INOVAÇÕES, PEQUENAS EMPRESAS E INTERAÇÕES COM INSTITUIÇÕES DE ENSINO/PESQUISA EM ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS

Marisa dos Reis A. Botelho[♣]
Michelle de Castro Carrijo[*]
Gilsa Yumi Kamasaki[♦]

Área: Trabalho, Indústria e Tecnologia
Sub-Área: 18. Economia da Tecnologia e da Inovação

RESUMO *- O trabalho discute as especificidades da geração de inovações por empresas de pequeno porte, destacando-se, em especial, as possibilidades advindas das interações de pequenas empresas com instituições de ensino/pesquisa em arranjos produtivos locais. Apresenta-se, inicialmente, uma discussão conceitual acerca das possibilidades da geração de inovações em pequenas empresas, fundamentada em desenvolvimentos do enfoque neo-schumpeteriano. Na seqüência, são apresentados alguns dados de duas aglomerações presentes no estado de Minas Gerais, a saber, as aglomerações de empresas de eletrônica/telecomunicações de Santa Rita do Sapucaí e a de biotecnologia de Belo Horizonte. Os dados, obtidos em recente pesquisa de campo, referem-se à geração de inovações e às fontes de obtenção de informações.*

1. Introdução

O tema da inovação tecnológica por parte de pequenas empresas (PEs) ganhou relevância nas últimas décadas, motivado por recentes desenvolvimentos teóricos, em especial, no enfoque neo-schumpeteriano, bem como pela divulgação de resultados de pesquisas empíricas que constataram uma participação significativa de inovações empreendida em empresas de menor porte. Pode-se afirmar que a verificada participação de PEs nas inovações industriais não era esperada, dada a relação que se estabelecia, sobretudo em trabalhos acadêmicos, entre atividades de pesquisa e desenvolvimento (restrita a grandes empresas em função do seu alto custo) e inovações, considerando-se tais atividades como o principal determinante das inovações.

As pesquisas que se seguiram, em especial as desenvolvidas no âmbito do enfoque neo-schumpeteriano, mostraram a impossibilidade de tratar a atividade de inovação somente a partir de gastos formais de P&D. Verificou-se, a partir de pesquisas empíricas, uma teia de relações estabelecidas pelas empresas que influenciam significativamente as atividades produtivas em geral, e as inovativas em particular. Relações com clientes e fornecedores, com empresas concorrentes

[♣] Professora do Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia. Doutora em Economia pelo Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas.
[*] Mestre em Desenvolvimento Econômico pelo Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia.
[♦] Mestre em Desenvolvimento Econômico pelo Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia.

(especialmente em fases pré-competitivas) e com institutos de pesquisa e/ou universidades, figuraram nas pesquisas como as mais importantes. A proximidade geográfica entre empresas e instituições de apoio também figura nas pesquisas como elemento importante para a atividade de inovação, dada a característica parcialmente tácita do conhecimento que origina as inovações. Dessa constatação decorreu uma série de estudos sobre as especificidades da presença das empresas em aglomerações setoriais, com especial destaque para as possibilidades de superação das debilidades das empresas de pequeno porte quando presentes em aglomerações.

De outro lado, verificou-se também a impropriedade de medir as atividades de inovação somente a partir de patentes registradas em órgãos competentes. Diversos tipos de inovação, sobretudo as classificadas como incrementais na literatura neo-schumpeteriana, não são, em geral, patenteáveis, mas apresentam-se de suma importância para o desenvolvimento tecnológico em geral e, principalmente, para a competitividade das empresas.

Construiu-se, assim, um arcabouço teórico que permite entender como as PEs superam as debilidades intrínsecas ao porte e participam ativa e positivamente das atividades de inovação, o que significou também complexificar as análises clássicas sobre a contribuição das empresas de pequeno porte, quase sempre restritas ao emprego.

À luz dessas referências, o presente trabalho discute a participação das PEs em atividades de inovação, com destaque para as interações das empresas com universidades e/ou centros de pesquisa. Após esta introdução, a segunda seção apresenta um resumo das contribuições conceituais sobre esse tema, com foco na experiência internacional. As seções 3 e 4 apresentam informações de recente pesquisa de campo[1] realizada em duas aglomerações de empresas presentes no estado de Minas Gerais, respectivamente a de empresas de eletrônica e telecomunicações de Santa Rita do Sapucaí e a de biotecnologia de Belo Horizonte. As informações referem-se às atividades de inovação e às respectivas fontes de obtenção de informações indicadas pelas empresas, onde se destacam as relações com instituições de ensino e pesquisa presentes no local. Por fim, apresentam-se as considerações finais.

2. Pequenas empresas e inovação tecnológica[2]

A relação entre PEs e inovação tecnológica tem sido bastante discutida nos últimos anos. Grande parte dos trabalhos que tratam desse tema tem como ponto de partida da análise o aparente paradoxo - a esperada "esmagadora" participação das grandes empresas (GEs) na atividade de inovação oriunda de seus laboratórios de P&D e a verificada (empiricamente) significativa participação

[1] Tais pesquisas de campo fazem parte do programa "Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais no Brasil", financiado pelo SEBRAE Nacional e coordenado pelo Prof. Renato Campos, do Centro de Pesquisas Sócio-Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina.

[2] Esta seção foi parcialmente modificada a partir de Botelho (1999).

de PEs[3]. A tese segundo a qual as GEs seriam o veículo principal da atividade de inovação encontra-se, principalmente, no rol das contribuições de Schumpeter e foi, posteriormente, difundida por Galbraith. De acordo com esse último autor, "... não há ficção mais agradável do que a de que a mudança tecnológica é produto do talento inigualável do pequeno homem forçado pela competição a empregar sua esperteza para se sair melhor que seu vizinho. Infelizmente, é uma ficção." (Galbraith, 1956 *apud* Audretsch, 1994:23).

A primazia das GEs na inovação seria função direta do novo conhecimento gerado por suas atividades de pesquisa, atividades essas restritas às empresas de grande porte em função do montante de recursos requeridos. Essa proposição é a base da "*knowledge production function"*, derivada das contribuições de Schumpeter (Griliches, 1979 *apud* Audretsch e Vivarelli, 1994). Os gastos na manutenção das atividades de P&D das empresas são então considerados o principal insumo e a principal medida da inovação.

A partir dessa proposição, a geração de novo conhecimento (materializada em novos produtos e/ou processos) através da manutenção de atividades de P&D de forma sistemática só é acessível a empresas maiores, em função dos altos custos e riscos característicos desse tipo de atividade. Ademais, o novo conhecimento originado nos laboratórios de P&D das GEs apresenta altos graus de apropriabilidade e cumulatividade, distanciando-se das características de *public good*.

No entanto, nas décadas de 70 e 80 verificou-se que uma parcela significativa das inovações industriais originou-se em pequenas e médias empresas (PMEs). Essa constatação foi possibilitada primeiramente pelos dados compilados pelo SPRU (Science Policy Research Unit), da Universidade de Sussex na Inglaterra.

Os trabalhos que divulgaram inicialmente as informações desse banco de dados mostraram uma participação significativa das PMEs inglesas na inovação. Entre os anos 1975-83, as empresas com menos de 500 empregados foram responsáveis por cerca de 25% do total das inovações introduzidas no setor manufatureiro. Nos últimos anos da coleta de dados (1981-83), aproximadamente um terço das inovações ocorreram em PMEs (Tether *et alli*, 1997)[4].

---

[3] "... um paradoxo, porque é uma observação bem conhecida que o volume maior de P&D é concentrado nas maiores corporações industriais (Scherer, 1991). E, de acordo com um dos mais predominantes modelos de mudança tecnológica (Griliches, 1979), a produção de inovações é produto do conhecimento que gera insumos, mais notavelmente P&D. [Sabe-se] que pequenas empresas são a máquina da atividade de inovação em certas indústrias apesar da falta óbvia de atividades formais de P&D...". (Audretsch e Vivarelli, 1994:225-6). A esse respeito ver também Audretsch (1994) e Acs e Audretsch (1990).

[4] O trabalho de Tether *et alli* (1997) mostra que os dados do SPRU foram superestimados nos primeiros trabalhos que os divulgaram. Uma avaliação mais cuidadosa desses dados mostrou que no período considerado (1975-83), as PMEs foram responsáveis por cerca de 20% do total das inovações na indústria inglesa. No período 1981-82 há um aumento na participação das empresas com menos de 500 empregados para 28,5% aproximadamente. Os autores avaliam que essa revisão muda a conclusão anterior que assinalava uma participação das PMEs na inovação maior que a sua contribuição para o emprego. Com a revisão, as PMEs passam a contribuir para o emprego e a inovação em proporções semelhantes.

Os setores que apresentaram participação maior na geração de inovações foram: instrumentos mecânicos e de engenharia, maquinaria não-elétrica, equipamentos elétricos, química e instrumentos (Acs e Audretsch, 1990).

Os dados oriundos da Small Business Administration Innovation Data Base (EUA), divulgados por Acs e Audretsch (1990) mostram resultados semelhantes aos do SPRU, principalmente em termos dos setores nos quais as PMEs têm participação elevada. Esses dados referem-se às inovações introduzidas no mercado norte-americano em 1982, considerando-se como inovações os novos produtos, processos ou serviços que resultaram do desenvolvimento de uma invenção[5].

O Quadro 1 apresenta os principais dados analisados por Acs e Audretsch:

Quadro 1 - Número de inovações de grandes e pequenas empresas nas indústrias mais inovadoras (1982)

Indústria	Inovações totais	Inovações de grandes firmas	Inovações de pequenas firmas
Eletronic computing equipment	395	158	227
Process control instruments	165	68	93
Radio and TV communication equipment	157	83	72
Pharmaceutical preparations	133	120	13
Eletronic components	128	54	73
Engineering and scientific instruments	126	43	83
Semiconductors	122	91	29
Plastics products	107	22	82
Photografhic equipment	88	79	9
Office machinery	77	67	10
Instruments to measure electricity	77	28	47
Surgical appliances and supplies	67	54	13
Surgical and medical instruments	66	30	36
Special industry machnery	64	43	21
Industrial controls	61	15	46
Toilet preparations	59	41	18
Valves and pipe fittings	54	20	33
Eletric housewares and fans	53	47	6
Measuring and controlling devices	52	3	45
Food products machinery	50	37	12
Motors and generators	49	39	10
Plastic materials and resins	45	30	15
Industrial inorganic chemicals	40	32	8
Radio and TV receiving sets	40	35	4
Hand and edge tools	39	27	11
Fabricated platework	38	29	9

[5] A pesquisa que originou os dados apresentados por Acs e Audretsch (1990) foi efetuada por uma empresa privada (The Futures Group), contratada pelo Small Business Administration. A pesquisa foi elaborada mediante o acompanhamento de informações coletadas em aproximadamente 100 revistas especializadas nos diversos ramos industriais.

Fabricated structure metal	35	12	17
Pumps and pumping equipment	34	18	16
Optical instruments and lenses	34	12	21
Polishes and sanitation goods	33	13	19
Industrial trucks and tractors	33	13	20
Medicinals and botanicals	32	27	5
Aircraft	32	31	1
Environmental controls	32	22	10

Fonte: U.S. Small Business Administration Innovation Data Base, *in* Acs e Audretsch, 1990, p. 13-4.
Obs.: 1) Os dados referem-se a inovações introduzidas na indústria dos Estados Unidos em 1982 e resultam de invenções realizadas, em média, 4,3 anos antes.
2) São consideradas grandes empresas aquelas que possuem mais de 500 empregados e pequenas empresas as que possuem até 500 empregados.
3) As inovações de grandes e pequenas empresas nem sempre coincidem com a soma total das inovações porque várias delas não podem ser classificadas de acordo com o tamanho da empresa.

Dentre os 34 setores[6] considerados como os mais inovadores da indústria americana, 14 apresentam participação de PMEs no total de inovações de aproximadamente 50% ou mais. Setores como instrumentos científicos e de engenharia, produtos plásticos, controles industriais e dispositivos de medição e controle destacam-se com mais de dois terços do total de inovações realizadas por PMEs. Outros setores nos quais as PMEs apresentam participação importante na inovação são os de equipamentos eletrônicos de computação, instrumentos de controle de processos, componentes eletrônicos e instrumentos para medir eletricidade. Como características comuns, estes setores apresentam inúmeras oportunidades tecnológicas e estruturas de demanda diferenciadas, cujos requerimentos tecnológicos específicos favorecem a existência de nichos. Em alguns desses setores, as inovações podem ser atribuídas à fase do ciclo do produto, especialmente os setores da fronteira tecnológica.

Algumas observações devem ser feitas quanto aos dados do Quadro. Em primeiro lugar, em alguns setores o número de empregados não é um bom indicador de tamanho da empresa (por exemplo, setores que operam na fronteira tecnológica e que produzem bens altamente sofisticados como os de equipamentos eletrônicos de computação e os de instrumentos de controle de processos). Ademais, o recente processo de reestruturação das GEs foi acompanhado, em grande medida, de diminuição no número de empregados, o que determina a necessidade de se reavaliar a tradicional classificação de porte das empresas. Em segundo, os dados não distinguem quais inovações são realizadas em empresas pequenas daquelas provenientes de empresas de tamanho médio. Dessa forma, as informações contidas no Quadro permitem algumas inferências, mas não uma análise mais aprofundada.

A literatura que trata desse tema destaca algumas hipóteses (não excludentes) para a

[6] Classificação dos setores segundo o SIC *(Standard Industrial Classification),* ao nível de quatro dígitos.

explicação da vantagem competitiva das PMEs na inovação em alguns setores industriais. Uma primeira hipótese diz respeito às fontes de geração de conhecimento. Tomando como verdadeira a relação direta entre conhecimento e inovação, tem-se investigado a importância de outras fontes de geração de conhecimento, em especial as universidades e os centros de pesquisa públicos. Como o conhecimento gerado nessas instituições é, em grande medida, de caráter público (*public good*), torna-se importante apreeender a forma de difusão desse conhecimento. Pois bem, pesquisas recentes mostram que as PEs exploram de maneira mais eficiente os *spillovers* dos laboratórios universitários, enquanto as GEs exploram melhor o conhecimento gerado em seus próprios laboratórios (Audretsch e Vivarelli, 1994). Vale dizer, quando o conhecimento necessário à geração de inovações é produzido externamente à indústria, as possibilidades para as novas e PEs são maiores (Acs e Audretsch, 1990).

A análise de Rothwell e Beesley (1989) sobre as PEs inglesas chega a conclusões idênticas. Utilizando a banco de dados do SPRU, estes autores mostram que as PMEs inovativas inglesas apresentaram altos níveis de vínculos em P&D com outras empresas, com instituições de infra-estrutura e de C&T governamentais. Estas ligações complementam atividades de P&D internas às empresas, que são consideradas o principal fator de acesso das PEs à fontes tecnológicas externas.

Em um nível mais geral, diversas pesquisas têm mostrado que a relação entre inovação e tamanho de empresa não é linear, isto é, o número de inovações não cresce na mesma proporção do aumento do tamanho das empresas em todos os setores[7] . A pesquisa de Acs e Audretsch (1990:57) conclui que

> "... a vantagem relativa de grandes firmas tende a ser promovida em indústrias que são capital-intensivas, concentradas e altamente sindicalizadas. Em contraste, nas indústrias que são altamente inovadoras e compostas predominantemente por firmas grandes, a vantagem relativa na inovação é sustentada pelas firmas pequenas." (como única alternativa para se manterem no mercado)[8].

Documento recente da OECD (1993) sobre a relação entre tecnologia e competitividade em PEs ressalta que, em geral, as PEs inovadoras apresentam: i) um gerente/proprietário qualificado em assuntos técnicos relacionados à especialização da empresa ou, ii) pessoal empregado com altos níveis de qualificação formal. A utilização desse *skilled labour* torna-se a "ponte" com fontes externas de tecnologia.

---

[7] O trabalho de Symeonidis (1996) apresenta uma resenha da literatura recente sobre esse tema. Também conclui que não existem evidências empíricas que sustentem a hipótese de uma relação linear entre inovação e tamanho da empresa.

[8] A utilização das informações provenientes do SPRU permite a Dosi (1988:1151-2)) conclusão semelhante B "... em setores com altas oportunidades tecnológicas (química, elétrica/eletrônica) as firmas inovadoras podem ser encontradas e altamente representadas por aquelas que são muito grandes e aquelas que são muito pequenas (...) Inversamente, na maquinaria e engenharia mecânica (...) uma proporção relativamente maior de inovações é empreendida por firmas pequenas..."

Esses resultados são compatíveis com a hipótese de S. Winter, analisada por Acs e Audretsch (1990), de que a inovação nas PEs emana de um regime tecnológico diferente do das GEs (o *entrepreneurial regime* em oposição ao *routinized regime*). Em indústrias fortemente inovadoras e nas quais o *skilled labour* tem papel importante, as PEs apresentam vantagem na inovação[9].

Nos termos da classificação de Pavitt (1992:215) quanto às diferenças setoriais da inovação,

> "pequenas firmas inovadoras são tipicamente especializadas nas suas estratégias tecnológicas, concentram-se em inovações de produto para produtores específicos, como máquinas-ferramenta, instrumentos científicos, químicos especializados ou *software*. Sua força estratégica está na habilidade de combinar tecnologia com necessidades específicas do cliente. As tarefas estratégicas chave estão em achar e manter um nicho estável de produto e tirar benefícios sistematicamente da experiência do usuário."

Uma segunda hipótese usualmente apontada como importante para explicar a significativa participação das PEs na inovação diz respeito à maior flexibilidade organizacional encontrada nessas empresas. Vale dizer, a presença de menos níveis hierárquicos e de estruturas menos burocratizadas facilitam a tomada de decisões e as alterações no processo produtivo, constituindo importantes elementos a favorecer a atividade de inovação (OECD, 1993).

Entretanto, a flexibilidade como característica intrínseca às PEs merece algumas qualificações. De um lado, os aspectos acima apontados não são os únicos a conferir flexibilidade às PEs que, freqüentemente, decorre de "fatores menos nobres". Pode-se citar, como exemplos, a falta de planejamento e a não observância de direitos trabalhistas como fatores determinantes de flexibilidade (Souza, 1995).

De outro lado, seguindo a proposta de Carlsson (1989), é possível diferenciar os diversos tipos de flexibilidade encontrados no interior da empresa. O autor propõe resumi-las em: flexibilidade operacional, tática e estratégica. As flexibilidades operacional e tática referem-se às rotinas de curto prazo das empresas. Define-se, no primeiro caso, pela capacidade da empresa de alterar a sequência e os procedimentos usuais de produção (alterações no *software*). A flexibilidade tática refere-se à tecnologia utilizada, em termos das possibilidades de alterar quantidade produzida, o *mix* de produtos e certas características do *design.* Ressalte-se que a flexibilidade tática, em função de diferenças setoriais, nem sempre se coloca para a empresa como uma opção.

A flexibilidade estratégica, ou dinâmica, diz respeito à capacidade da empresa de planejar

---

[9] Essas observações determinam, logicamente, o questionamento do montante gasto em P&D pelas empresas como variável *proxy* da atividade de inovação - "... P&D é um insumo e não um produto do processo de inovação." (Audretsch e Vivarelli, 1994:227). Diversos autores argumentam que os gastos em P&D não captam, por exemplo, as atividades informais de pesquisa (Dosi, 1988); de outro lado, também as inovações não patenteadas (especialmente as incrementais) não são captadas por indicadores tradicionais, como o número de patentes.

e atuar de modo a se inserir futuramente no mercado, o que envolve esforços constantes em qualidade e qualificação de pessoal de modo a promover inovação de produtos e/ou processos.

A consideração dos diferentes aspectos atinentes à noção de flexibilidade determina a necessidade de qualificar a relação entre flexibilidade e inovação em PEs. Assim, a presença de menores níveis hierárquicos e menor burocracia em conjunto com a qualificação ampla da mão-de-obra e/ou da gerência - que engloba a capacidade de estabelecer relações com fontes externas de tecnologia - são os elementos principais a conferir flexibilidade estratégica às PEs.

A hipótese da flexibilidade organizacional como fator determinante da inovação em PEs é um dos elementos que sustentam o modelo de "especialização flexível" (EF) (Piore e Sabel, 1984). Grosso modo, o modelo de EF advoga a existência de uma crise no paradigma fordista de acumulação, baseado na produção em massa, e a sua superação pela utilização de métodos flexíveis de produção. A produção capitalista, sob a égide do modelo de EF, contrapõe-se às *rigidities* fordistas e caracteriza-se pela flexibilidade derivada da utilização de tecnologias de base microeletrônica (máquinas multipropósitos) e trabalhadores polivalentes (com múltiplas qualificações), o que propicia produções diversificadas. A presença nas empresas de trabalhadores multiqualificados e aptos a intervir na totalidade do processo de produção, bem como os menores níveis hierárquicos, conferem maior flexibilidade ao processo produtivo na medida em que rompem com a tradicional separação entre trabalho de concepção e de execução. Estes fatores potencializam a atividade de inovação na medida em que esta não se restringe mais a um departamento da empresa.

A flexibilidade organizacional - especialmente quando determinada por trabalhadores com "funções múltiplas" (possibilitadas, principalmente, pela utilização de técnicas mais simples de produção nas empresas de pequeno porte) e por limites difusos entre trabalho de concepção e de execução - sempre foi considerada uma característica das PEs. Esta característica é considerada por Piore e Sabel o fator principal de alguns resultados positivos alcançados pelas PEs nas últimas décadas. Destaque-se, em especial, a participação significativa de PEs na inovação em alguns setores industriais e a presença importante, em termos do desenvolvimento econômico, de PEs em aglomerações, igualmente pautados pela busca da inovação.

É importante mencionar ainda que a chamada teoria do ciclo de vida do produto, desenvolvida por Vernon na década de 60, também trata da relação entre PEs e inovação. Em linhas gerais, esta teoria advoga que as PEs empreendem as inovações radicais e têm algumas vantagens durante os estágios iniciais no ciclo de vida de um produto, quando este ainda é produzido em pequenas quantidades e com técnicas mais rudimentares. À medida que o processo de produção vai sendo padronizado, as GEs apresentam vantagens competitivas derivadas, principalmente, de economias de escala.

A análise sobre o processo de desenvolvimento de inúmeros produtos industriais nas últimas duas décadas permite questionar o *status* teórico da contribuição de Vernon (Sabel *et alli*, 1991). Embora a presença de fases no ciclo de vida do produto seja aplicável à parcela importante dos produtos industriais, não engloba inúmeros exemplos onde o ciclo de vida do produto é realizado na sua totalidade em PEs (bens de capital sob encomenda, produtos com requerimentos específicos, etc.) ou em GEs (produtos de processamento contínuo, os bens da indústria automobilística, a grande maioria dos bens do setor eletrônico, etc.). As empresas tipicamente fordistas que entraram em processo de decadência e perderam competitividade para outras (muitas vezes de menor tamanho) que aplicaram métodos mais flexíveis de produção também se contrapõem à tese do ciclo de vida do produto[10].

A maior participação das PEs nas fases iniciais do desenvolvimento de novos produtos é uma das conclusões do trabalho de Utterback (1994). Uma análise ampla da dinâmica da inovação - estudo de produtos e processos inovadores desde o protótipo até o projeto dominante - permite ao autor concluir que a participação de empresas novas na inovação é maior nas indústrias de produtos montados (em relação aos não-montados ou de processamento contínuo). Nas indústrias de produtos montados a participação de empresas novas e menores vai diminuindo à medida em que as inovações vão sendo introduzidas e aceitas. A partir daí, há uma diminuição do número de empresas e aumento do seu tamanho médio e as inovações de processo (incrementais) ganham espaço na competição.

Em síntese, a presença de PEs inovadoras na estrutura industrial está relacionada com as seguintes condições (OECD, 1993; Pavitt, 1992; Rizzoni, 1994; Utterback, 1994):

i) existência de atividades próprias de P&D (formais ou informais) e/ou de relações estreitas com fontes externas de conhecimento tecnológico (universidades, centros de pesquisa e/ou de difusão tecnológica, outras empresas);

ii) presença de mão-de-obra qualificada (em nível da propriedade/gerência e/ou do pessoal de nível técnico) e apta a estabelecer relações com fontes externas de tecnologia;

iii) flexibilidade organizacional determinada por alta qualificação da mão-de-obra e menos hierarquia, tornando a empresa apta a explorar novas oportunidades;

iv) o setor em que a PE está inserida (setores com altas oportunidades tecnológicas ou aqueles que requerem proximidade com clientes, por exemplo);

v) a fase do desenvolvimento do produto;

---

[10] O modelo de ciclo de vida do produto é utilizado no trabalho de Tether e Storey (1998-a) para avaliar positivamente as políticas que objetivam a criação de *new technology-based firms*, em função da contribuição que essas empresas podem apresentar na transformação da estrutura industrial rumo à fronteira do desenvolvimento tecnológico. Entretanto, os autores ressaltam as dificuldades intrínsecas à generalização do modelo e o utilizam como recurso analítico (ou, "interpretação otimista" do modelo, dado que permite realçar o papel das PEs na mudança estrutural).

vi) o ambiente no qual a empresa opera: condições macroeconômicas adequadas, disponibilidade de financiamento, mecanismos de difusão tecnológica, políticas de incentivo à formação de parcerias com grandes empresas e outras instituições, etc..

A análise destes aspectos tem indicado, entre outros, a importância da localização geográfica para a atividade de inovação, em especial em setores de tecnologia de ponta. Considerando a natureza parcialmente tácita do conhecimento, verifica-se que as interações entre instituições geradoras de conhecimento e empresas apresentam-se mais promissoras quando há proximidade geográfica, de modo a viabilizar que os *spillovers* da pesquisa acadêmica gerem mais rapidamente atividades produtivas[11].

Como mostram Galli e Teubal, diversas ações nesse sentido têm sido instituídas:

> "...os fatos mais notáveis dizem respeito à proliferação de organizações, agências e outras estruturas ligadas à inovação e à reestruturação econômica em nível regional. O objetivo dessas estruturas é induzir a mudança da estrutura industrial para atividades intensivas em conhecimento. Elas incluem diferentes categorias de iniciativas, tais como centros de tecnologia, centros de inovação, *science parks*, incubadoras (ou outros com denominação similar) direcionadas a suprir consultoria técnica, financeira e comercial aos empresários locais." (1997:351).

As iniciativas assinaladas por Galli e Teubal estão fundamentadas no entendimento de que é possível potencializar a atividade inovativa e superar determinadas debilidades das pequenas empresas em setores de tecnologia de ponta através de vínculos mais consistentes com instituições de ensino/pesquisa, especialmente os públicos. O estímulo a esses vínculos apresenta-se mais promissor em localidades onde é possível criar e/ou desenvolver aglomerações empresariais setoriais que, para o caso de empresas na fronteira tecnológica, requerem a presença de instituições de pesquisa com tradição em pesquisa aplicada[12].

Os aspectos teórico-conceituais desenvolvidos a partir da revisão da experiência internacional indicam os fatores principais que explicam a ocorrência de inovações em PEs, a despeito das conhecidas dificuldades dessas empresas em internalizar atividades de P&D. A análise dos resultados obtidos em pesquisa de campo recente em empresas de pequeno porte presentes em aglomerações no Estado de Minas Gerais mostra semelhanças com a experiência internacional. As duas seções seguintes são dedicadas à análise dos resultados da pesquisa. Um breve histórico da formação dessas aglomerações também é apresentado nas seções correspondentes, de modo a ressaltar o papel das instituições de ensino/pesquisa.

---

[11] O trabalho de Baptista e Swann (1998), também utilizando a base de dados do SPRU, tenta responder à questão se a atividade de inovação tende a ser maior em *clusters.* O cruzamento desses dados com os devidos recortes regionais demonstrou que a probabilidade de inovação é maior nas localidades onde é forte a presença de firmas da própria indústria, ou seja, nos *clusters* ou aglomerações.

[12] Ver OECD (1999), para um tratamento exaustivo dessa temática. O documento aborda diversas experiências nacionais de aglomerações, bem como diversos formatos organizacionais, considerando a atividade de inovação como o eixo norteador tanto das análises, como da intervenção política.

3. Interação universidade/empresa e inovação no arranjo produtivo de eletrônica e telecomunicações de Santa Rita do Sapucaí

O surgimento desse arranjo produtivo local (APL)[13] esteve atrelado principalmente à criação da Escola Técnica de Eletrônica (ETE), em 1958, por iniciativa de Luzia Rennó Moreira que, dotada de visão schumpeteriana, tencionava deslocar a vocação agrário-pastoril de Santa Rita do Sapucaí para a área de eletrônica, considerada um segmento industrial promissor àquela época, na qual estava constituindo-se a indústria nacional de eletrônica e comunicações (Diniz e Lemos, 1998).

Nesse contexto, o objetivo da ETE era proporcionar a formação e capacitação de mão-de-obra especializada, capaz de suprir a demanda desse mercado em expansão. Posteriormente, foram fundados no município o Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL) em 1965 e a Faculdade de Administração e Informática (FAI) em 1972, que motivaram algumas experiências informais de incubação de empresas entre as décadas de 70 e 80 em Santa Rita, estimulando a especialização nos setores de eletrônica e telecomunicações.

Em 1985, o poder municipal juntamente com algumas lideranças locais cria o *slogan* "Vale da Eletrônica" (em referência ao Vale do Sicílio, nos EUA), com o intuito de incentivar as empresas existentes e estimular novas empresas através de políticas direcionadas que, juntamente com o surgimento de programas de incubação de empresas, foram responsáveis pela governança do arranjo. Neste sentido, merecem destaque a atuação da Incubadora de Empresas do INATEL, fundada oficialmente em 1992 e da Incubadora Municipal de Empresas Sinhá Moreira, criada em 1999.

Atualmente, além das instituições de ensino e pesquisa mencionadas, o APL conta com um consórcio de exportação formado por seis empresas (de produtos não concorrentes), que exportam para México, Chile, Bolívia e Cuba[14], duas incubadoras de empresas (INATEL e Incubadora Municipal Sinhá Moreira), Associação Comercial, Associação Industrial, um sindicato patronal (SINDVEL), SESI, SENAI, balcão SEBRAE, Prefeitura Municipal e três instituições de apoio financeiro às empresas (Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais, Banco do Brasil e Caixa Econômica Federal). Além disso, existe em Santa Rita um projeto de cooperação técnica internacional feito em parceria com as Agências de Cooperação Técnica dos governos alemão e brasileiro (GTZ e ABC, respectivamente), beneficiando as escolas INATEL, FAI, ETE, Colégio Tecnológico Dr. Delfim Moreira (cursos técnicos de informática e contabilidade), empresas

[13] O termo arranjo produtivo local refere-se a "aglomerações produtivas cujas interações entre os agentes não são suficientemente desenvolvidas para caracterizá-las como sistemas." (Cassiolato e Szapiro, 2002:12).

[14] Dentre os produtos fabricados (existentes no mercado nacional) e exportados, estão: equipamentos de radiodifusão, radiocomunicação, centrais telefônicas, terminais de consulta ao crédito, fontes de alimentação e transformadores, identificadores e bloqueadores de chamadas e transmissores FM de baixa potência.

industriais locais e poder municipal (INATEL, 2004).

Uma característica marcante do APL de Santa Rita do Sapucaí é a articulação existente entre empresas, centros de ensino e pesquisa (principalmente ETE e INATEL), incubadoras de empresas (INATEL e Incubadora Municipal) e a Prefeitura Municipal, o que possibilita o compartilhamento e transmissão de conhecimentos entre esses agentes. Em menor medida, há alguma influência das associações empresariais locais (Consórcio de Exportação, Associação Industrial, Associação Comercial e SINDVEL) e instituições de apoio às empresas (SEBRAE[15], SESI, SENAI) sobre a governança do arranjo. Entretanto, há que se destacar a ausência de alguns elos da cadeia produtiva eletro-eletrônica (fornecedores de insumos e de máquinas e equipamentos, por exemplo) e seus efeitos sobre a dinâmica do arranjo, o que desautoriza caracterizar essa aglomeração produtiva como sendo um sistema produtivo local[16].

A significativa influência das instituições de ensino e pesquisa na governança do arranjo se expressa em um alto percentual de empresas que surgiram como *spin-offs* das atividades acadêmicas. Em consonância com esse resultado, verificou-se a ocorrência de uma proporção elevada de empresários com curso superior completo – 32% nas microempresas, 35,7% nas pequenas e 75% nas pequenas empresas – bem como de trabalhadores com graus de escolaridade superiores aos verificados entre o conjunto das empresas de pequeno porte brasileiras.

A partir da pesquisa de campo realizada em Santa Rita do Sapucaí em meados de 2003 constatou-se que, nesse ano, o município abrangia aproximadamente 80 empresas de base tecnológica, especializadas nos segmentos de eletrônica, telequipamentos e informática, que geram 5600 empregos diretos e indiretos[17] segundo fontes locais, em contraste com os dados do Relatório Anual de Informações Sociais (RAIS) que, em 2002, acusava 56 empresas formalmente constituídas e 1218 empregados (Tabela 1).

Tabela 1- Número de empregados e de empresas da indústria do material elétrico e comunicações em Santa Rita do Sapucaí/MG, 1990, 1994, 1997, 2001, 2002.

Anos	Micro		Pequena		Média	
	Nº Empresas	Nº Empregos	Nº Empresas	Nº Empregos	Nº Empresas	Nº Empregos
1990	15	98	7	410	3	440
1994	15	132	8	382	3	393
1997	27	178	8	327	1	411
2001	43	204	11	519	2	238
2002	41	215	13	645	2	358

[15] Verificou-se na pesquisa de campo, que a atuação do balcão SEBRAE em Santa Rita têm sido mais no sentido de fornecer alguns cursos e treinamentos "rápidos" e de alguma interação junto à Incubadora Municipal.

[16] Ver Cassiolato e Szapiro (2002), para a definição dos conceitos de sistemas e arranjos produtivos locais.

[17] Informações obtidas junto à Prefeitura Municipal, Associação Industrial e Sindicato de Indústrias de Aparelhos Eletrônicos e Similares (SINDVEL) em 2003. O cálculo da amostra de empresas entrevistadas procurou refletir a representatividade do porte das empresas de acordo com a classificação do SEBRAE, a saber: microempresa, de 0 a 19 empregados; pequena empresa, de 20 a 99; média empresa, de 100 a 499 e grande empresa, acima de 500 empregados.

Fonte: RAIS/MTE (1990, 1994, 1997, 2001, 2002).

Tomando como base os cruzamentos de informações relativas ao número de empresas, foram entrevistadas no arranjo 43 empresas, que compuseram uma amostra com micro, pequenas e médias empresas, responsáveis por 1860 postos de trabalho.

• Interações entre agentes, aprendizado e inovações

A pesquisa realizada em Santa Rita do Sapucaí investigou a ocorrência de inovações no período 2000-2002, bem como as fontes de aprendizado consideradas relevantes para a atividade inovativa no período. Levando-se em conta o processo de geração de inovações com base apenas em gastos de P&D, as firmas captadas na amostra da pesquisa de campo mostraram-se altamente inovadoras. Entre os anos de 2000 e 2002, a maior parte das empresas entrevistadas (30 empresas) desenvolveram atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) rotineiramente, contra 7 que desenvolveram ocasionalmente e apenas 5 que não investiram nesse tipo de atividade nos 3 anos em consideração. Quanto à porcentagem de gastos em P&D em relação ao faturamento no último ano (Tabela 2), em média, as microempresas responderam ter investido 10%, as pequenas 7% e as empresas de porte médio 3,1%.

Tabela 2 – Gastos com P&D, em relação ao faturamento de 2002

	Micro (%)	Pequena (%)	Média (%)	Grande (%)
1. Gastos com P&D/total (%)	10	7	3,1	-
2. Gastos com Atividades Inovativas	11,9	12,5	2,8	-
3. Fontes de Financiamento				
3.1. Próprios	88,6	92,3	79,2	-
3.3. Terceiros privado	-	3,8	20,8	-
3.3. Terceiros público	11,4	3,8	-	-
Total (%)	100	100	100	-

Fonte: Pesquisa de campo (2003).

Como pode ser visto na Tabela 3, a maioria das empresas entrevistadas desenvolveu algum tipo de inovação de produto no último triênio - 64% das microempresas, 78,6% das pequenas empresas e 100% das empresas de porte médio. A título de comparação, a PINTEC identificou, dentre as 70.000 empresas industriais com mais de 10 empregados entrevistadas que 31,5%, em média, implementaram inovações, de produto, processo ou ambas. Para a indústria eletrônica, a PINTEC detectou uma taxa de inovação bastante superior, de 62,5%, mas mesmo assim inferior às detectadas pela pesquisa de campo em Santa Rita do Sapucaí.

Destaque-se ainda que para as inovações de processo, organizacionais e outras também foram encontrados percentuais elevados de respostas positivas (sempre superiores a 50% das empresas entrevistadas).

Com relação ao tipo de inovação, os dados coletados na pesquisa mostram que um percentual muito significativo de empresas (28% das micro, 50% das pequenas e 75% das médias) afirmou ter desenvolvido produtos novos para o mercado nacional, enquanto 12,5% das microempresas, 21,4% das pequenas e 24% das médias afirmou ter desenvolvido produtos novos para o mercado internacional. Em que pese algum tipo de entendimento equivocado por parte dos empresários quanto ao questionamento em tela, os percentuais são significativamente altos tendo como referência os encontrados no âmbito da PINTEC e de outras pesquisas recentes sobre o tema.

Tabela 3 – Inovações entre 2000 e 2002, Santa Rita do Sapucaí (MG)

Tipo de inovação	Micro	Pequena	Média
	Sim (%)	Sim (%)	Sim (%)
1 Inovações de produto	**64**	**78,6**	**100**
1.1 Produto novo para a empresa, mas já existente no mercado	52	57,1	75
1.2 Produto novo para o mercado nacional	28	50	75
1.3 Produto novo para o mercado internacional	12	21,4	25
2. Inovações de processo	**60**	**57,1**	**50**
2.1 Processos tecnológicos novos para a empresa, mas já existentes no mercado	60	57,1	50
2.2 Processos tecnológicos novos para o setor de atuação	20	28,6	-
3 Outros tipos de inovação	**48**	**78,6**	**75**
3.1 Criação ou melhoria substancial, do ponto de vista tecnológico, do modo de acondicionamento de produtos (embalagem)	28	50	50
3.2 Inovações no desenho de produtos	36	71,4	75
4. Inovações organizacionais	**76**	**85,7**	**100**
4.1 Implementação de técnicas avançadas de gestão	36	64,3	50
4.2 Implementação de significativas mudanças na estrutura organizacional	52	71,4	75
4.3 Mudanças significativas nos conceitos ou práticas de *marketing*	64	78,6	100
4.4 Mudanças significativas nos conceitos ou práticas de comercialização	56	78,6	75
4.5 Implementação de novos métodos e gerenciamento, visando a atender normas de certificação	24	71,4	75

Fonte: Pesquisa de campo (2003).

Considerando a importância das diferentes fontes de informação determinantes dos processos de aprendizado e geração de inovações, investigou-se a importância atribuída pelas empresas à cada uma delas (Quadro 2). Constatou-se que a principal fonte interna de informação para o aprendizado das microempresas entre 2000 e 2002, por grau de importância, foi o departamento de P&D ou pessoal ocupado envolvido diretamente com P&D (índice de 0,85) e citado por 21 dentre as 25 microempresas entrevistadas. Importância maior às atividades de P&D foi atribuída pelas médias empresas da amostra, com índice de 1,00, o mesmo índice atribuído às demais fontes internas de informação. Dentre as pequenas empresas, o maior índice encontrado foi para a área de produção (0,83). A relevância das atividades de P&D para a maior parte das empresas do APL está relacionada ao perfil da área de eletrônica, cuja competitividade depende significativamente da busca constante de informações.

Quanto às fontes externas de informação, atribuiu-se importância por parte das empresas

principalmente aos itens fornecedores de insumos (índices de 0,51 a 0,80), clientes (índices entre 0,73 a 0,90), concorrentes (índices de 0,74 e 0,75 para micro e médias empresas) e outras empresas do setor (índice de 0,80 para as médias empresas). Já os itens "outras empresas do grupo" e "*joint-ventures"* foram assinalados somente pelas médias empresas, em acordo com as características desse tipo de relação.

No que concerne ao aprendizado decorrente do contato com universidades e outros institutos de pesquisa no último triênio, as empresas atribuíram os níveis mais elevados de importância às relações com universidades, com índices de relevância de 0,60, 0,53 e 0,80, respectivamente para micro, pequenas e médias empresas da amostra (68% das microempresas, 57% das pequenas e 100% das médias atribuíram média e alta importância a esse tipo de relação). Considerou-se, em especial, o INATEL, cuja interação com as empresas se dá por meio de desenvolvimento de produtos, consultorias, utilização de laboratórios, etc. Constatou-se na pesquisa de campo que a ETE e o INATEL são as instituições locais de ensino e pesquisa que mais exercem influência sobre as empresas do arranjo, no sentido de fornecer pessoal qualificado (em nível de 2º grau técnico em eletrônica industrial/telecomunicações/informática, no caso da ETE e, no caso do INATEL, em nível de graduação e pós-graduação em telecomunicações), interagindo também com outros agentes, como por exemplo, na parceria com a Incubadora Municipal de empresas (prestação de consultoria técnica). Além disso, o acesso de ex-alunos (atualmente empresários e/ou funcionários de empresas do arranjo) aos laboratórios e serviços técnicos dessas instituições também garante um fluxo contínuo de informações e conhecimentos que são compartilhados por esses agentes, gerando externalidades ao APL de modo geral[18].

Novamente, este resultado diverge da situação encontrada para o conjunto das empresas brasileiras. Em pesquisa recente realizada junto a uma amostra de empresas industriais, constatou-se que metade das empresas não recorre às universidades como fonte de informação e conhecimento e apenas 18,5% das empresas declarou ter relacionamentos intensos ou muito intensos com essas instituições (FINEP, MCT e CNI, 2002).

Verificou-se, por fim, que em relação ao aprendizado adquirido através de outras fontes de informação, todos os itens citados na pesquisa mereceram atribuição de alta e média importância por parte de todos os portes de empresa, com exceção dos itens "encontros de lazer" e "licenças, patentes e *know-how".* O destaque maior foi a alta importância atribuída às fontes de informação disponíveis na "internet", bem como em "feiras, exibições e lojas", "conferências, seminários, cursos e publicações especializadas" para microempresas (índices entre 0,74 e 0,90). As empresas de porte médio, por sua vez, atribuíram alta importância a praticamente todos os itens mencionados

[18] Na pesquisa de campo, alguns empresários entrevistados destacaram a importância das parcerias entre o INATEL e suas empresas no desenvolvimento de novos produtos, dentre eles, o caso da TV digital envolvendo a Linear (empresa pioneira no arranjo) e essa universidade.

na questão. Merece registro que a principal localização dessas fontes de informação para todos os portes de empresa encontra-se em âmbito nacional, sendo que as médias empresas também destacaram participar de feiras e exposições ocorridas no exterior.

Quadro 2 – Caracterização da amostra de micro, pequenas e médias empresas de eletrônica, informática e telecomunicações em Santa Rita do Sapucaí-MG, quanto à importância das fontes de informação, 2000-2002.

Descrição	Micro	Pequena	Média
	Índice de Relevância*	Índice de Relevância*	Índice de Relevância*
Fontes Internas			
Departamento de P&¨D	0,85	0,49	1,00
Área de produção	0,46	0,83	1,00
Áreas de vendas e *marketing*	0,65	0,75	1,00
Serviços de atendimento ao cliente	0,65	0,68	1,00
Outras	0,00	0,00	0,25
Fontes Externas			
Outras empresas dentro do grupo	0,00	0,00	0,50
Empresas associadas (*joint venture*)	0,00	0,00	0,50
Fornecedores de insumos (equipamentos, materiais)	0,51	0,79	0,80
Clientes	0,89	0,73	0,90
Concorrentes	0,74	0,39	0,75
Outras empresas do setor	0,65	0,54	0,80
Empresas de consultoria	0,41	0,49	0,65
Universidades e Outros Institutos de Pesquisa			
Universidades	0,60	0,53	0,80
Institutos de Pesquisa	0,40	0,41	0,30
Centros de capacitação profissional, de assistência técnica e de manutenção	0,27	0,36	0,80
Instituições de testes, ensaios e certificações	0,38	0,59	1,00
Outras Fontes de Informação			
Licenças, patentes e "*know-how"*	0,30	0,39	0,00
Conferências, Seminários, Cursos e Publicações Especializadas	0,72	0,61	0,90
Feiras, Exibições e Lojas	0,81	0,74	0,90
Encontros de Lazer (Clubes, Restaurantes, etc)	0,40	0,37	0,70
Associações empresariais locais (inclusive consórcios de exportações)	0,56	0,46	0,83
Informações de rede baseadas na internet ou computador	0,90	0,75	0,80

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa de campo.
*Índice = (0*Nº Nulas + 0,3*Nº Baixas + 0,6*Nº Médias + Nº Altas) / (Nº Empresas no Segmento). O índice varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior o grau de importância atribuído àquele item.

Constatou-se que para as empresas industriais que atuam na fabricação e/ou montagem de aparelhos e equipamentos eletroeletrônicos e de telecomunicações, a busca e seleção de inovações são processos desenvolvidos freqüentemente, sem os quais as firmas não conseguem se manter competitivas no mercado de atuação (condizente com o conceito de empresas inovadoras na visão neo-schumpeteriana). Por outro lado, empresas voltadas à fabricação e/ou montagem de placas, fabricação de transformadores, etc. ou ainda especializadas em prestação de serviços em telefonia (instalação, manutenção, etc.) e em desenvolvimento de *software* e alguns tipos de projetos industriais, praticamente não há espaço para inovações por iniciativa das empresas, pois tais

produtos e/ou serviços são pré-determinados de acordo com os clientes. Algumas empresas mencionaram ter realizado inovações incrementais em equipamentos de segurança (cercas elétricas, sensores, centrais de alarmes, etc.); automação industrial (sistemas de monitoramento), equipamentos eletrônicos (aperfeiçoamento de micro-câmeras, por exemplo), dentre outros.

Como exemplos de inovações desenvolvidas por algumas empresas entrevistadas, incluem-se: fabricação nacional de rádios digitais; transmissor de microondas (produto novo para o mercado internacional); aparelhos com funções de interfone e telefone; tele-supervisão para ambientes *indoor* de celular; leitor de código de barras sem fio; aparelho controlador de tarifas telefônicas; dentre outros. Em termos de inovações de processo, houve uma empresa especializada em segurança eletrônica, que mencionou ter desenvolvido e lançado no setor um processo tecnológico novo (um tipo de comunicação que não existia antes) em um aparelho destinado à automação industrial. De acordo com as empresas entrevistadas, alguns produtos inovadores já se encontram no mercado e outros ainda estão sendo testados e aperfeiçoados para serem lançados futuramente.

Em suma, verificou-se que em Santa Rita do Sapucaí as parcerias estabelecidas entre empresas, instituições de ensino/pesquisa e poder público municipal têm desempenhado um papel importante na consolidação e expansão do APL de eletrônica e telecomunicações, pois, dentre outros elementos, proporcionam um ambiente favorável à criação de novas empresas e no estímulo à capacidade inovativa desses agentes. Para as empresas de base tecnológica existentes no município, a proximidade não apenas geográfica com a ETE e o INATEL tem sido possível graças aos objetivos dessas instituições de ensino e pesquisa em proporcionar mão-de-obra qualificada e especializada nos diversos segmentos de eletrônica, informática e telecomunicações, favorecendo significativamente as empresas do arranjo, que também se beneficiam do acesso aos laboratórios e serviços disponibilizados por essas escolas. Em especial, a interação entre empresas e centros de ensino e pesquisa (na forma de incubadoras de empresas) vem determinando externalidades positivas. Portanto, as respostas dadas pelas empresas indicam que no APL o processo de difusão de informações é intenso, fruto do direcionamento das atividades produtivas e de esforços político-institucionais para o a criação e fortalecimento de uma "vocação" no município.

4. Interação universidade/empresa e inovação no arranjo produtivo de biotecnologia de Belo Horizonte (MG)

O desenvolvimento de atividades produtivas ligadas à chamada bio-indústria é bastante recente no Brasil, em torno de duas décadas. Contabiliza-se atualmente cerca de 300 empresas identificadas como de biotecnologia, sendo que pouco mais de 80% estão instaladas nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Nesse último estado, identifica-se a maior aglomeração de empresas desse ramo de atividade, concentradas na capital Belo Horizonte (BIOMINAS, 2001).

A aglomeração de empresas de biotecnologia[19] em Belo Horizonte deve-se, entre outros fatores que historicamente favorecem a região, ao estoque de conhecimento gerado pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e outras instituições de pesquisa que se destacam fortemente nas áreas de biologia, medicina, farmácia, química, veterinária, o que resulta em uma grande concentração de competências científicas na capital. Além disso, Belo Horizonte conta, desde 1990, com a Fundação Biominas, a primeira incubadora de empresas de biotecnologia construída no país.

A Biominas é uma instituição privada, sem fins lucrativos, criada em 1990 em Belo Horizonte através da ação de nove micro e pequenas empresas de biotecnologia, com o objetivo de apoiar e ampliar a bio-indústria no estado. É a gestora/fundadora da Incubadora de Empresas de Biotecnologia e Química Fina de Minas Gerais – IEB-MG, que foi implantada em 1996. Até então, as novas empresas se constituíam através do apoio institucional e gerencial da Fundação Biominas, surgindo assim como *incubadas virtuais.*

Em 1991, os governos estadual e municipal, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Fundação Biominas assinaram um Protocolo de Intenções que resultou fundamentalmente na conclusão da construção das instalações da IEB-MG, em 1996. Além disso, também houve o apoio financeiro e técnico-gerencial de instituições como a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). O intuito do protocolo era desenvolver mecanismos e compromissos institucionais capazes de contribuir na formulação do projeto e no plano de implantação da incubadora. No ano seguinte, as partes envolvidas formalizaram um Convênio de Cooperação, estabelecendo as suas responsabilidades na criação e operacionalização da mesma (Lemos, 1998).

Desde então, o que se pode verificar é a crescente importância do estado de Minas Gerais neste setor. Em especial, Belo Horizonte tem se destacado como o principal pólo de biotecnologia da América Latina (FIEMG, 2000). E o que tem despertado o interesse e a atenção de estudiosos e políticos é a evolução significativa do setor em todo o estado mineiro que possuía apenas nove companhias em operação em 1990 – que foram as que deram origem à Fundação Biominas como instituição representante – e passou para 53 empresas em 1999, incluindo a presença de grandes multinacionais como Monsanto, Syngenta e Aventis (Baêta *et alli,* 2002). Além da forte presença da

---

[19] Não há uma definição única para o termo biotecnologia. No Brasil, o Sindicato das Empresas de Biotecnologia (SindBio), adota a mesma definição utilizada pelas organizações internacionais FAO e OECD, ou seja, *"biotecnologia é a aplicação de sistemas biológicos e organismos vivos para a criação de produtos".* É um conceito mais restrito. A Fundação Biominas, por sua vez, assume uma definição mais ampla, qual seja, é *"a aplicação de diversas tecnologias 'habilitadoras', envolvendo organismos vivos, células ou moléculas para a geração de produtos e serviços, tendo, numa visão de 'cadeia produtiva', incorporado também empresas fornecedoras de equipamentos e insumos industriais utilizados e empresas atuantes em áreas de sinergia e afinidade (biomedicina, biomateriais, aplicações integradas de IT, software, internet)".* Utilizar-se-á essa definição no presente trabalho.

bio-indústria no estado de Minas Gerais, outro aspecto que confere destaque à região, é o fato de a primeira companhia de biotecnologia do Brasil conhecida internacionalmente – a BIOBRÁS S/A – ter se instalado na região nos anos 70.

De acordo com Fajnzylber (2001), um levantamento realizado pela Biominas para o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) em 2001 demonstrou que Minas Gerais apresenta o maior número de empresas nas áreas de saúde humana e animal, de sinergia e meio ambiente. Das 131 empresas que operam nestes setores e que foram identificadas pela pesquisa, 63 localizam-se neste estado, enquanto 32 companhias encontram-se em São Paulo.

Atualmente, das 304 empresas de biotecnologia verificadas em todo o Brasil, 30%, ou seja, aproximadamente 89 empresas, encontram-se distribuídas em todo o estado de Minas Gerais. Sendo que, "*... cerca de 60 empresas (70% do total) estão localizadas em Belo Horizonte e cidades muito próximas, constituindo a cidade na mais importante base bio-industrial do país."* (Judice e Baêta, 2002:8).

A evolução da distribuição das empresas de biotecnologia em Minas Gerais de acordo com suas áreas de aplicação encontra-se na Tabela 4. Em 1999, 64% das empresas de biotecnologia encontrava-se na área de saúde humana e, em 2001, esse percentual reduziu-se para 51%. Houve, na verdade, uma redução do grau de concentração neste setor e também um pequeno decréscimo no número de empresas no setor de *agribusiness*, em contrapartida, observou-se um certo aumento na área ambiental e outros, que inclui serviços, fornecedores e insumos industriais.

Tabela 4 - Distribuição das empresas de biotecnologia por segmentos de mercado e percentuais individuais de participação por segmentos em estados de maior concentração, 2001.

Segmento de Mercado	Diretório de Empresas (N=304)		Diretório de Empresas Estados de Maior Concentração n = 272 (90% de N)				
	Nº	%	SP (n=129)	MG (n=89)	RJ (n=28)	PR (n=16)	DF (n=10)
			% para cada estado e DF				
Saúde Humana (1)	74	24,3	16	41	43	25	-
Saúde Humana, Animal e Vegetal (2)	14	4,6	4	7	-	-	20
Saúde Animal (3)	14	4,6	2	6	-	6	-
Agronegócio (4)	37	12,2	10	9	11	31	50
Meio Ambiente (5)	14	4,6	1,5	10	7	-	10
Instrumental complementar (6)	11	3,6	4	0,5	-	6	10
Química Fina/ Enzima (7)	18	5,9	4	0,5	-	6	-
Sinergia (8)	15	4,9	1,5	10	4	-	-
Fornecedores (9)	51	16,8	30	8	4	6	-
Multinacionais, Públicas, Genéricos	56	18,4	27	8	32	19	10
TOTAL	**304**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

Fonte: Biominas, 2001.

(1) Diagnósticos, fármacos, fitoterápicos, vacinas, soros e biodiversidade.

(2) Identificação genética, análise de transgênicos

(3) Veterinária, reprodução animal, pet, vacinas, probióticos, aquacultura.

(4) Melhoramento de plantas, transgênicos, produtos florestais, plantas ornamentais e medicinais, bioinsenticidas, biofertilizantes, inoculantes, flores.

(5) Biorremediação, tratamento de resíduos, análises.

(6) Software, internet, bioinformática, e-commerce, P&D.
(7) Química fina, enzimas.
(8) Biomateriais, biomedicinas, consultoria em biotecnologia.
(9) Equipamentos, insumos e suprimentos.

Percebe-se, portanto, que apesar de verificar-se a presença de empresas em diversos segmentos dentro da chamada bio-indústria, há na aglomeração de empresas de Belo Horizonte uma certa especialização na área de saúde humana, que engloba os segmentos de diagnóstico, farmacêutico, fitoterápico e biomateriais. Outro aspecto a destacar diz respeito ao fato de que a bio-indústria de Belo Horizonte é fundamentalmente composta por empresas de pequeno porte. Trabalhos empíricos recentes mostram que aproximadamente um terço das empresas possuem até 15 empregados e 11% tem entre 16 a 30 postos de trabalho (Fajnzylber, 2001).

• Interações entre agentes, aprendizado e inovações

A pesquisa de campo analisada no âmbito deste trabalho foi efetuada mediante entrevistas com 19 empresas localizadas em Belo Horizonte. Foram entrevistadas 12 empresas da área de saúde humana (sendo 9 de diagnóstico), 1 de saúde animal, 3 de biomateriais, 2 de meio ambiente e 1 de produtos químicos. Aproximadamente 79% da amostra são micro empresas, ou seja, possuem menos de 19 empregados, e são responsáveis por 56,3% dos empregos gerados. O restante da amostra foi composta por pequenas empresas, sendo que a maior delas possui 46 funcionários.

Quanto ao perfil dos sócios fundadores, identificou-se que a maioria deles, cerca de 79%, são homens. A idade varia entre 30 e 60 anos e, quanto à escolaridade, 89,5% das empresas entrevistadas possuem sócios fundadores com curso superior completo ou pós-graduação. Através das entrevistas percebeu-se ainda que, além de empresários que participam ativamente do dia-a-dia da empresa, eles geralmente exercem uma outra profissão, na maioria das vezes, são professores ou médicos. O alto nível de escolaridade encontrado entre os empresários também ocorre entre o pessoal ocupado nas empresas. Por exemplo, nas micro empresas entrevistadas, do total de 166 empregados, cerca de 51% possuem ensino superior completo ou pós-graduação.

O resultado da aplicação dos questionários também mostrou que o aspecto que influenciou fortemente a concentração da bio-indústria em Belo Horizonte foi, de fato, a presença da UFMG e das várias outras instituições de ensino e pesquisa presentes na região. Verificou-se durante as entrevistas que a maioria dos empresários possuem sua formação nestas instituições, sem contar que, muitas vezes, as empresas surgiram a partir dos resultados de pesquisas realizadas em seu interior.

O questionamento sobre as atividades de inovação feito às empresas mostrou um quadro compatível com o padrão de concorrência em um setor tecnologicamente avançado, onde as

inovações cumprem papel fundamental na competitividade empresarial (Tabela 5). Entre as empresas entrevistadas, 9 empresas, ou seja, 47,4% do total, desenvolveram um produto novo para a sua empresa, mas que já existia no mercado. Cerca de 37% das empresas desenvolveram um produto novo para o mercado nacional e 15,7% das empresas da amostra conseguiram desenvolver um produto novo para o mercado internacional entre os anos de 2000 e 2002.

No que tange às inovações de processo, aproximadamente 31,6% das empresas de biotecnologia entrevistadas introduziram um processo tecnológico novo para a sua empresa, mas já existente no mercado e 26,3 % introduziram um processo novo para o setor, o que significa que cerca de 58% das empresas entrevistadas realizaram algum tipo de inovação de processo. Inovações no acondicionamento e no desenho dos produtos também foram notificadas pelas empresas, 36,8% e 10,5% respectivamente.

Quanto às inovações organizacionais, alguns itens merecem destaque. Cerca de 57,9 % das empresas da amostra realizaram mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de comercialização e 68,4% dessas empresas implementaram novos métodos de gerenciamento visando atender às normas de certificação (ISO 9000, ISSO 14000, etc).

Como exemplos de inovação para o mercado internacional, foram citados nas entrevistas: Anel de Ferrara, produto oftalmológico para correção de deficiências visuais, assim como os instrumentos utilizados na cirurgia para implante do mesmo (produto e técnicas patenteados no exterior); o OSTEOSYNT® e ORBITALSYNT®, próteses ósseas desenvolvidas com biomateriais produzidos a partir de biocerâmicas de fosfato de cálcio (produtos patenteados); IgM-GIPL ELISA (teste para diagnóstico de toxoplasmose); a vacina contra leishmaniose (produto patenteado).

Tabela 5 - Inovações entre 2000 e 2002, Belo Horizonte (MG)

Tipo de Inovação	Micro	Pequena
	Sim (%)	Sim (%)
1. Inovações de produto	**66,7**	**75**
1.2 Produto novo para a sua empresa, mas já existente no mercado?	46,7	50
1.3 Produto novo para o mercado nacional?	33,3	50
1.4 Produto novo para o mercado internacional?	13,3	25
2. Inovações de processo	**46,7**	**50**
2.1 Processos tecnológicos novos para a sua empresa, mas já existentes no setor?	26,7	50
2.2 Processos tecnológicos novos para o setor de atuação?	26,7	25
3. Outros tipos de inovação	**26,7**	**75**
3.1 Criação ou melhoria substancial, do ponto de vista tecnológico, do modo de acondicionamento de produtos (embalagem)?	26,7	75
3.2 Inovações no desenho de produtos?	6,7	25
4. Realização de mudanças organizacionais (inovações organizacionais)	**93,3**	**100**
4.1 Implementação de técnicas avançadas de gestão?	20	50
4.2 Implementação de significativas mudanças na estrutura organizacional?	46,7	50
4.3 Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de marketing?	33,3	75
4.4 Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de comercialização?	53,3	75
4.5 Implementação de novos métodos e gerenciamento, visando a atender normas de certificação (ISO 9000, ISSO 14000, etc)?	60	100

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

As respostas sobre a atividade de inovação foram seguidas do questionamento sobre as principais fontes de informação utilizadas pelas empresas. No que tange às fontes internas de informações, pode-se perceber através das informações do Quadro 3 que, para as micro e pequenas empresas de biotecnologia da amostra, as mais importantes são o departamento de P&D, a área de produção e área de vendas e marketing (índices de acima de 0,80, com exceção da área de vendas e marketing para as micro empresas). Como informações advindas de fontes externas, destacaram-se como mais relevantes os clientes e fornecedores de insumos, com índices que se situaram entre 0,67 e 0,80. O papel das universidades e institutos de pesquisa foi destacado, em especial pelas micro empresas, com índice de 0,82. Por fim, em relação a outras fontes destacou-se nas duas faixas de tamanho de empresas as informações advindas da rede de computadores e as obtidas em conferências, seminários e similares. As pequenas empresas atribuíram importância também a feiras e afins.

Quadro 3 - Caracterização da amostra de micro e pequenas empresas do arranjo produtivo local de biotecnologia em BH quanto à importância das fontes de informação, 2004

Descrição	Micro	Pequena
	Índice de Relevância*	Índice de Relevância
Fontes Internas		
Departamento de P & D	0,86	1,00
Área de produção	0,85	1,00
Áreas de vendas e marketing	0,76	1,00
Serviços de atendimento ao cliente	0,00	0,00
Outras	0,00	0,00
Fontes Externas		
Outras empresas dentro do grupo	0,00	0,00
Empresas associadas (*joint venture*)	0,00	0,00
Fornecedores de insumos (equipamentos, materiais)	0,67	0,80
Clientes	0,75	0,80
Concorrentes	0,35	0,33
Outras empresas do Setor	0,57	0,65
Empresas de consultoria	0,29	0,33
Universidades e Outros Institutos de Pesquisa		
Universidades	0,82	0,63
Institutos de Pesquisa	0,82	0,48
Centros de capacitação profissional, de assistência técnica e de manutenção	0,43	0,67
Instituições de testes, ensaios e certificações	0,59	0,65
Outras Fontes de Informação		
Licenças, patentes e "know-how"	0,58	0,50
Conferências, Seminários, Cursos e Publicações Especializadas	0,75	0,83
Feiras, Exibições e Lojas	0,51	0,90
Encontros de Lazer (Clubes, Restaurantes, etc)	0,30	0,45
Associações empresariais locais (inclusive consórcios de exportações)	0,60	0,65
Informações de rede baseadas na internet ou computador	0,81	1,00

Fonte: Pesquisa de campo (2004).
*Índice = (0*Nº Nulas + 0,3*Nº Baixas + 0,6*Nº Médias + Nº Altas) / (Nº Empresas no Segmento)

As respostas a essa questão indicaram um padrão de concorrência fortemente baseado no conhecimento, com empresas empreendendo esforços de aprendizado através de gastos dedicados a P&D, bem como estabelecendo relações externas de modo a obter as informações necessárias ao aprendizado para a inovação. Entretanto, a presença reduzida no APL de produtores que compõem a cadeia produtiva da bio-indústria age como fator restritivo ao estabelecimento de relações que poderiam potencializar os mecanismos de aprendizado.

5. Considerações Finais

A análise de informações acerca da atividade de inovação por pequenas empresas brasileiras presentes em aglomerações em setores tecnologicamente avançados mostrou informações importantes que, a despeito das dificuldades de comparação, indicam resultados mais promissores que os verificados para o conjunto das empresas brasileiras e certamente muito superiores àqueles que se apresentam para o segmento das pequenas empresas. Ademais, as informações obtidas na pesquisa de campo indicaram resultados condizentes com aqueles verificados na experiência internacional. Verificou-se, portanto, um padrão de comportamento bastante diferenciado do restante das empresas brasileiras, a despeito da sua importância ainda reduzida em termos de geração de renda e emprego no conjunto da economia.

Em síntese, a pesquisa realizada junto a uma amostra de micro, pequenas e médias empresas presentes nas aglomerações de eletrônica e telecomunicações de Santa Rita do Sapucaí e na de biotecnologia de Belo Horizonte, ambas no estado de Minas Gerais, mostrou os seguintes aspectos:

i) as empresas possuem atividades formais ou informais de P&D, dedicando parcela do faturamento para esse fim;

ii) em geral, as empresas originaram-se de *spillovers* das atividades acadêmicas e possuem tanto na gerência quanto na produção um alto percentual de pessoal qualificado, com índices de escolaridade bastante elevados;

iii) há esforços significativos de aprendizado, tanto a partir de fontes internas quanto de relações externas, em geral com as instituições de ensino/pesquisa presentes nas localidades;

iv) o percentual de inovações identificadas como sendo inovações para o setor de atuação é bastante elevado, inclusive daquelas assinaladas como inovações em nível internacional.

Nos termos desenvolvidos na seção 2 deste trabalho, a presença de pessoal qualificado garante flexibilidade organizacional às empresas e as tornam aptas a estabelecer relações com

fontes externas de tecnologia – especialmente importantes para empresas de pequeno porte em setores de fronteira -, que complementam atividades internas de pesquisa. Ademais, os esforços político-institucionais para definir "vocações" para essas regiões permitiram, em um ambiente bastante hostil como o foi a década de 90 na economia brasileira, a sobrevivência, crescimento e um certo destaque em termos de geração de inovações.

Á guisa de conclusão, e tendo em vista os resultados encontrados na pesquisa, é possível defender, em nível das políticas, o importante papel que as pequenas empresas de base tecnológica podem cumprir em uma economia como a brasileira. A presença expressiva (e crescente) de empresas multinacionais – cujos recursos para as atividades de P&D concentram-se nos seus países de origem – e os poucos recursos tradicionalmente destinados à atividade de pesquisa por parte das grandes empresas brasileiras são os principais fatores a fundamentar a defesa de políticas para a criação e desenvolvimento de PEs de base tecnológica. A maior presença dessas empresas poderia contribuir positivamente no sentido de criar uma nova cultura empresarial, mais voltada à pesquisa tecnológica, na economia brasileira.

Referências Bibliográficas

ACS, J.Z. e AUDRETSCH, D.B. *Innovation and Small Firms*. MIT Press, Massachusetts, 1990.

AUDRETSCH, D.B. Small Business in Industrial Economics: the new learning. *Revue d'Economie Industriell*, no. 67, 1994;

AUDRETSCH, D.B. e VIVARELLI, M. Small firms and R&D spillovers: Evidence from Italy. *Revue d'Economie Industriell*, no. 67, 1994;

BAÊTA, A. M. C. *et al*. (2002). *Small And Medium-Sized Biotechnology Companies In The State Of Minas Gerais – Innovation And Clusters Development*. 6th Conference on Technology Policy and Innovation: Integrating Regional and Global Iniciatives in the Learning Society. KIOTO: ICTPI KANSAI Science City;

BAPTISTA, R. e SWANN, P. Do firms in clusters innovate more? *Research Policy,* no. 27, p. 525-540, 199o;

BIOMINAS. *Parque Nacional de Empresas de Biotecnologia.* Mimeo, BIOMINAS, Belo Horizonte, 2001;

BOTELHO, M.R.A. *Políticas de Apoio às Pequenas Empresas Industriais no Brasil: Uma Avaliação a Partir da Experiência Internacional*. Tese de Doutoramento, IE/UNICAMP, Campinas, 1999;

CARLSSON, B. O. Flexibility and the theory of the firm*. International Journal of Industrial Organization,* no. 7, p. 179-203, 1989;

CASSIOLATO, J.E. e SZAPIRO, M. *Arranjos e sistemas produtivos e inovativos locais no Brasil.* IE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em www.ie.ufrj.br/redesist;

DINIZ, C. C. e LEMOS, M. B. Sistemas Regionais de Inovação: o caso de Minas Gerais. Nota Técnica 06/98. *Projeto MCT/OEA, IE/UFRJ*, Rio de Janeiro, 1998;

DOSI, G. Sources, Procedures, and Microeconomics Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature,* vol. XXVI, p. 1120-1171, September 1988;

FAJNZYLBER, P. *Fatores de Competitividade e Barreiras ao Crescimento no Pólo de Biotecnologia de Belo Horizonte.* Departamento de Economia/ CEDEPLAR, Belo Horizonte, 2001;

FIEMG. *Cluster de Biotecnologia: Belo Horizonte – Minas Gerais/Brasil.* Mimeo, FIEMG, Belo Horizonte, 2000;

FINEP, CNI e MCT. *A indústria e a questão tecnológica,* Brasília, 2002;

GALLI, R. e TEUBAL, M. Paradigmatic Shifts in National Innovation Systems. *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations.* Pinter, London and Washington, p. 342-70, 1997;

INATEL. Santa Rita do Sapucaí. Disponível em: www.inatel.br. Acesso em: 17 ago.2004;

JUDICE, V. M. M. & BAETA, A. M. C. *Clusters em Bio-indústria e Biotecnologia em Minas Gerais - habitats construídos de inovação, competitividade e desenvolvimento regional.* Gestão & Tecnologia - Revista Fundação Pedro Leopoldo. Pedro Leopoldo: v.1, p.155 – 170, 2002;

JUDICE, V. M. M. & BAÊTA, A. M. C. *Modelo Empresarial, Gestão de Inovação e Investimentos de Venture Capital em empresas de Biotecnologia no Brasil.* XXVII ENANPAD 2003, Atibaia, S.P, 20-24 setembro. *In*: http://anpad.org.br/frame.enanpad2003.html, acesso em novembro de 2003, ou disponível em CD de publicações, 2003;

LEMOS, M. B. *A Construção de Redes Locais de Inovação sob Condições Periféricas: o Caso da Biotecnologia na Aglomeração de Belo Horizonte,* CEDEPLAR/ UFMG, 1998;

OECD *Small and Medium-sized Enterprises: Technology and Competitiveness*. Paris, 1993;

OECD *Boosting Innovation – The Cluster Approach*. Paris, 1999;

PAVITT, K. Some foundations for a theory of the large innovating firm. DOSI, G. , GIANNETTI, R. e TONINELLI, P.A. *Technology and Enterprise in a Historical perspective.* Clarendon Press - Oxford, 1992;

PINTEC – *Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2000*, FINEP, IBGE, MCT e MPOG, Rio de Janeiro, 2002;

PIORE, M.J. e SABEL. C.F. *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity.* New York: Basic Books, 1984;

RIZZONI, A. Technology and organization in small firms: an interpretative framework. *Revue D'Économie Industriell,* no. 67, 1994;

ROTHWELL, R. e BEESLEY, M. The importance of technology transfer. BARBER, J., METCALFE, J.S. e PORTEUS, M. *Barriers to Growth in Small Firms.* Routledge, London and New York, 1989;

SABEL, C. *et alli* Regional prosperities compared: Massachussets and Baden-Württemberg. HILPERT, U. *Regional Innovation and Decentralization - High tech industry and government policy.* Routledge, London, 1991;

SOUZA, M.C.A.F. *Pequenas e médias empresas na reestruturação industrial.* Ed. SEBRAE, 1995;

STOREY, D.J. e TETHER, B.S. Public policy measures to support new tecnology-based firms in the European Union. *Research Policy,* vol. 26, no. 9, p. 1037-1057,1998;

TETHER, B.S.; SMITH, I.J. e THWAITES, A.T. Smaller enterprises and innovation in the UK: the SPRU Innovations Database revisited. *Research Policy,* no. 26, p. 19-32, 1997;

UTTERBACK, J. M. *Dominando a Dinâmica da Inovação.* Ed. Qualitymark, Rio de Janeiro, 1996.