:									
sócio individual mais	02	01	--	--	--	--	--	01	--
sócio capitalista									
Sociedade empresarial	11	--	--	--	--	--	--	--	06

Fonte dos dados: Pesquisa de Campo.

### 1.4.3. Produção e mercado

A produção industrial de alta tecnologia de Campinas está concentrada principalmente nas áreas de informática, automação, telecomunicações e microeletrônica.

Os principais tipos de produtos de alta tecnologia fabricados em Campinas são: componentes e equipamentos eletrônicos, computadores e periféricos, equipamentos para telecomunicações e acessórios, instrumentos científicos, equipamentos mecânicos e automação bancária e industrial.

A demanda por produtos de alta tecnologia, no Brasil, principalmente nas áreas acima citadas, é muito grande, enquanto a oferta está muito abaixo das necessidades. O mercado efetivo e o potencial passam, portanto, a estimular a produção interna.

A produção industrial de alta tecnologia de Campinas atende, principalmente, o mercado nacional. A produção é dirigida, em grande maioria, aos centros urbanos nacionais, particularmente São Paulo. Por este fato, a proximidade com esta cidade foi um fator significativo para a opção da localização em Campinas.

Quanto ao mercado representado pelo município de Campinas, constatou-se que é inexpressivo ou pouco expressivo para 76,5% dos estabelecimentos (Tabela 5).

**Tabela 5. Tipos de Mercado que o Município de Campinas Representa para as Indústrias de Alta Tecnologia - 1990.**

Tipos	Número de estabelecimentos	%
Exclusivo (100%)	-	-
Essencial (de 70 a 99%)	02	6
Majoritário (de 50 a 69%)	01	3
Importante (de 30 a 49%)	05	14,5
Pouco expressivo (de 10 a 29%)	07	20,5
Inexpressivo (menos de 10%)	19	56
Total	34	100

Fonte dos Dados: Pesquisa de Campo, 1990.

Também o papel de Campinas como município fornecedor de matérias-primas foi considerado, pelos entrevistados, como pouco expressivo ou inexpressivo (Tabela 6), sendo a cidade de São Paulo a principal fornecedora das matérias-primas.

**Tabela 6. Papel do Município de Campinas como Fornecedor de Matérias-Primas para as Indústrias de Alta Tecnologia - 1990.**

Papel desempenhado pelo município de Campinas	Número de estabelecimentos	%
Exclusivo (100%)	01	03
Essencial (de 70 a 99%)	02	06
Majoritário (de 50 a 69%)	01	03
Importante (de 30 a 49%)	06	18
Pouco expressivo (de 10 a 29%)	09	26
Inexpressivo (menos de 10%)	15	44
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

Fonte dos Dados: Pesquisa de Campo, 1990.

Em relação ao mercado e às matérias-primas, constatou-se, pois, que as inter-relações locais são fracas e isto pode interferir de modo negativo no processo de desenvolvimento do pólo industrial de alta tecnologia de Campinas.

As relações de P&D estabelecidas entre as indústrias de alta tecnologia locais e os institutos e a universidade do pólo tecnológico de Campinas podem parecer fracas, considerando-se que 60% dos estabelecimentos industriais declararam utilizar P&D próprio e apenas 13% utilizam P&D gerado por universidade e/ou institutos de pesquisa. Entretanto, através de uma avaliação qualitativa mais específica, pôde-se constatar que os citados 13% são representados pelos maiores e mais importantes estabelecimentos industriais do pólo. Por outro lado, parte dos 60% que utilizam pesquisa própria são pequenos estabelecimentos, com proprietários geralmente egressos da universidade e/ou institutos de pesquisa, o que configura, portanto, relações indiretas de P&D dessas indústrias com os citados centros geradores de inovações. A terceira forma de acesso à P&D (27% dos estabelecimentos) é representada pela transferência de tecnologia de outras empresas nacionais ou estrangeiras.

A maior parte das indústrias de alta tecnologia trabalha sob encomenda (25 estabelecimentos). Esse tipo de produção retrata a flexibilidade que as indústrias deste setor devem ter, ao atuarem em “nichos” comerciais específicos. Apenas 3 indústrias têm produção em série, enquanto 5 operam segundo as duas diretrizes produtivas citadas.

A subcontratação ativa caracteriza as grandes empresas, mas não é uma prática dominante entre as indústrias de alta tecnologia locais, o que, de certa forma, contraria as noções teóricas veiculadas pela literatura internacional.

#### *1.4.4. Estrutura dimensional dos estabelecimentos*

De um modo geral, os estabelecimentos industriais de alta tecnologia em Campinas são considerados pequenos, tanto em relação ao pessoal empregado quanto ao valor da produção (Tabelas 7 e 8). Esta característica está relacionada ao tipo de processo de produção empregado, à organização administrativa, ao tipo de produto e à sua demanda.

Quanto ao número de pessoas ocupadas e ao valor da produção, os três maiores estabelecimentos industriais de alta tecnologia instalados em Campinas são: a Texas Instrumentos Eletrônicos do Brasil Ltda. (Eletrônica), a PHT Sistemas Eletrônicos Ltda. (Telecomunicações) e a DIGILAB Laboratório Digital Ltda. (Informática), todos com mais de 500 empregados e com faturamento acima de 40 milhões de dólares (em 1989).

**Tabela 7. Estrutura Dimensional das Indústrias de Alta Tecnologia em Campinas, segundo Classes de Pessoal Ocupado - 1990.**

Classes	Número de estabelecimentos	Média de pessoas ocupadas por estabelecimentos
até 10 pessoas	07	05
de 11 a 50	13	25
de 51 a 100	03	79
de 101 a 500	08	211
acima de 500 pessoas	03	652
Total/Média geral	34	125

Fonte dos Dados: Pesquisa de Campo.

**Tabela 8. Estrutura Dimensional das Indústrias de Alta Tecnologia em Campinas, segundo o Valor Anual da Produção - 1989.**

Classes (em milhão de dólares)	INúmero de estabelecimentos
abaixo de 01	19
de 01 a 4,9	03
de 05 a 19,9	-
de 20 a 49,9	02
50 ou mais	02
sem informação	08
<b>Total</b>	<b>34</b>

Fonte dos Dados: Pesquisa de Campo

Já as dezessete empresas surgidas pelo processo de *spin-off* são de porte bem menor. Destas, 14 possuem menos de 50 pessoas empregadas e têm faturamento abaixo de 1 milhão de dólares (em 1989). As três maiores (80, 150 e 330 empregados) diferem das demais por dois motivos: são empresas mais antigas, duas criadas em 1971 e uma em 1975, e prestam serviços (subcontratação) para grandes empresas de alta tecnologia sediadas em Campinas, especialmente executando serviços de mão-de-obra.

#### 1.4.5. Tipologia

Já se destacou, inicialmente, que as indústrias de alta tecnologia foram selecionadas, para o presente estudo, por critérios qualitativos e não quantitativos, devido à inexistência de dados ou informações prévias. A partir das informações fornecidas pelos formulários, entretanto, pode-se aplicar os três critérios quantitativos sugeridos pela bibliografia consultada, para classificação dos estabelecimentos no setor de alta tecnologia.

O primeiro critério utilizado por REES et alii (1986), diz respeito ao tipo de tecnologia empregada pela empresa (Tabela 9). O que se pode constatar é que, na classe “alta tecnologia”, enquadram-se 17 estabelecimentos, sendo que o principal tipo de processo tecnológico empregado é o 2, ou seja, o CAD/CAM (14 indústrias). A classe “alta tecnologia” abrange ainda o uso de microprocessadores no

produto final (tipo 1) e sistemas programáveis para manipulação de materiais e subcomponentes (tipo 3).

Na classe “média tecnologia” inserem-se 9 fábricas, utilizando computadores no processo de produção (tipo 4) e máquinas automáticas controladas por computador (tipo 5).

A classe “baixa tecnologia” foi a que enquadrou a maior parte dos estabelecimentos industriais. Dos 34 estabelecimentos pesquisados, 24 aplicam processos de baixa tecnologia, como: linhas de montagem automáticas ou semi-automáticas (tipo 6), máquinas e sistemas automáticos de controle do produto (tipo 7) e uso de computadores apenas na administração (tipo 8).

Finalmente, 5 estabelecimentos não utilizavam nenhum tipo dos processos tecnológicos acima especificados.

Empregando-se este critério de classificação, o número de estabelecimentos industriais de alta tecnologia seria reduzido de 34 para 17. Lembre-se, porém, que este tipo de critério seleciona as indústrias de alta tecnologia apenas pelo processo de produção e não pelo produto final; se ele fosse utilizado para a seleção inicial das indústrias a serem pesquisadas, muitas empresas que efetivamente produzem produtos de alta tecnologia ficariam excluídas do citado setor.

**Tabela 9. Tipos de Processos Tecnológicos Empregados pelas Indústrias de Alta Tecnologia em Campinas.**

Classes	Número de estabelecimentos	Tipos	Número de estabelecimentos
Alta tecnologia	17	01	12
		02	14
		03	02
Média tecnologia	09	04	04
		05	07
Baixa tecnologia	27	06	07
		07	06
		08	23
Nenhuma tecnologia	05	09	05

Fonte dos Dados: Pesquisa de Campo, 1990.

O segundo critério relatado pela literatura diz respeito ao volume de gastos com P&D. A justificativa deste critério fundamenta-se no fato que muitas empresas de alta tecnologia têm gastos muito elevados com P&D, visando à inovação e ao aperfeiçoamento de produtos. Isto ocorre porque o ciclo de vida do produto, nas empresas de alta tecnologia, é curto e as empresas precisam constantemente aperfeiçoá-lo ou substituí-lo (o produto), para garantir sua sobrevivência.

Utilizando-se a margem de corte de 3,1% para selecionar as indústrias de alta tecnologia, segundo o trabalho de RICH et alii, 1983 (in THOMPSON, 1988:267), 20 indústrias foram enquadradas no citado setor: 11 estabelecimentos gastam com P&D 3,1% a 10% de suas vendas líquidas, 7 dispendem entre 21% e 50% e 2 gastam entre 11% e 20%.

Segundo este critério, as 6 indústrias pesquisadas que fugiriam à caracterização de alta tecnologia podem ser assim descritas: a) são indústrias que fabricam produtos de alta tecnologia, mas cujas atividades de P&D são desenvolvidas em outras unidades da empresa; b) são indústrias que prestam serviços de montagem ou produzem insumos não sofisticados para indústrias de alta tecnologia.

O terceiro critério considera a proporção de pessoal técnico, cientistas e engenheiros (CE&T) no número total de pessoas ocupadas. Utilizando-se a margem de corte de 6,3%, proposta por RICH et alii, constatou-se que 12 estabelecimentos não podem ser considerados como de alta tecnologia, enquanto 22 enquadram-se em tal categoria (11 estabelecimentos têm em seus quadros 6,3% a 20% de pessoal CE&T, 9 indústrias apresentam proporções entre 21% a 40% e duas declaram empregar pessoal CE&T em proporções de 41% a 80% do total de empregados).

Combinando-se os três critérios acima citados, apenas 13 indústrias poderiam ser consideradas como pertencentes ao setor de alta tecnologia, enquanto estabelecimentos reconhecidamente ligados ao citado setor dele ficariam excluídos.

O exercício acima realizado, de adequação da realidade encontrada à teoria emanada pela literatura internacional, mostra que o bom senso deve prevalecer. A ausência quase absoluta de dados diretos e prévios sobre as indústrias de alta tecnologia, a nível institucional, conduziu a pesquisa por vias alternativas, relatadas no capítulo I, e os resultados obtidos parecem todos apontar para uma única conclusão: quando tais condições existem, a seleção deve ser baseada no produto.

### 1.5. A CIATEC

A criação de espaços destinados específica e exclusivamente às atividades de alta tecnologia em Campinas foi preconizada por um grupo de professores da UNICAMP e por dirigentes e profissionais de órgãos envolvidos com a alta tecnologia intensiva. Tal fato baseou-se na experiência de vários países do mundo, como a França, Reino Unido, EUA e Japão, que criaram parques tecnológicos<sup>3</sup> próximos aos centros de pesquisa e universidades.

A concepção dos “parques” ou “pólos” campineiros foi baseada na localização estratégica e na racionalização espacial que uma concentração de empresas de alta tecnologia deve oferecer. Isto significa, entre outros atributos, um ambiente altamente competitivo, especialização e reciclagem da mão-de-obra, redução de investimentos e custos operacionais, facilidade de transferência de tecnologia entre as entidades, e dinâmico “clima” de negócios.

Em 1981, a Prefeitura Municipal de Campinas selecionou uma área, próxima ao CPqD da Telebrás e da UNICAMP, para a implantação de um “Pólo” de Alta Tecnologia. Esta área ainda não foi desapropriada e está em estudo um plano de diretrizes para a ocupação dos terrenos.

Em 1983, foi criado o Centro de Indústrias de Alta Tecnologia. Em 1984, este nome foi alterado para Centro de Indústria e Apoio à Tecnologia de Campinas, com a função de implantação e administração de “Pólos” de Alta Tecnologia. Após sua criação, o Centro recebeu apoio do CPqD da Telebrás, do CTI, da UNICAMP e da CPFL, o que acabou gerando, em 1986, a criação da CIATEC - Companhia de Desenvolvimento do Pólo de Alta Tecnologia de Campinas.

A CIATEC é gerida funcionalmente pela IMA - Informática dos Municípios Associados SA, uma empresa de economia mista (municipal e particular), e pela CODETEC - Companhia de Desenvolvimento Tecnológico.

As finalidades da CIATEC são:

- promover a implantação de um ou mais parques de atividades de alto teor tecnológico no município de Campinas.
- qualificar, sob o ponto de vista jurídico, técnico e financeiro, as empresas interessadas na compra de lotes. As empresas poderão ser industriais, comerciais, educacionais, de serviço, de tecnologia, ou de P&D.

---

<sup>3</sup> A expressão “parque tecnológico”, mencionada na literatura internacional e também utilizada em outras partes deste trabalho, equivale ao termo “Pólo Tecnológico” que a CIATEC utiliza para designar os espaços reservados às instalações de empresas de alta tecnologia. Observe-se, contudo, que, no presente trabalho, o termo pólo tecnológico tem significado mais amplo, correspondente aos “technopoles”, sendo usado genericamente para designar toda a concentração, no espaço campineiro, de várias atividades relacionadas à alta tecnologia, inclusive os “Pólos” I e II (ou “parques tecnológicos”), criados pela CIATEC.



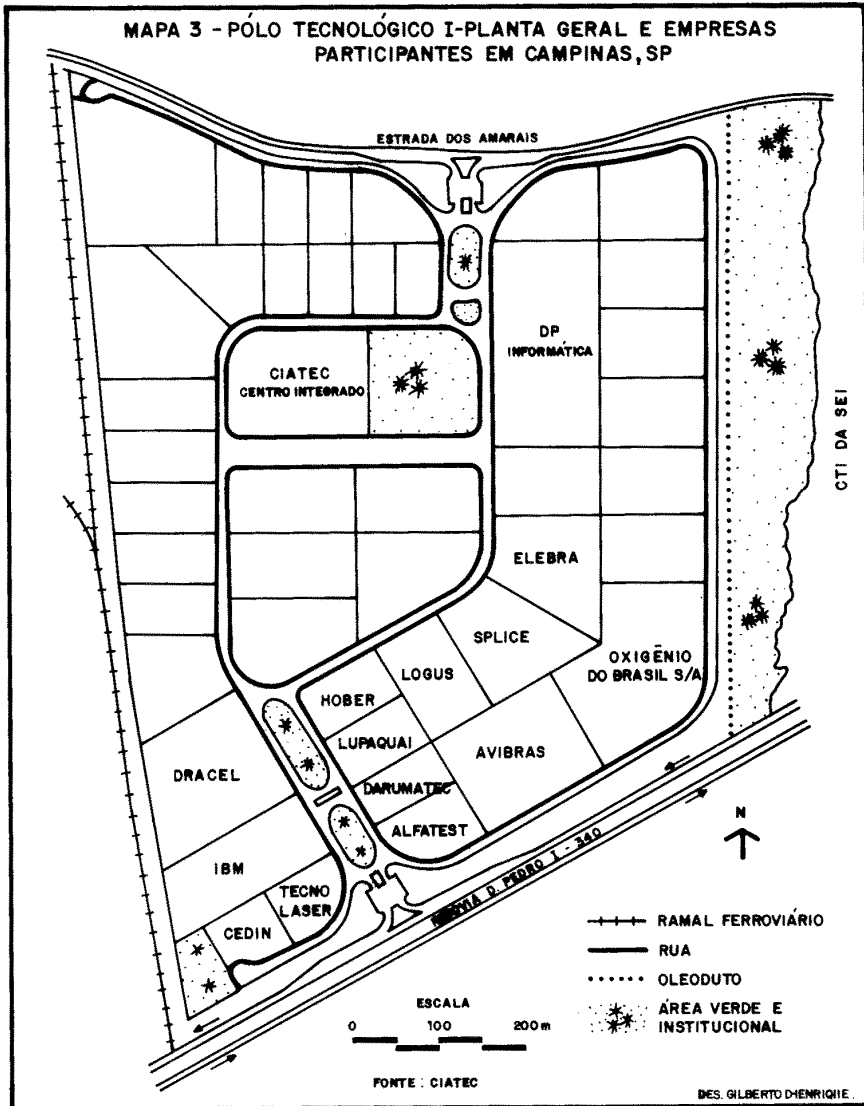
- administrar os parques, não só no aspecto físico, como também patrocinando o intercâmbio entre as empresas.

Para a viabilização dos “Pólos” de Alta Tecnologia, em Campinas, foram tomadas as seguintes providências: 1) criação de decretos de zoneamento dos “Pólos”, fixando a natureza das indústrias que podem se instalar nos mesmos; 2) adoção de incentivos fiscais; 3) adoção de incentivos financeiros; 4) adoção de incentivos à atividade de incorporação imobiliária; 5) adoção de incentivos tecnológicos; 6) implantação de programa de apoio às atividades comerciais e à construção de prédios para aluguel, através do CEDIN (Centro de Desenvolvimento de Indústrias Nascentes).

Em 1986, foi criado o “Pólo” I, abrangendo uma área de 682.519 m<sup>2</sup>, localizado entre a Rodovia D. Pedro I, a Estrada dos Amarais e o CTI (Mapa 3). O terreno ocupado pelo Pólo I tem capacidade para instalação de 44 empresas e as obras de infra-estrutura já foram iniciadas.

A CIATEC estabeleceu 5 requisitos para qualificar as empresas com pretensão de se instalarem no “Pólo” I de Campinas, a saber:

- I. Sob o ponto de vista da atividade da empresa:
  - a) empresas do setor de informática;
  - b) empresas do setor de telecomunicações;
  - c) empresas de vários setores e ramos: empresas de P&D, complementares ou de suporte.
- II. Sob o ponto de vista do ambiente: empresas que não gerem nenhum tipo de poluição ambiental.
- III. Sob o ponto de vista conceitual: define-se empresa de alta tecnologia como aquela que emprega pessoas de alta capacitação, engenheiros, cientistas, físicos, etc; possui taxas elevadas de crescimento; aplica razoável percentual das vendas em P&D; e mantém possibilidade de concorrer no mercado mundial com seus produtos.
- IV. Sob o ponto de vista de interação com órgãos de fomento à tecnologia: empresas que mantenham contratos, convênios, trabalhos conjuntos e/ou projetos aprovados por órgãos de fomento à tecnologia.
- V. Sob o ponto de vista de fabricação de equipamentos e produtos: empresas que fabricam produtos com alto conteúdo tecnológico.



Considerando as vantagens oferecidas pela CIATEC, 14 empresas optaram por sua instalação no “Pólo” I. Estas empresas foram qualificadas pela CIATEC e já adquiriram seus terrenos, porém nenhuma delas se encontra em atividade.

Além dessas, outras 26 empresas também solicitaram sua qualificação à CIATEC.

O projeto CIATEC representa um importante passo para a solidificação do pólo tecnológico campineiro. De um lado, estimula o desenvolvimento tecnológico pela concentração espacial de empresas de alta tecnologia, permitindo o acesso de pequenas empresas ao ambiente científico/tecnológico/produtivo; de outro, mostra como a intervenção do poder público municipal pode favorecer o desenvolvimento e atrair empresas de alta tecnologia.

## 2. ESTRUTURA ESPACIAL

Os agentes promotores da estruturação do espaço urbano campineiro foram o poder público municipal, através dos investimentos em infra-estrutura, o capital privado imobiliário, através das ações de loteamento, e as empresas industriais, buscando uma localização favorável, notadamente ao longo das rodovias (SEMEGHINI, 1988).

A distribuição dos estabelecimentos industriais no município de Campinas obedece ao seguinte padrão: Via Anhanguera, indústrias tradicionais; Via Santos Dumont, Distrito Industrial; Via D. Pedro I, “Pólo” Tecnológico; Rodovia Campinas-Paulínia, pólo petroquímico; e Rodovia Campinas-Monte Mor, indústrias tradicionais (Mapa 4).

O mapa citado mostra também que as indústrias de alta tecnologia têm revelado uma tendência a se localizarem ao longo da Rodovia D. Pedro I, justamente pela proximidade do Campus da UNICAMP, do CPqD da Telebrás, do CTI e dos “Parques Tecnológicos” planejados pela CIATEC, ou seja, dos espaços de geração de alta tecnologia.

O espaço urbano produzido pelas ações acima citadas caracteriza-se: pela horizontalização, expandindo as habitações populares para a periferia; pela verticalização, renovando as áreas centrais, e pela conurbação com cidades próximas, aumentando os fluxos intra-urbanos de várias ordens e estruturando uma nova área metropolitana no espaço paulista.

Ao lado do crescimento da população e do desenvolvimento econômico, dirigido pela industrialização, registraram-se em Campinas deterioração da qualidade de vida e crescimento da área urbana.

Procurando reverter este processo, SEMEGHINI (1988) sugeriu a democratização do setor público e melhor aparelhamento técnico e financeiro para garantir um desenvolvimento urbano com melhorias na qualidade de vida.

A alta tecnologia conseguiu produzir um novo espaço urbano em Campinas, concretizado no distrito de Barão Geraldo, localizado a 10 Km do centro campineiro.

Logo após a instalação da UNICAMP, professores e técnicos passaram a residir nas imediações da universidade, em direção à sede do citado distrito, assim surgindo o bairro Cidade Universitária. Este bairro caracteriza-se pela existência de áreas verdes e de residências típicas de classe alta e média, não havendo habitações populares ou indústrias tradicionais. Já em 1980, este distrito possuía 33 mil habitantes, divididos entre as áreas urbana e rural.

Além do pessoal da UNICAMP, dos Institutos de Pesquisa e das indústrias de alta tecnologia de Campinas, residem na área urbana do distrito de Barão Geraldo pessoas pertencentes aos quadros qualificados das indústrias locais e regionais. O resultado é uma sensível segregação urbana - também percebida em Sophie - Antipolis (França) e no "Silicon Valley" (EUA) -, coincidindo com a maior concentração das classes sócio-econômicas "A" e "B" de Campinas.

Assim foi criado um ambiente agradável aos trabalhadores da alta tecnologia, com uma paisagem propícia à reflexão, à criação e ao descanso.

Neste contexto ambiental, a população local aparece atualmente engajada em três movimentos de naturezas diversas: a) um movimento anti-crescimento, que luta pela manutenção do atual número de habitantes do distrito e de sua qualidade de vida; b) um movimento ecológico/preservacionista, que busca bloquear o desmatamento provocado pela construção imobiliária e impedir a instalação de indústrias poluentes; c) um movimento anti-separatista, que não defende a emancipação político-administrativa do distrito.

De uma maneira geral, os locais de concentração de atividades de alta tecnologia, ocupados principalmente pelas infra-estruturas científicas, aparecem em Campinas como locais protegidos, relativamente isolados da expansão urbana e rodeados por áreas com imensos vazios populacionais, o que, de certa forma, garante a manutenção do meio agradável e a possível ampliação do pólo tecnológico, pelo menos para o futuro próximo.

#### **IV. REFLEXÕES SOBRE AS EVIDÊNCIAS ENCONTRADAS E AS PERSPECTIVAS FUTURAS DO PÓLO ESTUDADO**

Neste segmento, procura-se inicialmente refletir sobre as principais constatações permitidas pelo processo de investigação desenvolvido e argumentar em favor da corroboração da idéia central que norteou este trabalho.

Inicialmente, o pólo tecnológico de Campinas, aqui analisado em sua origem, evolução, elementos constituintes e fatores condicionantes, comprova, pelo simples fato de existir, a possibilidade de ocorrência de tal fenômeno em um país em desenvolvimento, como é o caso do Brasil.



A explicação para a citada ocorrência remete, inicialmente, à própria evolução do sistema industrial capitalista, passando do modo de produção Fordista, com tecnologia já maduras e rotinizadas, para o neo-Fordismo e o pós-Fordismo, sistemas de produção utilizadores de tecnologias mais avançadas e flexíveis, mais aptos, portanto, para enfrentar as crises, de várias naturezas, que afetaram o modo de produção então dominante. Favorecida e possibilitada pela evolução dos meios de transporte e, principalmente, das comunicações, a citada evolução fundamenta-se no avanço tecnológico e científico e nas correspondentes novas formas de produção industrial, como, por exemplo, a indústria de alta tecnologia. Assim, a nível mundial, o avanço tecnológico, baseado em P&D, tornou-se o “motor” da expansão industrial e tal fato teria que repercutir, mais cedo ou mais tarde, mais ou menos intensamente, e guardadas as devidas proporções, também nos países em desenvolvimento.

Com base nisto, pode-se sugerir que o fenômeno dos pólos tecnológicos tende a se propagar em escala global, como que obedecendo a um ciclo de vida do produto, especialmente nos países desenvolvidos da América do Norte, da Europa, no Japão e na Austrália, como também nos países de industrialização recente, os NIC’s (“Tigres Asiáticos”, Brasil, México e Israel).

Completando a explicação para a ocorrência de pólos tecnológicos em países em desenvolvimento, deve-se destacar que, na realidade, nestes países, os espaços adequados e propícios ao desenvolvimento de atividades de P&D e produção de alta tecnologia tendem a ser muito mais restritos do que aqueles existentes nos países desenvolvidos, onde a conjugação dos elementos-chave para o surgimento e desenvolvimento de pólos tecnológicos, como unidades de P&D, capital de risco e mão-de-obra qualificada, tem muito mais chances de ocorrer na maior parte do território.

Assim, no Brasil, dada a existência de grandes contrastes espaciais em relação à ocorrência da atividade industrial, poucas são as áreas favoráveis ao desenvolvimento da alta tecnologia, restringindo-se às regiões mais desenvolvidas e industrializadas, como é o caso do Sudeste e, particularmente, do Estado de São Paulo. Neste contexto, a constatação da existência de um pólo tecnológico em Campinas apenas vem confirmar aquilo que a teoria fazia previsível. Além da posição geográfica absoluta de Campinas, destaque-se sua posição relativa, próxima a maior metrópole nacional, maior centro industrial, consumidor e científico do país.

Aliada a esta seletividade locacional, deve ser destacada ainda a atuação do governo federal que, ao definir a distribuição geográfica de seus investimentos e unidades de P&D, de certa forma induziu o desenvolvimento de indústrias de alta tecnologia no Estado de São Paulo e, especificamente, em Campinas.

Outra constatação essencial permitida pela presente pesquisa é que Campinas teve condições de se transformar em pólo tecnológico porque concentrou em seu espaço, em uma conjugação muito feliz, os principais fatores condicionantes e elementos constituintes de um pólo. Assim, a universidade e os institutos de pesquisa atraíram e/ou provocaram o aparecimento de várias outras unidades de P&D (indústrias de alta tecnologia e instituições de pesquisa), ampliando o mercado local de trabalho e criando um ambiente de inovação, enquanto a cidade em si, relativamente rica e desenvolvida economicamente, e com excelente setor de serviços, se constituía em fator de atração para o pessoal ligado à alta tecnologia, oferecendo boa qualidade de vida, amenidades, áreas de lazer, “clima” favorável de negócios, recursos educacionais e culturais, etc. Tudo isto tem propiciado o surgimento de vários *spin-offs*, que representam não só a culminação, mas também a renovação do pólo tecnológico.

Constatou-se ainda que o pólo campineiro, apesar de apresentar menor intensidade na dinâmica de relações e menores dimensões em termos de número de elementos constituintes, é estruturalmente semelhante aqueles evidenciados pela literatura internacional.

Com base nas tipologias apresentadas por a) WORTHINGTON (1982), b) STEED e de GENOVA (1983) e c) DROULERS (1989), pode-se classificar o pólo tecnológico de Campinas como a) um parque tecnológico, b) um pólo de alta tecnologia em que o crescimento se deve à industrialização de produtos científicos gerados localmente e a *spin-offs* iniciados no local, e c) um pólo tecnológico dinâmico.

Conjeturar o futuro do pólo em estudo é tarefa difícil no momento, considerando-se que o pólo campineiro é baseado na informática, setor que passou por mudanças radicais no país, devido ao fim da reserva de mercado para alguns de seus produtos em outubro de 1992. Algumas perspectivas, entretanto, podem ser vislumbradas, segundo os diversos elementos constituintes do pólo em questão.

Quanto às indústrias de alta tecnologia, tem sido possível observar que muitas empresas nacionais procuram estratégias de sobrevivência, enquanto outras encerram suas atividades. Entre as citadas estratégias, estão a associação com empresas estrangeiras (“*joint-ventures*”) para transferência de tecnologia, a mudança de produto, visando ocupar novos “nichos” de mercado, e a adoção de práticas de subcontratações.

Uma perspectiva possível é a chegada, ao pólo campineiro, de novos investimentos de empresas estrangeiras e nacionais, visando a usufruir das facilidades e das economias de aglomeração específicas concentradas localmente.

Visando apoiar indústrias nascentes ou aquelas ainda em projeto, a Prefeitura local inaugurou, em março de 1995, uma incubadora de empresas de alta tecnologia.

Gerenciado pela CIATEC, o NADE (Núcleo de Apoio ao Desenvolvimento de Empresas) deverá abrigar, durante dois anos, dez empresas interessadas em desenvolver projetos de alta tecnologia. Em um prédio de 1.000 m<sup>2</sup> localizado no Taquaral (Zona Norte da cidade), as empresas selecionadas disporão de material de apoio (central telefônica e computacional) e de assistência técnica, administrativa e financeira.

No setor público de P&D, dois projetos apoiados pelo Ministério de Ciência e Tecnologia parecem garantir a continuidade da condição de *technopole* para Campinas, pelo menos para o futuro imediato. São eles:

- o desenvolvimento de equipamento de luz síncrotron - uma energia que cobre do raio infravermelho aos raios X - no LNLS (Laboratório Nacional de Luz Síncrotron), ligado ao CNPq. O citado equipamento deverá ser único na América Latina, servindo para analisar a estrutura de materiais nas áreas de química, física e biologia;
- o programa ProTeM-CC (Programa Multinstitucional em Ciência da Computação), centralizado na UNICAMP, que visa fortalecer a capacitação tecnológica nacional através de pesquisa cooperativa na área de computação.

Finalizando, acredita-se que as evidências aqui reveladas sugerem ainda muitos questionamentos e desdobramentos, que poderão, quiçá, ser explorados, por nós ou por outros pesquisadores, no futuro. Sem dúvida, o tema focalizado é muito fértil e enseja novas investigações e reflexões.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- ANGEL, D.P. "High-technology agglomeration and the labor market: the case of Silicon Valley". *Environment and Planning A*, 23 (10): 1501-1516, 1991.
- ARTHUR, W.B. "Positive feedbacks in the economy". *Scientific American*, 2: 92-99, 1990.
- BENKO, G.B. "Quelques considérations sur les activités de pointe". *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 63(4): 329-339, 1986.
- BODDY, M. and LOVERING, J. "High technology industry in the Bristol sub-region: the aerospace/defense nexus". *Regional Studies*, 20(3): 217-231, 1986.
- BREHENY, M. et alii. "The anatomy of job creation? Industrial change in Britain's M4 Corridor". *Built Environment*, 9(1): 61-71, 1983.



- BREHENY, M. and McQUAID, R. "H.T.U.K.: The development of United Kingdom's major centre of high technology industry", in M. Breheny e R. Mcquaid (eds.) *The Development of High Technology Industries: an International Survey*. London: Croom Helm, 1987.
- CONTI, S. "Tecnologia e "nuova" territorialità". *Rivista Geografica Italiana*, 100(3): 671-702, 1993.
- DAGORNE, A. e FIORANI, F. "Sophia - Antipolis - eurotechnopole méditerranéenne". *L'Information Géographique*, 56(4): 144-152, 1992.
- DORFMAN, N.S. "Route 128: The development of a regional high technology industry". *Research Policy*, 12: 299-316, 1983.
- DROULERS, M. "Essai de typologie des pôles technologiques au Brésil". *Document de Recherches du CREDAL*, n° 204, 1989.
- ERBER, F.S. "Desenvolvimento industrial e tecnológico na década de 90 - Uma nova política para um novo padrão de desenvolvimento". *Ensaio F.E.E.*, Porto Alegre, 13(1): 9-42, 1992.
- FELSEINSTEIN, D. "Large high-technology firms and the spatial extension of metropolitan labour markets: some evidence from Israel". *Urban Studies*, 31(6): 867-893, 1994.
- FINGLETON, B. "The location of high-technology manufacturing in Great Britain: changes in the late 1980s". *Urban Studies*, 31(1): 47-57, 1994.
- GERTLER, M.S. "The limits to flexibility: comments on the Post Fordism vision of production and its geography". *Transactions - Institute of British Geographers*, 13(4): 419-432.
- GHORRA-GOBIN, C. "De l'alliance de la ville et de la haute technologie: les enseignements de la Silicon Valley". *L'Espace Géographique*, 2: 109-118, 1992.
- GILLY, J-P. "Technopoles et développement: mythes et réalités". *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 60(1): 115-124, 1989.
- GLASMEIER, A.K. "The japanese technopolis programme: high-tech development strategy or industrial policy in disguise?" *International Journal of Urban and Regional Research*, 12(2): 268-284, 1988.
- GRIPAIO, P. et alii. "High technology industry in a peripheral area: the case of Plymouth". *Regional Studies*, 23(2): 151-157, 1989.
- HAGEY, M.J. and MALECKI, E.J. "Linkages in high technology industries: a Florida case study". *Environment and Planning A*, 18(11): 1477-1498, 1986.

- HAUG, P. "US high technology multinationals and Silicon Glen". *Regional Studies*, 20(2): 103-116, 1986.
- JOHNSON, M.L. "Industrial transition and the location of high technology branch plants in the nonmetropolitan Southeast". *Economic Geography*, 65(1): 33-47, 1989.
- LEVY, J-P. "Développement industriel et croissance urbaine aux États-Unis: l'exemple Californien de Silicon Valley". *L'Information Géographique*, 50(4): 133-140, 1986.
- LUCCIONI, J-C. "Les technopoles en France et a l'étranger". *L'Information Géographique*, 53(1): 24-30, 1989.
- MacGREGOR, B.D. et alii. "The development of high technology industry in Newbury District". *Regional Studies*, 20(5): 433-448, 1986.
- MALECKI, E.J. "Industrial location and corporate organization in high-technology industries". *Economic Geography*, 61(4): 345-369, 1985.
- MALECKI, E.J. "Research and development and the geography of high-technology complexes", in J. Rees (ed.) *Technology, Regions and Policy*. Totowa, New Jersey: Rowman & Littlefield, 1986.
- MARKUSEN, A.R. "High tech jobs, markets and economic development prospects: Evidence from California", in P. Hall and A.R. Markusen, (eds.) *Silicon Landscapes*. Boston: Allen & Unwin, 1985.
- MORRIS, J.L. "New technologies, flexible work practices, and regional sociospatial differentiation: some observations from the United Kingdom". *Environment and Planning D: Society and Space*, 6 (3): 301-319, 1988.
- OAKLEY, R. "High technology industries and agglomeration economies", in P. Hall and A.R. Markusen, (eds.) *Silicon Landscapes*. Boston: Allen & Unwin, 1985.
- PINCH, S.P. et alii. "Labour flexibility and industrial restructuring in the UK sunbelt: the case of Southampton". *Transactions - Institute of British Geographers*, 14(4): 418-434, 1989.
- REES, J. and STAFFORD, H.A. "Theories of regional growth and industrial location: their relevance for understanding high-technology complexes", in J. Rees, (ed) *Technology, Regions and Policy*. Totowa, New Jersey: Rowman & Littlefield, 1986.
- SANTOS, A.A. dos. *Criação de Empresas de Alta Tecnologia, Capital de Risco e os Bancos de Desenvolvimento*. São Paulo: Pioneira, 1987.

- SARRAMEA, J. "La Côte D'Azur, maillon de la "ceinture du soleil" de l'industrie de pointe européenne?" *L'Information Géographique*, 53 (1): 15-20, 1989.
- SAXENIAN, A. "The genesis of Silicon Valley" *Built Environment*, 9(1): 7-17, 1983a.
- SAXENIAN, A. "The urban contradictions of Silicon Valley: regional growth and the restructuring of semiconductor industry". *International Journal of Urban and Regional Research*, 7(2): 237-262, 1983b.
- SCOTT, A.J. "Flexible production systems and regional development: the rise of new industrial spaces in North America and Western Europe". *International Journal of Urban and Regional Research*, 12(2): 171-186, 1988.
- SCOTT, A.J. e STORPER, M. "High technology industry and regional development: a theoretical critique and reconstruction". *International Social Science Journal*, 1(12): 215-232, 1987.
- SCOTT, A.J. "*High Technology Industry and Territorial Development: the Rise of the Orange County Complex: 1955-1984. Part I: Empirical background; Part II: Analysis and interpretation.* Los Angeles: Department of Geography, University of California, 1986.
- SCOTT, A.J. "The technopoles of southern California". *Environment and Planning A*, 22 (12): 1575-1605, 1990.
- SCOTT, A.J. and ANGEL, D.P. "The US semiconductor industry: a locational analysis". *Environmental and Planning A*, 19(7): 875-912, 1987.
- SEMEGHINI, U.C. Campinas (1860 a 1980): *Agricultura, Industrialização e Urbanização*. Campinas: UNICAMP-IE, Dissertação de Mestrado, 1988.
- STEED, G.P.P. and de GENOVA, D. "Ottawa's technology-oriented complex". *The Canadian Association of Geographers*, 27(3): 263-278, 1983.
- STORH, W.B. e PONIGHAUS, R. "Towards a data - based evaluation of the Japanese technopolis policy: the effect of new technological and organizational infrastructure on urban and regional development". *Regional Studies*, 26(7): 605-618, 1992.
- STORPER, M. e SCOTT, A.J. "The geographical foundations and social regulation of flexible production complexes", in J. Walch e M. Dear (eds) *The Power of Geography - How Territory Shapes Social Life*. London e Boston: Allen and Unwin, 1988.
- THOMPSON, C. "Some problems with R&D/SE&T - based definitions of high technology industry. *Area*, 20(3): 265-277, 1988.
- VERNON, R. "International investment and international trade in the product-life cycle". *Quarterly Journal of Economics*, 80: 190-207, 1966.