

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

MICHELLE DE CASTRO CARRIJO

**O ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DE BIOTECNOLOGIA
DE BELO HORIZONTE – MINAS GERAIS**

UBERLÂNDIA

Março, 2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MICHELLE DE CASTRO CARRIJO

O ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DE BIOTECNOLOGIA DE
BELO HORIZONTE – MINAS GERAIS

Dissertação apresentada ao Instituto de Economia da
Universidade Federal de Uberlândia, como requisito
parcial para a obtenção do título de mestre em
Desenvolvimento Econômico.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Marisa dos Reis A. Botelho

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação defendida e aprovada em 18 de março de 2005, pela banca examinadora:

Prof. Dr^a. Marisa dos Reis Azevedo Botelho (UFU)
(Orientadora)

Prof. Dr. Humberto Eduardo de Paula Martins (UFU)

Prof. Dr. Renato Ramos Campos (UFSC)

Prof. Dr^a. Vanessa Petrelli Corrêa
Coordenadora do Programa de Pós Graduação do Instituto de Economia da
Universidade Federal de Uberlândia

Aos meus pais, minha irmã e meu marido por compreenderem minha ausência, tantas vezes necessária, em prol dos estudos. Pela paciência infinita que tiveram com os meus descontroles frente aos problemas, que sempre surgem ao longo de nossos caminhos, quando queremos realizar um grande sonho. E, enfim, pelo apoio incondicional que me ajudou a ter forças e coragem para dar mais um passo tão importante em minha vida. Às minhas amigas, Kyara e Thaís, que não deixaram nossa amizade estremecer devido à minha “falta de tempo” e a todos aqueles, que de uma forma ou de outra, contribuíram ou estiveram ao meu lado durante a realização deste trabalho.

Meus queridos, esta conquista é de todos nós...

AGRADECIMENTOS

À professora Marisa que nunca deixou de lado o seu papel, nada fácil, de orientadora e me guiou pelos melhores caminhos, contribuindo sobremaneira para o desenvolvimento deste trabalho e também para o meu progresso pessoal e profissional. E aos demais professores do programa de pós-graduação do Instituto de Economia que, de diferentes formas, contribuíram para que eu conquistasse o título de mestre.

Ao Programa de Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais pelo suporte sempre imediato e também pelo apoio financeiro, tanto por meio da concessão das bolsas quanto pelo financiamento das viagens para a realização da pesquisa de campo.

Aos meus amigos e colegas que sempre me ajudaram com suas dicas e na busca por materiais.

Às instituições de apoio presentes no Arranjo Produtivo Local de Biotecnologia de Belo Horizonte, em especial, o SEBRAE/MG e o Instituto Euvaldo Lodi/ FIEMG que além de participarem das entrevistas também me ajudaram no agendamento das mesmas. E aos empresários que aceitaram participar da pesquisa e me atenderam com gentileza, colaborando assim, para a concretização deste trabalho.

E, enfim, à minha família que sempre me apoiou e acreditou em meus sonhos, o meu eterno agradecimento.

RESUMO

Frente a uma nova realidade capitalista caracterizada por processos de globalização financeira e produtiva e liberalização comercial associados à emergência de um paradigma tecnológico baseado nas tecnologias da informação e da comunicação (TIC) os arranjos produtivos locais (APLs) passam a constituir-se em um elemento-chave para a compreensão da inserção positiva das micro e pequenas empresas como atores importantes na geração e incorporação de inovações. A proximidade espacial e cognitiva permite o desenvolvimento de mecanismos de interdependência e aprendizado interativo que possibilitam o aproveitamento de sinergias coletivas levando-as, assim, à superação das desvantagens inerentes ao porte, ao estabelecimento de relações mais estreitas de cooperação e a participação ativa no processo inovativo.

O objetivo deste trabalho é analisar a configuração, o modo de funcionamento, assim como as peculiaridades do APL de biotecnologia de Belo Horizonte (MG), identificando as características dos agentes e das relações que se estabelecem no seu interior e a forma de inserção das micro e pequenas empresas neste tipo de estrutura. Para tanto, foi desenvolvido um arcabouço teórico sobre inovações e sistemas de inovações baseado nos fundamentos neo-schumpeterianos; uma análise do padrão concorrencial da bio-indústria no Brasil e no mundo e, por fim, uma análise dos dados obtidos em recente pesquisa de campo, realizada no *cluster* de biotecnologia de Belo Horizonte buscando compreender aspectos relacionados à capacitação tecnológica; a existência de externalidades e atividades cooperativas; à competitividade; a estrutura de governança e aos obstáculos ao crescimento.

De maneira geral, entre os resultados encontrados, percebe-se que o APL de biotecnologia de Belo Horizonte se assemelha a um *cluster* inovativo de parques científicos e tecnológicos e tecnópolis. Isto porque o pólo apresenta capacidade inovativa, competência gerencial e nível de qualificação da mão-de-obra significativamente elevados, além de uma estrutura em que estão presentes diversas instituições de apoio. Está inserido em um setor de tecnologia avançada, apresenta relações importantes com instituições de ensino e pesquisa, embora as empresas classifiquem como baixo o grau de cooperação existente no interior do APL, há processos de incubação de empresas e o Estado aparece como agente indutor e promotor em sua formação.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1. REFERENCIAL TEÓRICO-ANALÍTICO	17
1.1. Inovações e Mudança Tecnológica	17
1.2. Sistemas de Inovação	29
2. A EVOLUÇÃO DA BIOTECNOLOGIA	53
2.1. Biotecnologia: Conceito, Desenvolvimento e Regulamentação	53
2.2. As Características Principais das Atividades Relacionadas à Biotecnologia	63
2.3. A Bio-Indústria no Brasil	82
3. O ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DE BIOTECNOLOGIA EM BELO HORIZONTE – MINAS GERAIS	99
3.1. Metodologia	103
3.2. Análise dos Resultados Encontrados na Pesquisa de Campo	107
3.2.1. Perfil das Empresas Entrevistadas	107
3.2.2. Capacitação Tecnológica e Atividades Inovativas	118
3.2.3. Externalidades, Atividades Cooperativas e Competitividade	126
3.2.4. Governança e Dificuldades para Crescer	138
CONSIDERAÇÕES FINAIS	142
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
ANEXO I	154
ANEXO II	171

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1: O Modelo Linear de Inovação	27
Figura 2: Áreas de Inserção das Empresas de Biotecnologia	60
Figura 3: Biofármacos e Vacinas em Desenvolvimento nos EUA em 2002: Por Classes Terapêuticas	67
Figura 4: Biofármacos e vacinas em desenvolvimento nos EUA em 2002 – Por Categorias de Produtos	68
Figura 5: Distribuição dos Grupos de Pesquisas de Biotecnologia segundo o tipo de Instituições a qual Pertencem, 2000	95

QUADROS

Quadro 1: Caracterização dos Três Principais Tipos de Sistema Regional de Inovação	35
Quadro 2: Principais Ênfases das Abordagens Usuais de Aglomerados Locais	42
Quadro 3: Resumo das Principais Características dos <i>Clusters</i> Espontâneos	46
Quadro 4: Alguns Marcos na Evolução da Biotecnologia	57
Quadro 5: As Dez Maiores Empresas de Biotecnologia no Mundo e seus Respective Lucros em 2000 (milhões de dólares)	65

Quadro 6: Proteínas e Peptídeos Recombinantes, as Empresas Produtoras e as Doenças nas quais são Utilizadas como Terapêuticas	69
Quadro 7: Produtos que já Estão à Venda e que Foram Desenvolvidos a Partir da Biotecnologia	82
Quadro 8: Os Dez Segmentos de Mercado em que as Empresas Brasileiras estavam Distribuídas, 2001	83
Quadro 9: Redes Genômicas Criadas a partir do Projeto Genoma Brasileiro	89
Quadro 10: Principais Instituições-Chave de Pesquisa e Fomento da Biotecnologia no Brasil ...	91
Quadro 11: Algumas Tecnologias Desenvolvidas no Brasil	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de Empresas de Biotecnologia, 2002	63
Tabela 2: A Indústria de Biotecnologia no Mundo em 2001	64
Tabela 3: Área Total com Cultivos Transgênicos, 1996 a 2003	74
Tabela 4: Área Global com Cultivos Transgênicos nos Países Desenvolvidos e nos Países em Desenvolvimento, em 2002 e 2003 (milhões de hectares)	75
Tabela 5: Área Global de Cultivos Transgênicos por Países em 2002 e 2003 (milhões de hectares)	76
Tabela 6: Área Global com Cultivos Transgênicos em 2002 e 2003: por Atributo (milhões de hectares)	78
Tabela 7: Área Global com Cultivos Transgênicos em 2002 e 2003: por Produto (milhões de hectares)	79

Tabela 8: Área de Cultivos Transgênicos como % da Área Global das Espécies Principais, 2003 (Milhões de Hectares)	79
Tabela 9: Distribuição Total e Percentual das 304 Empresas de Biotecnologia Identificadas no Brasil por Estado, 2001	84
Tabela 10: Distribuição das Empresas de Biotecnologia por Segmentos de Mercado e Percentuais Individuais de Participação por Segmentos em Estados de Maior Concentração, 2001	85
Tabela 11: Indicadores da Biotecnologia nos EUA e no Brasil, 2001	93
Tabela 12: Evolução do Número de Grupos de Pesquisa Voltados para Biotecnologia no Brasil entre os Anos de 1980 a 2000	94
Tabela 13: Segmentos de Biotecnologia, Número de Empresas, Empregos, Faturamento e Taxa de Crescimento Identificados em Minas Gerais pela FIEMG (2000)	105
Tabela 14: Distribuição das Empresas da Amostra do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte por Segmento Principal de Atividade	107
Tabela 15: Total de Empresas de Biotecnologia Presentes em Minas Gerais e Distribuição Percentual por Áreas de Aplicação	109
Tabela 16: Identificação do Porte e do Emprego Gerado pelas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	109
Tabela 17: Distribuição do Total de Empresas de Biotecnologia Identificadas no Brasil por Categorias Especiais	110
Tabela 18: Ano de Fundação das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	111
Tabela 19: Origem do Capital Controlador das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	112
Tabela 20: Perfil do Sócio Fundador das Empresas da Amostra do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	113
Tabela 21: Grau de Escolaridade do Pessoal Ocupado nas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	114

Tabela 22: Caracterização das Relações de Trabalho Segundo o Número Total de Pessoas Ocupadas nas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	115
Tabela 23: Comparação do Grau de Dificuldade na Operação das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte em Seu Primeiro Ano de Vida e em 2002	116
Tabela 24: Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte que Realizaram Inovações entre os Anos de 2000 e 2002	120
Tabela 25: Grau de Constância das Atividades Inovativas nas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte, em 2002	122
Tabela 26: Impactos Gerados pela Introdução de Inovações nas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	123
Tabela 27: Grau de Importância das Atividades de Treinamento e Capacitação de Recursos Humanos Realizadas pelas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte entre os anos de 2000 e 2002	124
Tabela 28: Caracterização das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte Quanto ao Grau de Importância das Fontes de Informação	125
Tabela 29: Vantagens da Localização para as Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	129
Tabela 30: Grau de Importância das Transações Comerciais Realizadas Localmente para as Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	130
Tabela 31: Destino das Vendas das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	131
Tabela 32: Realização de Atividades Cooperativas pelas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte, em 2002	132
Tabela 33: Grau de Importância das Formas de Cooperação para as Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	133
Tabela 34: Grau de Importância dos Principais Parceiros em Atividades Cooperativas para as Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte, entre 2000-2002	134
Tabela 35: Grau de Importância dos Resultados das Ações Conjuntas para as Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	136

Tabela 36: Grau de Importância dos Fatores Competitivos para as Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	137
Tabela 37: Grau de Importância Atribuído às Contribuições dos Sindicatos, Associações e Cooperativas Locais pelas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte	139
Tabela 38: Conhecimento ou Participação das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte em Algum Tipo de Programa ou Ação Voltada para MPES	140
Tabela 39: Principais Obstáculos que Limitam o Acesso das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte às Fontes Externas de Financiamento	141

INTRODUÇÃO

A inserção de micro e pequenas empresas em arranjos produtivos locais (APLs) tem sido considerada, crescentemente, como uma possibilidade para que estas empresas superem, ao menos em parte, as debilidades intrínsecas ao porte e também alguns dos obstáculos oriundos da crescente abertura comercial e financeira e da emergência do novo paradigma tecnológico, estruturado nas áreas de informação e comunicação – fatores estes que levaram ao acirramento da concorrência e à necessidade de maiores investimentos em tecnologia. Em outras palavras, as dificuldades inerentes ao porte, ressaltadas devido às mudanças no ambiente econômico e tecnológico, fazem com que as micro e pequenas empresas encontrem na proximidade geográfica possibilidades de interações que suportem a sua sobrevivência e crescimento em um mercado altamente globalizado.

A origem do debate sobre os APLs, bem como da importância das pequenas empresas (PEs) no desenvolvimento econômico encontra-se, especialmente, no êxito atingido pelos distritos industriais (DIs) italianos, fruto da profunda reestruturação industrial observada a partir de 1975 e cuja formação impulsionou o crescimento de várias províncias, levando ao que se chama agora, Terceira Itália. A região alcançou altos níveis de renda e destacou-se em toda Europa, chamando a atenção de vários estudiosos e políticos.

Conscientes da importância desta forma de organização das empresas, o SEBRAE Nacional (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) juntamente com o Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia (NEITEC), o Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) iniciaram, em 2002, um projeto de pesquisa denominado “Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais” buscando

estimular os estudos sobre os arranjos produtivos no Brasil, bem como, justificar a necessidade de se repensar a importância das micro e pequenas empresas no desenvolvimento econômico, regional e social do país.

Este trabalho é parte integrante deste projeto de âmbito nacional e tem como objetivo analisar a configuração e o dinamismo do que se convencionou chamar de Arranjo Produtivo Local de Biotecnologia em Belo Horizonte (MG), assim como analisar a experiência da inserção das micro e pequenas empresas neste setor. Buscou-se assim, identificar os fatores que contribuíram para o surgimento e desenvolvimento do arranjo; a sua composição; as formas de interação entre as empresas; as bases de geração de conhecimento e inovação e a dinamização do segmento de micro e pequenas empresas no seu interior.

Sobre a biotecnologia cabe destacar que esta é uma ciência cujos princípios são conhecidos desde a antiguidade, quando o homem os utilizava para desenvolver processos de fermentação. Entretanto, foi apenas a partir dos anos 50, em particular, da década de 70, quando os avanços científicos no campo da manipulação genética começaram a despontar que seus estudos ganharam força e popularidade.

A rápida difusão e a crescente absorção dos resultados pela sociedade são algumas das razões pelas quais muitos trabalhos têm se dedicado a analisar a bio-indústria no Brasil e no mundo. Um deles, realizado recentemente pela FIEMG (Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais), diagnosticou que o estado mineiro é o que apresenta maiores potencialidades no desenvolvimento da biotecnologia. Além disso, percebeu-se a existência de um ‘embrião de *cluster*’ ou, de um aglomerado de empresas desta área, particularmente, em Belo Horizonte, capital do Estado, considerada, nos últimos anos, como o principal pólo de biotecnologia da América Latina (FIEMG, 2000). Assim, justifica-se, em grande medida, a escolha da biotecnologia como objeto de pesquisa para este trabalho.

A hipótese adotada neste trabalho é a de que a participação de micro e pequenas empresas em APLs possibilitaria às mesmas uma inserção positiva no processo de geração e difusão de conhecimento e inovações, elementos estes que, atualmente, são considerados como centrais na potencialização da competitividade e do desenvolvimento de países, regiões, setores e firmas.

Tal idéia decorre do fato de que a proximidade entre estas empresas permite às mesmas superarem os obstáculos inerentes ao seu pequeno porte, tal como, as economias de escala, possibilitando a elas melhor acesso às informações, à pesquisa e desenvolvimento (P&D), às instituições de apoio técnico-gerencial, enfim, às condições de participarem ativamente do mercado. Estes benefícios seriam, portanto, resultantes do estabelecimento do maior grau de interdependência, de redes de cooperação e do processo de aprendizado interativo que surgem quando as empresas formam os APLs e compartilham de aspectos históricos e sócio-culturais semelhantes.

O trabalho está estruturado em três capítulos, além da introdução e conclusão. O primeiro deles apresenta o referencial teórico-analítico que, em linhas gerais, trata dos primeiros autores que analisaram o processo de inovação como questão central do capitalismo até chegar aos enfoques teóricos mais recentes, denominados por alguns autores de Economia Baseada no Conhecimento, com destaque para a presença de processos interativos de aprendizagem, cooperação e competição relacionando-se em um mesmo ambiente. Além disso, discute-se, neste capítulo, as principais contribuições da literatura sobre aglomerações produtivas.

Após incorporar a proximidade espacial como uma dimensão analítica importante no estudo sobre geração e difusão de conhecimento e inovação, fundamentalmente para as micro e pequenas empresas que por meio das aglomerações obtêm externalidades econômicas positivas, o segundo capítulo visa identificar o padrão concorrencial da biotecnologia partindo de uma análise em termos mundiais até chegar no caso específico do Brasil. Neste capítulo, a intenção é

observar como se configura a bio-indústria no Brasil e no mundo. São abordados temas como classificação das empresas; evolução do setor; os avanços no campo da medicina e da agricultura; as instituições de apoio e coordenação; a distribuição das empresas por região do Brasil, entre outros.

O terceiro capítulo, por sua vez, utilizando-se dos conhecimentos adquiridos nas seções anteriores analisa os resultados empíricos obtidos por meio de uma pesquisa de campo realizada diretamente no APL de biotecnologia de Belo Horizonte. Em suma, tal análise procura identificar as principais características presentes no interior desta aglomeração produtiva.

1. REFERENCIAL TEÓRICO-ANALÍTICO

1.1. Inovações e Mudança Tecnológica

A análise econômica, durante algum tempo, enfrentou dificuldades para conquistar o campo de estudo sobre os processos de mudanças tecnológicas. Várias razões poderiam ser enumeradas para isso, no entanto, duas merecem destaque. Por um lado, essa dificuldade devia-se ao caráter estático da teoria econômica neoclássica, a perspectiva que predominou por longos anos e que era totalmente incapaz de tratar processos de mudanças. Por outro lado, uma justificativa pode ser encontrada na lógica interdisciplinar necessária para se estudar os processos de mudanças tecnológicas, tanto no que tange aos seus efeitos, que recaem sobre o lado social, institucional e cultural, quanto no que se refere aos seus determinantes, que não se reduzem apenas à racionalidade econômica (POSSAS, 1989).

Contudo, a relevância do processo inovativo, bem como do conhecimento na lógica empresarial, não se reporta apenas aos dias atuais, onde estes são considerados como fatores primordiais na explicação do desenvolvimento e da competitividade de empresas, regiões e países. Estes são temas que já faziam parte da agenda de pesquisa de grandes estudiosos, como Schumpeter, que perceberam a necessidade de se entender o capitalismo, assim como a sua própria dinâmica, a partir de tais fenômenos.

Schumpeter quando escreveu seu texto clássico sobre inovações¹, ao iniciar o tratamento sobre o processo de destruição criativa observou que “[o] aspecto essencial a captar é que, ao tratar do capitalismo, estamos tratando de um processo evolutivo.” Segundo ele, esta seria uma

¹ SCHUMPETER, J. (1942). Capitalismo, Socialismo e Democracia.

característica tão evidente do capitalismo que seria impossível ignorá-la, uma vez que, tempos antes, ela já teria sido também destacada por Karl Marx (SCHUMPETER, 1984:112).

Em seu famoso Manifesto Comunista de 1848, Marx tenta mostrar que o dinamismo tecnológico esteve diretamente relacionado com a emergência das instituições capitalistas e que o capitalismo é o primeiro modo de produção, o qual, a elite, os capitalistas estavam fortemente interessados em mudanças e não na continuidade do *status quo*. Ou seja, trata-se de um sistema que estimula mudanças e, é neste sentido, que Schumpeter é significativamente influenciado pela concepção marxista. Em outras palavras, o que Marx estava querendo destacar era que a taxa de crescimento do progresso tecnológico se acelera no ambiente capitalista *vis-à-vis* os outros modos de produção anteriores, em particular, o feudalismo (ROSENBERG, 1982).

Schumpeter vai tentar mostrar quais são os elementos que estão por trás desta lógica de constantes mudanças presente no capitalismo:

O capitalismo, então, é, pela própria natureza, uma forma ou método de mudança econômica, e não apenas nunca está, mas nunca pode estar, estacionário. E tal caráter evolutivo do processo capitalista não se deve meramente ao fato de a vida econômica acontecer num ambiente social que muda e, por sua mudança altera os dados da ação econômica; isso é importante e tais mudanças (guerras, revoluções e assim por diante) frequentemente condicionam a mudança industrial, mas não são seus motores principais. Tampouco se deve esse caráter evolutivo a um aumento quase automático da população e do capital ou aos caprichos dos sistemas monetários, para os quais são verdadeiras exatamente as mesmas coisas. O impulso fundamental que inicia e mantém o movimento da máquina capitalista decorre dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou de transporte, dos novos mercados, das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria (SCHUMPETER, 1984:112).

O que Schumpeter enfatiza, então, é o papel central das inovações no capitalismo nas formas de: inovação de produto, inovação de processo, inovação de matéria-prima, novas formas de organização da produção e novos mercados. Neste sentido, o que se percebe é que um dos

grandes méritos de Schumpeter foi ter essa noção tão ampla de inovações, possivelmente a mais ampla até hoje.

E neste contexto, destacando a natureza evolutiva do capitalismo resultante da constante criação de novos elementos na base de sua constituição, tais como, novos mercados, novas formas de organização industrial, novos métodos de produção, entre outros, que o autor formula o seu conceito do processo de destruição criativa:

A abertura de novos mercados – estrangeiros ou domésticos – e o desenvolvimento organizacional, da oficina artesanal aos conglomerados como a U. S. Steel, ilustram o mesmo processo de mutação industrial – se me permitem o uso do termo biológico – que incessantemente revoluciona a estrutura econômica a partir de dentro, incessantemente destruindo a velha, incessantemente criando uma nova. Esse processo de Destruição Criativa é o fato essencial acerca do capitalismo. É nisso que consiste o capitalismo e é aí que têm de viver todas as empresas capitalistas (SCHUMPETER, 1984:113).

Schumpeter colocou ainda em destaque o fato de que, ao contrário do que era defendido pela perspectiva tradicional, a forma de concorrência relevante para o capitalismo não era aquela via preço, mas sim a concorrência obtida, mais uma vez, através das inovações, ou seja, através de novas tecnologias, novas mercadorias, novas fontes de oferta, novas formas de organização. Para o autor, então, seria este o tipo de concorrência capaz de garantir uma vantagem competitiva à empresa e que também poderia afetar suas estruturas, a sua própria existência e não apenas a sua busca pelo lucro. Portanto, na concepção schumpeteriana o progresso técnico desempenharia um papel central na dinâmica do crescimento capitalista.

No período recente, pode-se destacar os avanços teóricos obtidos por autores neo-schumpeterianos. Estes podem ser divididos em duas vertentes não-rivais e suas análises centram-se nos processos de geração e difusão de novas tecnologias, observando sua relação com

a dinâmica industrial e a estrutura dos mercados. Neste sentido, assim como Schumpeter, eles interpretam a inovação como o ‘motor’ da atividade econômica capitalista (POSSAS, 1989).

A primeira vertente neo-schumpeteriana é norte-americana, capitaneada por dois autores, R. Nelson e S. Winter, que ficou conhecida como abordagem evolucionista. Estes autores, efetivamente, tiveram seu auge no final dos anos 70 e início dos 80, quando desenvolveram uma teoria com uma clara analogia biológica, através das noções de “busca, rotina e seleção”. Os autores propunham um rompimento com os pressupostos neoclássicos tradicionais de equilíbrio e racionalidade dos agentes. De acordo com Possas (1989:159), esta abordagem pode assim ser entendida:

A idéia central é que, tal como a evolução das espécies se dá (na teoria darwiniana) por meio de mutações genéticas submetidas à seleção do meio ambiente, as mudanças econômicas – entendidas tanto no aspecto técnico-produtivo (processos e produtos) quanto na estrutura e dinâmica dos mercados (concentração, diversificação, rentabilidade, crescimento) – têm origem na busca incessante, por parte das firmas, como unidades básicas do processo competitivo, de introduzir inovações de processos e produtos – o que teria, em regra, características estocásticas; e estas inovações, por sua vez, seriam submetidas aos mecanismos de seleção inerentes à concorrência e ao mercado.

Em outras palavras, o que se defende nesta concepção é que as empresas buscam se diferenciar e, no processo concorrencial, introduzem inovações que resultam em mudanças econômicas que, por sua vez, podem ser entendidas tanto do ponto de vista técnico-produtivo quanto dinâmico-estrutural do mercado. No entanto, como as empresas estão em um ambiente de incerteza e, portanto, não podem maximizar os seus resultados, elas utilizam-se de rotinas, ou seja, tem-se uma certa seqüência de procedimentos e não de resultados. Colocando de outra forma, o que a abordagem evolucionista defende é que a empresa *busca* fazer inovações, faz sua administração por meio de *rotinas* e procedimentos. O mercado, tendo em vista os resultados econômicos vai, então, *selecionar* estas inovações. Contudo, o que é mais importante é que esse

processo de busca, rotina e seleção leva a firma a um processo de mudança e essa mudança é estrutural.

Esta abordagem foi alvo de muitas críticas, entre elas a de que não forneceria um aparato teórico suficiente para dar conta do caráter estrutural da trajetória natural das tecnologias, e assim visualizar as suas implicações sobre as decisões estratégicas empresariais (POSSAS, 1989).

A segunda vertente é a abordagem de paradigmas e trajetórias tecnológicas de G. Dosi, que procura complementar e aprofundar a teoria evolucionista. Assim como a perspectiva anterior, esta também baseia-se na concorrência schumpeteriana, mas centra-se, fundamentalmente, nas assimetrias tecnológicas e produtivas como aspectos essenciais no processo de determinação de padrões da dinâmica industrial. Sendo assim, o objetivo maior desta abordagem é, de acordo com Possas (1989:167),

[...] a construção de um marco teórico dinâmico para o estudo da economia industrial, que como tal deverá estar apoiado essencialmente – ainda que não exclusivamente – na atividade inovadora e seus efeitos econômicos mais diretos ao nível da indústria e dos mercados, permitindo integrar a criação e transformação das estruturas industriais pelo progresso técnico, de um lado, com os padrões de geração deste último através da concorrência na própria indústria, de outro lado – o que só pode ser realizado mediante a endogeneização da dinâmica tecnológica no interior das estruturas de mercado industriais.

O autor considera ainda que “[admitindo-se] que o progresso técnico é o elemento indutor por excelência da criação/transformação das estruturas de mercado, nele deve-se centrar o novo marco teórico da ‘microdinâmica’.” Neste sentido, restou caminhar na direção das características que pudessem levar a tecnologia a ser um elemento de mudança econômica estrutural. Do ponto de vista econômico das inovações é possível distinguir três destas características: 1) oportunidade: refere-se fundamentalmente à facilidade ou não de se realizar inovação tecnológica; 2) cumulatividade: ancorada na noção de *path dependence*, segundo a qual a

empresa vai acumulando competências e recursos ao longo do tempo; e, 3) apropriabilidade: é a capacidade de retenção financeira de uma inovação bem sucedida – quando uma empresa consegue inovar e as outras efetivamente têm dificuldade de copiar. Estes elementos, comuns na lógica schumpeteriana, são responsáveis pela geração, manutenção e possível ampliação das vantagens competitivas que trazem à tona, na estrutura produtiva, as assimetrias técnico-econômicas tão relevantes na criação dos estímulos dinâmicos na estrutura econômica (POSSAS, 1989:168).

Já no que se refere à perspectiva tecnológica das inovações, o ponto de partida foi a noção de paradigma científico de Thomas Kuhn, a qual, Dosi sugere uma transposição para o âmbito tecnológico, criando a expressão *paradigma tecnológico*. Nestes termos, paradigma tecnológico refere-se aos programas de pesquisa tecnológica que, em geral, apóiam-se nos modelos ou padrões de resolução de problemas tecnológicos selecionados e, em grande parte, predeterminados, resultantes de procedimentos tecnológicos e preceitos científicos também selecionados. No interior de cada paradigma tecnológico é possível encontrar uma maneira ou um padrão ‘normal’ de se chegar à formulação e solução de problemas específicos, que constituem as trajetórias tecnológicas. No que tange aos aspectos endógenos do progresso técnico, essa definição de trajetória tecnológica é importante para entendê-lo como um processo simultaneamente tecnológico e econômico (POSSAS, 1989).

We shall define a technological paradigm broadly in accordance with the epistemological definition as an outlook, a set of procedures, a definition of the relevant problems and of the specific knowledge related to their solution. We shall argue also that each technological paradigm defines its own concept of progress based on its specific technological and economic trade-offs. Then, we will call a technological trajectory the direction of advance within a technological paradigm. (DOSI, 1982:149)

Por fim, destaca-se que esta segunda corrente neo-schumpeteriana entende que os mecanismos de aprendizado são de suma importância porque “[...] tendem a difundir, em diferentes graus, o potencial inovativo e imitativo das firmas na indústria [...]” e que, basicamente, podem ser de três tipos:

Primeiro – o mais estudado na literatura – investimento em P&D, que constitui o economicamente mais importante meio de aprendizado, não apenas por envolver dispêndios significativos, mas por representar, em geral, o principal mecanismo cumulativo de aprendizado, através da acumulação tácita de conhecimentos que realimenta o processo de busca de inovações e aperfeiçoamento de produtos e processos. Segundo, os processos informais de acumulação de conhecimento tecnológico dentro das firmas, que não envolvem destinação específica de recursos e um formato organizacional definido, mas podem ser de extrema importância no desenvolvimento de novos produtos e processos que já tenham sido incorporados; os exemplos típicos deste mecanismo são os processos de *learning by doing* e *learning by using*, [...]. Terceiro, o desenvolvimento de “externalidades” intra e interindústrias que inclui difusão de informação, mobilidade de mão-de-obra especializada e crescimento de serviços especializados (POSSAS,1989:170).

A partir daí, percebe-se a necessidade de se destacar uma importante contribuição em relação ao processo de inovação que são as noções de aprendizado (*learning*). Pode-se dizer que foi nos anos 70, a partir do texto clássico de Samuel Hollander (1965), o qual analisava uma fábrica que, ao longo do tempo, realizava várias melhorias incrementais e cuja conclusão enunciava que os efeitos cumulativos de mudanças tecnológicas menores sobre a redução de custos eram bem mais relevantes do que aqueles resultantes de grande mudanças tecnológicas, que originou-se a Teoria do Aprendizado. A partir de então, difundem-se as noções de *learning by doing* (aprendendo por fazer); *learning by using* (aprendendo por utilizar) e, mais recentemente, nos anos 80, a noção de *learning by interacting* (aprendendo por interação) (ROSENBERG, 1982). Em outras palavras, entende-se que a noção de *learning* está diretamente relacionada às melhorias incrementais ao longo do tempo (KATZ, 1998).

Com a crescente aceleração do progresso técnico, a necessidade de troca de informações é cada vez maior. Como resultado, as esferas de geração e de uso das inovações que, até pouco tempo atrás, eram consideradas isoladas uma da outra passam a assumir uma lógica diferente, qual seja, o desenvolvimento, introdução e difusão das inovações transformam-se em um processo interativo de aprendizado, onde produtores e usuários encontram-se ‘interligados’ em uma troca constante de informações.

Do ponto de vista dos produtores, esse processo de interação leva a um acúmulo do conhecimento das necessidades, pontos de estrangulamento e interdependências tecnológicas de seus clientes, que acabam por interferir, de forma positiva, nas decisões quanto às características das novas linhas de produtos ou da expansão daquelas já existentes. Com o conhecimento cada vez maior de seus clientes e de suas necessidades, a empresa vai desenvolvendo melhorias incrementais em seus produtos de forma a adaptá-los às exigências do mercado, em processos de *learning by doing*.

Pelo lado do usuário, tem-se a lógica do *learning by using* que é o aprendizado a partir da utilização de um produto ou serviço. Os usuários vão absorvendo e acumulando as informações derivadas da utilização e do desempenho dos mesmos e, assim, vão aprendendo a como aproveitá-los da melhor maneira.

A interação constante entre produtores e usuários, por sua vez, facilita a transmissão de dados, procedimentos ou informações de forma geral, que possam contribuir no desenvolvimento de capacitações e padrões de comportamento acessíveis somente às partes envolvidas, determinando processos de *learning by interacting*. Em outras palavras, pode-se dizer que o “[learning]-by-interacting increases the effectiveness of a given set of channels and codes of information.” (LUNDVALL, 1988:354).

Neste contexto, entende-se a ampliação de processos interativos entre os mais diversos agentes que tem caracterizado a economia mundial nas últimas décadas, como decorrência da crescente importância dada ao conhecimento e ao fluxo de informações nos processos de geração e difusão de inovações. O fato é que, segundo Lundvall (1988:350),

When an innovation has been developed and introduced, it will diffuse only if information about its use value characteristics are transmitted to the potential users of the innovation. Within organizations and firms, this constitutes an intra-organizational problem, to be solved through interaction and information exchange, involving different individuals and departments belonging to the same organization.

Em suma,

A capacidade de gerar inovações tem sido identificada consensualmente como o fator chave do sucesso de empresas e nações. Tal capacidade é obtida através de intensa interdependência entre os diversos atores, produtores e usuários de bens, serviços e tecnologias, sendo facilitada pela especialização em ambientes sócio-econômicos comuns. As interações tecnológicas em torno de diferentes modos de aprendizado culturalmente delimitados criam diferentes complexos ou *clusters* de capacitações tecnológicas que, no seu conjunto, definem as diferenças específicas entre países e regiões (CASSIOLATO & SZAPIRO, 2003:2).

As inovações desempenham, portanto, um papel fundamental no capitalismo e já fazem parte da agenda de pesquisa de importantes estudiosos há algumas décadas. No entanto, ainda é possível encontrar dificuldades quando se trata de sua conceituação. Referir-se à inovação como um sinônimo de descoberta, de avanço científico ou de invenção não é um procedimento correto. Para Rocha (1997), inovação “[...] compreende a introdução de produtos ou serviços novos ou modificados no mercado ou a apropriação comercial pioneira de invenções, conhecimentos, práticas organizacionais, técnicas e processos de produção.”

Por sua vez, Andersson & Karlsson (2002:10) destacam que a inovação é essencialmente caracterizada como algo novo, podendo compreender tanto um novo produto quanto um novo processo ou, uma nova combinação, como prevê a visão schumpeteriana. Neste sentido, os autores resumem algumas definições neo-schumpeterianas de inovação, a fim de destacar um aspecto considerado importante por este grupo de estudiosos, qual seja, o fato de que para uma inovação ser denominada inovação precisaria estar envolvida em uma transação comercial. Entre essas definições está a de Freeman (1998 apud ANDERSSON & KARLSSON, 2002:10), a qual diz que,

[...] 'the word [inovação] is used both to indicate the date of the first introduction of a new product or process and to describe the whole process of taking an invention or set of inventions to the point of commercial introduction'.

Quanto à classificação, geralmente, encontra-se na literatura dois tipos principais de inovação: a inovação radical, que se refere ao desenvolvimento de um produto a partir de bases de conhecimento técnico-científicos completamente novos, podendo este dar início a um novo campo de negócio ou, até mesmo, a um novo paradigma tecnológico; e a inovação incremental que é a ocorrência de pequenos e graduais aperfeiçoamentos em produtos e processos já existentes (ROCHA,1997).

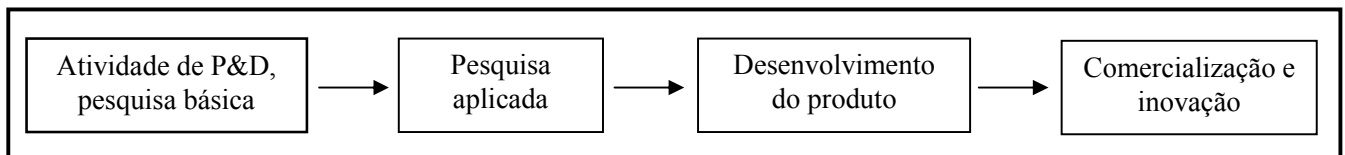
Além disso, segundo Andersson & Karlsson (2002) é possível identificar dois modelos para o processo de inovação, quais sejam, o tradicional modelo linear de inovação e o modelo interativo (não-linear) de inovação.

O primeiro modelo foi elaborado durante o período fordista e parte da idéia de que a P&D é o ponto chave para a inovação e de que existia uma diferença evidente entre a pequena e a grande empresa no que tange à sua capacidade de gerar inovação. Isto porque os maiores lucros

possibilitavam as grandes empresas investir fortemente em P&D, o que não era possível para as empresas de pequeno porte. “Thus, low R&D capacity could explain low innovative activity, (Asheim & Isaksen, 1996). In the linear model the innovation process can be described as a chain that links different activities in a certain ordering [...]” (ANDERSSON & KARLSSON, 2002:7).

A Figura 1 explica o modelo linear de inovação:

FIGURA 1: O Modelo Linear de Inovação



Fonte: Andersson & Karlsson (2002:7).

Como pode ser observado na Figura 1, de acordo com o modelo linear, o passo inicial é a pesquisa básica, cujos responsáveis são os cientistas que elaboram as teorias. Dessa etapa, surgem as descobertas e as invenções, segue-se assim para o passo seguinte, o da pesquisa aplicada, que engloba a realização de testes e adaptações, desenvolve-se o produto e, na etapa final, a da comercialização do produto, a inovação é, então, realizada (DINIZ, 2001; ANDERSSON & KARLSSON, 2002). Percebe-se, portanto, que para este modelo o ponto de partida do processo inovativo é a atividade de P&D. Outra característica deste modelo era o de ser fundamentalmente centrado em inovações de produto. Por esta e outras razões, este modelo foi fortemente criticado, principalmente no pós-fordismo, quando evidências empíricas comprovaram que inovações de processos não seguiam aquela seqüência defendida pelo modelo linear: “[...] the starting point does not have to be academia, the impulses and ideas could just as well have come from the markets, or the production spheres.” (HALVORSEN & LANCAVE, 1998 apud ANDERSSON & KARLSSON, 2002: 7).

As deficiências do modelo linear levaram os pesquisadores a adotarem o modelo interativo de inovação e, “[...] today it is increasingly recognized that innovation extends beyond formal research and development (R&D) activities.” (MYTELKA & FARINELLI, 2000 apud ANDERSSON & KARLSSON, 2002:7).

Diferentemente da primeira abordagem apresentada, o modelo de inovação interativo não prevê uma ordem geral de como as inovações ocorram. O esforço inovativo de uma empresa depende de suas relações com outras empresas e com outros agentes. Neste sentido, algumas diferenças entre os dois modelos podem ser destacadas, segundo Andersson & Karlsson (2002):

- Existem outros processos de inovação, que não se resumem apenas no processo de inovação da pesquisa para comercialização, idéias surgem e são desenvolvidas em praticamente todas as etapas da inovação, inclusive na produção;
- A pesquisa básica não deve ser considerada apenas como um estágio iniciador. Os resultados da pesquisa são utilizados, de uma forma ou de outra, em todas as etapas do processo de inovação;
- A relação entre a pesquisa básica e a comercialização não é tão simples que possa ser entendida apenas como uma ligação seqüencial;
- O modelo linear considera a contribuição das pessoas envolvidas no processo inovativo apenas no primeiro estágio, ou seja, reduz a importância da participação das demais pessoas no processo. Já o modelo interativo, ao perceber que a inovação está presente em todas as etapas do modelo, considera o envolvimento dos diferentes profissionais na atividade inovativa.

Com base nesses argumentos, Rocha (1997) reforça a idéia de que o sistema linear não é adequado para descrever o processo inovativo por meio de causalidades simples e diretas. Segundo o autor este processo apresenta relações complexas de interdependência entre todas as

suas dimensões, dimensões estas que não se resumem apenas ao âmbito técnico-científico. As inovações também se relacionam com questões de natureza política, econômica e sócio-cultural.

Portanto, parece evidente a necessidade de uma abordagem sistêmica, compreendendo o estudo das relações de interdependência entre os vários fatores intervenientes e das suas interações, para se poder obter algum entendimento sobre os processos de inovação e difusão tecnológica. (ROCHA, 1997: 2).

1.2. Sistemas de Inovações

A importância crescente atribuída aos processos interativos de aprendizagem na geração de inovações contribuiu significativamente para as discussões sobre Sistema Nacional de Inovações (SNI). Christopher Freeman alega em seu trabalho que o primeiro autor a utilizar essa expressão foi Bengt-Åke Lundvall, cuja idéia teria sido originada da concepção de ‘Sistema Nacional de Economia Política’ formulada pelo economista alemão Friedrich List², em 1841 (FREEMAN, 1995). Todavia, acredita-se que tenha sido o próprio Freeman, em 1987, o pioneiro na utilização do conceito de SNI de forma explícita

No século XIX, segundo Freeman (1995), pode-se dizer que uma política tecnológica tinha basicamente dois objetivos: copiar (o desenvolvimento tecnológico alcançado pela Inglaterra) e atrair recursos humanos qualificados. Em um determinado momento, cabia ao Estado tentar estimular o desenvolvimento tecnológico local, embora, evidentemente, esse desenvolvimento fosse diferente em função de condições históricas peculiares de cada local.

² Friedrich List foi um ideólogo que desenvolveu sua obra em meados do século XIX sobre o sistema de proteção industrial que ajudou a Prússia a se aproximar da nação líder, a Inglaterra (processo de *catching up*). A lógica que estava por trás de sua teoria era a de que era preciso proteger a indústria infante, atrasada e, para isso, era preciso ter acúmulo de conhecimento e de tecnologia. Além disso, pode-se dizer que este foi o primeiro autor a defender a inovação tecnológica como algo deliberado e a existência de diferenças nacionais relevantes, que eram perpassadas, em grande medida, pelas questões de envolvimento do Estado (FREEMAN, 1995).

Neste sentido, o autor faz uma análise comparativa dizendo que, enquanto nos EUA os recursos naturais haviam sido determinantes na moldagem dos sistemas de inovações, na Alemanha a questão fundamental foi muito mais educação e treinamento. Ou seja, o que se está tentando mostrar é que existem diferenças nacionais relevantes – como no caso dos EUA e Alemanha – e que essas diferenças são, em grande medida, perpassadas pelas questões de envolvimento do Estado.

Já no final do século XIX, a questão central foi o aparecimento dos departamentos de pesquisa e desenvolvimento especializados, ou seja, a ênfase estava voltada para o método de inovar. Com os departamentos de pesquisas internos, as empresas começaram a dedicar parte de seus recursos ao estabelecimento de uma instância que tivesse como objetivo principal fazer inovações. Passa-se a ter, portanto, uma forma deliberada e institucionalizada de fazer pesquisa (FREEMAN, 1995).

Em meados do século XX, começa-se observar uma outra dinâmica cuja lógica era a de que gastos militares podiam gerar efeitos de encadeamento em termos de desenvolvimento tecnológico para a indústria civil. E é neste contexto que, de certa forma, origina-se o chamado Modelo Linear, que é a idéia de que primeiro se deve investir em pesquisa básica, depois fazer o desenvolvimento em grandes laboratórios e, por último, fazer inovações e aplicações. Na verdade, isso é o que está por trás do modelo de Schumpeter, ou seja, em um primeiro momento faz-se a invenção e, posteriormente, a inovação. Sendo assim, o objetivo desse modelo era mostrar que o importante era a inovação e que o mecanismo prioritário de geração desse potencial estaria no estímulo às pesquisas. Ou seja, se o objetivo é melhorar o desenvolvimento tecnológico é preciso investir na fase precedente, e essa fase é a pesquisa (FREEMAN, 1995).

Mas foi apenas a partir dos anos 60 que começou-se a perceber que além das inovações radicais, tinha-se também várias inovações incrementais. E essas melhorias incrementais

dependiam de uma forte interação entre os agentes, entre as esferas de geração e de utilização de tecnologia. Além disso, havia inovações cujo caráter poderia ser caracterizado como sistêmico, ou seja, eram tipos de inovações que mudavam radicalmente a forma de pensar o negócio. E se isso é verdade, pode-se dizer que, naquele momento, a atenção estava se direcionando para a questão da qualidade das relações que envolviam a tecnologia ou a inovação de um país e deixando em um segundo plano os indicadores quantitativos, ou seja, passa-se a pensar muito mais na dimensão qualitativa da inovação.

A partir daí, chega-se ao conceito de SNI, o qual, segundo Freeman (1987 apud EDQUIST, 1997: 8) refere-se a uma “[...] rede de instituições nos setores público e privado cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias”. Por sua vez, Lundvall (1995, apud ANDERSSON & KARLSSON, 2002:12), que também é considerado uma referência neste assunto, destaca que “[...] a system of innovation is constituted by the elements and relationships which interact in the production, diffusion and use of new, and economically useful, knowledge [...]”.

De acordo com Albuquerque (1996:57), “[através] da construção desse sistema de inovação viabiliza-se a realização de fluxos de informação necessária ao processo de inovação tecnológica”. Portanto, sua definição está centrada na idéia de interação entre os agentes (FREEMAN, 1995) e, conseqüentemente, está baseada no modelo interativo de inovação.

Soma-se ao grupo dos autores neo-schumpeterianos que contribuíram no desenvolvimento do conceito de SNI, Mytelka & Farinelli (2000:7). Estes autores consideram que,

[underlying] the system of innovation approach is a resurgence of interest in innovation, a characterization of innovation as an interactive process and reconceptualization of the firm as a learning organization embedded within a broader institutional context [...]. As a conceptual framework, it lays emphasis on the interactive process in which enterprises in interaction with each other and supported by institutions and organizations – such as industry associations,

R&D, innovation and productivity centers, standard setting bodies, university and vocational training centers, information gathering and analysis services and banking and other financing mechanisms – play a key role in bringing new products, new processes and new forms of organization into economic use.

Albuquerque (1996:57), no mesmo sentido, reforça a idéia de que em um SNI é possível encontrar articulações entre os mais diversos agentes.

Esses arranjos institucionais (os SNIs) envolvem as firmas, redes de interação entre empresas, agências governamentais, universidades, institutos de pesquisa, laboratórios de empresas, atividades de cientistas e engenheiros. Arranjos institucionais que se articulam com o sistema educacional, com o setor industrial e empresarial, e também com as instituições financeiras, completando o circuito dos agentes que são responsáveis pela geração, implementação e difusão das inovações.

Além disso, acredita-se que aspectos históricos, econômicos e culturais de cada país ao impactarem no modo de organização interna das firmas e nos mercados produtor e consumidor, na atuação do setor público e financeiro, entre outros, vão influenciar de forma decisiva na constituição dos SNIs, resultando assim, na existência de sistemas de inovações específicos em cada nação.

De acordo com pesquisas que deram suporte à realização do trabalho de Freeman (1995:14) essa idéia pode ser confirmada pois, seus resultados mostraram existir diferenças importantes entre os sistemas nacionais de inovação de diversos países. Há indicações de que os sistemas nacionais de inovação do Japão, dos Estados Unidos, da Comunidade Européia e até mesmo entre os próprios países europeus são diferentes. Chega-se a uma mesma conclusão quando se comparam os sistemas nacionais de inovação da Irlanda e outros países pequenos. E, por fim, ao analisar a Dinamarca e a Suécia, dois países relativamente pequenos, localizados ao norte da Europa e com características sócio-econômicas similares, também é possível encontrar grandes diferenças entre os seus sistemas nacionais de inovação. Neste sentido, Lundvall (1993

apud FREEMAN, 1995:14) acrescenta ainda que não é difícil verificar diferenças significativas até mesmo entre países vizinhos que superficialmente se assemelham em alguns aspectos.

Assim, do ponto de vista dos autores da chamada corrente evolucionista, “[sistemas] nacionais de inovação (...) devem ser entendidos como produtos da história, resultantes da trajetória percorrida por cada país, o que explica a diversidade dos sistemas de inovação.” (FERNANDES et al, 2004:6).

Por outro lado, esta diversidade também pode ser justificada quando se tem em mente que, embora, muitos autores, entre eles Freeman, apontem que o sistema de inovação tende a ser predominantemente nacional, este conceito ainda pode ser encontrado em outras dimensões, como aponta Edquist (1997). Ou seja, é possível identificar a dimensão supranacional, como por exemplo a União Européia; a dimensão regional/local, como é o caso do Vale do Silício nos EUA, ou ainda uma dimensão setorial (FERNANDES, et al 2004; ANDERSSON & KARLSSON, 2002).

De acordo com Bonacelli & Mello (2001:5),

[este] conceito – o de sistema de inovação – sofreu muitas modificações nos últimos anos: inicialmente, os trabalhos adotavam uma visão voltada à discussão de problemas nacionais [...] e focalizavam os estudos comparativos entre países, procurando identificar características que explicariam o maior sucesso da trajetória de países em relação a outros, bem como a aplicação destes resultados para a elaboração de políticas públicas [...]. Atualmente, a ênfase tem sido nos estudos sobre sistemas regionais e locais de inovação, com destaque para os projetos de recuperação da capacidade produtiva de regiões (os parques e pólos tecnológicos são um exemplo). Ou seja, sistemas de inovação podem ser supra-nacionais [...], nacionais, regionais, locais e, ao mesmo tempo, podem ser setoriais [...].

Portanto, como destacado acima, nos últimos anos a ênfase tem recaído nas análises sobre sistemas regionais/locais de inovação. Acredita-se que quanto menor a distância maior é a frequência de interação entre os agentes, o que justifica o fato de que focando-se no nível

regional é mais fácil observar sistemas de inovação. Passa-se a reconhecer, então, que o ambiente econômico regional bem como a proximidade geográfica exercem uma influência importante na performance inovativa das empresas. Características particulares de cada região atuam de maneira relevante no comportamento das firmas e também na forma de cooperação entre elas. Também o conhecimento tácito e o não-codificado, elementos reconhecidos como essenciais no processo de inovação, dependem fundamentalmente da proximidade e de contatos face-a-face para serem trocados (ANDERSSON & KARLSSON, 2002).

Conforme Vargas (2002b:15),

[a] partir da década de 80, diversas contribuições passaram a enfatizar que os processos de aprendizado interativo evoluem a partir de bases de conhecimento e padrões de comunicação que, muitas vezes, são moldados por configurações institucionais cuja origem e evolução se traduzem na proximidade geográfica entre firmas em aglomerações produtivas. Inspirados numa concepção que remonta ao trabalho pioneiro de Marshall, tais estudos estiveram pautados, em grande parte pelo desenvolvimento induzido a partir do dinamismo tecnológico de determinadas aglomerações produtivas. Como exemplos mais clássicos deste tipo de estudo encontram-se os Distritos Industriais na chamada Terceira Itália, o Vale do Silício na Califórnia, ou a região de Baden-Wuttemberg na Alemanha, entre outros. Experiências cujo sucesso logrou resgatar o papel ativo desempenhado pelo ambiente local enquanto instância de organização da produção e *locus* de importantes elementos relacionados ao aprendizado tecnológico.

Em um primeiro momento, pode-se dizer que os fundamentos que sustentam um sistema regional de inovação (SRI) são os mesmos presentes no SNI, quais sejam: considera a firma como parte de uma rede formada por instituições, privadas e públicas, cujas atividades e interações dão origem, transformam e difundem novas tecnologias; prezam as ligações, sejam elas formais ou informais, entre as instituições e também os fluxos de recursos intelectuais e o aprendizado como um recurso econômico fundamental (ANDERSSON & KARLSSON, 2002). Ou seja, os conceitos de SNI e SRI podem estar relacionados, mas isso não significa que os

sistemas regionais não possam diferir do padrão nacional e, conseqüentemente, apresentar diferenças entre eles mesmos.

RIS (Regional Innovation Systems) have different characteristics in different regions, industrial clusters and industries. Innovation systems in high-technology industries are, for example, most likely different from the innovation systems in traditional industries such as wood and metal manufacturing. Moreover, due to regional specificities, such as routines and norms mentioned earlier, RIS can also possibly be very different between regions with similar industrial structures. One is also likely to observe substantial differences in the structure and functioning of RIS between large regions with many different economic activities and in small and medium-sized regions with a less diversified economic milieu. (ANDERSSON & KARLSSON, 2002:5).

A partir deste ponto de vista, Andersson & Karlsson (2002:15) apresentam uma classificação que identifica três tipos principais de SRIs: *territorially embedded regional innovation networks*, *regional networked innovation systems* e o *regionalized national innovation systems*. O Quadro 1 expõe algumas das características de cada SRI:

QUADRO 1: Caracterização dos Três Principais Tipos de Sistema Regional de Inovação

Main Type of RIS	The Location of Knowledge Organizations	Knowledge Flow	Important Stimulus of Co-operation
Territorially embedded regional innovation networks	Locally, however, few relevant knowledge organizations	Interactive	Geographical, social and cultural proximity
Regional networked innovation systems	Locally, a strengthening of (the co-operation with) knowledge providers	Interactive	Planned systemic networking
Regionalized national innovation systems	Mainly outside the region	More linear	Individuals with the same education and common experiences

Fonte: Andersson & Karlsson (2002:15).

No primeiro tipo de SRI, ou seja, nas *territorially embedded regional innovation networks*, o fator chave encorajador da cooperação entre os agentes é a proximidade cultural e

social entre os mesmos. As firmas que conformam este sistema confiam no conhecimento desenvolvido localmente; porém, a presença de instituições provedoras de conhecimento bem como a interação destas com as empresas tende a ser modesta. Neste sentido, pode-se dizer então que os principais processos geradores de conhecimento neste primeiro tipo de sistema regional são o *learning by doing* e o *learning by using* e as inovações desenvolvidas são principalmente incrementais. Aqui, a possibilidade de se realizar uma inovação radical é pequena devido à reduzida presença de instituições fornecedoras de conhecimento (ANDERSSON & KARLSSON, 2002).

O segundo tipo de SRI, denominado *regional networked innovation system*, é considerado uma extensão do primeiro, apresentando as mesmas características básicas. No entanto, a rede é sistêmica e melhor planejada, fato que se deve à presença de uma infra-estrutura regional mais consistente. Ou seja, este sistema possui um maior número de instituições locais, tais como, centros de P&D; instituições de capacitação e/ou treinamento profissional; universidades, etc. Conseqüentemente, a probabilidade de realizar inovações radicais é maior do que no primeiro caso discutido. Alguns autores, consideram o *regional networked innovation system* como um tipo ideal de SRI por apresentar uma rede regional de firmas e uma infra-estrutura institucional local de suporte (ANDERSSON & KARLSSON, 2002).

Por fim, o *regionalized national innovation systems* não se assemelha aos outros dois. Atores externos estão envolvidos nas atividades inovativas das firmas bem como na infra-estrutura institucional, sendo que, este último, pode ser parcialmente formado por elementos do sistema nacional de inovação ou, até mesmo, internacional. Algumas contribuições defendem a idéia de que nestes sistemas as cooperações entre firmas e instituições provedoras de conhecimento acontecem, freqüentemente, mais no sentido de desenvolver projetos específicos buscando realizar mais inovações radicais. Sendo assim, pode-se dizer que a

existência de relações de cooperação entre os agentes se deve à presença de indivíduos com a mesma educação (por exemplo, os engenheiros) e com experiências comuns. Além disso, acredita-se que nos sistemas de inovação nacional regionalizado o processo de inovação tenha uma natureza mais linear do que interativa. “Hence, the interaction between knowledge organizations and the firms appears to be primarily based on commissioned research work rather than on integration and continuous involvement.” (ANDERSSON & KARLSSON, 2002:16).

Neste contexto, segundo Andersson & Karlsson (2002), é possível resumir esta análise sobre SRI em alguns pontos principais:

- Um SRI depende fundamentalmente da interação entre os agentes para funcionar;
- Esta interação é obtida por meio da formação de *clusters*, ou seja, existe uma estrutura produtiva particular que é relevante para o SRI;
- Para a formação de um SRI não é necessário que existam previamente instituições provedoras de conhecimento;
- Um requisito indispensável é que os agentes, no interior de um SRI, desenvolvam e difundam conhecimento entre eles;
- Existem diferentes tipos de SRI que podem ser identificados conforme alguns aspectos:
 - como o conhecimento é produzido;
 - o tipo de conhecimento produzido;
 - como a interação é organizada;
 - os limites do sistema, por exemplo, quão ‘regional’ é o sistema regional de inovação?

- O tipo de inovação que um SRI pode desenvolver depende, em grande medida, da natureza do conhecimento disponível e utilizado, sendo assim, diferentes SRIs geram tipos diferentes de inovações.

Percebe-se, portanto, que por trás da discussão de SRI está a idéia de que o espaço territorial age no sentido de oferecer os elementos necessários para que haja as relações de interdependência entre os agentes, mas estas interdependências só se concretizam realmente e se traduzem em processos de aprendizagem coletiva e de difusão de conhecimento se houver proximidade física e cognitiva (CROCCO et al, 2003).

Ou seja, a aprendizagem e o próprio conhecimento encontram-se, ao menos parcialmente, incorporados nos atores econômicos, sejam eles pessoas ou instituições e também nos relacionamentos. Logo, eles não conseguem ser totalmente transferíveis e dependem da proximidade geográfica e, conseqüentemente, da interação entre os agentes para que assim possam ser compartilhados.

Como destacado anteriormente, Vargas (2002b:47) sublinha que a importância da localização pode ser atribuída ao fato de que,

[ao] contrário do que ocorre com o conhecimento codificado, o conhecimento do tipo tácito não pode ser facilmente comprado e vendido no mercado dado que sua transferência se encontra condicionada pelo contexto social e institucional onde ocorre a interação entre indivíduos, firmas e organizações. Neste caso, mesmo a operacionalização de formas codificadas de conhecimento – como na interpretação de manuais de engenharia e desenho – requer conhecimentos do tipo tácito que se manifestam nas rotinas organizacionais e na experiência coletiva de grupos específicos em diferentes áreas das empresas (Ernst e Lundvall, 1997). Além disso, as trajetórias de aprendizado que são constituídas nas firmas a partir do desenvolvimento de competências tácitas constituem um elemento diferenciador do desempenho competitivo na medida em que representam ativos intangíveis que são difíceis de transferir.

Assim,

[...] a capacidade de uma empresa não pode ser auferida apenas por seu maquinário e seus empregados; está na capacidade organizacional de transformar *inputs* em *outputs*. E esta capacidade depende das relações institucionais com fornecedores, consumidores, agências governamentais, institutos de pesquisa, ou seja, do arranjo institucional (BONACELLI & MELLO, 2001:7).

Atualmente, atribui-se ao conhecimento uma importância significativa, considerando-o um elemento essencial para o desenvolvimento sócio-econômico. Não é por acaso que muitos estudiosos convencionaram o uso da expressão “economia baseada no conhecimento” para referir-se à fase atual. Dessa forma, sendo o conhecimento e o processo de aprendizagem, fenômenos eminentemente interativos pode-se compreender melhor porque voltar as atenções para a questão da localização e das relações de interação (CROCCO et al, 2003).

O que se pode perceber é que em uma economia caracterizada pelos processos de conhecimento e aprendizado exige-se dos atores sócio-econômicos um dinamismo crescente, bem como uma maior capacidade de inovação e de desenvolver novas capacitações. Sendo assim, as aglomerações produtivas locais, através das interações entre os diversos agentes, permitem o aproveitamento de sinergias coletivas, facilitando os fluxos de informações e os processos de aprendizado que acabam conduzindo as empresas ao desenvolvimento de vantagens competitivas sustentáveis.

Ademais, as aglomerações constituem um elemento chave para a compreensão da inserção positiva das micro e pequenas empresas como atores importantes na geração e incorporação de inovações. Isto porque a proximidade espacial possibilita a superação das desvantagens inerentes ao porte por meio de mecanismos de interdependência e aprendizado interativo, permitindo assim, o estabelecimento de relações mais estreitas de cooperação e a participação ativa no processo inovativo.

Schmitz (1992) destaca um aspecto-chave na formação de sistemas e arranjos produtivos. Segundo o autor, este tipo de organização possibilita às empresas de pequeno porte ganhos de eficiência e flexibilidade que elas, raramente, poderiam alcançar atuando como unidades produtoras individuais. Esta idéia pode ser compreendida melhor através do conceito de eficiência coletiva.

Collective efficiency is the outcome of an internal process in which some enterprises grow and others decline. In order to understand this process it is useful to distinguish between vertical and horizontal inter-firm relations. As regards the vertical, firms buy products and services either through the market or subcontracting arrangements. The nature of relationship can range from exploitation to strategic collaboration. The scope for conflict is greatest at the horizontal level, because producers are often in plain competition for orders. However, competition does not exclude joint action for solving specific problems, particularly in pre-competitive areas such as the provision of sites, services, training, etc. Thus, the notion of collective efficiency does not deny conflict or competition amongst enterprises in the cluster. On the contrary, clustering makes the market more transparent and induces competition. Equally important, it facilitates collective action to tackle common problems, either directly through producer associations or indirectly through local government (SCHMITZ, 1992: 65).

A eficiência coletiva, considerada essencial para a capacidade competitiva das empresas de pequeno porte, segundo Schmitz & Nadvi (1999), surge a partir das economias externas – vantagens decorrentes da redução de custos proporcionada pela aglomeração das empresas e que não podem ser alcançadas individualmente. Estas podem ser divididas em dois grupos: as economias externas passivas, que são incidentais, e as de natureza ativa que são aquelas criadas deliberadamente pelas empresas e instituições locais, através de ações conjuntas.

Entretanto, estudos mostram que nem sempre existem externalidades intencionalmente construídas, em especial nos países em desenvolvimento. Assim, dentre outras razões, a depender da natureza das externalidades, os aglomerados produtivos locais podem apresentar formatos

específicos que, por sua vez, influenciam na maneira como os agentes interagem entre si e na função exercida pelos mesmos dentro de cada sistema.

Alguns fatores podem contribuir para a configuração das diferentes formas que as aglomerações locais de empresas podem assumir, quais sejam, os aspectos sócio-econômicos, culturais e institucionais; a capacidade de introduzir inovações; as formas de governança; os tipos de relações produtivas internas e externas ao ambiente industrial e os princípios de organização (CROCCO et al, 2003). Sendo assim, é possível encontrar na literatura diferentes tipologias sobre *clusters*, embora muitas das abordagens apresentadas se refiram a casos muito específicos e não podem ser utilizadas para todos os territórios, o que causa graves dificuldades de padronização entre as análises (CASSIOLATO & SZAPIRO, 2003).

Assim explica-se em parte a emergência recente de diferentes abordagens, tendo em vista as necessidades de compreensão de casos empíricos e as tentativas de criação de tipologias adequadas ao movimento de capacitação industrial e tecnológica local. Contudo,...), apesar de distintas entre si, muitas vezes as abordagens e conceitos de aglomerados locais apresentam fortes similaridades, no que se refere à estrutura, operação e atores envolvidos. As diferenças que apresentam se relacionam às especificidades dos casos empíricos analisados e ao peso dado a determinadas características ou vantagens dos aglomerados (CASSIOLATO & SZAPIRO, 2003:2).

O Quadro 2 organiza, esquematicamente, os principais enfoques utilizados pelas diferentes abordagens sobre aglomerações.

QUADRO 2: Principais Ênfases das Abordagens Usuais de Aglomerados Locais

Abordagens	Ênfase	Papel do Estado
Distritos industriais	Alto grau de economias externas Redução de custos de transação	neutro
Distritos industriais Recentes	Eficiência coletiva - baseada em economias externas e em ação conjunta	promotor e, eventualmente, estruturador
Manufatura flexível	Tradições artesanais e especialização economias externas de escala e escopo Redução de custos de transação Redução de incertezas	indutor e promotor
Milieu inovativo	Capacidade inovativa local Aprendizado coletivo e sinergia Identidade social, cultural e psicológica redução de incertezas	promotor
Parques científicos e tecnológicos e tecnópolis	<i>property-based</i> Setores de tecnologia avançada Intensa relação instituições ensino e pesquisa/empresas Hospedagem e incubação de empresas Fomento à transferência de tecnologia	indutor, promotor e, eventualmente, estruturador
Redes locais	Sistema intensivo em informação Complementaridade tecnológica Identidade social e cultural Aprendizado coletivo Redução de incertezas	promotor

Fonte: Cassiolato & Szapiro (2003).

O Quadro mostra a diversidade de abordagens que existem na literatura e a dificuldade inerente à conceituação, análise e definição de uma taxonomia própria e homogênea para estas formas de organização industrial – as aglomerações produtivas locais.

Algumas tipologias assumem formatos mais específicos, fortemente relacionados com os diferentes programas de pesquisa dos autores envolvidos no estudo deste tema e outras assumem estruturas mais gerais, sendo utilizadas de forma mais abrangente. Sendo assim, a percepção de que existem trajetórias distintas para arranjos distintos resultou no desenvolvimento de uma grande variedade de tipologias para *clusters* (SANTOS et al, 2003).

Cassiolato & Szapiro (2003) apresentam em seu trabalho três abordagens diferentes. A primeira abordagem destacada por estes autores é a de Amin (1993), a qual sugere a

diferenciação em três tipos de aglomerados locais: as aglomerações industriais em setores tradicionais ou artesanais (como a produção de sapatos, confecções, etc.); os complexos *hi-tech* (o caso do Vale do Silício); as aglomerações organizadas a partir da presença de uma grande empresa (como em Baden-Württemberg, na Alemanha).

A segunda é a de Humphrey (1995, apud CASSIOLATO & SZAPIRO, 2003). Este autor se baseia na lógica defendida pela escola do Institute of Development Studies (IDS), a qual acredita que “[...] o desenvolvimento de qualquer aglomeração dependerá tanto da sua posição na cadeia e da sua interação com outros elementos, quanto de sua estrutura e dinâmica interna”. Em outras palavras, para o IDS, “[o] critério básico é o da relação entre aglomerados e os seus mercados.” A partir daí, Humphrey (1995) desenvolve uma classificação, que se fundamenta na definição de cadeias de *commodities*. De um lado, têm-se as cadeias *producer-driven* e de outro, as cadeias *buyer-driven*. O primeiro tipo de cadeia se refere àquelas geralmente localizadas em setores intensivos em capital e tecnologia e coordenadas por grandes empresas. Já no segundo tipo são os grandes consumidores que influenciam de forma relevante na organização das redes produtivas descentralizadas, sendo mais comum encontrar estas cadeias em setores de bens de consumo intensivos em mão-de-obra.

Por fim, Cassiolato & Szapiro (2003) destacam a visão de Storper (1997) que defende uma classificação de sistemas produtivos baseada na idéia de territorialização de atividades econômicas.

Para Storper, a territorialização não pode ser entendida meramente como a localização de agentes econômicos, já que sua definição deve estar relacionada à existência de interdependências específicas da vida econômica. Na verdade, o termo ‘territorialização’ se insere em um contexto de dependência da atividade econômica em relação a recursos territorialmente específicos. Destes recursos territorialmente específicos, pode-se dizer que as

relações de proximidade geográficas tornam-se as mais importantes, já que são imprescindíveis no desenvolvimento de *spillovers* e externalidades positivas em um ambiente econômico. A territorialização, portanto, ocorre quando a possibilidade de se exercer uma atividade está fundamentalmente relacionada com a presença de ativos (incluindo práticas e relações) que não podem ser encontrados em outros lugares, muito menos desenvolvidos ou copiados facilmente em ambientes que não os possuem. Neste caso, pode-se dizer, então, que tal atividade é completamente territorializada (CASSIOLATO & SZAPIRO, 2003).

Mytelka & Farinelli (2000), por sua vez, apresentam uma classificação para os aglomerados produtivos que utiliza a trajetória de desenvolvimento dos *clusters* para diferenciá-los entre si. Segundo os autores, os *clusters* podem ser separados em dois grandes grupos: de um lado, aqueles que originam-se espontaneamente e, de outro, aqueles que surgem a partir de políticas públicas, ou seja, que são induzidos a surgir, tais como os parques industriais, as tecnópolis, as incubadoras de empresas e Zonas de Processamento de Exportações (ZPE's) – estes também são conhecidos como *clusters* construídos.

Dentro da classe dos *clusters* espontâneos é possível distinguir três formas diferentes de aglomerados produtivos locais, quais sejam, os informais, os organizados e os inovativos. Estes são diferenciados entre si por meio de um conjunto de variáveis que enfatizam a capacidade dinâmica do arranjo.

From a learning and innovation perspective, spontaneous clusters can be further distinguished in terms of a set of variables that emphasize the potential for dynamic change within the cluster. Drawing upon the innovation system literature, (Carlsson:1997, Edquist & Johnson:1997, Anderson & Lundvall: 1998, Lundvall:1992, Mytelka:2000), these include five actor-level variables – the configuration of actors in the system, their traditional habits and practices, their competences and the nature and intensity of their interactions – and one cluster-level variable, the degree of change in the cluster overtime (MYTELKA & FARINELLI, 2000:11).

Os *clusters* informais foram definidos por Mytelka & Farinelli (2000:13) como aglomerações constituídas, geralmente por empresas de pequeno porte, com nível tecnológico baixo em comparação à fronteira tecnológica da indústria e cujo “proprietário-trabalhador” não apresenta capacidades gerenciais desenvolvidas. Além disso,

[their] workers are generally low skilled and little or no continuous learning takes place for sustained skills upgrading. Although low barriers to entry may lead to growth in the number of firms and supporting institutions located there, this does not necessarily reflect a positive dynamic as measured by the upgrading of management skills, investment in new process technology, machinery and equipment, improvement in product quality, product diversification or development of export.

The nature of coordination and networking among firms located in informal clusters tends to be low and characterized by a limited growth perspective, often cut-throat competition, little trust and little information sharing. Poor infrastructure, the absence of critical services and support structures such as banking and financial services, productivity centers and training program, weak backward, horizontal and forward linkages and a lack of information on foreign markets tend to reinforce this low growth dynamic.

No que tange aos *clusters* organizados, estes possuem como traço distintivo a existência de um processo de atividade coletiva, ou seja, formação de redes de cooperação entre as empresas, cuja função volta-se no sentido de suprir a possível falta de infra-estrutura e serviços e para desenvolver estruturas organizacionais destinadas a solucionar problemas comuns. A maioria das empresas que compõem este tipo de *cluster* também são pequenas, entretanto, pode-se encontrar empresas de tamanho médio. Este tipo de organização também tem apresentado avanços, ao longo do tempo, no nível tecnológico das empresas, na qualificação da força de trabalho e na qualidade gerencial. A soma de tudo resulta em uma maior capacidade das empresas em realizar adaptações tecnológicas e acelerar o seu tempo para colocá-las no mercado. Segundo Mytelka & Farinelli (2000), os *clusters* dos tipos informal e organizado são os mais comuns de serem encontrados em economias em desenvolvimento.

Por fim, o último tipo de *cluster* espontâneo são os inovativos. Estes são encontrados fundamentalmente em setores cuja capacidade inovativa é o fator chave responsável por seu desempenho. Tais *clusters*, por sua vez, são encontrados de maneira mais expressiva em países desenvolvidos. Os aglomerados locais caracterizados como inovativos apresentam capacidade gerencial e nível de qualificação e treinamento da mão-de-obra significativamente elevados; mantêm relações com o mercado externo; possuem uma estrutura desenvolvida e estreitos laços de confiança e cooperação entre os agentes que os compõem. Sobretudo, um *cluster* inovativo se diferencia dos demais por apresentar uma capacidade elevada de gerar novos produtos e responder rapidamente às necessidades do mercado. Tal particularidade é que tem possibilitado, mesmo às indústrias tradicionais (calçados, móveis, etc.) organizadas em distritos industriais, apresentarem uma dinâmica distinta nos países desenvolvidos (MYTELKA & FARINELLI, 2000).

O Quadro 3 resume as principais características apresentadas pelos três diferentes tipos de arranjos produtivos locais encontrados na categoria dos *clusters* espontâneos.

QUADRO 3: Resumo das Principais Características dos *Clusters* Espontâneos

	Clusters Informais	Clusters Organizados	Clusters Inovativos
Existência de Liderança	Baixo	Baixo a Médio	Alto
Tamanho das Firmas	Micro e Pequena	PME's	PME's e Grandes
Capacidade Inovativa	Pequena	Alguma	Contínua
Confiança Interna	Pequena	Alta	Alta
Nível de Tecnologia	Pequena	Média	Média
Linkages	Algum	Algum	Difundido
Cooperação	Pequena	Alguma a Alta	Alta
Competição	Alta	Alta	Média a Alta
Novos Produtos	Poucos; Nenhum	Alguns	Continuamente
Exportação	Pouca; Nenhuma	Média a Alta	Alta

Fonte: Santos et al (2003:4).

No caso dos países em desenvolvimento, como o Brasil, pode-se destacar ainda um referencial importante para a construção de uma taxonomia voltada para os seus aglomerados locais que é a classificação desenvolvida por Markussen (1996) – embora esta tenha sido desenvolvida a partir da experiência dos Estados Unidos. Esta classificação está baseada no conceito de governança, o qual se refere à participação ou presença de atores econômicos que possam exercer algum tipo de influência nas decisões locais.

Em um primeiro momento, a classificação de Markussen considera que é possível diferenciar dois tipos de governança. De um lado, pode-se verificar *clusters* organizados em ‘redes’ que são aqueles compostos basicamente por micro e pequenas empresas (MPEs) e que não possuem um agente econômico atuando como coordenador das atividades econômicas e tecnológicas. Neste caso, destacam-se fortes relações entre um número muito grande dessas empresas, mas sem que qualquer uma delas atue como dominante. Por outro lado, a governança poderia ocorrer de forma hierárquica – aglomerações de empresas onde um agente, geralmente uma grande empresa, desempenha o papel de eixo central do arranjo, intervindo, coordenando e participando das decisões locais (MARKUSSEN, 1996 apud CASSIOLATO & SZAPIRO, 2003).

Aglomerados que possuem governança em forma de ‘rede’ podem se subdividir em dois casos, onde o elemento que deu origem ou forças para que o arranjo se desenvolvesse é o que os diferencia entre si.

No primeiro caso, a presença de instituições científico-tecnológicas de excelência instaladas localmente é o fator determinante para que as MPEs se concentrem em um determinado espaço. Estas aglomerações que se formam são compostas por empresas de base tecnológica voltadas para áreas científicas e tecnológicas como biotecnologia, tecnologias da informação e comunicação, etc. Segundo Cassiolato & Szapiro (2003:6),

[são] os casos em que áreas de conhecimento específicas e predominantes nos locais determinarão a especialização dos aglomerados em detrimento de setores particulares. Podem ser encontrados diversos programas de estímulo público (como os programas de incubadoras, por exemplo) voltados ao surgimento de tais empresas. Apesar de sua relevância, tais programas são, todavia, insuficientes para permitir o crescimento e sustentabilidade de tais firmas e a constituição das interações acima destacadas. Neste caso, a governança local é realizada através de uma combinação de estímulos públicos-privados.

A segunda situação possível em *clusters* onde a governança é típica de redes pode ser definida a partir da experiência dos distritos industriais italianos. Aqui, a especialização dos aglomerados de MPEs é fundamentalmente setorial (CASSIOLATO & SZAPIRO, 2003).

A governança em forma hierárquica, por sua vez, refere-se fundamentalmente à presença de uma ou mais empresas-âncora, isto é, empresas, geralmente de grande porte, as quais desempenhariam um papel de âncora ou eixo na economia regional com fornecedores e prestadores de serviços (em sua maior parte, MPEs) atuando em torno delas. Pode ser citado como exemplo a Boieng, em Seattle – ou seja, é típico de empresas que, constantemente, se integram verticalmente. “Nesse caso, as empresas-âncora estabelecem importantes relações técnicas e econômicas com fornecedores locais, criando um círculo virtuoso de cooperação, estimulando o desenvolvimento de capacitações e estabelecendo uma competitividade sistêmica.” (CASSIOLATO & SZAPIRO, 2003:7).

Considerando as taxonomias descritas, Crocco et al (2003) mostram que os aglomerados são frutos históricos do espaço social local. Desse ponto de vista é possível perceber a lógica particular assumida pelos sistemas produtivos locais nos países da periferia capitalista. Tal diferenciação se deve fundamentalmente a algumas características típicas destes países, tais como, maior volatilidade macroeconômica e institucional; capacidade inovativa, geralmente menor do que nos países desenvolvidos; menores níveis educacionais e de renda per capita, etc. A soma destes e outros fatores contribuem para que os sistemas produtivos locais dos países

periféricos sejam classificados de forma generalizada por alguns autores como arranjos produtivos locais (APLs) (CROCCO et al, 2003).

A maior parte dos APLs encontrados em países periféricos apresentam traços advindos dos arranjos informais ou mesmo de enclaves mono-produto, mas isso não significa dizer que nestes países não se possa encontrar arranjos mais desenvolvidos. No que tange às estruturas caracterizadas como informais, segundo Crocco et al (2003), nelas também predominam as empresas de pequeno porte, porém as relações de cooperação e de confiança são fracas, com isto a troca de informações e o aprendizado interativo ficam comprometidos, conseqüentemente o dinamismo inovativo é baixo. O nível tecnológico das empresas e a qualificação da mão-de-obra também são significativamente reduzidos. Além disso, a infra-estrutura do arranjo é pouco evoluída.

Dentre os arranjos informais estão ainda os enclaves produtivos. De forma geral, pode-se dizer que estes são resultantes da falta de integração do arranjo com a região na qual está inserido. Geralmente, tal situação é típica das economias periféricas onde o entorno urbano é de subsistência, o que dificulta a geração de estruturas produtivas complementares. E se há obstáculos à integração vertical e ao fortalecimento da cadeia produtiva do arranjo é possível encontrar em seu interior um aglomerado de empresas mono-produto, onde se verificam laços bastante fracos entre os agentes (CROCCO et al, 2003).

O fato é que existem várias formas de diferenciar os aglomerados produtivos locais entre si. A literatura mostra o quanto é complexo e difuso a sua definição e categorização para compreensão de sua dinâmica. Porém, de acordo com Crocco et al (2003: 9), mesmo sob as formas mais incompletas,

[...] estes arranjos se beneficiam da dimensão “passiva” da “eficiência coletiva”. Vale dizer, o desempenho econômico das empresas destes arranjos é positivamente afetado pelas economias externas às firmas e internas ao local, que emergem das várias interdependências (não-intencionais) entre os atores localizados em um espaço geograficamente delimitado. Mesmo considerando-se que estas externalidades não venham a ser completamente apropriadas pelas firmas - dado o nível de suas capacidades - ou que sua emergência seja comprometida pela fragilidade do ambiente local, a proximidade física significa que, como destacado por Marshall (1920), ‘os segredos da indústria deixam de ser segredos e, por assim dizer, ficam soltos no ar...’. Em outras palavras, mesmo em arranjos produtivos informais, as firmas tomam parte no processo de “aprendizado coletivo” localizado e podem explorar economias externas de escala.

A análise dos diversos casos pode, portanto, ser feita considerando-se dois conceitos fundamentais, de um lado, o de sistemas produtivos e inovativos locais que “[...] refere-se a aglomerados de agentes econômicos, políticos e sociais, localizados em um mesmo território, operando em atividades correlacionadas e que apresentam vínculos expressivos de articulação, interação, cooperação e aprendizagem.” E, de outro lado, o de arranjos produtivos locais que, “[...] é utilizado para referenciar aquelas aglomerações produtivas que não apresentam significativa articulação entre os agentes locais e que, portanto, não podem se caracterizar como sistemas.”³ (VARGAS, 2002a:10).

Quando se observa a presença de uma aglomeração, delimitada geograficamente, cujos vínculos, articulações são fortes e estreitas têm-se, portanto, um sistema. Porém, é possível encontrar aglomerações onde as relações e a interdependência sejam incipientes, neste caso, a denominação adotada é a APLs.

Os arranjos e sistemas produtivos locais possuem algumas características que merecem destaque: 1) as atividades e os agentes econômicos, sociais e políticos que os configuram são significativamente diversos; 2) possuem uma dimensão territorial; 3) o conhecimento tácito é

³ Esta conceituação de sistema produtivo local e arranjo produtivo local é a mesma adotada pela Rede de Pesquisa em Sistemas Produtivos e Inovativos Locais (Redesist), coordenada pelo Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

fator fundamental; 4) apresentam possibilidade real ou potencial de ocorrer processos de aprendizado e de inovação interativos; 5) apresentam diferentes formas de governança que dependem das características dos agentes e das relações estabelecidas entre os mesmos (VARGAS, 2002a).

Cassiolato & Lastres (2001:120) defendem a idéia de que o caráter inovativo das firmas é o fator-chave responsável pelo sucesso das aglomerações locais. Para estes autores, a explicação neo-schumpeteriana para tal sucesso está calcada em dois pontos principais,

[inicialmente], sugere-se que padrões localizados de desenvolvimento facilitam processos coletivos de aprendizado, de tal maneira que informação e conhecimento rapidamente se difundam no ambiente local, aumentando a capacidade criativa das firmas e instituições. Em segundo lugar, um sistema produtivo localizado auxilia a reduzir os elementos de 'incerteza dinâmica', o que também facilita a inovação local, pois permite um melhor entendimento dos possíveis resultados das decisões das firmas.

Nota-se, portanto, que a aglomeração de empresas ao possibilitar relações de interdependência e de interação entre elas e destas com o ambiente onde se localizam, tem contribuído efetivamente para que consigam sobreviver e crescer em um mercado cada vez mais globalizado, podendo ainda ser considerada uma importante fonte geradora de vantagens competitivas sustentáveis. A participação em arranjos e sistemas produtivos locais tem levado as empresas, em especial, as de pequeno porte, a superarem barreiras, a participarem ativamente do processo inovativo bem como do desenvolvimento de setores, regiões e países. E, é neste sentido, que se insere a necessidade de se estudar os arranjos produtivos locais que podem referir-se, genericamente, a qualquer uma das denominações: redes, distritos, pólos industriais, *clusters*.

Como destacado anteriormente, arranjos e sistemas produtivos locais apresentam características próprias e particularidades que os tornam específicos de cada região. A apreensão das características principais do APL de biotecnologia localizado em Belo Horizonte (MG), no

que tange à inserção de micro e pequenas empresas e à dinâmica inovativa, é o principal objetivo do trabalho, a ser apresentado no capítulo 3.

O capítulo seguinte analisa as principais características da bio-indústria no Brasil e no mundo. abordando aspectos como o desenvolvimento e a regulamentação do setor; a distribuição das empresas por segmento de atividade; o número de companhias existentes em alguns países; o seu rendimento; a geração de empregos; os progressos científicos no âmbito da saúde e do agronegócio, entre outros.

2. A EVOLUÇÃO DA BIOTECNOLOGIA

O objetivo central do capítulo é desenvolver uma caracterização geral do ‘setor’ de biotecnologia e apresentar a sua evolução no Brasil e no mundo. Para tanto, o capítulo está organizado em três seções. A primeira trata da origem da biotecnologia, dos marcos de sua evolução, das dificuldades em se classificar as empresas e conceituar o segmento e também da sua regulamentação. A segunda, aborda a biotecnologia em termos mundiais destacando seus principais avanços. Por fim, a terceira seção apresenta a configuração e as principais características da bio-indústria brasileira.

2.1. Biotecnologia: Conceito, Desenvolvimento e Regulamentação

O termo ‘biotecnologia’ é relativamente novo, foi utilizado pela primeira vez por um engenheiro agrícola da Hungria em 1919, porém os seus processos já são reconhecidos desde a antiguidade (CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA – CIB)⁴. Os primeiros registros de sua utilização foram há aproximadamente 2000 anos a.C. quando gregos e egípcios desenvolveram técnicas de fermentação para produzirem vinho e cerveja, ou seja, já era possível se observar nesta época uma forma primitiva de biotecnologia (I ESPECIAL BIOTECNOLOGIA, 2003)⁵.

⁴ A sigla CIB significa Conselho de Informações sobre Biotecnologia. É uma organização não governamental sem fins lucrativos cujo objetivo principal é disponibilizar informações de base técnico-científica sobre a biotecnologia e suas diversas aplicações, contribuindo com a familiaridade de todos os setores da sociedade com o tema. Disponível em <<http://www.cib.org.br>>.

⁵ O ‘I Especial Biotecnologia – Como o DNA Muda a Face da Agricultura e Enriquece os Alimentos’ foi um caderno especial publicado pelo CIB, no dia 14 de maio de 2003, divulgando reportagens diversas sobre os avanços da biotecnologia no Brasil. Disponível em <http://www.cib.org.br/pdf/Suplemento_especial.pdf>.

Mesmo as práticas biotecnológicas mais recentes, como a produção de antibióticos e a inseminação artificial já eram utilizadas de forma rudimentar entre os anos 100 e 1800. Em 1.322, os árabes foram os primeiros a usarem técnicas de inseminação para produzirem cavalos de raça superiores (INSTITUTO INOVAÇÃO⁶, 2004a:1).

A sistematização inicial dessa ciência ocorreu no século XVII, quando Robert Hooke descobriu por meio da observação microscópica dos organismos a existência das células e publicou um trabalho pioneiro chamado *Micrographia*. Na segunda metade do século XIX, novos descobrimentos vieram à tona: Louis Pasteur introduziu os processos de pasteurização; Friedrich Miescher descobriu o DNA e Gregor Mendel trabalhando com o cruzamento de ervilhas, em 1865, descobriu as leis da hereditariedade que revolucionou a biologia e traçou as bases da genética (I ESPECIAL BIOTECNOLOGIA). Souza (2001) acrescenta que as descobertas de Mendel podem ser consideradas como um divisor de águas entre a Biotecnologia Clássica e a Biotecnologia Moderna.⁷

Um passo importante para a consolidação da Biotecnologia Moderna foi dado por Fleming entre 1928-1932 a partir de seus estudos sobre a penicilina e, especialmente por Florey, em 1941, ao dar início à produção industrial deste antibiótico⁸ (SOUZA, 2001).

⁶ O Instituto Inovação é uma empresa privada que busca nas universidades e centros de pesquisa, projetos e negócios que podem ser lançados no mercado. Ele entra como sócio do pesquisador atuando na área empresarial desde o *design* do produto até o seu lançamento no mercado. O Instituto Inovação publica mensalmente um jornal eletrônico denominado “Radar Inovação” cujo objetivo é divulgar e analisar notícias, ferramentas, estudos e o contexto da Cadeia da Inovação Tecnológica no Brasil. O arquivo do Radar Inovação está disponível em <<http://www.institutoinovacao.com.br/radar.asp>>.

⁷ De acordo com Silveira (2003:5) “[a] biotecnologia tradicional ou clássica é constituída por um conjunto de técnicas amplamente difundidas, que utilizam seres vivos encontrados na natureza e/ou aqueles melhorados pelo homem para exercer determinada função produtiva. Dentre tais técnicas destacam-se: o isolamento, a seleção e os cruzamentos genéticos naturais entre espécies sexualmente compatíveis [...]” Enquanto a biotecnologia moderna, segundo o autor, originou-se nos anos 70 e tem como ponto de partida as descobertas científicas no âmbito da engenharia genética.

⁸ Alexander Fleming nasceu em Lochfield, na Escócia, tornou-se professor de bacteriologia na Universidade de Londres e assumiu um posto de pesquisa na Escola Médica do Hospital de St. Mary. Também foi um oficial médico nos hospitais militares da Inglaterra durante a Primeira Guerra Mundial, onde percebeu a séria necessidade de um agente bactericida para tratar dos ferimentos infeccionados. Após a guerra retornou ao St. Mary's Hospital, em Londres, para pesquisar sobre o problema. Em 1928, enquanto estudava o *Staphylococcus aureus*, uma bactéria responsável por várias infecções, Fleming entrou de férias por alguns dias, deixando seus recipientes de vidro com cultura sem supervisão. Ao retornar, notou que a cultura havia sido contaminada com o mofo da atmosfera e ao

Em síntese, pode-se considerar que a ruptura entre a biotecnologia tradicional e a nova biotecnologia está concentrada nas manipulações do material genético e na criação de novos organismos a partir disto. De acordo com STERN (1995), tal advento ocorreu em função do processo que levou à comercialização da insulina humana produzida via engenharia genética, envolvendo diversos atores como universidade, grandes empresas (Eli Lilly) e *spin-offs* (Genetech), ou seja, ocorreu uma sinergia entre estas instituições.” (SOUZA, 2001:26).

O reconhecimento do DNA (ácido desoxirribonucléico) como material genético, entretanto, só veio a acontecer alguns anos depois, em 1944, pelos doutores Avery MacLeod e McCarty. Posteriormente, em 1953, a descoberta da estrutura helicoidal do DNA por James Watson e Francis Crick tornou-se um marco de grande importância para a biologia molecular (ODA & SOARES, 2001).

Somente a partir da década de 70, com a introdução das técnicas de DNA recombinante, ou seja, com a evolução da capacidade dos cientistas de manipulação dos genes dos seres vivos, que começaram a surgir as possibilidades de melhoramento genético das espécies como um processo rápido, preciso e eficiente. Cohen e Boyer foram os primeiros a conseguir transferir um gene de um organismo para outro (SOUZA, 2001). Até então, assim como foi introduzido por Mendel, o melhoramento de sementes se dava através de simples cruzamento de espécies iguais ou similares, o qual ocorria introduzindo-se grãos de pólen de uma espécie no ovário de outra espécie. Contudo, a obtenção dos resultados por esse processo precursor era lenta e não permitia muito controle aos cientistas (I ESPECIAL BIOTECNOLOGIA).

examiná-la percebeu que na área onde o bolor estava crescendo, as células do *Staphylococcus* haviam morrido. Ele imediatamente compreendeu o significado dessa descoberta e verificou que o bolor, uma espécie do fungo *Penicillium*, estava secretando uma substância que destruía as bactérias. Embora ele não tenha conseguido isolar a substância, ele a chamou de penicilina. Aproximadamente dez anos depois, com o advento da Segunda Guerra Mundial, o professor de patologia em Oxford, Dr. Howard W. Florey, juntamente com Ernst B. Chain e uma equipe de 20 pesquisadores, resolveram dar continuidade às pesquisas de Fleming e conseguiram produzir a penicilina em doses suficientes para salvar vidas.

Outro acontecimento marcante iniciado na década de 70 foi o surgimento das novas empresas de biotecnologia, mais comumente conhecidas como NEBs (*New Biotechnology Firms*). De acordo com Souza (2001: 26),

[com] isto, ocorre uma mudança na estratégia das grandes empresas, principalmente, farmacêuticas. Estas empresas passaram a investir em empresas menores como as NEBs, buscando novos padrões tecnológicos, pois já vislumbravam a exaustão e obsolescência dos métodos até então utilizados.

Muitos autores atribuem essa união entre as empresas consolidadas e as menores incipientes à necessidade das primeiras se adaptarem aos novos padrões de concorrência que se estabeleciam juntamente com o surgimento das NEBs, ou seja, foi uma ação de sobrevivência que acabou se impondo às grandes empresas. Por outro lado, para as NEBs este foi um fator chave que serviu como aporte para sua consolidação, já que as grandes empresas conseguiam suprir certas necessidades dessas empresas menores, como o apoio financeiro, entre outros (SOUZA, 2001).

Neste contexto, com a evolução do conhecimento humano e com o crescente surgimento de empresas voltadas para esta ciência, novas descobertas foram realizadas e seus resultados incorporados no rol da biotecnologia, contribuindo para a sua popularização e tornando-a uma atividade cada vez mais promissora, particularmente, em termos comerciais e econômicos para diversos setores e segmentos da indústria.

Para melhor compreender o desenvolvimento desta ciência ao longo dos anos, o Quadro 4 mostra os principais acontecimentos que contribuíram para a sua evolução.

QUADRO 4: Alguns Marcos na Evolução da Biotecnologia

2000 a.C	Uso da fermentação pelos Sumérios e Egípcios;
460 a.C.	Desenvolvimento da teoria humoral de Hipócrates, explicando as causas das doenças. Primeiros ensaios da biomédica;
343 a. C	Melhoramento de sementes pelo grupo de Ptolomeu, em Alexandria no Egito;
1665	Robert Hooke descobre as células, concluindo que os seres vivos são formados pelas mesmas;
1798	Jenner desenvolve a primeira vacina bovina, partindo de observações de ordenhadores que naturalmente se tornaram imunes ao vírus da varíola;
1860	Pasteur descobre a existência de vida microbiana na ausência do ar, além de técnicas de isolamento de microorganismos;
1865	Mendel desvenda os segredos da hereditariedade através do melhoramento de ervilhas, dando início à genética;
1880	Koch desenvolve técnicas simples de isolamento de microorganismos <i>in vitro</i> , possibilitando o cultivo de microrganismos de interesse humano;
1911	Primeira planta em grande escala para digestão anaeróbica de lixo;
1929	Descoberta da Penicilina por Fleming;
1940	Beijerinck formula as bases científicas para fixação de nitrogênio, tendo o rizobium como elemento básico do processo microbiano;
1941	Beadle e Tatum estabelecem a teoria "um gene uma enzima";
1942	Monod formula a base conceitual para a industrialização de produtos microbiológicos;
1944	Avery identifica o DNA como a matéria prima que forma os genes;
1947	Auerbach & Robson desenvolvem a técnica de transferência de plasmídios entre bactérias - precursora da técnica de DNA recombinante via conjugação;
1953	Watson e Crick descobrem a estrutura helicoidal do DNA;
Década de 60	Compreensão da linguagem molecular dos genes, fundamentação da biotecnologia ambiental. Em 1967, Khorana e Nirenberg decifram o código genético;
1971	Fundação da Cetus nos EUA (primeira empresa especializada em biotecnologia)
1972-73	Desenvolvimento da técnica do DNA Recombinante por Cohen & Boyer (Universidade de San Francisco- USFC) – transferência de genes simples;
1975	Descoberta de anticorpos monoclonais por Kohler & Milstein (Cambridge- Reino Unido) por meio de técnicas de hibridomas (fusão celular);
Década de 80	Grandes avanços das técnicas para análise de transformação de genes. Surgem os primeiros produtos patenteados. No Brasil, a Unicamp faz uso da biotecnologia para recuperação ambiental por meio de bactérias conjugadas, sendo sintetizada a insulina humana por bactérias;
1989	É lançado nos EUA, pelo Centro Nacional de Pesquisas, o Projeto Genoma Humano com objetivo de seqüenciar todo o DNA da espécie até 2005. Ao longo dos anos o projeto ganha adesão de diversos países. Empresas privadas também entram na 'corrida' para decifrar o genoma humano;
Década de 90	O mundo conhece as primeiras plantas geneticamente modificadas: Flavr Savr tomate americano (1994), soja, milho e algodão (1995 e 1996);
1997	<ul style="list-style-type: none"> • Concluído o primeiro seqüenciamento do genoma de um organismo eucarioto (com células que têm núcleo), o fungo <i>Saccharomyces cerevisia</i>, por André Goffeau;

	<ul style="list-style-type: none"> • O Instituto Roslin na Escócia anuncia a clonagem da ovelha Dolly, copiada a partir de células da glândula mamária de uma ovelha adulta; • Meses depois a mesma equipe anunciava o nascimento da ovelha clonada Polly que produzia proteínas humanas; • Criação de embriões híbridos de macacos, camundongos e vacas;
2000/ 2001	Craig e Collins finalizam o sequenciamento do genoma humano. No Brasil, foi anunciado o nascimento da bezerra Vitória por Rumpf e também do mapeamento do genoma da bactéria <i>Xyllela fastidiosa</i> , bactéria que ataca frutas cítricas entre outras culturas.

Fontes: Sindicato das Empresas de Biotecnologia (SindBio) e Souza (2001).

Apesar do grande desenvolvimento e de sua crescente inserção na literatura e na mídia, definir biotecnologia não é uma tarefa muito fácil. Segundo Souza (2001) muitos autores como Chesnais (1982), Carvalho (1993), Scriban (1985) desenvolveram estudos que buscavam contribuir neste sentido, entretanto não se pode dizer ainda que se chegou a um denominador comum. Há autores que confirmam a existência de mais de dez conceitos diferentes para o termo biotecnologia. Outros dizem que as definições são, na sua grande maioria, obscuras, pois tratam quase que unicamente dos processos industriais e menosprezam o lado agrícola. Isso, para países como o Brasil, nos quais a biotecnologia baseia-se fundamentalmente em estudos voltados para a área agrícola, acaba resultando em grandes distorções.

Existe, portanto, uma grande discussão em torno do que se entende por biotecnologia. É possível encontrar diversas definições, algumas muito amplas e outras muito específicas. Acredita-se que esta variedade de conceitos pode ser atribuída às suas próprias características, ou seja, se deve ao fato das atividades de biotecnologia apresentarem um caráter multidisciplinar e uma gama extensa de produtos (SOUZA, 2001). No caso deste estudo, a definição que norteia o seu desenvolvimento é aquela adotada pela Fundação Biominas⁹, que considera a biotecnologia como um ramo da ciência que trata de um conjunto de tecnologias “*habilitadoras*” que utilizam

⁹ Instituição privada, sem fins lucrativos, criada em 1990 em Belo Horizonte (MG) 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.

moléculas e células biológicas para a produção ou aperfeiçoamento de bens e serviços em setores como saúde humana e animal, agricultura e meio ambiente (BIOMINAS, 2001).

Além disso, esta natureza multidisciplinar da biotecnologia também resulta em uma outra questão, qual seja, o fato de que, muitas vezes, seus dados aparecem acoplados em áreas como a biologia, veterinária, química, entre outros, e não podem ser obtidos separadamente. Como consequência, apesar de suas técnicas já serem conhecidas pela sociedade desde os seus primórdios e de sua clara evolução ao longo dos anos, até hoje a biotecnologia não é reconhecida como um setor ou uma indústria específica (BIOMINAS, 2001). Bases de dados importantes e de grande representatividade na obtenção de informações ainda não disponibilizam a biotecnologia na classe de atividades.

Portanto, segundo Bonacelli (1992:10), “[a] biotecnologia não representa um novo setor econômico (e nem deve ser assim definida), mas um conjunto de atividades que pode ser utilizado por vários setores, influenciando a organização destes em nível mundial.”

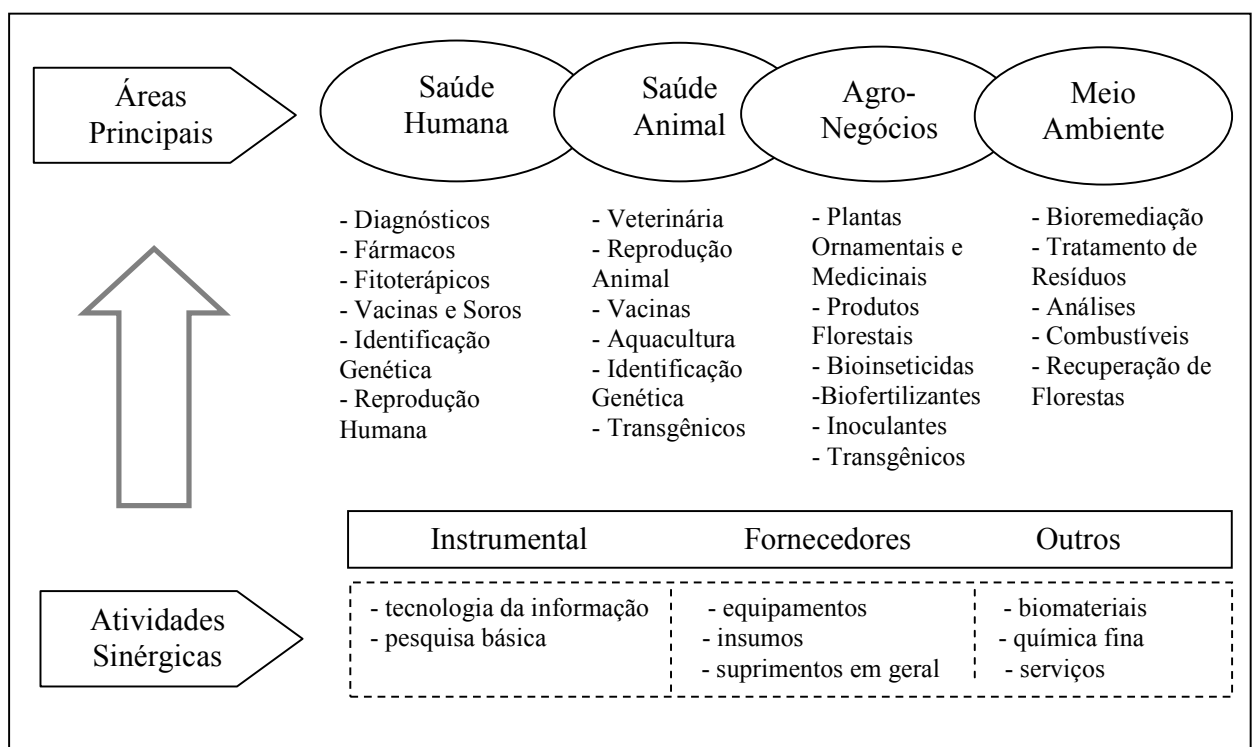
Mas, ainda assim, convencionou-se internacionalmente o uso de termos como “indústria” e “setor” para a área de biotecnologia pelo fato de grandes empresas de consultoria e finanças de renome internacional, como Ernst & Young e Burrill & Co. divulgarem relatórios anuais sobre a performance do segmento, disponibilizando importantes análises e estudos (BIOMINAS, 2001).

Em suma, pode-se dizer, então, que,

A indústria da biotecnologia compreende, do ponto de vista setorial, um conjunto heterogêneo de empresas. Além do mais, muitas empresas utilizam, paralelamente à biotecnologia, outros paradigmas tecnológicos complementares, como a indústria farmacêutica ou de sementes, por exemplo. A complexidade de classificação das empresas de biotecnologia reside nestas duas características da biotecnologia – intensa dispersão setorial e coexistência com outras tecnologias (SILVEIRA, 2003:12).

Nota-se, portanto, que a biotecnologia apresenta características peculiares que torna sua classificação bastante complexa. É possível encontrar traços da utilização de suas técnicas em diversos segmentos e setores da economia. Sendo assim, para o Instituto Inovação (2004a) a indústria de biotecnologia pode englobar um conjunto de segmentos, como ilustrado na Figura 2.

FIGURA 2 – Áreas de Inserção das Empresas de Biotecnologia



Fonte: Instituto Inovação (2004a:2).

As atividades de biotecnologia podem ser divididas em duas grandes categorias: as atividades principais e as atividades sinérgicas. A primeira categoria engloba quatro áreas – saúde humana, saúde animal, agro-negócios e meio ambiente – e são aquelas que desenvolvem tecnologias a partir do uso de células e biomoléculas. A segunda, por sua vez, “[...] não desenvolve células ou manipula moléculas, mas produz equipamentos, softwares ou outros

conhecimentos, servindo de base para as atividades do primeiro grupo” (INSTITUTO INOVAÇÃO, 2004a:2).

Outro aspecto que se fez necessário a partir do desenvolvimento cada vez mais rápido da biotecnologia foi a sua regulamentação. Esta foi inicialmente considerada apenas nos anos 70, “[...] quando solicitada a moratória para aplicação desta tecnologia até que maiores estudos relacionados à Biossegurança fossem realizados, durante a conhecida Conferência de Asilomar¹⁰.” (ODA & SOARES, 2001:164).

Desde então, vários países começaram a elaborar diretrizes que pudessem controlar e regulamentar a utilização das técnicas biotecnológicas, visando aspectos de segurança para a saúde humana, animal e ambiental.

Na Europa existem regulamentos específicos para moderar o trabalho com biotecnologia e também a liberação de organismos geneticamente modificados (OGMs) no meio ambiente – que são as Diretivas (219/90 e 220/90). Já os EUA optaram por um padrão regulatório diferente. Eles não possuem regras especiais para conter o uso das técnicas de DNA/RNA recombinante. Pelo contrário, o país com a maior extensão em área plantada de produtos geneticamente modificados e também o maior exportador destes produtos considera os procedimentos de modificação genética como um prolongamento dos demais processos tecnológicos e não acredita haver diferenças entre estes novos produtos e aqueles já existentes em aspectos de segurança. Os EUA contam apenas com três órgãos governamentais para regular, no âmbito da agricultura, saúde e ambiente, a liberação dos OGMs no meio ambiente (ODA & SOARES, 2001).

¹⁰ No início dos anos 70, os próprios pesquisadores preocupados com a utilização da manipulação genética estabeleceram a primeira moratória voluntária de pesquisa. Como resultado, foi realizada em fevereiro de 1975 a Conferência de Asilomar. Uma reunião de 140 cientistas norte-americanos e estrangeiros realizada no Centro de Convenções de Asilomar, localizado em Pacific Grove, Califórnia. Foi esta reunião científica que possibilitou a elaboração de diretrizes para a utilização adequada deste novo conhecimento.

As exigências para avaliações de risco de OGMs relativas à saúde humana e ao meio ambiente contidas na Diretiva 220/90, da União Européia, são semelhantes às estabelecidas pelos órgãos da agricultura, saúde e meio ambiente dos Estados Unidos. Todavia, o sistema regulatório europeu de avaliação de risco estabelece que os requisitos e informações devem ser apresentados pelo requerente de forma compulsória e, portanto, difere neste aspecto do procedimento adotado pelos EUA, onde o Governo avalia o risco com base nas informações que o solicitante considera pertinentes.” (ODA & SOARES, 2001:165).

A regulamentação da biotecnologia no Brasil tem como ponto de partida a Lei 8974 de Janeiro de 1995 e o Decreto 1752/95 que foram elaborados abrangendo exigências para o trabalho em contenção e para a liberação dos OGMs no meio ambiente. Além disso, o surgimento de um sistema regulatório para biotecnologia permitiu ao país iniciar a introdução desta tecnologia nos seus processos agrícolas (ODA & SOARES, 2001).

O sistema regulatório brasileiro apresenta características tanto do modelo europeu quanto americano. De um lado porque, assim como a União Européia, defende o fato de que as técnicas biotecnológicas são diferentes dos demais processos tecnológicos e, portanto, devem possuir medidas de controle específicas. E, de outro lado, porque como os EUA, cada autorização é acompanhada de uma investigação local para verificar se as medidas de segurança designadas foram realmente aplicadas.

Em 1996 o governo federal instituiu um órgão cuja função chave era controlar o uso da biotecnologia no Brasil, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). Desde então, foram consentidos aproximadamente 800 ensaios de campo com OGMs, a maior parte deles, cerca de 80%, foram ensaios com milho geneticamente modificado, em seguida, estiveram os ensaios com a soja geneticamente modificada e outras culturas, respectivamente. A característica genética que é introduzida e testada nestes produtos, na grande maioria das vezes, é a de maior resistência a herbicidas e tolerância a insetos. Em setembro de 1998, a CTNBio aprovou o primeiro produto brasileiro geneticamente modificado para comercialização, a soja *Roundup*

Ready (ODA & SOARES, 2001). Porém, até hoje, o Brasil enfrenta dificuldades e a polêmica é muito grande em torno do plantio comercial destes produtos.

2.2. As Características Principais das Atividades Relacionadas à Biotecnologia

A popularização da biotecnologia, como já foi exposto, iniciou-se apenas a partir dos anos 50 e ganhou mais força na década de 80 do século passado, quando a ocorrência de descobertas e avanços científicos tornaram-se mais intensos e velozes e também quando mais interesses comerciais começaram a surgir em diferentes setores e segmentos da indústria.

Pode-se dizer, portanto, que trata-se de uma indústria emergente, mas cujo crescimento tem sido consideravelmente grande. Segundo Judice & Baeta (2003a:02), em 1993, os Estados Unidos apresentavam uma receita derivada desta indústria de US\$ 8 bilhões, já em 1999, o volume total de negócios alcançou a ordem de US\$ 47 bilhões. Calcula-se que, em 2001, existia, em termos mundiais, entre 4.000 e 5.000 empresas voltadas para a área de biotecnologia podendo ser encontradas em 200 países. Aqueles que se destacam com uma maior concentração de empresas podem ser visualizados na Tabela 1.

TABELA 1: Número de Empresas de Biotecnologia, 2002

Países/Regiões	Nº de Empresas
Estados Unidos	1.457
União Européia	1.879
Índia	500
Japão	400
Canadá	416
Brasil	304
Austrália	200
México	90
Argentina	50

Fonte: Judice & Baeta (2003).

A relevância econômica da indústria de biotecnologia para o mundo e para alguns países em particular pode ser compreendida quando se analisa a Tabela 2. De acordo com Silveira (2003) calcula-se que estas empresas tenham alcançado em 2001 um rendimento total de quase 35 bilhões de dólares, gerando mais de 188.000 postos de emprego direto. Além disso, estas empresas despendem um volume significativamente alto de recursos com P&D, isto é, quase 50% do seu rendimento total destina-se a este tipo de gasto.

TABELA 2: A Indústria de Biotecnologia no Mundo em 2001

	Global	EUA	Europa	Canadá	Ásia/Pacífico
Número de Companhias	4.284	1.457	1.879	416	532
Rendimento (mil US\$)	34.874	25.319	7.533	1.021	1.001
Gastos com P&D (mil US\$)	16.427	11.532	4.244	474	175
Renda Líquida (mil US\$)	-5.933	-4.799	-608	-507	-19
Empregos	188.703	141.000	34.180	7005	6518

Fonte: Silveira (2003).

A Europa apresenta o maior número de empresas de biotecnologia no mundo, 1879 empresas, o que equivale a aproximadamente 44% do total de empresas existentes, no entanto, mesmo apresentando uma quantidade menor de empresas que a Europa, os EUA é o líder no mercado mundial de biotecnologia. Suas empresas são significativamente maiores, empregam mais pessoas, cerca de 141.000 trabalhadores enquanto a Europa emprega 34.180 pessoas em empresas de biotecnologia, ou seja, um número mais de quatro vezes inferior ao dos EUA e, ainda vale destacar que as empresas norte-americanas possuem rendimentos e gastos com P&D bem maiores. Reforçando ainda mais a liderança dos EUA, sabe-se que cinco das seis maiores empresas de biotecnologia do mundo são norte-americanas, além disso, em 2001, cerca de 76% das 316 empresas da área que possuíam ações na bolsa de valores estavam sediadas nos EUA. (SILVEIRA, 2003).

O Quadro 5 apresenta as dez maiores empresas de biotecnologia no mundo e comprova a liderança dos EUA no segmento.

QUADRO 5: As Dez Maiores Empresas de Biotecnologia no Mundo e seus Respectivos Lucros em 2000 (milhões de dólares)

Empresa	Lucros em 2000 (US\$ milhões)	Observações
1. Amgen (EUA)	\$ 3.629	-
2. Genentech (EUA)	\$ 1.736	Subsidiária da Roche Holdings
3. QUITILES Transnational (EUA)	\$ 1.659	-
4. Erlan (Irlanda)	\$ 1.521	Adquiriu a Quadrand, Liposome & Dura Pharmaceuticals
5. Alza (EUA)	\$ 988	Adquirida pela Johnson & Johnson por US\$ 10.500 milhões.
6. Chiron (EUA)	\$ 972	A Novartis é proprietária de 50% da empresa. A Chiron adquiriu a Pathogenesis em 2000.
7. Biogen	\$ 926	-
8. Immunex	\$ 862	A American Home Products é proprietária de 41% da empresa.
9. Genzyme	\$ 752	-
10. MedImmune	\$ 540	-

Fonte: Silveira (2003).

Nos EUA estão presentes também as duas maiores concentrações de empresas de biotecnologia do mundo, uma localizada em Massachusetts e outra, em Bay Área, Califórnia. Segundo Silveira (2003), o êxito da biotecnologia nestas regiões pode ser atribuído a alguns aspectos principais, tais como: a presença de um grande número de universidades e centros de pesquisas, de trabalhadores altamente qualificados, de apoio público, da existência prévia do espírito empreendedor bem como da disponibilidade de capital de risco e, por fim, da existência de cooperação entre os diferentes atores (empresas, universidades, governo, etc.).

Com o avanço da biotecnologia, aliado ao fenômeno da globalização, novos rumos são apontados para o desenvolvimento das empresas. As gigantes mundiais têm buscado acompanhar

a tendência da internacionalização do capital e têm diversificado seus investimentos, direcionando-os juntamente com suas pesquisas para outros caminhos. Muitas modificações têm-se apresentado, em especial, na dinâmica dos mercados agrícolas e de saúde humana.

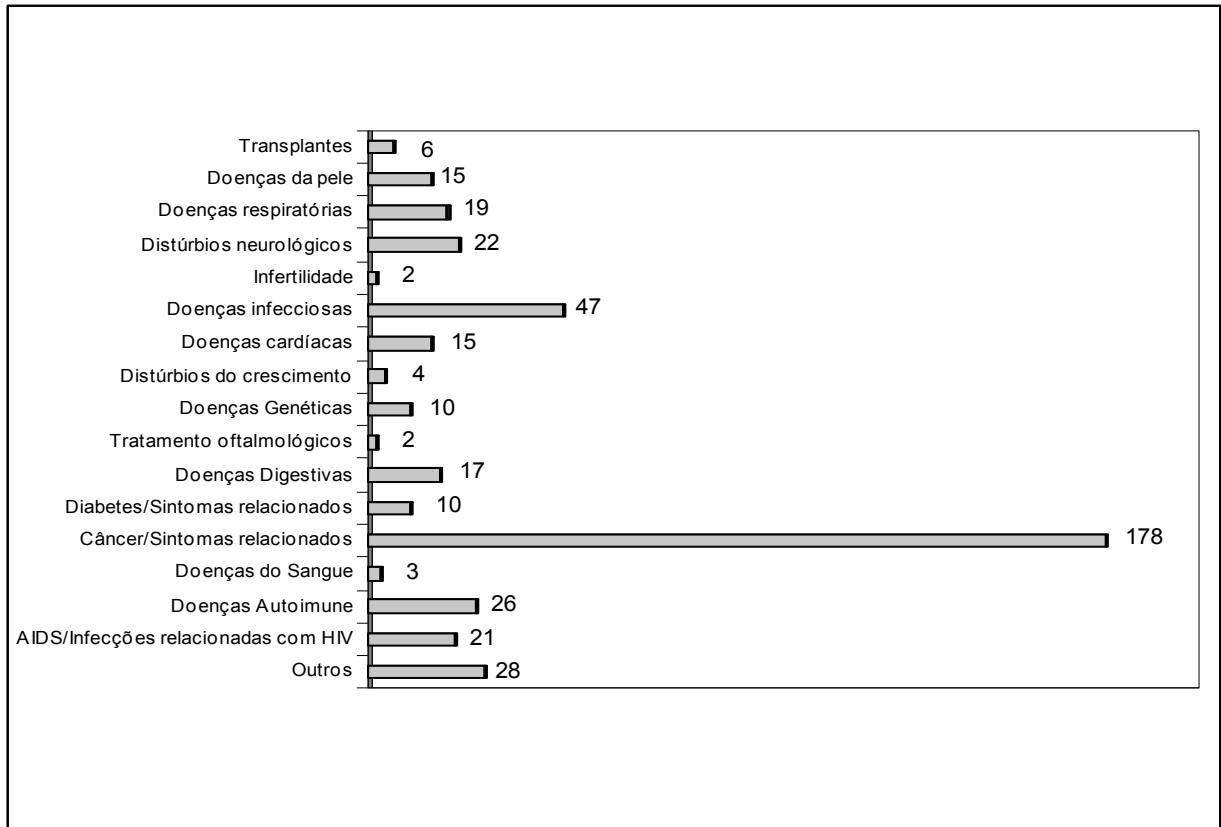
Um bom exemplo é o caso da Syngenta, empresa anglo-suíça, que além de realizar atividades no ramo de agroquímicos com reduzido impacto ambiental, atua no desenvolvimento de sementes altamente produtivas e ainda mantém culturas tradicionais (SILVEIRA, 2003). Além disso, atualmente a Syngenta vem trabalhando em um projeto voltado para outro mercado, o de biocombustível. A empresa está pesquisando uma nova enzima que pode ser o componente fundamental para a fabricação de álcool a partir do milho (VALOR, 22 de setembro de 2004)¹¹.

A Bayer é outro exemplo importante. Esta empresa alemã tinha suas atividades voltadas para defensivos agrícolas, especialmente focada em fungicidas para soja, contudo, prevê para este ano um investimento de 85 milhões de euros na sua divisão *Bioscience* para pesquisa e desenvolvimento de sementes melhoradas (VALOR, 22 de setembro de 2004).

No caso da saúde humana, a biotecnologia também vem propiciando o desenvolvimento de diversas áreas. A indústria farmacêutica é uma das que mais tem se destacado. De acordo com Silveira (2003), apenas os EUA possuíam em 2002 cerca de 425 novos produtos em desenvolvimento, entre biofármacos e vacinas. A Figura 3 mostra a distribuição destes produtos por classe terapêutica e evidencia que a maior parte deles, 178 o que equivale a quase 42%, são produtos contra câncer e sintomas relacionados; em segundo lugar, estão os produtos voltados para o combate de doenças infecciosas com 47 produtos, o que equivale a 11% do total dos produtos em desenvolvimento.

¹¹ VALOR ECONÔMICO (22 de setembro de 2004). **Biотecnologia Ganha Peso para Múltis**. pp B10;

**FIGURA 3: Biofármacos e Vacinas em Desenvolvimento nos EUA em 2002:
Por Classes Terapêuticas**



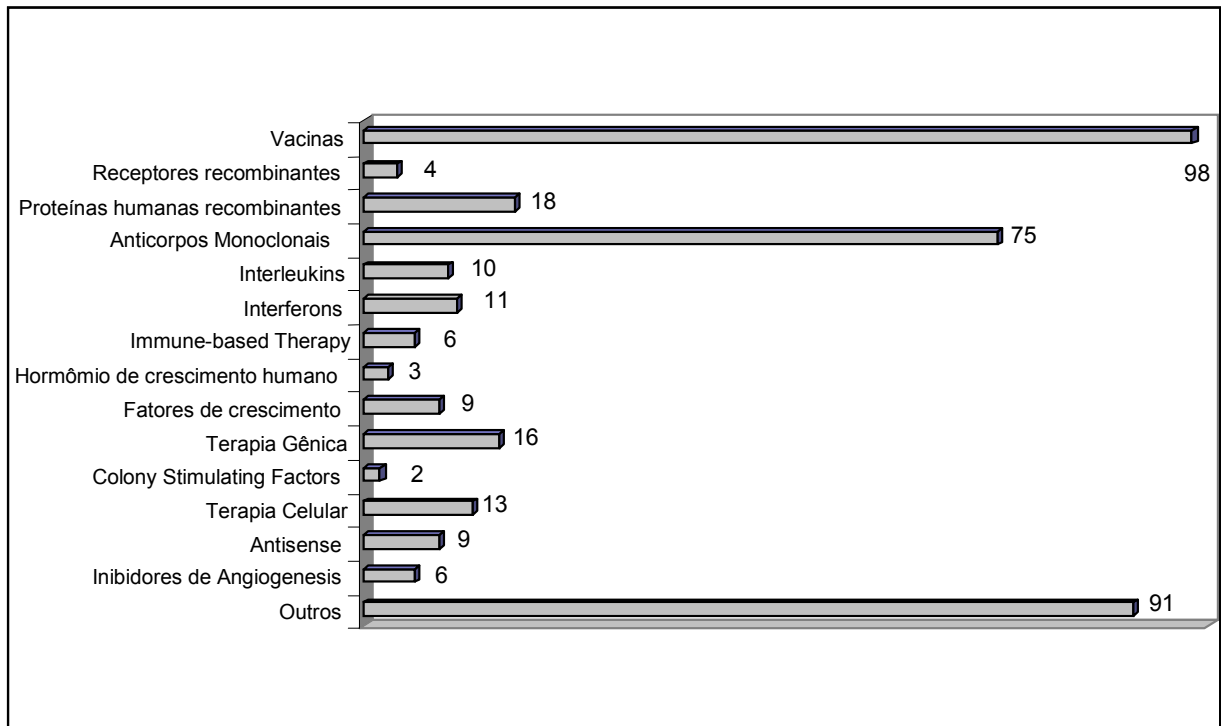
Fonte: Silveira (2003).

Com o avanço da biotecnologia, as possibilidades tecnológicas têm se ampliado e favorecido, em particular a área de vacinas, a qual tem crescido significativamente e conseguido desenvolver medicamentos cada vez mais eficazes e com menores riscos. Para Silveira (2003:27), a biotecnologia tem contribuído também para uma

[...] mudança na configuração do setor e para o ressurgimento do interesse de empresas líderes do oligopólio farmacêutico pela área. É possível observar uma nítida correspondência entre a retomada do dinamismo em inovações da indústria e a entrada destas empresas no segmento, assim como a proliferação de alianças estratégicas com empresas de base tecnológica e instituições acadêmicas.

A Figura 4 apresenta os produtos em desenvolvimento nos EUA em 2002 divididos por categorias ou grupos de produtos e indica a predominância na produção de vacinas.

**FIGURA 4: Biofármacos e Vacinas em Desenvolvimento nos EUA em 2002:
Por Categoria de Produtos**



Fonte: Silveira (2003).

É possível também citar algumas proteínas e peptídeos¹² que foram fabricados nos últimos anos a partir da contribuição da engenharia genética. O crescimento do mercado para estas substâncias tem sido considerável a cada ano e, calcula-se que em 2000, seu valor era de

¹² As proteínas são formadas por aminoácidos unidos em seqüência. A síntese das proteínas é fundamental para o crescimento, o desenvolvimento, e a manutenção celular. As proteínas quando em fragmentos são chamados de peptídeos. Atualmente, muitos estudos têm se destinado a investigar estes compostos orgânicos. Os resultados têm indicado na direção de grandes avanços no âmbito da saúde e também no de produtos químicos utilizados em limpeza. Cientistas descobriram no caso dos peptídeos, por exemplo, que eles podem ser modificados de maneira a formar materiais naturais completamente novos, que podem ser usados de várias maneiras tanto dentro quanto fora do corpo. Eles podem formar estruturas não-protéicas como fibras, cânulos, lâminas e camadas finas. Eles podem responder a mudanças na luz, acidez, temperatura e pressão, assim como a campos magnéticos e elétricos e a forças mecânicas. São estáveis mesmo em temperaturas superiores a 350 °C e podem ser produzidos em grande quantidade, a baixos custos. Os peptídeos também podem ser programados para ser biodegradáveis - o que é crucial para a indústria de detergentes, por exemplo. Além disso, um tipo de estrutura feita de peptídeos provou ser uma boa base para células nervosas se regenerarem (UOL INOVAÇÃO).

aproximadamente 20 bilhões (SILVEIRA, 2003). O Quadro 6 apresenta as principais proteínas e peptídeos produzidos atualmente e seus respectivos fabricantes.

QUADRO 6: Proteínas e Peptídeos Recombinantemente, as Empresas Produtoras e as Doenças nas quais são Utilizadas como Terapêuticas

Proteínas e Peptídeos	Empresa	Doenças
Fator antihemofílico	Miles, Baxter, Genetics Institute	Hemofilia A
DNasa I	Genentech	Fibrossística
Eritropoyetina (EPO)	Amgen, Ortho Biotech	Anemia, enf. renal
Glucocerebrosidasa	Genzyme	Doença de Gaucher
Hormônio do crescimento	Genentech	Nanismo hipofisário
Insulina	Eli Lilly	Diabetes
Interferón alfa-2a	Hoffmann-LaRoche	Leucemias, sarcoma de Kaposi
Interferón alfa-2b	Schering-Plough	Certas leucemias, Sarcoma de Kaposi, hepatitis B y C
Interferón alfa-n3	Interferon Sciences	Herpes genital
Interferón gamma-1b	Genentech	Enfermidade granulomatosa crônica
Interleucina-2	Chiron	Carcinoma em células renais
Somatotropina	Eli Lilly	Deficiência hormonal de crescimento
Ativador tissular do plasminogênio (tPA)	Genentech	Infarto agudo de miocárdio, embolia pulmonar massiva

Fonte: Silveira (2003).

Na área da saúde humana ainda é possível encontrar alguns aspectos que merecem destaque. Um deles é o reconhecimento de novas ciências, como é o caso da farmacogenômica, a qual tem suas raízes nos anos 50, mas só recentemente ganhou esse nome devido ao Projeto Genoma, quando então foi possível estudar a inter-relação existente entre a constituição genética do indivíduo e a sua resposta a medicamentos. Por meio da aplicação desta ciência é possível explicar porque alguns medicamentos apresentam resultados positivos em algumas pessoas e em outras não. Assim, possibilita aos pacientes terapias mais eficientes e com efeitos colaterais bem reduzidos.

Existem evidências de que estudos sobre as variações individuais na resposta a um determinado produto já fossem realizados mesmo antes de Cristo, mas o avanço da

farmacogenômica só foi possível com a evolução da engenharia genética que possibilitou aos pesquisadores o conhecimento do código genético humano.

A primeira referência à variabilidade da resposta farmacológica é atribuída ao matemático grego Pitágoras (c.580-c.500 a.C.), que descreveu, em 510 a.C, a intoxicação provocada por determinadas favas em alguns, mas não em todos os indivíduos que as ingeriam. Mas a farmacogenética moderna tem suas origens em meados do século 20, com a demonstração de associações entre alterações genéticas e efeitos dos medicamentos. Essa área de estudos, que evoluiu muito nas últimas cinco décadas, foi recentemente rebatizada como farmacogenômica, e sua maior promessa é contribuir para a individualização da terapêutica, ou seja, a prescrição do medicamento certo e na dose adequada para cada indivíduo, com base no conhecimento dos fatores genéticos que regulam a farmacocinética¹³ e a farmacodinâmica¹⁴ dos medicamentos [...]. (SUAREZ-KURTZ, 2004:21).

Outro tema de discussão sobre a biotecnologia na área da saúde e que tem estado em evidência nos últimos meses, devido aos debates sobre a Lei de Biossegurança no Congresso Nacional, é o da biofortificação, ou seja, nova tecnologia através da qual se enriquece os alimentos por meio do melhoramento genético (*BIOTECH PARA MÉDICOS*, setembro 2004).¹⁵

O objetivo da biofortificação é auxiliar na redução do grande número de pessoas desnutridas em todo o mundo, em particular, nos países subdesenvolvidos, como o Brasil. Um estudo do Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) estima que existam só nestes países cerca de 1 bilhão de crianças que padecem de problemas oriundos da pobreza, um deles é a

¹³ “A farmacocinética trata dos processos de (a) absorção (acesso do medicamento à circulação sanguínea sistêmica); (b) distribuição (transferência do medicamento do sangue para os tecidos); e (c) eliminação (exclusão do medicamento do organismo), seja por excreção (na urina, nas fezes, no leite materno etc.) ou por biotransformação (alterações químicas da molécula do medicamento por ação de enzimas orgânicas).” (SUAREZ-KURTZ, 2004:22).

¹⁴ “A farmacodinâmica trata das interações do medicamento com seus alvos, denominados receptores.” (SUAREZ-KURTZ, 2004:22).

¹⁵ O *Biotech para Médicos* são jornais eletrônicos (*newsletters*) especiais publicados periodicamente pela CIB, os quais contêm informações científicas sobre a aplicação da biotecnologia na medicina, divulgando as mais importantes pesquisas realizadas no Brasil e no mundo. O CIB conseguiu realizar um acordo com a Associação Médica Brasileira (AMB), através do qual é possível distribuir o *Biotech* a 10 mil médicos de todo o Brasil. Todos os *Biotech para Médicos* já publicados estão disponíveis em < <http://www.cib.org.br/biotech.php> >.

desnutrição que afeta 15% deste total. Percebe-se por aí a importância da utilização desta ciência (II ESPECIAL BIOTECNOLOGIA).¹⁶

Neste sentido, estão sendo realizados estudos que buscam introduzir naquelas culturas de subsistências como arroz, milho, feijão e mandioca, maiores quantidades de ferro, zinco e vitamina A. Assim, além de possibilitar o combate à desnutrição, também poderá contribuir para a redução da incidência de doenças ligadas a carências nutricionais. Institutos internacionais dos mais diversos países, como Colômbia, Austrália e EUA, estão participando deste projeto que ainda está em fase de implantação (*BIOTECH PARA MÉDICOS*, setembro 2004).

Também em fase de testes, encontra-se a denominada Terapia Gênica. Nos EUA aproximadamente 246 análises clínicas estão em curso com mais de dois mil pacientes. Sua metodologia é diferente das demais e bastante complexa por consistir na inserção de um gene na célula que possa prevenir ou até mesmo curar doenças, ou seja, insere-se um gene normal que possa suprir as necessidades de um gene defeituoso. Esta técnica centra-se fundamentalmente na eliminação de células cancerígenas, mas pretende-se tratar também indivíduos com doenças hereditárias, cardiovasculares, neurológicas, entre outros (II ESPECIAL BIOTECNOLOGIA).

Os estudos no âmbito da saúde humana ainda prometem grandes resultados para o futuro. Um deles procura desenvolver em plantas ou animais medicamentos que irão evitar certas doenças diagnosticadas precocemente. A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen) já estuda a alface com antígenos contra diarreia e a soja com anticorpos para combater o câncer de mama. As universidades de Brasília, São Paulo e o Instituto Butantan colaboram no desenvolvimento desses projetos. O objetivo, na verdade, é desenvolver “biofábricas” as quais seriam responsáveis pela produção de “alimentos-vacina”, ou seja, os

¹⁶ O “II Especial Biotecnologia – Medicina e Indústrias Já Utilizam (Com Vantagens) a Tecnologia do DNA” foi publicado pelo CIB no dia 25 de novembro de 2003, divulga reportagens sobre a presença da biotecnologia na medicina e na indústria. Disponível em < <http://www.cib.org.br/pdf/encarte2site.pdf> >.

pesquisadores introduzem nos alimentos os genes de interesse para o homem, tais como os que combatem diabetes, hepatite B, assim, este alimento passa a expressar o antígeno que se deseja. Depois de colhido, ele pode ser seco e transformado em pó para ser ofertado em farmácias. O custo deste tipo de medicamento seria mais reduzido do que o do medicamento tradicional porque sua produção dependeria apenas de terra, água, sol e ração animal e o tratamento dos pacientes seria imediato evitando assim o aparecimento da enfermidade e que estão gerando grandes expectativas no âmbito da saúde humana (II ESPECIAL BIOTECNOLOGIA).

Em paralelo, o segmento de Biomateriais despontou com a biotecnologia e vem causando grande interesse por parte dos estudiosos. O objetivo é desenvolver materiais que possibilitam a reconstituição ou substituição tecidual em indivíduos que sofreram algum dano por meio de acidentes, por doenças ou malformações congênitas. Os biomateriais são produtos de origem natural ou sintética que apresentam como uma de suas características principais a biocompatibilidade, ou seja, o organismo que o recebe não corre o risco de sofrer qualquer tipo de reação imunológica ou tóxica indesejável (INSTITUTO INOVAÇÃO, 2004b).

Os biomateriais utilizados para os implantes ou enxertos podem ser metálicos, cerâmicos, polímeros (elemento formado de moléculas caracterizadas pela repetição múltipla de uma ou mais espécies de átomos ou grupos de átomos) ou compósitos (material resultante da associação de dois ou mais materiais de diferentes classes). Esses materiais são mais comumente utilizados em operações para reconstrução óssea de áreas cranianas e maxilo-facial, no entanto, pode-se encontrar, atualmente, aplicações para biomateriais em cirurgias cardiovasculares (válvulas, marca-passo), em lentes oftalmológicas e cirurgias plásticas, evidenciando que a tecnologia de biomateriais tende a ser no futuro o carro-chefe nas áreas de recuperação e substituição óssea (INSTITUTO INOVAÇÃO, 2004b).

No campo, os resultados da biotecnologia também são bastante expressivos quando se trata do cultivo de produtos geneticamente modificados (GMs). O interesse por este tipo de cultura é cada vez maior. Entre os primeiros seis anos de experiência, de 1996 a 2001, agricultores sejam eles grandes ou pequenos e localizados em diferentes países, tanto desenvolvidos quanto em desenvolvimento, conseguiram elevar em mais de trinta vezes o patamar total da área plantada com espécies transgênicas. Em 1996, havia no mundo cerca de 1,7 milhões de hectares plantados com cultivos transgênicos, em 2001, esse número havia passado para 52,6 milhões de hectares. O número de países que cultivam este tipo de produto também cresceu de forma considerável neste período passando de 6 em 1996 para 13 em 2001 (JAMES¹⁷, 2002a).

Em 2002, a área total plantada por produtos GMs alcançou 58,7 milhões de hectares, mantendo uma taxa de crescimento sustentável superior a 10% ao ano. O número de países com culturas transgênicas também aumentou passando para dezesseis (JAMES, 2002b).

Esse crescimento permaneceu em 2003. O índice de crescimento de 2002 para 2003 manteve-se na casa dos dois dígitos e chegou a 15%, o que significa dizer que, de um ano para o outro, houve um aumento de 9 milhões de hectares no total de área plantada, chegando assim, aos 67,7 milhões de hectares, o cultivo de produtos transgênicos. E o número de países que passaram a cultivar espécies transgênicas passou de dezesseis para dezoito, com a entrada do Brasil e as Filipinas (JAMES, 2003). A Tabela 3 mostra a evolução, entre os anos de 1996 a 2003, no total da área plantada com produtos GMs.

¹⁷ Clive James é presidente do conselho diretor do *International Service for Acquisition of Agri-biotech Applications* (ISAAA) o qual tem como objetivo divulgar dados estatísticos sobre a produção e comercialização de cultivos transgênicos no mundo. Disponível em < www.isaaa.org >.

TABELA 3: Área Total com Cultivos Transgênicos, 1996 a 2003

	Hectares (milhão)	Acres (milhão)
1996	1,7	4,3
1997	11,0	27,5
1998	27,8	69,5
1999	39,9	98,6
2000	44,2	109,2
2001	52,6	130,0
2002	58,7	145,0
2003	67,7	167,2

Fonte: James (2003).

Os países desenvolvidos são os que apresentam a maior quantidade de terras direcionadas para o cultivo de produtos GMs, no entanto, os países em desenvolvimento têm merecido atenção especial por estarem conseguindo manter uma elevação considerável na proporção de espécies transgênicas plantadas. Em 1997, os países em desenvolvimento eram responsáveis por cerca de 14 % do total de transgênicos cultivados; em 1998, passou para 16%; depois para 18% em 1999; 24% em 2000; 26% em 2001; 27% em 2002 e, em 2003, 30% das espécies GMs eram cultivadas por países em desenvolvimento (JAMES, 2003).

Uma comparação mais detalhada entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento pode ser feita através da Tabela 4. Nota-se que em 2002, dos 58,7 milhões de hectares plantados com produtos transgênicos no mundo, 73%, ou seja, aproximadamente, 42,7 milhões de hectares eram cultivados por países desenvolvidos, enquanto os países em desenvolvimento cultivaram cerca de 27% da área total plantada com este tipo de produto. Já em 2003, essa diferença entre as proporções plantadas entre os dois grupos de países reduziu-se um pouco – dos 67,7 milhões de hectares plantados com espécies transgênicas, os países desenvolvidos foram responsáveis por 70% e os países em desenvolvimento por 30%. Essa maior participação dos países em desenvolvimento no total de área plantada por produtos GMs pode ser justificado, em parte, pela

entrada do Brasil no rol dos países em desenvolvimento que cultivam produtos transgênicos. Outra observação importante é que o crescimento absoluto apresentado entre 2002 e 2003 foi quase o mesmo para os países desenvolvidos (4,6 milhões de hectares) e para os países em desenvolvimento (4,4 milhões de hectares). No entanto, a taxa de crescimento da área total com cultivos transgênicos dos países em desenvolvimento (28%) foi mais que duas vezes superior à taxa de crescimento apresentada pelos países desenvolvidos (11%) (JAMES, 2003).

TABELA 4: Área Global com Cultivos Transgênicos nos Países Desenvolvidos e nos Países em Desenvolvimento, em 2002 e 2003 (milhões de hectares)

	2002	%	2003	%	+/-	%
Países Desenvolvidos	42,7	73	47,3	70	4.6	+11
Países em Desenvolvimento	16,0	27	20,4	30	4.4	+28
Total	58,7	100	67.7	100	9,0	+15

Fonte: James (2003).

Uma outra questão interessante trata-se da distribuição das culturas GMs por países. Em 2003, 99% da área total destinada ao cultivo de produtos transgênicos eram plantados por seis países – Estados Unidos, Argentina, Canadá, Brasil, China e África do Sul, respectivamente – sendo que, a maioria deles (quatro países) são países em desenvolvimento e apenas dois são países desenvolvidos. Os EUA, por sua vez, se destaca desde 1996 apresentando uma área total cultivada com espécies GMs significativamente superior à dos demais países. Em 2003, cerca de 42,8 milhões de hectares, o que equivale a 63% da área global, era cultivada pelos EUA; em segundo lugar está a Argentina com 13,9 milhões de hectares (21%), na seqüência o Canadá com 4,4 milhões de hectares (6%), depois o Brasil, o qual começou a cultivar oficialmente produtos GMs neste ano e já conseguiu entrar na lista dos principais produtores do mundo, direcionando 3

milhões de hectares (4%) para o plantio dos mesmos e, por fim, tem-se a China com 2,8 milhões de hectares e a África do Sul com 0,4 milhões de hectares (Tabela 5).

Com exceção do Brasil, todos os demais países já vinham apresentando um crescimento sustentável no total de suas áreas plantadas com transgênicos, contudo a China e a África do Sul, foram os países que exibiram a maior taxa de crescimento de um ano para o outro (33% cada um). No final de 2003, o crescimento na área global de cultivos transgênicos foi de 15%, ou seja, o total de hectares plantados no mundo com este tipo de produto aumentou em 9 milhões. A Tabela 5 ilustra estes dados e disponibiliza os dezoito países em ordem decrescente do total de área plantada com produtos GMs.

TABELA 5: Área Global de Cultivos Transgênicos por Países em 2002 e 2003 (milhões de hectares)

	2002	%	2003	%	+/-	%
EUA*	39,0	66	42,8	63	+ 3,8	+ 10
Argentina*	13,5	23	13,9	21	+ 0,4	+ 3
Canadá*	3,5	6	4,4	6	+ 0,9	+ 26
Brasil*	-	-	3,0	4	+ 3,0	-
China*	2,1	4	2,8	4	+ 0,7	+ 33
África do Sul*	0,3	< 1	0,4	< 1	+ 0,1	+ 33
Austrália*	0,1	<1	0,1	< 1	-	-
Índia*	< 0,1	<1	0,1	< 1	+ 0,05	+ 100
Romênia*	< 0,1	<1	< 0,1	< 1	< 0,1	-
Uruguai*	< 0,1	<1	< 0,1	< 1	< 0,1	-
Espanha	< 0,1	<1	< 0,1	< 1	< 0,1	-
México	< 0,1	<1	< 0,1	< 1	< 0,1	-
Filipinas	-	-	< 0,1	< 1	< 0,1	-
Colômbia	< 0,1	<1	< 0,1	< 1	< 0,1	-
Bulgária	< 0,1	<1	< 0,1	< 1	< 0,1	-
Honduras	< 0,1	<1	< 0,1	< 1	< 0,1	-
Alemanha	< 0,1	<1	< 0,1	< 1	< 0,1	-
Indonésia	< 0,1	<1	< 0,1	< 1	< 0,1	-
Total	58,7	100	67,7	100	+ 9,0	+ 15%

Fonte: James (2003).

* Países que cultivaram mais que 50.000 hectares com produtos transgênicos em 2003.

Percebe-se, portanto, que a cada ano que passa mais países ingressam no rol daqueles que cultivam espécies transgênicas, ampliando significativamente o total de área plantada com este tipo de produto. Neste sentido, uma das questões que envolvem a biotecnologia é sobre os aspectos que justificam esse crescimento continuado do cultivo de produtos GMs. Acredita-se que, em parte, a resposta para esta pergunta esteja no fato de que ao optar por este tipo de cultura, os agricultores, bem como os países que permitem este cultivo, conseguem obter alguns resultados mais satisfatórios do que se estivessem plantando os produtos tradicionais. Uma das vantagens que chama a atenção é a possibilidade de se ter maior controle sobre insetos e doenças e a redução na quantidade utilizada de pesticidas convencionais, o que ajuda na redução dos custos e também favorece o meio ambiente.

Por exemplo, as espécies mais resistentes a insetos permitem ao agricultor reduzir a quantidade de inseticidas e, às vezes, até evitar a utilização dos mesmos; as culturas tolerantes a herbicidas possibilitam ao agricultor substituir uma série de produtos, em alguns casos, por apenas um, permitindo adotar defensivos menos tóxicos do que aqueles utilizados em plantações convencionais. O resultado é um melhor manejo do meio ambiente assim como uma maior produtividade por hectare, segundo especialistas¹⁸ (I ESPECIAL BIOTECNOLOGIA).

Como prova disso, as espécies GMs que foram mais plantadas nestes oito anos de experiência (1996 a 2003) foram aquelas que possuíam maior tolerância a herbicidas e, em segundo lugar, foram as plantas com maior resistência a insetos. Em 2003, dos 67,7 milhões de hectares plantados com transgênicos, aproximadamente 73% eram ocupados por soja, milho e

¹⁸ Vários pequenos agricultores, em todo o mundo, já conseguiram perceber algumas das vantagens econômicas e sociais possibilitadas pelo cultivo de produtos GMs, tais como redução nos custos de produção e maiores rendimentos. Uma pesquisa realizada na África do Sul, por exemplo, durante três anos com dois mil pequenos produtores locais mostrou o aumento da produtividade do algodão Bt em relação ao convencional, elevando as margens de lucro de U\$ 86 para U\$ 93 por hectare. Além disso, aponta uma redução de 14 horas de trabalho por hectare e também nos custos de produção, devido ao menor número de aplicações de inseticidas neste tipo de lavoura (TRANSGÊNICOS ..., 2005).

algodão cujo atributo desenvolvido era o de tolerância a herbicidas; 18% foram cultivados com espécies Bt e 9% foram plantados com milho e algodão desenvolvidos com genes acumulados para tolerância a herbicidas e resistência a insetos. Cabe destacar ainda que, de 2002 para 2003, houve um crescimento de 12% (ou seja, um aumento equivalente a 5,5 milhões de hectares) na área total plantada com espécies tolerantes a herbicidas e um crescimento ainda maior, de 20%, na área total com cultivos Bt (JAMES, 2003). A Tabela 6 apresenta estes dados.

TABELA 6: Área Global com Cultivos Transgênicos em 2002 e 2003: por Atributo (milhões de hectares)

Atributo	2002	%	2003	%	+/-	%
Tolerância a herbicidas	44,2	75	49,7	73	+ 5,5	+ 12
Resistência a insetos (Bt)	10,1	17	12,2	18	+ 2,1	+ 20
Bt/Tolerância a herbicidas	4,4	8	5,8	9	+ 1,4	+ 32
Resistência a vírus /outros	< 0,1	< 1	< 0,1	< 1	< 0,1	-
Total Global	58,7	100	67,7	100	+ 9,0	+ 15

Fonte: James (2003).

Há também uma clara predominância entre as espécies transgênicas mais cultivadas no mundo. Em 2003, mais da metade da área global com cultivos GMs, cerca de 61%, foi plantada com soja transgênica, esta por sua vez, em toda a sua área plantada teve como atributo desenvolvido a tolerância a herbicidas, ou seja, em 2003, foram plantados 41,4 milhões de hectares com soja tolerante a herbicidas. A segunda espécie GM mais cultivada, em 2003, foi o milho ocupando 23% da área global, em seguida, tem-se o algodão com 11% e a canola com 5% (JAMES, 2003). Estes são, portanto, os quatro produtos transgênicos de maior representatividade na área global com cultivos GMs (Tabela 7).

TABELA 7: Área Global com Cultivos Transgênicos em 2002 e 2003: por Produto (milhões de hectares)

Produtos	2002	%	2003	%	+/-	%
Soja	36,5	62	41,4	61	+ 4,9	+ 13
Milho	12,4	21	15,5	23	+ 3,1	+ 25
Algodão	6,8	12	7,2	11	+ 0,4	+ 6
Canola	3,0	5	3,6	5	+ 0,6	+ 20
Abobrinha	< 0,1	< 1	< 0,1	< 1	-	-
Mamão	< 0,1	< 1	< 0,1	< 1	-	-
Total	58,7	100	67,7	100	+ 9,0	+ 15

Fonte: James (2003).

Uma outra análise interessante, que mostra a velocidade com que os cultivos transgênicos vêm ocupando espaço nas áreas agrícolas do mundo, pode ser realizada tomando como referência os quatro principais produtos transgênicos cultivados no mundo (soja, milho, algodão e canola) e comparando-os com a proporção plantada do produto tradicional (Tabela 8).

Neste sentido, verifica-se que em 2003, dos 76 milhões de hectares destinados ao cultivo de soja no mundo, 55% (41,4 milhões de hectares) eram cultivados com soja GM. No que tange aos outros produtos, dos 34 milhões de hectares plantados com algodão transgênico no mundo, 21% foram plantados com algodão transgênico em 2002. Similarmente, dos 22 milhões de hectares de canola plantados, 16% (3,6 milhões de hectares) foram plantados com canola GM. E, por fim, dos 140 milhões de hectares destinados ao cultivo de milho no mundo, 11% destinou-se ao cultivo do milho transgênico.

TABELA 8: Área de Cultivos Transgênicos como % da Área Global das Espécies Principais, 2003 (Milhões de Hectares)

Produto	Área Global	Área de Cultivo Transgênicos	Área com Transgênicos como % da Área Global
Soja	76	41,4	55%
Algodão	34	7,2	21%
Canola	22	3,6	16%
Milho	140	15,5	11%
Total	272	67,7	25%

Fonte: James (2003).

Percebe-se, portanto, que muitos progressos têm sido alcançados fundamentalmente nas áreas da saúde e da agricultura a partir dos avanços da biotecnologia e grandes pesquisas ainda estão sendo realizadas para que no futuro possam ser colocadas em prática. Atualmente, pode-se dizer que estes são dois segmentos que estão caminhando de mãos dadas com a evolução da biotecnologia.

Contudo, muitas controvérsias ainda existem em torno da biotecnologia. Pesquisadores e estudiosos continuam investigando e testando os resultados obtidos para que todos os questionamentos que se formam possam ser solucionados, principalmente, em termos de segurança, para o homem, os animais e o meio ambiente. Não por acaso, cada produto geneticamente modificado leva de seis a dez anos até ser totalmente aprovado para a comercialização (II ESPECIAL BIOTECNOLOGIA).

O esclarecimento sobre alguns procedimentos, sobre a incorporação de seus resultados e até mesmo sobre os benefícios que a biotecnologia poderia oferecer à população muitas vezes não é de fácil acesso ou não estão disponíveis ao público. Às vezes, as pessoas nem sabem que os progressos biotecnológicos já estão incorporados no seu dia-a-dia e isso acontece com maior frequência nos países em desenvolvimento.

No Brasil, por exemplo, desde 1997 o Instituto Butantan, de São Paulo, produz uma vacina contra a Hepatite B que é transgênica, ou seja, ela foi desenvolvida utilizando-se a proteína da superfície do vírus, que, deste modo, imuniza e evita a replicação do microrganismo e a conseqüente infecção. Foram produzidas 34 milhões de doses e muitas vidas já foram salvas com estas vacinas, o fato é que, ninguém nunca protestou ou deixou de usá-la porque era um produto GMs. Não se sabe, ao certo, se as pessoas ignoraram este fato ou se elas realmente não sabem que esta é uma vacina transgênica (II ESPECIAL BIOTECNOLOGIA).

Enquanto isso, em alguns países como nos europeus e nos EUA já podem ser encontradas quantidades significativas de diferentes produtos transgênicos expostos nas prateleiras de seus supermercados. Até porque, mesmo antes das sementes GM, a biotecnologia já trabalhava com os microorganismos geneticamente modificados (MGMs), os quais “[...] produzem substâncias quimicamente definidas utilizadas de forma corriqueira em um grande número de alimentos industrializados. São enzimas, aminoácidos, vitaminas, ácidos orgânicos, proteínas, corantes, saborizantes ou realçadores de sabor, polissacarídeos e açúcares, entre outros.” (II ESPECIAL BIOTECNOLOGIA).

De acordo com o II Especial Biotecnologia, só nos EUA, calcula-se que cerca de 70% dos alimentos comercializados possuem algum tipo de ingrediente derivado de organismos GMs. O Quadro 7 mostra como é expressivo o número de produtos disponíveis que foram desenvolvidos a partir da biotecnologia.

QUADRO 7: Produtos que já Estão à Venda e que Foram Desenvolvidos a Partir da Biotecnologia

1. Pães, doces e salgados, massas, mistura para bolos, biscoitos e produtos de confeitaria contêm enzimas produzidas por MGMs.
2. Há queijos e leites fermentados por enzimas derivadas de MGMs, como catalase e quimosina.
3. Frios diversos (salame, presunto, etc.) contam com enzimas fabricadas por MGMs ou podem ter diretamente o microrganismo GM.
4. Algumas carnes contêm enzimas proteolíticas geradas por MGMs, usadas para o amaciamento, e peptídeos antibacterianos produzidos por bactérias GM, empregados para protegê-las de eventual contaminação.
5. Sucos e geléias com enzimas clarificantes, como a pectinase, além de betaglucanase e aminoácidos usados como antioxidantes, são provenientes de MGMs.
6. Muitas bebidas alcoólicas, como cerveja, vinho e cachaça, levam enzimas produzidas por MGMs ou, então, são obtidas dos próprios MGMs (como as leveduras).
7. Há molhos com enzimas e realçadores de sabor (glutamato de sódio e leveduras) advindos de MGMs.
8. Muitos salgadinhos aperitivos têm compostos de realçadores de sabor derivados de GMs.
9. Produtos que contêm edulcorantes podem ser provenientes de metabolismos de aminoácidos produzidos por MGMs.
10. Existem xaropes com alto teor de frutose e adoçantes feitos com enzima inulinase produzida por leveduras e fungos MGMs.
11. Muitos chicletes e balas levam amido derivado de milho transgênico.
12. Detergentes e sabões em pó contêm proteases, lipases e outras enzimas produzidas por MGMs.
13. Papel e celulose utilizam enzimas geradas por MGMs para sua extração e preparação.
14. Resíduos celulósicos do lixo são degradados com celulase produzida por MGMs.
15. Jeans e couro utilizam enzimas derivadas de MGMs em sua fabricação, tanto para amaciar o couro quanto para diminuir a poluição do processo.
16. O plástico biodegradável deriva de MGMs.

Fonte: II Especial Biotecnologia.

Portanto, verifica-se crescentemente a presença da biotecnologia nos diversos segmentos industriais e no dia-a-dia da população global.

2.3. A Bio-Indústria no Brasil

A rápida difusão e a crescente absorção dos resultados pela sociedade tem estimulado cada vez mais estudos sobre a bio-indústria no Brasil. Em 2001, um estudo realizado pela Fundação Biominas identificou 304 empresas de biotecnologia no país, deste total, cerca de 60%

eram micro e pequenas empresas que surgiram a partir de pesquisas universitárias (JUDICE & BAETA, 2003b). Este número colocou o Brasil no *ranking* dos dez países com o maior número de empresas de biotecnologia do mundo (INSTITUTO INOVAÇÃO, 2004a). Tais empresas se encontravam distribuídas em dez segmentos de mercado, como pode ser visto no Quadro 8.

QUADRO 8: Os Dez Segmentos de Mercado em que as Empresas Brasileiras estavam Distribuídas, 2001

1	Saúde Humana: Diagnósticos, fármacos, fitoterápicos, vacinas, soros e biodiversidade.
2	Saúde Humana, Animal e Vegetal: Identificação genética, análise de transgênicos.
3	Saúde Animal: Veterinária, reprodução animal, pet, vacinas, probióticos, aquacultura.
4	Agronegócio: Melhoramento de plantas, transgênicos, produtos florestais, plantas ornamentais e medicinais, bioinsenticidas, biofertilizantes, inoculantes, flores.
5	Meio Ambiente: Biorremediação, tratamento de resíduos, análises
6	Instrumental complementar: Software, internet, bioinformática, e-commerce, P&D.
7	Industriais: Química fina, enzimas.
8	Sinergia: Biomateriais, biomedicinas, consultoria em biotecnologia.
9	Fornecedores: Equipamentos, insumos e suprimentos.
10	Empresas Multinacionais, Públicas e outras.

Fonte: Biominas (2001).

O estudo revelou ainda que, em 2001, o mercado brasileiro de biotecnologia apresentou um faturamento de aproximadamente quatro bilhões de dólares e gerou mais de 27,8 mil postos de trabalho (INSTITUTO INOVAÇÃO, 2004a).

No Brasil, um dos traços marcantes da biotecnologia é a sua alta concentração em algumas regiões. Calcula-se que das 304 empresas identificadas no país cerca de 90% localizam-se fundamentalmente na região sul e sudeste do país, sendo que 81% deste total encontram-se em São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (BIOMINAS, 2001). A distribuição das empresas brasileiras de biotecnologia, segundo a sua localização, pode ser visualizada na Tabela 9.

TABELA 9: Distribuição Total e Percentual das 304 Empresas de Biotecnologia Identificadas no Brasil por Estado, 2001

Regiões/ Estados	Empresas Identificadas N=304	
	Nº	%
Sudeste	246	81
Minas Gerais	89	29
São Paulo	129	42
Rio de Janeiro	28	9
Sul	27	9
Paraná	16	5
Santa Catarina	3	1
Rio Grande do Sul	8	3
Centro Oeste	16	5
Brasília	10	3
Goiás e Mato Grosso do Sul	6	2
Norte e Nordeste	9	3
Pernambuco	5	1,7
Bahia	2	0,7
Paraíba	1	0,3
Belém	1	0,3
Empresas sem informação completa	6	2
TOTAL	304	100

Fonte: Biominas (2001).

Tal concentração no eixo sul-sudeste se verifica desde o início dos anos 80 e “[...] reflete a própria concentração dos recursos econômicos do país, onde há uma infra-estrutura dotada de universidades, centros de pesquisa, laboratórios e formação de pessoal especializado.” (SOUZA, 2001:39).

De acordo com o levantamento realizado pela Fundação Biominas, a indústria brasileira de biotecnologia apresenta outra característica relevante, além da sua elevada concentração regional, a qual se refere à sua distribuição por segmento de mercado. Existe um claro predomínio da área de saúde humana, ou seja, das 304 empresas de biotecnologia identificadas no país, 74 empresas, o que equivale a 24,3% do total, estão voltadas para este segmento. O segundo lugar é ocupado por uma categoria especial, onde a Fundação Biominas considera as

multinacionais, empresas públicas e outras. Em seguida, estão os fornecedores e, por fim, o segmento de agronegócio, representando assim, as quatro áreas principais encontradas no país (BIOMINAS, 2001). Estes dados podem ser visualizados na Tabela 10.

TABELA 10: 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)				
	N°	%	SP (n=129)	MG (n=89)	RJ (n=28)	PR (n=16)	DF (n=10)
			% para cada estado e DF				
Saúde Humana	74	24,3	16	41	43	25	-
Saúde Humana, Animal e Vegetal	14	4,6	4	7	-	-	20
Saúde Animal	14	4,6	2	6	-	6	-
Agronegócio	37	12,2	10	9	11	31	50
Meio Ambiente	14	4,6	1,5	10	7	-	10
Instrumental complementar	11	3,6	4	0,5	-	6	10
Química Fina/ Enzima	18	5,9	4	0,5	-	6	-
Sinergia	15	4,9	1,5	10	4	-	-
Fornecedores	51	16,8	30	8	4	6	-
Multinacionais, Públicas e outras	56	18,4	27	8	32	19	10
TOTAL	304	100	100	100	100	100	100

Fonte: Biominas (2001).

Analisando, particularmente, cada um dos estados de maior concentração de empresas de biotecnologia, quais sejam, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná e o Distrito Federal, que concentram 90% do total das empresas, percebe-se que em São Paulo existe uma predominância das empresas fornecedoras, seguidas bem de perto pelo grupo que engloba as multinacionais, empresas públicas e outras, totalizando estes dois segmentos um patamar de 57% das empresas existentes no estado. Em Minas Gerais, a concentração em determinados segmentos é ainda mais evidente, cerca de 65% do total de suas empresas estão direcionadas para as áreas de

Saúde Humana e Saúde Animal (abrangendo biomateriais e biomedicina que se destinam a aplicações médicas e veterinárias) (BIOMINAS, 2001).

No Rio de Janeiro, onde estão localizadas cerca de 28 empresas de biotecnologia, a maioria delas também se encontram na área de Saúde Humana. No Paraná, assim como, no Distrito Federal, o segmento de maior representatividade é o do Agronegócio, com cerca de 31% e 50%, respectivamente, do total de empresas de biotecnologia encontradas nestas regiões.

De acordo com Silveira et al (2004), o levantamento realizado pela Fundação Biominas mostra, portanto, que a biotecnologia no Brasil é um segmento concentrado regional e setorialmente.

Com relação ao apoio governamental para com a biotecnologia pode-se citar a criação de alguns programas. O primeiro desenvolvido no Brasil foi o Programa Integrado de Genética em 1980, do qual a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) participava e tinha como objetivo estabelecer ações específicas para a engenharia genética. Em 1981 este programa inicial se fortalece com o surgimento do Programa Nacional de Biotecnologia (PRONAB), cuja instituição responsável por sua coordenação era o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O PRONAB visava “[...] consolidar os investimentos públicos para a manutenção de grupos universitários de pesquisa, em áreas preexistentes ao programa.” Em 1984 foi desenvolvido o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), que direcionou, ao longo de sua existência, um volume importante de recursos para a biotecnologia (SOUZA, 2001: 39).

Em 1986 surge a Associação Brasileira de Empresas de Biotecnologia (ABRABI)¹⁹. Suas atividades se iniciaram com apenas oito empresas filiadas, mas em 1991 este número já havia aumentado para quarenta. Esta instituição também colaborou significativamente para o

¹⁹ Instituição particular, sem fins lucrativos cuja finalidade é incentivar a biotecnologia no Brasil e defender os interesses das empresas que atuam neste segmento. Disponível em < www.abrabi.org.br >.

desenvolvimento da biotecnologia no país. Ainda em 1986, com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)²⁰ foi criado o Centro Argentino-Brasileiro de Biotecnologia (CABBIO) buscando incentivar a cooperação entre os laboratórios destes dois países, os quais ainda não direcionavam muita atenção para o segmento. A partir desta ação, eles esperavam alavancar novos empreendimentos e impedir que a diferença entre as nações mais e menos desenvolvidas viesse a aumentar (SOUZA, 2001).

A década de 80, portanto, pode ser considerada o período em que a biotecnologia foi implementada no Brasil e o principal elemento propulsor deste acontecimento foi o setor público (PEREIRA, 2000, apud SOUZA, 2001), cuja contribuição abrange desde os seus investimentos nas universidades públicas que atuam na formação de recursos humanos até a elaboração de políticas de fomento criando programas e fundos de financiamento (SILVEIRA et al., 2004).

Mas os anos 80 também foram marcados por uma forte queda dos investimentos em biotecnologia, não só no Brasil como no mundo inteiro, isso porque, segundo Souza (2001:40),

[mesmo] havendo vários órgãos atuando com políticas destinadas à biotecnologia, neste período existia pouca sinergia entre eles. De acordo com CARVALHO (1993), as relações profissionais e humanas entre as instituições de P&D eram boas, apesar do distanciamento geográfico (as empresas estavam espalhadas de Minas Gerais ao Rio Grande do Sul). Contudo, não existia uma rede de comunicação que propiciasse trabalhos em conjunto, além de serem primárias e escassas as relações entre centros científicos e empresas.

Durante o governo de José Sarney, pôde-se perceber alguns pequenos avanços na área de ciência e tecnologia (C&T), porém no governo Collor a situação piorou drasticamente. Muitos recursos foram duramente cortados e, com a abertura comercial, as empresas internacionais puderam atuar mais livremente no país, competindo com as brasileiras, até então, incipientes. A

²⁰ “Organismo internacional que, como a OEA (Organização dos Estados Americanos), teve ações multilaterais de estímulo ao desenvolvimento da biotecnologia.” (SOUZA, 2001:39).

biotecnologia que ainda não se encontrava em um estágio evoluído no país passou a conviver com um atraso ainda maior nesta fase (SOUZA, 2001).

Já no princípio dos anos 90, de acordo com SALLES (1993, apud SOUZA, 2001:41),

[...] ficou claro que, no Brasil, um perfil evolutivo da biotecnologia estava intimamente relacionado às instituições de pesquisa. Mais de 80% das atividades e dos investimentos em biotecnologia estão localizados em universidades e instituições públicas de pesquisa, que ademais concentram mais de 90% do pessoal qualificado.

Nesta mesma década, pode-se citar ainda dois fatores que contribuíram para alavancar a biotecnologia no país. O primeiro foi o crescente volume de investimentos que o PADCT direcionou para a área. De 1984 a 1991 a biotecnologia ocupava o terceiro lugar entre os segmentos em que o Programa mais investia; de 1991 a 1995 a biotecnologia passou a ocupar o segundo lugar. Também serviu como incentivo ao desenvolvimento da biotecnologia a aprovação da Lei de Propriedade Industrial, a qual, “[...] trouxe para as universidades e pesquisadores a possibilidade de obter ganhos oriundos de suas descobertas.” (SOUZA, 2001:42).

Nos últimos anos, de acordo com Silveira et al (2004:7), mais programas têm sido desenvolvidos e/ou apoiados pelo governo brasileiro. Um deles foi o Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos criado em 2000 pelo Governo Federal, cujo objetivo se voltava para “[...] ações destinadas a conservar recursos genéticos e ao desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos com aplicações na produção industrial, na agropecuária e na saúde humana.” O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), em conjunto com o CNPq e a FINEP, ficaram responsáveis pela coordenação do programa, que contava ainda com a participação da Embrapa e da Fundação Osvaldo Cruz (Fiocruz).

No final deste mesmo ano, o MCT e o CNPq lançaram o Projeto Genoma Brasileiro (PGB). Segundo Silveira et al (2004), vinte e cinco laboratórios de biologia molecular,

espalhados por diversos estados do país, participavam do Projeto. Além disso, foram criadas redes regionais de pesquisa com o propósito de desenvolver trabalhos com genomas de alguns organismos os quais pudessem despertar interesse social, econômico e regional.

A criação destas redes possibilita a incorporação de grupos potencialmente promissores aos núcleos de excelência reconhecidos no país, estimulando a prática da pesquisa em equipe e ampliando as oportunidades de formação e capacitação de recursos humanos, além de oferecer subsídios para o aperfeiçoamento da produção agropecuária e a solução de problemas da saúde e do meio ambiente. (MCT)²¹

Até o momento, sabe-se da formação de nove redes genômicas as quais podem ser visualizadas no Quadro 9.

QUADRO 9: Redes Genômicas Criadas a partir do Projeto Genoma Brasileiro

1. Rede Centro Oeste	Genoma Funcional e Diferencial de <i>Paracoccidioides brasiliensis</i> .	Maria Sueli Soares Felipe – UnB/IB
2. Rede Genoma de Minas Gerais	Criação da Rede Genoma do Estado de Minas Gerais.	Naftale Katz – FAPEMIG
3. Rede Genoma do Nordeste – ProGene	Seqüenciamento de <i>Leishmania chagasi</i> .	Paulo Paes de Andrade – UFPE
4. Programa de Implantação do Instituto de Biologia Molecular do Paraná	Genômica funcional do processo de diferenciação celular do <i>Trypanosoma cruzi</i> : seleção e caracterização de novos genes e análise de novos alvos quimioterápicos.	Samuel Goldenberg – IBMP
5. Programa Genoma do Estado do Paraná – GenoPar	Genoma estrutural e funcional da bactéria fixadora de nitrogênio endofítica <i>Herbaspirillum seropedicae</i> .	Fábio de Oliveira Pedrosa – UFPR
6. Programa de Implantação da Rede Genoma do Estado do Rio de Janeiro - RioGene	Seqüenciamento do genoma de <i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i> .	Paulo Cavalcanti Gomes Ferreira
7. Ampliação da Rede de Genômica no Estado da Bahia	Genoma do fungo <i>Crinipellis pernicioso</i> causador da doença "vassoura de bruxa" nos cacauais.	Gonçalo Amarante Guimarães Pereira – UNICAMP
8. Rede da Amazônia Legal de Pesquisas Genômicas - REALGENE	Análise genômica de <i>Paullinia cupana</i> : o guaranazeiro.	Spartaco Astolfi Filho – UFAM
9. Programa de Investigação de Genomas Sul - PIGS	Rede Sul de Análise de Genomas e Biologia Estrutural.	Arnaldo Zaha – CBIOT – UFRGS

Fontes: Silveira et al (2004) e MCT.

²¹ Disponível em: < http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/Genomicos/default_gen.htm >.

Silveira et al (2004) destacam ainda a criação do Fundo Setorial de Biotecnologia em 2001, segundo a Lei nº 10.332 de 19 de dezembro. Os recursos que sustentam o Fundo são oriundos da parcela de 7,5% da Contribuição de Intervenção de Domínio Econômico (CIDE). De acordo com os autores,

[o] Fundo tem como principal objetivo aumentar as competências no Brasil nas áreas de pesquisa em biotecnologia, especialmente nas pesquisas genômicas, através de parcerias entre instituições de ensino, pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico e setor empresarial. (2004:7).

Além dos programas de apoio criados pelo governo, um outro fator importante no estímulo ao desenvolvimento de empresas de biotecnologia no Brasil é a presença de instituições-chave. Estas instituições que podem ser uma empresa ou uma organização, pública ou privada, cumprem o papel de coordenar, intervir e participar dos processos de decisões locais atuando ainda no desenvolvimento de sinergias. Para Silveira et al (2004) algumas instituições contribuíram de forma decisiva para o avanço da biotecnologia no Brasil (Quadro 10).

QUADRO 10: Principais Instituições-Chave de Pesquisa e Fomento da Biotecnologia no Brasil

Instituições	Origem do capital	Atribuições
Instituto Butantan	Público Federal	Produz soros, vacinas, surfactantes, anatoxinas e hemoderivados para utilização do setor público de saúde humana no Brasil. Além disso, realiza pesquisa básica e de cunho tecnológico.
Fundação Osvaldo Cruz	Público Federal	A Fundação Osvaldo Cruz, por meio de suas unidades de produção e de pesquisa, Bio-Manginhos e Far-Manguinhos, tem desempenhado um papel de liderança nas atividades ligadas à saúde pública no Brasil. Assim como nos outros laboratórios de vacinas, as suas atividades de produção são basicamente orientadas para o mercado institucional através do Ministério da Saúde. Produz 60% da produção nacional de vacinas.
Instituto de Tecnologia do Paraná – Tecpar	Público Estadual	A Tecpar é uma das três instituições públicas que produzem vacinas animais e humanas no Brasil, embora a sua especialização básica esteja voltada para a área animal. Os principais clientes são o Ministério da Saúde (vacinas) e Ministério da Agricultura (antígenos). A sua linha de produtos inclui vacinas e substâncias diagnósticas <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> bem como produtos biológicos.
Instituto Ludwig	Privado	O Instituto Ludwig de Pesquisas contra o Câncer – ILPC – é uma instituição internacional de pesquisa que possui laboratórios nos EUA, Europa e Japão. Em São Paulo está instalado junto ao Hospital do Câncer – AC Camargo, da Fundação Antonio Prudente. Representa importante agente de fomento à parceria científica com a comunidade médico-acadêmica da USP e Unifesp e da própria Fundação.
Embrapa	Público Federal	Criada há 25 anos, a Empresa Brasileira de Pecuária e Agricultura desenvolve técnicas agropecuárias, realiza pesquisa técnico-científica, promove os agronegócios nos níveis local, regional e nacional.
IAC	Público Federal	O centro dos projetos de C&T do instituto é o melhoramento genético de mais de uma dezena de culturas, nos grandes grupamentos de hortaliças, café, algodão e graníferas.
Fundação Biominas	Privada, sem fins lucrativos	Criada em 1990 por nove empresas de Biotecnologia. Possui uma incubadora de empresas desde 1992. Em 2001, contava com 11 empresas incubadas e com um total de 263 produtos registrados no Ministério da Saúde. Além de incubadora, a Fundação possui um fundo de investimentos para financiar projetos de desenvolvimento tecnológico.

Fonte: Silveira et al (2004).

Além destas organizações citadas acima, é importante destacar ainda o papel desempenhado pelas Universidades Públicas no Brasil, que além de desenvolver as atividades de formação de recursos humanos, realizam pesquisas, prestam serviços à população e empresas e atuam ainda como incubadoras de empresas. A proximidade entre as empresas de biotecnologia no Brasil e as universidades é muito grande. Normalmente, os fundadores das empresas são professores e pesquisadores de grandes universidades, como é o caso da Allelyx, RDBiotec e outras (SILVEIRA, et al, 2004:11).

Embora importantes projetos possam ser encontrados em andamento nas universidades e centros de pesquisas espalhados por todo Brasil, principalmente na região Centro-Sul, o centro de referência do país continua sendo a Embrapa. Esta instituição faz parte do Ministério da Agricultura, é reconhecida internacionalmente há vários anos e possui, entre os seus 39 centros de pesquisas e serviços especiais, um voltado especialmente para a biotecnologia, conhecido como Cenargen – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (I ESPECIAL BIOTECNOLOGIA).

Segundo Souza (2001) o governo brasileiro também desempenhou um papel importante na formação de empresas de capital de risco. Os primeiros passos nesta direção datam dos anos 80. É possível encontrar algumas empresas privadas de capital de risco e alguns projetos lançados como o INOVAR²² da Finep mas, ainda assim, o mercado é muito incipiente. Estima-se que das 304 empresas de biotecnologia identificadas no Brasil apenas 3% delas receberam investimentos de capital de risco. A título de comparação, nos EUA este número é dez vezes maior (INSTITUTO INOVAÇÃO, 2004a).

A falta de uma cultura mais voltada a investir em áreas inovativas é um fator que justifica este baixo nível de atividade ligada a capital de risco em relação aos países avançados. Há também a dificuldade econômica enfrentada pelos países menos desenvolvidos e alta atratividade de outros papéis que fazem com que o investidor migre para fundos mais “seguros”, evitando empresas de capital de risco. Enfim, é preciso tornar este mercado atuante, pois como foi comprovado na experiência norte-americana, o capital de risco tem um papel crucial para a alavancagem de novas empresas inovativas e tecnológicas (SOUZA, 2001:46).

A Tabela 11 apresenta os dados sobre investimentos de capital de risco e outros indicadores importantes, comparando os EUA e o Brasil.

²² “Este projeto visa incentivar o mercado de capital de risco no país priorizando novas empresas de base tecnológica.” (SOUZA, 2001:46).

TABELA 11: Indicadores da Biotecnologia nos EUA e no Brasil, 2001²³

	EUA	BRASIL
Número de Empresas	1.457	304
Faturamento (US\$)	28,5 bilhões	3,9 bilhões
Número de Empregos	191.000	27.825
Investimento em P&D (US\$)	15,7 bilhões	-**
Patentes (patentes/ empresa)*	5,3	0,9
Investimento de capital de risco	31% das empresas	3% das empresas
Produtividade (faturamento/ empresa)	19,6 milhões	12,8 bilhões
Produtividade (faturamento/ empregado)	149,2 mil	140,2 mil

Fonte: INSTITUTO INOVAÇÃO (2004a).

* No caso americano, refere-se ao número de patentes por ano; no caso brasileiro, patentes desde 1996.

** Não há dados disponíveis que permitam uma boa comparação.

Há uma nítida diferença entre a indústria de biotecnologia no Brasil e nos EUA que aponta para um nível de desenvolvimento significativamente baixo deste segmento no Brasil. O número de empresas, o faturamento, o número de empregados e de patentes brasileiros são bastante inferiores quando se tem como parâmetros os números apresentados pelos EUA.

Porém, dois indicadores merecem uma atenção especial. O primeiro, é o faturamento por empresa da bio-indústria brasileira, este equivale a 66% do indicador norte-americano e o segundo, é o faturamento por empregado que representa 94% do indicador dos EUA. Estes indicadores mostram que as empresas brasileiras de biotecnologia são fortemente competitivas quando comparadas às empresas dos EUA (INSTITUTO INOVAÇÃO, 2004a).

Mas, o problema é que, embora o Estado tenha buscado estimular a C&T no Brasil, esta nunca alcançou o patamar desejável para suprir as necessidades reais. Ao mesmo tempo, é certo que o Estado sem o apoio de outras entidades não conseguiria colocar em prática todos os projetos e pesquisas. Esta fragilidade brasileira comprometeu significativamente a evolução da biotecnologia no país.

²³ Foram encontradas divergências entre os dados desta Tabela 12 e os da Tabela 2 (página 63), embora se refiram ao mesmo ano. Os trabalhos dos quais foram retiradas estas informações são confiáveis, entretanto, não foi possível identificar a origem do problema por não se ter conseguido acessar as fontes primárias, quais sejam, o *Bio Editor's and Report's Guide* 2003-2004 e o relatório anual da empresa internacional de consultoria, Ernst & Young, denominado *Focus on Fundamentals: The Biotechnology Report (2002)*, respectivamente.

Mas, ainda sim, foi possível observar um crescimento do número de grupos de pesquisa direcionados para a biotecnologia nas instituições de ensino e pesquisa, como pode ser visto na Tabela 12.

TABELA 12 : Evolução do Número de Grupos de Pesquisa Voltados para Biotecnologia no Brasil entre os anos de 1980 a 2000

ANO	Número de Grupos Criados
Até 1980	181
1981-1985	149
1986-1990	229
1991-1995	441
1996	89
1997	142
1998	87
1999	90
2000	310
TOTAL	1718

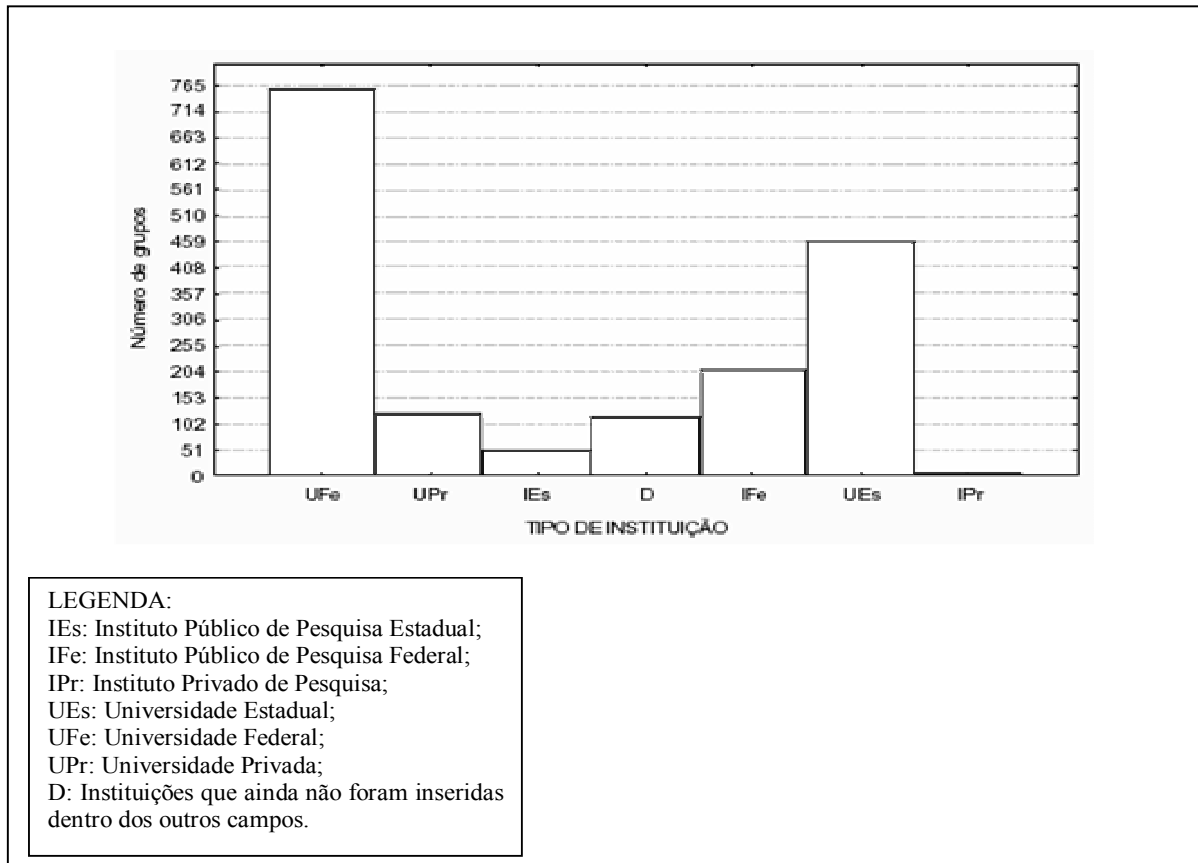
Fonte: Salles-Filho et al (2001).

Percebe-se, portanto, que apesar das dificuldades encontradas para a consolidação da biotecnologia no Brasil, a cada ano, mais pessoas demonstram interesse pela área. Da década de 80 para a década de 90, o número de grupos de pesquisa criados anualmente aumentou consideravelmente. Um bom exemplo pode ser obtido comparando-se os anos de 1981-1985 e 1991-1995. Salles-Filho et al (2001) complementam que, em 2000, a biotecnologia já englobava 6.616 pesquisadores, distribuídos em 1.718 grupos, o que equivale a aproximadamente 15% do total de grupos de pesquisas registrados no CNPq, 3.844 linhas de pesquisas e ainda 699 estudantes.

Destes grupos de pesquisa identificados, grande parte estavam localizados em instituições públicas. As universidades federais são as que mais apresentam grupos de pesquisas em biotecnologia, cerca de 750 grupos. Em seguida, estão as universidades estaduais, com aproximadamente 459 grupos. As instituições privadas, por sua vez, apresentam uma participação

bastante modesta. Através da Figura 5 pode-se ter idéia da importância do apoio do Estado brasileiro para a biotecnologia.

FIGURA 5: Distribuição dos Grupos de Pesquisas de Biotecnologia Segundo o Tipo de Instituições a qual Pertencem, 2000



Fonte: Salles-Filho et al (2001).

Não é difícil perceber que o Brasil ainda caminha a passos lentos no desenvolvimento da biotecnologia, principalmente quando se tem em mente o perfil evolutivo da bio-indústria nos países avançados, mas grandes avanços foram realizados nos últimos anos para a sua consolidação e isso não pode deixar de ser destacado. O *know-how* adquirido permitiu ao país um salto expressivo, em particular, nas áreas da saúde, agronegócio e meio-ambiente, e fez com que

o Brasil ganhasse notoriedade e admiração internacional. Algumas tecnologias desenvolvidas no país podem ser visualizadas no Quadro 11.

QUADRO 11: Algumas Tecnologias Desenvolvidas no Brasil

1. Transformação em plantas	Co-cultura para transferência de genes; ex: agrobacterium como vetor. Mamão transgênico (EMBRAPA) resistente ao vírus da mancha anelar.
2. Regulação de genes	Manipulação gênica da mesma espécie através de técnicas de PROM - região promotora de genes e ORF - região codificadora de genes (<i>open reading frames</i>). Seleção e regeneração de transgênicos (ex: milho que recebe genes de variedades da mesma espécie).
3. Biobalística	Bombardeamento de células com micropartículas revestidas com DNA, para transferência de seqüências de nucleotídeos. Isolamento de seqüências de nucleotídeos codificadoras de enzimas.
4. PCR - <i>polymerase chain reaction</i>	Amplificação de seqüências gênicas; clonagem por PCR, PCR por transcriptase reversa. Técnica básica de pesquisa porque permite obter DNA em concentração suficiente para desenvolver ensaios.
5. Cultivo <i>in vitro</i> de tecidos vegetais	Manutenção de células de partes do vegetal; 2.1. Cinética de crescimento; 2.2. Reconhecimento genético de genótipo para calos friáveis; 2.3. Indução de calos.
6. Conservação de Germoplasma	Manutenção de variedades vegetais <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> ; Estimativa de variabilidade genética em germoplasma; diagnóstico de amplitude de base genética do trigo para controle de erosão genética.
7. Marcadores morfológicos RAPD (<i>random amplified polymorphic DNA</i>)	DNA de cada cepa é amplificado para permitir comparação entre cepas. Mensuração de similaridade genética de duas cepas de milho.
8. Marcadores de Seleção de Transformação Genes de resistência a antibióticos	Ex: gene marcador nptII produz enzima neomycin-phosphatase II que inativa antibióticos. Revelação de silenciamento gênico após transcrição.
9. YAC - <i>yeast artificial cromossomes</i>	Cromossomos artificiais utilizados como vetores de genes (ex: para criação de plantas sensíveis às lesões de DNA). Análise diagnóstica de produtos transgênicos utilizada em monitoramento de mutagênese ambiental.
10. Genoma - Sequenciamento de DNA	Determinação da seqüência de bases nitrogenadas do genoma de organismos. Sequenciamento da <i>Xylella fastidiosa</i> , fitopatógeno de citros (Fapesp, 1998-2000).
11. Proteomas	Determinação de funções gênicas, a partir de seqüências de bases nitrogenadas, responsável pela fixação da X.fastidiosa no hospedeiro). Genoma funcional da <i>Xylella fastidiosa</i> (Fapesp, em curso).
12. Terapia Gênica	Introdução de genes por microinjeção, biobalística ou injeção de plasmídeo; técnicas como DNA fosfato-cálcio, DNA DEAE, DNA lípide, DNA-proteína, BAC e vetores virais. Uma vez incorporados às células do hospedeiro, esses genes permitem que determinado metabólito, antes ausente, seja sintetizado.
13. Teste diagnóstico genético	Revela mutação em células em cultura, a partir de seqüências gênicas conhecidas. Diagnóstico de presença de genes BRCA1 e BRCA2 de câncer de mama.
14. DNA - Arranjos	Arranjos de DNA em membranas de nylon ou lâminas de vidro; são

	bancos de RNA copiados em clones - vírus ou plasmídeos - utilizados em expressão gênica. Diagnóstico de expressão de genes de câncer de mama.
15. Sondas complexas de DNA	Busca e localização de genes-alvo; cinética de hibridação é linear e é proporcional à expressão do gene. Diagnóstico de expressão de genes de câncer de próstata.
16. Polimorfismo conformacional de fita simples de DNA	Expressão de funções gênicas em células em cultura. Estudo de genética de hipertensão arterial em grupos familiares e populações; utilização em estudos complementares de variantes genéticas de doenças poligênicas.
17. ESTs - <i>Expressed Sequences Tag</i>	"Etiquetas" marcadoras de genes que se expressam na forma de proteínas. Utilizadas para demonstrar a presença e identificar genes em genomas.
18. ORESTES - <i>Open Reading Frames ESTs</i>	ESTs de genes expressos; utiliza DNA somente da seqüência codificante. Aumenta a produtividade das atividades em genômica porque permite seqüenciar apenas os trechos de DNA que codificam proteínas.
19. Eletroforese de proteína	Separação de conjuntos de moléculas protéicas. Técnica básica em biologia molecular.
20. DNA	Cópia em plasmídeo, isolamento e purificação. Manipulação de moléculas de DNA. Técnicas básicas para produção de transgênicos
21. Vacina de antígeno oculto	Produção de moléculas de antígeno que sejam reconhecíveis pelo hospedeiro. Permite a imunização de parasitas e nos quais as proteínas imunogênicas do parasita não podem ser reconhecidas pelo hospedeiro.
22. Congelamento de Sêmen	Preservação de células gaméticas masculinas maduras para inseminação artificial. Comercialização de bovinos, ovinos, eqüinos e caprinos selecionados.
23. Congelamento de Embriões	Preservação de mórulas ou gástrulas ou embriões selecionados para futura implantação em útero de fêmea adulta. Comercialização de bovinos, ovinos, eqüinos e caprinos selecionados.
24. Sexagem de embriões	Seleção de embriões para fins comerciais específicos. Comercialização de bovinos, ovinos, eqüinos e caprinos selecionados.
25. Clonagem e micromanipulação de embriões	Reprodução de tecidos com potencial zigótico. Comercialização de bovinos, ovinos, eqüinos e caprinos selecionados.
26. Microencapsulação	Cápsulas de liberação controlada de medicamentos. Dosagem acurada de fármacos.
27. Cristalografia e modelagem de proteínas ou macromoléculas de interesse biológico	Estudo da forma-função das moléculas protéicas, quando estão em arranjos especiais. Entendimento das funções de compostos naturais no metabolismo celular.
28. Bioinseticidas	Compostos naturais inseticidas. Controle de pragas; pesquisa de novos inseticidas.

Fonte: SindBio. Disponível em < <http://www.sindbio.org.br/brasil.htm> >.

De acordo com o SindBio, há indicações de que, nos últimos vinte anos, o Brasil desenvolveu cerca de 50 mil publicações científicas em biotecnologia, um número maior do que o somatório de publicações das demais nações sul-americanas no mesmo período. E no que tange, entre outras, às tecnologias mencionadas acima, desenvolvidas expressivamente nos

estados de São Paulo e Minas Gerais, estas contribuíram muito, durante a década de 90, para o aprendizado e para a geração de importantes bioprodutos nacionais de considerável valor agregado como, por exemplo, a insulina, produção de hormônios de crescimento humano, o desenvolvimento da soja transgênica, o combate à praga da vassoura de bruxa (cacau), a recuperação ambiental através da biorremediação, bioaugmentação, clonagem vegetal e micropropagação, o melhoramento genético da bovinocultura, avicultura, etc.

Como pôde ser observado, a biotecnologia encontra no Brasil alguns obstáculos, mas também grandes oportunidades de desenvolvimento. No próximo capítulo será tratado o caso específico do APL de biotecnologia de Belo Horizonte.

3. O ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DE BIOTECNOLOGIA EM BELO HORIZONTE – MINAS GERAIS

No Brasil, grande parte da bio-indústria encontra-se localizada em Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais. Acredita-se que a aglomeração de empresas de biotecnologia nesse município 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 ensino que se destacam fortemente nas áreas de biologia, medicina, farmácia, química, veterinária, o que resulta em uma grande concentração de competências científicas na capital. A UFMG, além de exercer um papel importante na formação de pessoal qualificado, também se destaca porque parte importante das empresas de biotecnologia em Belo Horizonte teve suas atividades iniciadas em seu interior, em outras palavras, são *spin-offs* universitários. Outro fator considerado determinante para a concentração de empresas desse segmento de atividades no município foi a constituição, em 1990, da Fundação BIOMINAS, a primeira incubadora de empresas de biotecnologia do país.

A BIOMINAS é uma instituição privada, sem fins lucrativos, que foi criada 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* (LEMOS, 1998).

Em 1991, os governos estadual e municipal, a UFMG e a Fundação BIOMINAS assinaram um Protocolo de Intenções que, fundamentalmente, resultou 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).

Além de oferecer as condições necessárias para o desenvolvimento inicial das empresas, tais como infra-estrutura física, acessoria de mercado e gerencial, a Fundação Biominas também desenvolveu um Programa de Transferência de Tecnologia (PTT). Tal programa é uma cooperação técnica com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o Fundo Multilateral de Investimento (MIF), visando investimento e financiamento a empresas da bio-indústria brasileira.

Igualmente importante é o fato da primeira companhia de biotecnologia do Brasil conhecida internacionalmente – a BIOBRÁS S/A – ter se instalado no estado nos anos 70.

Nascida como um típico *spin-off* do Departamento de Bioquímica da Universidade Federal de Minas Gerais, em 1976 a Biobrás iniciou suas atividades produzindo enzimas em Belo Horizonte. Em 1979, através de *joint venture* com a Eli Lilly passou a produzir cristais de insulina. Nos anos 1980s, evoluiu para a manufatura de insulina animal e humana, meios de cultura, produtos de diagnóstico e produtos cardíacos. In 1997, a BIOBRÁS obteve a ISO 9001 e em 1998 inaugurou sua planta industrial para a produção de insulina humana recombinante (JUDICE & BAETA, 2002:7).

A Biobrás foi vendida em 2001 ao laboratório dinamarquês Novo Nordisk, conhecido como o maior produtor de insulina do mundo. Desse processo, surgiram duas novas empresas: a Biommm resultante do desmembramento do seu departamento de P&D, cuja propriedade

permaneceu com o antigo grupo controlador e está instalada em Belo Horizonte e a Dialab, criada em 2003, a partir da antiga divisão de Diagnósticos da Biobrás (JUDICE, 2004).

Alguns estudiosos classificam a Biobrás como uma empresa chave do APL de biotecnologia de Belo Horizonte por ela desempenhar um papel importante na governança local. De acordo com Lemos (1998:9), a empresa ganhou essa caracterização por ter sido “[...] capaz de gerar *spin-offs* institucionais no ambiente local, como sua liderança na criação da Fundação Biominas e da Incubadora de Empresas, e *spin-offs* tecnológicos, através de criação de novas firmas originadas de seu desenvolvimento tecnológico.”

Também, o Instituto Inovação²⁴ considera que a venda da Biobrás incorrerá em efeitos negativos para o *cluster* já que o laboratório Nordisk não investirá mais em pesquisas no Brasil como realizava a Biobrás, ou seja, as relações com centros de pesquisa que são a essência de um *cluster* não ocorrerão mais. O SEBRAE/MG compartilha da mesma opinião. Segundo a instituição, a cultura é um fator importante para o desenvolvimento e consolidação da governança, cooperação e interação entre as empresas pertencentes a um arranjo. Se com a venda houver uma mudança significativa na postura da empresa, tal fato poderá afetar uma ou mais variáveis importantes, o que poderia desequilibrar o APL.

Entretanto, outras instituições apresentaram visão divergente. De acordo com o IEL/FIEMG a venda da empresa não altera significativamente o desenvolvimento do APL, uma vez que é constituído por várias outras empresas. Para o SindBio, a vocação econômica de uma região não se define por instalação de empresas âncoras, embora estas tenham um papel

²⁴ Foi desenvolvido um questionário para ser aplicado às instituições de apoio do APL de biotecnologia de Belo Horizonte com o objetivo de complementar as informações da pesquisa de campo, já que o número de empresas que se conseguiu entrevistar ficou bem abaixo daquele definido inicialmente. Foram entrevistadas as seguintes instituições: Fundação Biominas; SEBRAE/BH; Instituto Euvaldo Lodi (IEL/FIEMG); Fundação para o Desenvolvimento da Pesquisa (FUNDEP); SindBio; Banco de desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG) e o Instituto Inovação. Na pergunta que trata sobre o caso da venda da Biobrás, o BDMG não expressou sua opinião alegando motivos de sigilo bancário e de relacionamento com as empresas envolvidas.

importante na consolidação do pólo. Porém, considera a venda da Biobrás, bem como das demais empresas que nascem de pesquisas nacionais e/ou financiadas com o dinheiro público, como uma prática perversa do capitalismo. Empresas de alto conteúdo tecnológico deveriam permanecer em mãos do capital nacional. A Fundação para o Desenvolvimento da Pesquisa (FUNDEP), por sua vez, acredita que os resultados vão depender das condições contratuais e de como a empresa Nordisk vai continuar ou descontinuar as operações da Biobrás em Minas Gerais. Contudo, não acreditam que os impactos serão de grande intensidade para o APL, tendo em vista que a Biobrás não desempenhava nenhuma função especial na região.

Também confere destaque à região o crescimento que tem-se verificado, ao longo dos anos 90, de empresas de biotecnologia em Minas Gerais, em particular, em Belo Horizonte. O estado mineiro possuía apenas nove companhias em operação em 1990 (que deram origem à Fundação Biominas) e passou para 53 empresas em 1999, incluindo a presença de grandes multinacionais como Monsanto, Syngenta e Aventis, localizadas no Triângulo Mineiro. Ou seja, um crescimento de 488% durante o período considerado (JUDICE & BAETA, 2002).

Atualmente, estima-se que, 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 (BAÊTA et al., 2002). 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 & BAETA, 2002:08).

Em meados de 1999, um estudo realizado para a FIEMG através da McKinsey Consultoria diagnosticou a existência de um ‘embrião de *cluster*’ de biotecnologia no município, levando-o a ser identificado como o principal pólo deste segmento da América Latina (FIEMG, 2000) – a partir de agora, denominado arranjo produtivo local de biotecnologia de Belo Horizonte.

Tendo em vista todos estes fatores que, historicamente, influenciaram na concentração geográfica das empresas de biotecnologia em Minas Gerais e que, especialmente, levaram a capital do estado a ser conhecida como o maior pólo de biotecnologia da América Latina, o projeto de pesquisa “Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais”, financiado pelo SEBRAE Nacional e coordenado pelo Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia (NEITEC), pelo Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) e pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), decidiu realizar um estudo sobre o *cluster* de biotecnologia em Belo Horizonte. Para a sua concretização, além da análise de alguns estudos já realizados, também foi efetuada uma pesquisa de campo envolvendo entrevistas e aplicação de questionários-padrão²⁵, desenvolvidos pelo SEBRAE, aos empresários. A fim de complementar as informações sobre o APL, foram entrevistadas ainda as principais instituições de apoio às empresas do setor.

3.1. Metodologia

O primeiro passo para a concretização deste estudo foi buscar uma listagem que identificasse as empresas e as instituições de apoio que formam o *cluster* de Belo Horizonte²⁶. Entretanto, um problema foi identificado durante as entrevistas às instituições de apoio. Percebeu-se que, entre elas, não existe um consenso entre as diversas conceituações adotadas

²⁵ Ver Anexo I.

²⁶ Deve-se destacar o fato de não existirem estatísticas oficiais para serem consultadas – tal como a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho – que ofereçam informações confiáveis quanto ao número de empresas, seu tamanho e pessoal ocupado, obedecendo à Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para que fosse possível ter um conhecimento prévio do ambiente em que se estaria investigando, bem como fosse possível realizar uma análise comparativa dos dados encontrados na pesquisa de campo com os dados oficiais. Ainda não se tem conhecimento de bases de dados que apresentem a biotecnologia como um segmento de atividade ou setor distinto. Devido ao seu caráter multidisciplinar, seus dados geralmente encontram-se agregados aos de áreas afins.

para biotecnologia e, conseqüentemente, há uma grande imprecisão quanto à composição de sua indústria.

Para o SindBio, a definição adotada é a mesma 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. Para o SEBRAE/MG, a “Biotecnologia é o desenvolvimento ou a tecnologia para a produção de matérias primas e novos produtos de diversas áreas da biologia, podendo incluir indústrias de aromas; remédios; alimentos; flores, etc”. 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).”

Neste estudo, a definição de biotecnologia adotada é a da Fundação Biominas por ser mais ampla e conseqüentemente abranger uma variedade maior de empresas. Além disso, assume-se, de acordo com a FIEMG, que o *cluster* de biotecnologia abrange as empresas situadas na região metropolitana de Belo Horizonte e na cidade de Montes Claros (norte de Minas Gerais), devido especialmente, à presença da Biobrás e Vallée²⁷ nesta cidade, as quais se dirigiram para lá porque se beneficiaram de incentivos fiscais oferecidos à região nordeste do Brasil (FAJNZYLBER, 2002).

Uma listagem inicial com 53 empresas foi fornecida pela Fundação Biominas, porém muitas empresas ali relacionadas não foram encontradas. Então, foi utilizada também uma

²⁷ Para a FIEMG, apesar da distância entre Montes Claros e a região metropolitana de Belo Horizonte, as empresas Biobrás e Vallée foram consideradas em sua listagem porque são as maiores do estado de Minas Gerais. Para se ter uma idéia, em 1999, apenas estas duas empresas eram responsáveis por quase metade do faturamento total do *cluster*, ou seja, aproximadamente 42% (SOUZA, 2001; FAJNZYLBER, 2002).

relação de 58 empresas obtida na FIEMG (2000). É importante ressaltar que estas listagens de empresas não foram utilizadas por opção, mas por terem sido as únicas informações encontradas. Não se tem conhecimento de nenhum outro cadastro de empresas de biotecnologia tanto em âmbito nacional quanto estadual ou municipal. (SOUZA, 2001).

A FIEMG (2000, apud SOUZA, 2001) a partir de sua listagem de 58 empresas elaborou uma caracterização geral do *cluster* de biotecnologia, como pode ser observado na Tabela 13.

TABELA 13: Segmentos de Biotecnologia, Número de Empresas, Empregos, Faturamento e Taxa de Crescimento Identificados em Minas Gerais pela FIEMG (2000)

Setor	Nº de empresas	Nº de empregos	Faturamento R\$ x 1000		Taxa de Crescimento
			1999	2000	
Diagnóstico Humano	18	432	42510	60330	41,92%
Farmacêutico	11	2639	147950	220500	49,04%
Fitoterápicos	3	71	3300	4100	24,24%
Biomateriais	5	230	6150	7900	28,46%
Veterinária	5	629	68640	103715	51,10%
Agro-biotecnologia	1	105	4500	14000	211,11%
Meio-Ambiente	2	130	4650	3800	-18,28%
Industrial	2	37	2160	2430	12,50%
Equipamentos	2	-	-	-	-
Serviços e Apoio	9	-	-	-	-
TOTAL	58	4273	279860	416775	48,92%

Fonte: FIEMG (2000, apud SOUZA, 2001).

Por conseguinte, para a definição da amostra de empresas que seria objeto de aplicação do questionário-padrão por ocasião da pesquisa de campo, assumiu-se que o universo de empresas de biotecnologia presentes no *cluster* seria de aproximadamente 60 (FIEMG, 2000; BAËTA et al, 2002). Sendo assim, de acordo com Campos & Nicolau (2003), para determinar o tamanho da amostra deveria-se levar em consideração um nível de confiança de 95% e o erro amostral tolerável (E_0) de 10%. Com estes dados e, partindo da idéia de que a população total (N) seja de

aproximadamente 60 empresas, ao consultar a tabela²⁸ determinada em função dos valores de N e de E_0 tem-se que o tamanho da amostra deveria ser $n = 38$.

Ou seja, das 60 empresas da população total, foi definida uma amostra de 38 empresas de biotecnologia para serem entrevistadas, devendo estas ser selecionadas aleatoriamente, por meio de sorteio. Inicialmente, das empresas selecionadas 31 foram visitadas, mas somente 10 se dispuseram a ser entrevistadas.

Na maioria das empresas de biotecnologia, os seus responsáveis não são apenas empresários, eles também exercem outras funções. Muitos são professores, médicos, veterinários, conseqüentemente, não é fácil conseguir que as empresas disponibilizem seu tempo. Um fator agravante para este primeiro problema foi o tamanho do questionário, o qual era preciso cerca de duas horas para sua aplicação. A ausência de apresentação de resultados oriundos de pesquisas de campo realizadas anteriormente no *cluster* fez com que este tipo de trabalho fosse avaliado negativamente pelas empresas, dificultando ainda mais a marcação das entrevistas.

Além destes problemas, o período de realização desta pesquisa de campo coincidiu com a de outras duas instituições. A Fundação Biominas e o SindBio também estavam desenvolvendo um diagnóstico sobre o *cluster* de biotecnologia em Belo Horizonte e da mesma forma estavam aplicando questionários nas empresas, o que provocou um certo saturamento naquela ocasião. E, por fim, também foi motivo de problema a distância entre as empresas. Embora, elas estejam fortemente localizadas na região metropolitana de Belo Horizonte, o deslocamento entre elas não é fácil e algumas se localizam em áreas bem distantes e de difícil acesso para o pesquisador.

Em função dessas dificuldades e do comprometimento com alguns prazos, foi estabelecido que o número de empresas entrevistadas deveria ser reduzido. Passou-se a trabalhar, então, com a possibilidade de entrevistar 20 empresas por considerar que um terço da população

²⁸ Ver Anexo II.

total seria uma amostra razoável. A partir daí, com o apoio do IEL/FIEMG e do SEBRAE/MG, conseguiu-se entrevistar mais 9 empresas. Ou seja, a amostra ficou restrita a 19 empresas, sendo estas selecionadas a partir da decisão das empresas em participar ou não da pesquisa.

Como o número de entrevistas não foi alcançado em virtude das sucessivas negativas das empresas em se submeter à aplicação do questionário, mesmo após a intermediação de instituições de apoio, como o IEL/FIEMG, optou-se também pela realização de entrevistas nas instituições de apoio, de modo a complementar as informações sobre o APL.²⁹

3.2. Análise dos Resultados Encontrados na Pesquisa de Campo

3.2.1. Perfil das Empresas Entrevistadas

A composição da amostra de empresas de biotecnologia entrevistadas em Belo Horizonte pode ser observada na Tabela 14³⁰.

TABELA 14: Distribuição das Empresas da Amostra do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte por Segmento Principal de Atividade

Saúde Humana	15
Diagnóstico	9
Farmacêutico	2
Fitoterápicos	1
Biomateriais	3
Saúde Animal	1
Meio Ambiente	2
Outros*	1
TOTAL DA AMOSTRA	19

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

*Inclui empresas do segmento industrial (química fina)

²⁹ Ver Nota nº 22.

³⁰ Das 19 empresas da amostra 6 eram incubadas na Fundação Biominas.

Tanto na amostra quanto no total da população, as empresas voltadas para a Saúde Humana são a maioria (Tabela 15). Dentro desta atividade principal, a que se destaca é a de Diagnósticos, que corresponde a quase 50% do total de empresas entrevistadas. Esta subcategoria refere-se à produção de *kits* para diagnósticos; exames de identificação genética; desenvolvimento e produção de reagentes para diagnóstico médico. A atividade Farmacêutica diz respeito à produção de medicamentos e correlatos. Em Fitoterápicos, incluem-se a produção de medicamentos e cosméticos naturais. A atividade de Biomateriais inclui a reconstrução tecidual e óssea, além da produção de lentes intra-oculares e válvulas cardíacas.

Das empresas entrevistadas, apenas uma era da área de Saúde Animal, a qual trabalha com identificação genética e reprodução bovina. No que tange à meio ambiente, as empresas da amostra estão voltadas para atividades de saneamento, tratamento de resíduos e análises e projetos florestais. No segmento denominado Outros, encontra-se uma empresa do setor químico-metalúrgico voltada para o desenvolvimento e fabricação de produtos biodegradáveis para limpeza e tratamento de superfícies.

A concentração setorial do *cluster* de biotecnologia na área de saúde humana pode ser percebida também em outros trabalhos como Biominas (2001), FIEMG (2000), Souza (2001), Baeta et al (2002).

TABELA 15: Total de Empresas de Biotecnologia Presentes em Minas Gerais e Distribuição Percentual por Áreas de Aplicação

Áreas	1999	2000	2004 **
	N=53	N=89	N=75
	%	%	%
Saúde Humana	64	51	53
Agronegócios	15	9	17
Saúde Animal	6	6	15
Meio Ambiente	6	10	11
Outras*	9	14	4

Fonte: Judice (2004).

* Fornecedores, serviços, insumos industriais.

** Pesquisa em andamento. Para possibilitar comparabilidade internacional foram retirados fornecedores de equipamentos e serviços de consultoria e empresas públicas, não considerados nos *surveys* americano e canadense utilizados como base. Além disso, durante esta pesquisa verificou-se o desaparecimento de algumas empresas.

Os resultados da pesquisa refletem outra característica importante do APL de biotecnologia de Belo Horizonte, qual seja, a preponderância das empresas de pequeno porte (Tabela 16). Cerca de 79% das empresas entrevistadas são micro empresas, ou seja, possuem menos de 19 empregados³¹ e são responsáveis por mais da metade (56,3%) dos postos de trabalho gerados. O restante da amostra é composta por pequenas empresas, das quais, a maior possui apenas 46 funcionários. Este grupo de empresas, por sua vez, responde por 43,7% dos empregos gerados.

TABELA 16: Identificação do Porte e do Emprego Gerado pelas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte

Tamanho	Nº de Empresas	%	Nº de Empregados	%
Micro	15	78,9%	166	56,3%
Pequena	4	21,1%	129	43,7%
Média	0	0,0%	0	0,0%
Grande	0	0,0%	0	0,0%
TOTAL	19	100,0%	295	100,0%

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

³¹ A definição do porte das empresas por número de empregados é aquela adotada pelo SEBRAE para o setor industrial, qual seja: micro empresa possui até 19 funcionários; pequena empresa, de 20 a 99 funcionários; média empresa, de 100 a 500 e grande empresa mais de 500 funcionários.

Estes dados expressam uma vocação da bio-indústria que também está presente em âmbito nacional. De acordo com o levantamento realizado pela Fundação Biominas, em 2001, mais de 60% das empresas identificadas no Brasil são de pequeno porte (Tabela 17).

TABELA 17 Distribuição do Total de Empresas de Biotecnologia Identificadas no Brasil por Categorias Especiais

Categorias Especiais do Diretório	Empresas Identificadas (N=304)	
	Nº	%
Micro e Pequenas Empresas (MPEs)	185	61
MPEs Incubadas	53	17
Multinacionais	28	9
Públicas	9	3
Fármacos e genéricos	17	6
Multinacionais Agro	12	4
TOTAL	304	100

Fonte: Biominas (2001).

No que se refere à idade destas empresas, cabe destacar que é possível encontrar tanto empresas recém criadas – *start ups* – quanto empresas maduras, porém vale ressaltar que o período de maturação das empresas da bio-indústria é bem mais extenso do que o das empresas de outros setores da economia. Elas possuem uma tendência a serem mais “lentas” no seu processo de consolidação no mercado, principalmente porque seus produtos, em geral, aqueles que se destinam à saúde humana, levam um tempo muito grande para serem aprovados pelas agências de saúde e serem aceitos no mercado.³² Da amostra de empresas entrevistadas, a mais antiga delas foi fundada em 1977 e está no segmento de diagnóstico e a mais nova, cuja atividade

³² Uma das empresas do segmento de biomaterial entrevistada diz que é muito difícil para as empresas da área da saúde entrarem e se consolidarem no mercado pois, às vezes, ela desenvolve um produto mas até que ele seja legalmente registrado pelos órgãos públicos a empresa fica trabalhando sem gerar receita. A entrevistada diz que, em média, um produto leva três anos para ser registrado apenas no Ministério da Saúde. Uma outra empresa, está voltada para a fabricação e comercialização de produtos para uso em diagnóstico laboratorial, ainda acrescenta que a cultura brasileira também dificulta a consolidação das empresas no mercado já que, muitas vezes, prefere-se os produtos importados aos nacionais.

principal é saúde animal, foi criada em 2003. De acordo com a Tabela 18, pode-se perceber que a maioria das empresas foram fundadas entre os anos 1996 e 2003, ou seja, são empresas relativamente novas, com menos de 10 anos de existência.

Apesar de compartilharem uma mesma base tecnológica, as empresas do setor de biotecnologia, e em particular as do pólo de Belo Horizonte, atuam em mercados com características muito diferenciadas. Além disso, elas utilizam, no seu dia a dia, tecnologias com graus de complexidade e inovatividade também variados. Quanto ao seu tamanho e “idade”, são encontradas desde “start-ups” surgidas muito recentemente e em alguns casos com poucos ou nenhum empregados além dos sócios, até empresas de médio porte, com mais de 500 empregados e já amplamente estabelecidas nos seus mercados. (FAJNZYLBER, 2002:7).

TABELA 18: Ano de Fundação das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte

Ano de Fundação	Micro		Pequena	
	Nº Empresas	%	Nº Empresas	%
Até 1980	1	6,7%	1	25,0%
1981-1985	0	0,0%	1	25,0%
1986-1990	0	0,0%	1	25,0%
1991-1995	4	26,7%	1	25,0%
1996-2000	7	46,7%	0	0,0%
2001-2003	3	20,0%	0	0,0%
TOTAL	15	100%	4	100%

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

Uma pesquisa de campo realizada por Souza (2001:7) também constatou dados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa, o que mostra a manutenção das tendências que caracterizam o *cluster*.

O segmento que mais se destacou (em sua pesquisa) foi o de Diagnóstico Humano [...]. Em grande parte estas empresas estão localizadas no entorno de Belo Horizonte o que pode ser consequência do grande número de hospitais e clínicas ali existentes. De modo geral, a maioria das empresas entrevistadas tem menos de 11 anos de existência (58%) e são de pequeno porte, pois 53% das

empresas empregam menos de 20 funcionários, ou ainda, 69% empregam menos de 50 funcionários, [...].

No que tange ao capital controlador das empresas, dentre as 19 entrevistadas, 17 empresas, o que equivale à aproximadamente 89,5% do total da amostra, são de origem nacional e apenas duas têm o capital controlador de origem mista. Além disso, 18 são independentes e apenas uma micro empresa faz parte de um grupo (Tabela 19).

TABELA 19: Origem do Capital Controlador das Empresas das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte

Descrição	Micro		Pequena	
	Nº Empresas	%	Nº Empresas	%
Origem do Capital				
Nacional	13	86,7%	4	100,0%
Estrangeiro	0	0,0%	0	0,0%
Nacional e Estrangeiro	2	13,3%	0	0,0%
Total	15	100,0%	4	100,0%
Sua Empresa é				
Independente	14	93,3%	4	100,0%
Parte do Grupo	1	6,7%	0	0,0%
Total	15	100,0%	4	100,0%
Qual a relação com o Grupo				
Controladora	0	0,0%	0	0,0%
Controlada	0	0,0%	0	0,0%
Coligada	1	100,0%	0	0,0%
Total	1	100,0%	0	0,0%

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

Outro ponto interessante a se destacar é quanto ao perfil dos sócios fundadores destas empresas. Constatou-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 (Tabela 20). Por meio das entrevistas percebeu-se ainda dois aspectos importantes. Um deles é que a maioria dos seus fundadores provêm da área

acadêmica e o segundo, é que além de serem empresários, geralmente eles continuam exercendo uma outra profissão, grande parte são ainda professores ou médicos. Adicionalmente, uma terceira característica bastante forte nestas empresas é que o sócio fundador também participa ativamente das atividades da empresa já que, como empresa de pequeno porte, em geral, não dispõe de grande volume de recursos para contratar muitos profissionais.

TABELA 20: Perfil do Sócio Fundador das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte

IDADE	Nº de Empresas	%
Entre 30 e 40 anos	8	47,06
Entre 41 e 50 anos	7	41,18
Entre 51 e 60 anos	2	11,76
Acima de 61 anos	0	0,00
TOTAL*	17	100,00
SEXO	Nº de Empresas	%
Masculino	15	78,95
Feminino	4	21,05
TOTAL	19	100,00
ESCOLARIDADE	Nº de Empresas	%
Ensino Médio Completo	1	5,26
Superior Incompleto	1	5,26
Superior Completo	6	31,58
Pós-Graduação	11	57,89
TOTAL	19	100,00

Fonte: Pesquisa de Campo (2004).

* Esta questão foi respondida por apenas 17 empresas da amostra.

O alto nível de escolaridade encontrado entre os empresários, onde o ensino superior visivelmente se destaca, também é percebido entre o pessoal ocupado nas empresas. Nas micro empresas entrevistadas, do total de 166 empregados, quase 51% possui ensino superior completo ou pós-graduação. Já nas pequenas empresas, esse número é menor, 28%. Contudo, se se considera o número de empregados com superior incompleto, esse percentual cresce para

aproximadamente 46%. Ou seja, mesmo nas empresas de pequeno porte o nível de escolaridade na bio-indústria é bastante elevado; além disso, não foi identificado nenhum analfabeto nestas empresas (Tabela 21).

Um outro fator de importância no desenvolvimento do pólo de biotecnologia de Minas Gerais é a presença na região de um significativo sistema universitário e de centros de pesquisa. Destaca-se neste sentido o papel representado pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sediada em Belo Horizonte. A UFMG é uma das maiores universidades do país e conta com mais de 160 PhDs em ciências biológicas. Ela é tida como uma das principais fontes de empreendedores e mão de obra para as empresas de base tecnológica na área de biotecnologia. De fato, a Biobrás, uma das duas maiores empresas do pólo, foi fundada nos anos setenta por um professor do departamento de bioquímica da UFMG, e 9 das 14 empresas existentes em 1999 na incubadora da Fundação Biominas eram “spin-offs” dessa universidade. (FAJNZYLBBER, 2002:12).

TABELA 21: Grau de Escolaridade do Pessoal Ocupado nas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte

Grau de Ensino	Micro		Pequena	
	Qde	%	Qde	%
Analfabeto	0	0,0%	0	0,0%
Ensino Fundamental Incompleto	2	1,2%	5	3,9%
Ensino Fundamental Completo	9	5,4%	15	11,6%
Ensino Médio Incompleto	5	3,0%	17	13,2%
Ensino Médio Completo	38	22,9%	33	25,6%
Superior Incompleto	28	16,9%	23	17,8%
Superior Completo	57	34,3%	21	16,3%
Pós-Graduação	27	16,3%	15	11,6%
TOTAL	166	100,0%	129	100,0%

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

Além da presença da UFMG, o *cluster* conta ainda com a presença de vários institutos de pesquisas associados à FIOCRUZ (Fundação Osvaldo Cruz); à EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e ao governo do estado de Minas Gerais, como é o caso da FUNED (Fundação Ezequiel Dias) e do CETEC (Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais) que são órgãos estaduais. O primeiro, desenvolve pesquisas no campo da ciência biológica e produção de

soros, vacinas, medicamentos e análises laboratoriais; o segundo atua fundamentalmente em segmentos das áreas de alimentos, tecnologia automotiva, materiais, meio ambiente, qualidade industrial e informação tecnológica. Merece atenção o fato de que a FIOCRUZ e a EMBRAPA são referências nacionais de pesquisa em saúde e de pesquisa agrícola, respectivamente.

Cabe destacar também a importância das universidades federais no desenvolvimento de atividades de pesquisa em biotecnologia, como a de Viçosa (UFV) em genética vegetal e animal; a de Juiz de Fora (UFJF) em bioquímica; a de Lavras (UFLA) e Ouro Preto (UFOP) em aplicações para agronomia e minerais (FAJNZYLBBER, 2002).

Quanto às relações de trabalho, pode-se perceber por meio da Tabela 22, que grande parte do pessoal ocupado nas micro e pequenas empresas da amostra são por contratos formais, 57,2% e 69,8%, respectivamente. A quantidade de sócios proprietários também é relativamente alta nas duas categorias de empresas – 19,3% nas micro e 11,6% nas pequenas empresas. Em particular, nas micro empresas a relação de trabalho que, na seqüência, se destaca é a de estagiário, com 9,6% do total de empregados. Já nas pequenas empresas é a de serviços terceirizados, com cerca de 10%.

TABELA 22: Caracterização das Relações de Trabalho Segundo o Número Total de Pessoas Ocupadas nas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte

Tipos	Micro		Pequena	
	Nº Pessoas	%	Nº Pessoas	%
Sócio Proprietário	32	19,3%	15	11,6%
Contratos Formais	95	57,2%	90	69,8%
Estagiário	16	9,6%	9	7,0%
Serviço Temporário	7	4,2%	2	1,6%
Terceirizados	15	9,0%	13	10,1%
Familiares sem contrato formal	1	0,6%	0	0,0%
TOTAL	166	100%	129	100%

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

As empresas também destacaram quais são as principais dificuldades encontradas em sua operação. Para tanto, foi realizada uma comparação entre o seu primeiro ano de vida e o ano de 2002, a fim de se ter uma noção da evolução destas dificuldades, como pode ser visto na Tabela 23.

TABELA 23: Comparação do Grau de Dificuldade na Operação das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte em Seu Primeiro Ano de Vida e em 2002

Dificuldade	Micro		Pequena	
	1º Ano	2002	1º Ano	2002
	Índice de Relevância ³³	Índice de Relevância	Índice de Relevância	Índice de Relevância
Contratar empregados qualificados	0,45	0,51	0,40	0,40
Produzir com qualidade	0,47	0,17	0,63	0,45
Vender a produção	0,61	0,44	1,00	0,53
Custo ou falta de capital de giro	0,39	0,53	0,65	0,55
Custo ou falta de capital para aquisição de máquinas e equipamentos	0,47	0,55	0,77	0,53
Custo ou falta de capital para aquisição/locação de instalações	0,44	0,39	0,73	0,40
Pagamento de juros	0,11	0,26	0,40	0,50
Outras dificuldades	1,00	1,00	1,00	1,00

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

As dificuldades que as empresas da amostra, tanto micro quanto pequenas, atribuíram maior relevância encontram-se no item “Outras Dificuldades” que engloba: os entraves na importação de insumos e máquinas e equipamentos; a falta de apoio governamental e a burocracia para implementar novas tecnologias e aprovar novos produtos; a falta de linhas de crédito específicas para o setor; a dificuldade de se colocar o produto no mercado e a elevada carga tributária.

³³ Índice de Relevância = $(0 \cdot N^{\circ} \text{ Nulas} + 0,3 \cdot N^{\circ} \text{ Baixas} + 0,6 \cdot N^{\circ} \text{ Médias} + N^{\circ} \text{ Altas}) / (N^{\circ} \text{ Empresas no Segmento})$. Este índice varia entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1 estiver, mais importante é o item em questão. Entretanto, no caso da Tabela 22, esse índice apresenta a constância com que algumas atividades inovativas foram realizadas, sendo, neste caso, seu cálculo baseado na seguinte fórmula: Índice = $(0 \cdot N^{\circ} \text{ Não desenvolveu} + 0,5 \cdot N^{\circ} \text{ Ocasionalmente} + N^{\circ} \text{ Rotineiramente}) / (N^{\circ} \text{ de Empresas no Segmento})$

Para as micro empresas entrevistadas, pagamento de juros, custo ou falta de capital de giro e custo ou falta de capital para aquisição/locação de instalações, em seu primeiro ano de vida, não representam elevado grau de dificuldade. Uma justificativa para esta constatação pode estar no fato de que a maioria das empresas, nesta fase, estão instaladas em incubadoras de empresas ou no interior de universidades, podendo contar com a infra-estrutura, além de máquinas e equipamentos presentes nestas instituições.

Acredita-se que outra justificativa seja a de que, na maioria dos casos, estes empreendedores começam suas atividades empresariais mais tarde, após já ter exercido outras ocupações, tais como professores, médicos, veterinários entre outros, ou conciliam as duas atividades ao mesmo tempo, o que possibilita defender a idéia de que eles disponibilizem de certo recurso para investir inicialmente em sua empresa, não precisando recorrer imediatamente à empréstimos financeiros.

Outra dificuldade que, em comparação aos outros índices, não é muito relevante para as micro e, nem mesmo, para as pequenas empresas é a contratação de mão-de-obra qualificada, justamente pelo que já foi colocado anteriormente, ou seja, a forte presença de instituições de ensino e pesquisa contribuem fortemente na formação e acúmulo de conhecimento gerando um volume expressivo de recursos humanos qualificados na região (SOUZA, 2001). Entretanto, como pode ser visto, estes índices não são muito baixos, pois alcançam patamares próximos a 0,50. A justificativa para tal fato pode estar no elevado custo para se contratar mão-de-obra qualificada.

Vender a produção no primeiro ano de vida foi apontado pelas micro e pequenas empresas com um fator relativamente difícil, mas que tende a decrescer com o passar dos anos, conforme vai se conquistando seu espaço no mercado.

No que se refere às pequenas empresas, é interessante notar que, aquelas dificuldades que não eram tão relevantes para as micro empresas, para elas já são significativas. Para as pequenas empresas o custo ou falta de capital para aquisição de máquinas e equipamentos, o custo ou falta de capital para aquisição/locação de instalações e o custo ou falta de capital de giro representam dificuldades expressivas em seu primeiro ano de vida. Uma das razões para isto é que com a sua maturação, as empresas que eram incubadas precisam deixar esta condição, passando a ter ‘vida própria’, precisando adquirir seus próprios instrumentos de trabalho, suas próprias instalações, montar seus laboratórios, o que demanda mais recursos e, conseqüentemente faz com que as empresas recorram à alguma ajuda financeira. Mas, estas dificuldades que são relativamente maiores para as pequenas empresas também tendem a declinar no decorrer dos anos.

3.2.2. Capacitação Tecnológica e Atividades Inovativas

Parte importante do questionário aplicado às empresas dedicou-se a investigar a atividade de inovação. Pesquisou-se, em especial, as fontes de informação para a atividade de inovação, as inovações implementadas em nível da empresa e do mercado (nacional ou internacional) e a importância da inovação na competitividade das empresas.

O questionamento sobre as atividades de inovação mostrou um quadro compatível com o padrão de concorrência em um setor tecnologicamente avançado, onde as inovações cumprem papel fundamental na competitividade empresarial (Tabela 24). 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 36,8% das empresas desenvolveram um produto novo para o

mercado nacional e 15,8% 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. Inovações no acondicionamento e no desenho dos produtos foram realizadas por aproximadamente 36,8% e 10,5% das empresas, 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% implementaram novos métodos de gerenciamento visando atender as 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); vacina contra leishmaniose (produto patentado); kit para diagnóstico de câncer de próstata (mais conhecido como PSA)³⁴; a tecnologia SAM (Seleção Assistida por Marcadores)³⁵.

³⁴ A empresa fabricante do kit para diagnóstico de câncer de próstata, ou seja, do kit PSA tradicional é a única da América Latina e, também, a única do mundo a fabricar o kit PSA 'Visual' – kit que permite a um técnico distinguir visualmente diversas faixas do hormônio PSA no sangue, isto é, não é necessário se utilizar mais aparelhos especiais e sofisticados para a revelação dos resultados, o que representa um avanço tecnológico muito grande em relação ao kit tradicional. Além de sua alta sensibilidade, outra importante vantagem deste novo kit é o seu baixo custo.

³⁵ A empresa responsável pelo desenvolvimento deste novo processo, pioneira no Brasil e no mundo, localizada em Belo Horizonte (MG), diz que com a aplicação desta técnica o aumento na produtividade de carne do país poderá alcançar um patamar de 150 mil toneladas. E explica que antes o melhoramento genético do rebanho acontecia por meio de avaliações da aparência externa e do desempenho do animal, os melhores animais eram escolhidos para serem os pais da próxima geração. Hoje, com o avanço da genética molecular é possível buscar no DNA dos animais

TABELA 24: Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte que Realizaram Inovações entre os Anos de 2000 e 2002

Descrição	Micro		Pequena		Total das empresas que realizaram inovações
	Sim	Não	Sim	Não	
Inovações de produto					
Produto novo para a sua empresa, mas já existente no mercado?	7 46,7%	8 53,3%	2 50,0%	2 50,0%	47,4%
Produto novo para o mercado nacional?	5 33,3%	10 66,7%	2 50,0%	2 50,0%	36,8%
Produto novo para o mercado internacional?	2 13,3%	13 86,7%	1 25,0%	3 75,0%	15,8%
Inovações de processo					
Processos tecnológicos novos para a sua empresa, mas já existentes no setor?	4 26,7%	11 73,3%	2 50,0%	2 50,0%	31,6%
Processos tecnológicos novos para o setor de atuação?	4 26,7%	11 73,3%	1 25,0%	3 75,0%	26,3%
Outros tipos de inovação					
Criação ou melhoria substancial, do ponto de vista tecnológico, do modo de acondicionamento de produtos (embalagem)?	4 26,7%	11 73,3%	3 75,0%	1 25,0%	36,8%
Inovações no desenho de produtos?	1 6,7%	14 93,3%	1 25,0%	3 75,0%	10,5%
Realização de mudanças organizacionais (inovações organizacionais)					
Implementação de técnicas avançadas de gestão?	3 20,0%	12 80,0%	2 50,0%	2 50,0%	26,3%
Implementação de significativas mudanças na estrutura organizacional?	7 46,7%	8 53,3%	2 50,0%	2 50,0%	47,4%
Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de marketing?	5 33,3%	10 66,7%	3 75,0%	1 25,0%	42,1%
Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de comercialização?	8 53,3%	7 46,7%	3 75,0%	1 25,0%	57,9%
Implementação de novos métodos e gerenciamento, visando a atender normas de certificação (ISO 9000, ISSO 14000, etc)?	9 60,0%	6 40,0%	4 100,0%	0 0,0%	68,4%

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

Em 2002, segundo as micro empresas entrevistadas, a atividade inovativa que ocorreu com maior frequência foi a aquisição de máquinas e equipamentos que implicaram em

as informações de interesse para a seleção. Assim, a nova técnica consiste em selecionar bovinos mais produtivos por meio de marcadores, ou seja, informações genético-moleculares presentes no DNA de cada animal. Mais informações: Folha Inovação: Sudeste tem 15 Vencedores. Edição Especial do 7º Prêmio FINEP de Inovação Tecnológica. n. 19, out. 2004. Informativo FINEP.

significativas melhorias tecnológicas de produtos/processos ou que estão associados aos novos produtos/processos (Tabela 25). Na seqüência, duas atividades aconteceram com a mesma freqüência, quais sejam, a pesquisa e desenvolvimento (P&D) na própria empresa e os programas de gestão da qualidade ou de modernização organizacional (tais como: qualidade total, reengenharia de processos administrativos, desverticalização do processo produtivo, métodos de “*just in time*”, etc.). Mas, percebe-se que os índices de constância das atividades inovativas nesta classe de empresas são relativamente baixos.

A atividade de P&D na própria empresa teve maior assiduidade nas pequenas empresas da amostra, apresentando um índice de relevância igual a 1,00. As outras duas atividades inovativas que se destacaram em termos de constância foram o desenvolvimento de programas de gestão da qualidade ou de modernização organizacional e a implementação de novas formas de comercialização e distribuição para o mercado de produtos novos ou significativamente melhorados, como pode ser visto na Tabela 25.

TABELA 25: Grau de Constância das Atividades Inovativas nas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte, em 2002

Descrição	Micro	Pequena
	Índice de Constância	Índice de Constância
1. Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na sua empresa	0,57	1,00
2. Aquisição externa de P&D	0,14	0,50
3. Aquisição de máquinas e equipamentos que implicaram em significativas melhorias tecnológicas de produtos/processos ou que estão associados aos novos produtos/processos	0,64	0,63
4. Aquisição de outras tecnologias (<i>softwares</i> , licenças ou acordos de transferência de tecnologias tais como patentes, marcas, segredos industriais)	0,46	0,38
5. Projeto industrial ou desenho industrial associados à produtos/processos tecnologicamente novos ou significativamente melhorados	0,23	0,67
6. Programa de treinamento orientado à introdução de produtos/processos tecnologicamente novos ou significativamente melhorados	0,42	0,50
7. Programas de gestão da qualidade ou de modernização organizacional, tais como: qualidade total, reengenharia de processos administrativos, desverticalização do processo produtivo, métodos de “just in time”, etc	0,57	0,75
8. Novas formas de comercialização e distribuição para o mercado de produtos novos ou significativamente melhorados	0,51	0,75

Fonte: Pesquisa de Campo (2004).

Constatou-se também por meio do questionário que para as micro empresas da amostra os maiores impactos resultantes da introdução de inovações, em ordem decrescente, foram: a ampliação da gama de produtos ofertados, o aumento da sua participação no mercado interno e o aumento da sua produtividade. Para as pequenas empresas os resultados mais importantes decorrentes da implementação da inovação foram: permitiu que a empresa mantivesse a sua participação nos mercados de atuação, aumentou a participação no mercado externo da empresa, permitiu o enquadramento em regulações e normas padrão relativas ao mercado interno (Tabela 26).

TABELA 26: Impactos Gerados pela Introdução de Inovações nas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte

Descrição	Micro	Pequena
	Índice de Relevância	Índice de Relevância
Aumento da produtividade da empresa	0,71	0,87
Ampliação da gama de produtos ofertados	0,78	0,80
Aumento da qualidade dos produtos	0,62	0,80
Permitiu que a empresa mantivesse a sua participação nos mercados de atuação	0,56	1,00
Aumento da participação no mercado interno da empresa	0,73	0,67
Aumento da participação no mercado externo da empresa	0,65	1,00
Permitiu que a empresa abrisse novos mercados	0,73	0,67
Permitiu a redução de custos do trabalho	0,19	0,80
Permitiu a redução de custos de insumos	0,19	0,00
Permitiu a redução do consumo de energia	0,00	0,60
Permitiu o enquadramento em regulações e normas padrão relativas ao Mercado Interno	0,58	1,00
Permitiu o enquadramento em regulações e normas padrão relativas ao Mercado Externo	0,55	0,00
Permitiu reduzir o impacto sobre o meio ambiente	0,08	0,30

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

Em seguida, o questionário aborda a questão do treinamento e capacitação de recursos humanos. As micro empresas atribuíram maior relevância à absorção de formandos dos cursos universitários e cursos técnicos localizados no arranjo ou próximos, os quais apresentaram índices de 0,68 cada. O que mostra, mais uma vez, o papel importante desempenhado pelo grande número de instituições de ensino e pesquisa presentes no APL de biotecnologia em Belo Horizonte. O treinamento na empresa e em cursos técnicos realizados no arranjo foram as atividades que mais contribuíram para a formação de recursos humanos segundo as pequenas empresas entrevistadas. Porém, não se pode deixar de destacar que a absorção de formandos dos cursos universitários e cursos técnicos localizados no arranjo ou próximos também tiveram grande importância para esta categoria de empresas, com índices superiores aos das micro empresas, 0,87 e 0,73 respectivamente (Tabela 27).

TABELA 27: Grau de Importância das Atividades de Treinamento e Capacitação de Recursos Humanos Realizadas pelas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte entre os anos de 2000 e 2002

Descrição	Micro	Pequena
	Índice de Relevância	Índice de Relevância
1. Treinamento na empresa	0,58	1,00
2. Treinamento em cursos técnicos realizados no arranjo	0,56	1,00
3. Treinamento em cursos técnicos fora do arranjo	0,59	0,87
4. Estágios em empresas fornecedoras ou clientes	0,34	0,10
5. Estágios em empresas do grupo	0,03	0,00
6. Contratação de técnicos/engenheiros de outras empresas do arranjo	0,17	0,20
7. Contratação de técnicos/engenheiros de empresas fora do arranjo	0,13	0,20
8. Absorção de formandos dos cursos universitários localizados no arranjo ou próximo	0,68	0,87
9. Absorção de formandos dos cursos técnicos localizados no arranjo ou próximo	0,68	0,73

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

Outra questão investigada foi quanto às principais fontes de informação utilizadas pelas empresas durante os anos de 2000 a 2002. No que tange às fontes internas, pode-se perceber através da Tabela 28 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* (com índices acima de 0,80, exceto a área de vendas e *marketing* para as micro empresas). Entre as fontes externas, apresentaram-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.

TABELA 28: Caracterização das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte Quanto ao Grau de Importância das Fontes de Informação

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 (<i>joint venture</i>)	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).

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 ausência no APL de segmentos importantes 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.

3.2.3. Externalidades, Atividades Cooperativas e Competitividade

Verificar a ocorrência de externalidades é um passo importante no estudo das aglomerações de empresas. A lógica que está por trás dessa idéia é a de que pequenas empresas poderiam superar, ao menos parcialmente, suas debilidades estruturais organizando-se em aglomerações devido à presença de externalidades, que poderiam ser incidentais ou espontâneas, como apresentado por A. Marshall, ou construídas por ações deliberadas das empresas e instituições, conforme a definição aprimorada de H. Schmitz (1992; 1993).

Acredita-se que as aglomerações produtivas locais “imersas” (*embedded*) em um ambiente local possam facilitar e estimular interações coletivas e possam fazer a ligação entre um sistema de produção e uma cultura tecnológica particular devido à proximidade cognitiva e física entre os agentes, possibilitando aos mesmos incorrer em processos de aprendizado coletivo e de difusão de conhecimento tácito e codificado (SANTOS et al, 2002).

As respostas dadas pelas empresas a essa questão indicam de forma inequívoca que trata-se de uma aglomeração incompleta (Tabela 29), no sentido de que atividades importantes da cadeia produtiva não estão presentes no local, o que diminui tanto a ocorrência de externalidades espontâneas como as possibilidades para ações conjuntas (como pode ser verificado por meio dos baixos índices atribuídos à proximidade com produtores de equipamentos, bem como com fornecedores de insumos e matérias-primas). Essa característica deve-se, provavelmente, à constituição muito recente da aglomeração de empresas que, ademais, ocorreu em um ambiente

macroeconômico fortemente restritivo das atividades produtivas. As empresas entrevistadas alegam que parte importante de suas máquinas e equipamentos bem como insumos e matérias-primas não são adquiridos no interior do APL.

Como vantagens intrínsecas à localização em Belo Horizonte, as empresas destacaram principalmente a disponibilidade de mão-de-obra qualificada, resultado do número expressivo de instituições de ensino, pesquisa e capacitação profissional, e a presença da Fundação BIOMINAS³⁶ (referência feita no item “Outras Vantagens”)³⁷. Um certo destaque também foi dado ao item disponibilidade de serviços técnicos especializados, com índice de 0,44 e 0,48, para micro e pequenas empresas. A proximidade com clientes/consumidores também alcançaram um índice de relevância significativo – 0,52 para as micro empresas e 0,40 para as pequenas. A explicação pode estar no fato de que como grande parte das empresas entrevistadas bem como do *cluster* em geral, atuam na área da saúde, em particular, de diagnóstico, um volume considerável dos produtos fabricados por estas empresas é demandado pela região que apresenta um grande número de laboratórios, clínicas e hospitais.

Para as micro empresas o aspecto que menos influenciou para que a sua localização fosse no APL de biotecnologia de Belo Horizonte foi o baixo custo da mão-de-obra (índice 0,18), segundo as empresas da amostra este não é um tipo de custo que seja baixo para empresas como as da bio-indústria, ou seja, de base tecnológica. Este tipo de empresa precisa que o seu corpo

³⁶ Uma das empresas entrevistadas deixou bem claro que sua presença em Belo Horizonte era quase que exclusivamente por causa da Fundação Biominas, já que foi a incubadora de empresa que permitiu a ela condições de vir a existir. O seu fundador na época não disponibilizava de recursos para comprar máquinas e equipamentos, insumos, montar laboratório, enfim, para adquirir tudo aquilo que era necessário para dar início às suas atividades. A incubadora, além do apoio institucional e tecnológico, disponibilizou a infra-estrutura física juntamente com seus laboratórios, máquinas e equipamentos, o que possibilitou à empresa iniciar suas atividades. Segundo a empresa, embora seu fundador atuasse na área acadêmica na UFMG, foi a Fundação Biominas a responsável pela sua permanência na capital, caso ela não existisse, a empresa teria optado por estar em qualquer outro lugar, talvez São Paulo ou Rio de Janeiro.

³⁷ Nessa questão, uma empresa entrevistada citou como vantagem da localidade o acesso a capital de risco. Há indicações de que existe um processo, ainda incipiente, de formação de fundos de capital de risco para as empresas de biotecnologia em Belo Horizonte (INSTITUTO EUVALDO LODI, 2004).

profissional seja, quase que 100%, altamente qualificado, o que torna a sua manutenção muito dispendiosa. Já para as pequenas empresas, o item de menor relevância foi a existência de programas de apoio e promoção. As empresas apresentaram uma insatisfação muito grande neste sentido, alegando que faltam programas específicos para o setor. No que tange à proximidade com universidades e centros de pesquisa, pode-se dizer que seu índice de relevância foi relativamente pequeno para ambas as categorias de empresas.

Aqui aparece uma contradição. As empresas entrevistadas classificam as universidades e institutos de pesquisas como importante fonte de informações (Tabela 28), porém, não consideram a proximidade com estes agentes um fator relevante para sua localização no APL (Tabela 29). Mais adiante, elas ainda afirmam que as relações de parceria/cooperação com estas instituições, embora importantes, pouco acontecem.

Mas, ao longo das entrevistas, as empresas apontam algumas conexões que desmontam a idéia de que as relações de cooperação são quase inexistentes. E, aos poucos, se percebe que a influência das instituições de ensino e pesquisa, em particular, da UFMG, na localização das empresas é inegável. Como dito anteriormente, as universidades e centros de pesquisas aparecem como uma das principais fontes de informação para as empresas; além disso, estas instituições disponibilizam laboratórios, equipamentos e pessoal especializado, são responsáveis pela quase totalidade da formação de mão-de-obra qualificada que abastece as empresas e, por fim, a maioria dos empresários do APL de biotecnologia de Belo Horizonte formou-se ou trabalhou nestas instituições. Portanto, pode-se dizer que, o ambiente científico é um fator importante para as empresas de biotecnologia estarem localizadas na capital de Minas Gerais.

TABELA 29: Vantagens da Localização para as Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte

Externalidades	Micro	Pequena
	Índice de Relevância*	Índice de Relevância*
Disponibilidade de mão-de-obra qualificada	0,58	0,48
Baixo custo da mão-de-obra	0,18	0,40
Proximidade com os fornecedores de insumos e matéria-prima	0,35	0,33
Proximidade com os clientes/consumidores	0,52	0,40
Infra-estrutura física (energia, transporte, comunicações).	0,41	0,30
Proximidade com produtores de equipamentos	0,22	0,23
Disponibilidade de serviços técnicos especializados	0,44	0,48
Existência de programas de apoio e promoção	0,22	0,20
Proximidade com universidades e centros de pesquisa	0,39	0,30
Outras Vantagens	1,00	1,00

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

Os dados referentes às principais transações que as empresas da amostra realizam localmente reforçam estes argumentos (Tabela 30). Verifica-se que a aquisição de serviços e a venda da produção são os itens assinalados como de maior relevância, seguido do item aquisição de insumos e matérias primas. Embora alguns insumos e matérias-primas sejam produzidos no município (como reagentes para diagnósticos, por exemplo), deve-se destacar que a relevância atribuída à aquisição destes produtos no local deve-se à existência de empresas que apenas os comercializam, dado que parte importante dos mesmos são adquiridos em São Paulo e/ou Rio de Janeiro. A aquisição de equipamentos localmente também não confere destaque à região, dado que grande parte deles são importados.

TABELA 30: Grau de Importância das Transações Comerciais Realizadas Localmente para as Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte

Tipos de Transações	Índice de Relevância	Índice de Relevância
Aquisição de insumos e matéria primas	0,53	0,53
Aquisição de equipamentos	0,33	0,53
Aquisição de componentes e peças	0,38	0,53
Aquisição de serviços (manutenção, marketing, etc)	0,60	0,87
Vendas de produtos	0,62	0,53

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

Quanto ao destino da produção pôde-se perceber que entre os anos de 1990 e 2000, as micro empresas do *cluster* de biotecnologia venderam predominantemente para o município (Tabela 31). Em 1990, segundo as empresas, toda a produção era vendida apenas localmente; em 1995 essa porcentagem cai para 90%, sendo que os 10% restante da produção direcionou-se para o Estado; em 2000, mais da metade da produção, ou seja, 60% ainda destinava-se exclusivamente ao município, 35% era para o Estado e 5% passou a ser vendida no Brasil como um todo. A justificativa para esta concentração das vendas no município pode estar, em grande medida, no fato de que existe na região um número bastante significativo de clínicas e hospitais. Sendo parte importante do *cluster* de Belo Horizonte formado por empresas do segmento de Diagnósticos este resultado não parece se desvencilhar da realidade.³⁸

Em 2002, verifica-se uma mudança de cenário. O volume de vendas realizadas apenas localmente cai para 16%. A produção passa a destinar-se mais para todo o Estado e para todo Brasil, o que não significa que as empresas deixaram de vender localmente, mas sim que passaram a ocupar novos mercados.

No que tange às pequenas empresas, o destino de suas vendas se concentra mais para o estado mineiro como um todo e não exclusivamente para o município. Entre os anos de 1990 e

³⁸ Uma das empresas da amostra comentou durante a entrevista que o segmento de Diagnóstico do *cluster* de biotecnologia de Belo Horizonte é, atualmente, todo abastecido por produção local.

1995, toda a produção era direcionada para o Estado; em 2000, essa porcentagem se reduz para 43,3% e, uma parcela maior, cerca de 56,7% da produção destinou-se para o país; em 2002, mais da metade da produção das pequenas empresas (61,7%) continuou a ser vendida para o Brasil como um todo e 1,7% destinou-se ao exterior, como ser percebido na Tabela 31.

TABELA 31: Destino das Vendas das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte*

Destino	Anos			
	1990	1995	2000	2002
1. Micro				
1.1. Local	100,0%	90,0%	60,0%	16,0%
1.2. Estado	0,0%	10,0%	35,0%	35,0%
1.3. Brasil	0,0%	0,0%	5,0%	49,0%
1.4. Exportação	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
2. Pequena				
2.1. Local	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2.2. Estado	100,0%	100,0%	43,3%	36,7%
2.3. Brasil	0,0%	0,0%	56,7%	61,7%
2.4. Exportação	0,0%	0,0%	0,0%	1,7%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: Pesquisa de Campo (2004).

*Apenas 8 empresas da amostra responderam a esta questão.

Do ponto de vista das empresas de pequeno porte, a investigação sobre a importância do local como fator de competitividade concretiza-se quando estão presentes, além de externalidades espontâneas, ações conjuntas que permitem-nas superar debilidades intrínsecas ao porte.

As ações conjuntas entre empresas, bem como aquelas que se verificam entre empresas e instituições de apoio, são tratadas na literatura neo-schumpeteriana como importantes elementos para a geração de inovações e competitividade na medida em que potencializam os mecanismos de aprendizado (*learning-by-interacting*) que, em empresas de pequeno porte, dificilmente podem ser obtidos mesmo com gastos elevados em P&D (pesquisa e desenvolvimento).

Quando perguntadas sobre a ocorrência de atividades cooperativas no ano de 2002, das 19 empresas da amostra, 14 disseram que realizou algum tipo de cooperação/parceria, ou seja, aproximadamente 74% das empresas entrevistadas (Tabela 32).

TABELA 32: Realização de Atividades Cooperativas pelas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte, em 2002

Tamanho da Empresa	Sim	Não	Total
Micro	11 73,3%	4 26,7%	15 100,0%
Pequena	3 75,0%	1 25,0%	4 100,0%

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

Apesar de verificar-se um número significativo de respostas positivas à realização de atividades cooperativas, a questão encaminhada na seqüência, sobre formas de cooperação, indica baixa consistência dos laços de cooperação entre as empresas e entre as empresas e instituições no APL. As informações da Tabela 33 mostram como as formas tradicionais de cooperação apresentam um índice de relevância extremamente baixo para as micro empresas entrevistadas. O maior índice encontrado para este segmento de empresas foi de 0,25 para as relações de cooperação no desenvolvimento de produtos e processos e na capacitação de recursos humanos – as micro empresas, na maioria dos casos, utilizam os laboratórios e as máquinas e equipamentos da incubadora de empresas ou de universidades e institutos de pesquisas. Os índices de relevância verificados entre as pequenas empresas também foram baixos, contudo visivelmente superiores aos das micro empresas, com destaque para cooperação no desenvolvimento de produtos e processos (0,58), na obtenção de financiamento (0,58) e na compra de insumos e equipamentos (0,50).

TABELA 33: Grau de Importância das Formas de Cooperação para as Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte

Descrição	Micro	Pequena
	Índice de Relevância	Índice de Relevância
Compra de insumos e equipamentos	0,21	0,50
Venda conjunta de produtos	0,13	0,25
Desenvolvimento de produtos e processos	0,25	0,58
<i>Design</i> e estilo de Produtos	0,08	0,23
Capacitação de recursos humanos	0,25	0,50
Obtenção de financiamento	0,17	0,58
Reivindicações	0,08	0,15
Participação conjunta em feiras, etc	0,23	0,48
Outras	0,13	0,00

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

Na seqüência, a pesquisa realizada nas empresas de biotecnologia de Belo Horizonte tentou apreender o papel das instituições de pesquisa e daquelas de apoio às empresas, no tocante à sua importância em atividades cooperativas, entre os anos de 2000 e 2002 (Tabela 34).

Nas entrevistas, as empresas demonstraram claramente que as relações de cooperação que existem com as instituições de ensino e pesquisa são significativamente fracas e, em geral, informais propiciadas por relações de caráter pessoal, se resumindo, fundamentalmente na utilização de seus laboratórios. As empresas afirmam que, em particular, a UFMG está muito voltada para dentro, não apresentam interesse pelos projetos de iniciativa privada, nem ao menos pela formalização das parcerias e, muitas vezes, não finalizam os compromissos que firmam com as empresas. Uma das empresas entrevistadas mencionou, por exemplo, o fato de que uma vez estabeleceu uma parceria com a universidade na área de capacitação e treinamento de recursos humanos e que a universidade deixou de cumprir com sua obrigação antes da conclusão do que havia sido acordado. Em outra entrevista, foi colocado que a UFMG tem apenas prestado alguns serviços técnicos especializados para as empresas, como testes em seus laboratórios.³⁹

³⁹ É importante assinalar que esse tipo de pergunta em entrevistas com empresas, em geral, leva a reclamações das dificuldades encontradas para o estabelecimento de parcerias. As necessidades, muitas vezes prementes, das

A insuficiência das relações de cooperação/parceria como mecanismo de desenvolvimento das empresas e do APL também se apresenta para os demais agentes que o compõem, segundo as empresas da amostra. O grau de importância atribuído pelas micro e pequenas empresas às relações de cooperação/parceria realizadas variam fundamentalmente entre os níveis baixo e médio e isto é mais evidente quando se olha para os itens “Universidades e Institutos de Pesquisa” e “Outros Agentes”, que se referem, por exemplo, às entidades sindicais e aos órgãos de apoio e promoção. Os índices de relevância são baixos, em particular, para as micro empresas. Merecem destaque apenas as relações com fornecedores, identificadas como importantes pelas pequenas empresas entrevistadas (índice 0,55). Uma das pequenas empresas da amostra destacou que esta parceria com os fornecedores ocorre com mais frequência quando se trata da participação conjunta em feiras.

TABELA 34: Grau de Importância dos Principais Parceiros em Atividades Cooperativas para as Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte, entre 2000-2002

Agentes	Micro	Pequena
	Índice de Relevância	Índice de Relevância
1. Empresas		
1.1 Outras empresas dentro do grupo	0,00	0,00
1.2 Empresas associadas (<i>joint venture</i>)	0,00	0,00
1.3 Fornecedores de insumos (equipamentos, materiais, componentes e softwares).	0,29	0,55
1.4 Clientes	0,21	0,38
1.5 Concorrentes	0,02	0,00
1.6 Outras empresas do setor	0,26	0,30
1.7 Empresas de consultoria	0,02	0,15
2. Universidades e Institutos de pesquisa		
2.1 Universidades	0,24	0,23
2.2 Institutos de pesquisa	0,31	0,30
2.3 Centros de capacitação profissional de assistência técnica e de manutenção.	0,06	0,00
2.4 Instituições de testes, ensaios e certificações.	0,23	0,15
3. Outros Agentes		
3.1 Representação	0,04	0,15
3.2 Entidades Sindicais	0,02	0,08
3.3 Órgãos de apoio e promoção	0,10	0,30
3.4 Agentes financeiros	0,10	0,30

Fonte: Pesquisa de Campo (2004).

Sobre as informações contidas na Tabela 34, deve-se assinalar que o nascimento, a sobrevivência e crescimento de empresas de pequeno porte em setores da fronteira do desenvolvimento tecnológico relaciona-se, fundamentalmente, às atividades de pesquisa de caráter público e à existência de mecanismos de difusão do conhecimento produzido em universidades ou centros de pesquisa. O alto custo das pesquisas é, normalmente, um fator problema para as pequenas empresas. Portanto, a partir desse ponto de vista, deve-se relativizar as “relações de cooperação” avaliadas como fracas pelas empresas do APL de biotecnologia.

As empresas da amostra, em particular as micro empresas, também atribuíram índices de relevância significativamente baixos aos resultados das ações conjuntas (Tabela 35), reforçando

ainda mais a idéia de que a relação de parceria/cooperação existente entre as empresas e entre as empresas e instituições do APL de biotecnologia de Belo Horizonte são bastante fracas. O resultado mais importante obtido por meio de ações conjuntas, segundo as micro empresas foi o surgimento de novas oportunidades de negócios (índice 0,39), por outro lado, apresentando índices relativamente maiores, as pequenas empresas consideraram a melhoria nas condições de comercialização como o resultado mais relevante (índice 0,75).

TABELA 35: Grau de Importância dos Resultados das Ações Conjuntas para as Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte

Descrição	Índice de Relevância	Índice de Relevância
	Micro	Pequena
Melhoria na qualidade dos produtos	0,37	0,55
Desenvolvimento de novos produtos	0,30	0,33
Melhoria nos processos produtivos	0,32	0,55
Melhoria nas condições de fornecimento dos produtos	0,23	0,65
Melhor capacitação de recursos humanos	0,25	0,40
Melhoria nas condições de comercialização	0,31	0,75
Introdução de inovações organizacionais	0,16	0,30
Novas oportunidades de negócios	0,39	0,58
Promoção de nome/marca da empresa no mercado nacional	0,34	0,50
Maior inserção da empresa no mercado externo	0,15	0,25
Outras	0,00	0,00

Fonte: Pesquisa de Campo (2004).

A análise dessa seção se completa com as informações referentes aos fatores de competitividade, sob a ótica das empresas (Tabela 36). Para as micro empresas entrevistadas, os mais relevantes, na ordem decrescente de importância, são: a qualidade do produto, a qualidade da mão-de-obra e a qualidade de matéria prima e outros insumos. As pequenas empresas atribuem alta importância à qualidade da matéria-prima e outros insumos, às estratégias de comercialização, à qualidade do produto, à capacidade de atendimento e, no item “Outros”, cita-

se como um importante fator competitivo, os novos entrantes no mercado. Apenas o item “Desenho e estilo dos produtos” não mereceu destaque por parte dos empresários entrevistados.

Dentre os fatores assinalados, pode-se argumentar que são em parte decorrentes de externalidades propiciadas pela aglomeração de empresas e instituições de apoio, como por exemplo, a qualidade da mão-de-obra, as facilidades de comercialização e a capacidade de introdução de novos processos/produtos, fortemente relacionada, conforme se verá na seqüência, à pesquisa empreendida nas instituições locais.

Por fim, ressalte-se que a alta relevância atribuída a praticamente todos os itens listados na questão revela, na verdade, uma dificuldade em perceber quais são, de fato, os principais determinantes da competitividade das empresas o que, de resto, é característico de empresas de pequeno porte.

TABELA 36: Grau de Importância dos Fatores Competitivos para as Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte

Fatores competitivos	Micro	Pequena
	Índice de Relevância	Índice de Relevância
Qualidade da matéria-prima e outros insumos	0,85	1,00
Qualidade da mão-de-obra	0,92	0,90
Custo da mão-de-obra	0,59	0,87
Nível tecnológico dos equipamentos	0,75	0,63
Capacidade de introdução de novos produtos/processos	0,78	0,90
Desenho e estilo nos produtos	0,43	0,33
Estratégias de comercialização	0,82	1,00
Qualidade do produto	0,95	1,00
Capacidade de atendimento (volume e prazo)	0,84	1,00
Outros	0,00	1,00

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

3.2.4. Governança e Dificuldades para Crescer

Como já destacado anteriormente, existem em Belo Horizonte diversas instituições de apoio às empresas de biotecnologia. Além do importante papel exercido pela UFMG e demais instituições de pesquisa, direta ou indiretamente ligadas à área de biotecnologia⁴⁰, há associações empresariais e de apoio às pequenas empresas. E alguns programas, em níveis municipal, estadual e federal, foram implementados nos últimos anos visando potencializar o desenvolvimento do APL.

O questionário aplicado nas entrevistas tentou captar como os aspectos da governança local são visualizados pelas empresas. Pesquisou-se a percepção dos empresários quanto ao papel das instituições de apoio, a adequação das políticas públicas e o acesso aos canais de financiamento.

Observando as informações na Tabela 37, percebe-se que os índices de relevância são significativamente baixos. Em particular, para as micro empresas entrevistadas, a avaliação das instituições de apoio só é melhor quando se trata da criação de fóruns e ambientes para discussões (índice de 0,53 para micro empresas e 0,38 para as pequenas) e da organização de eventos técnicos e comerciais (índice de 0,62 para micro empresas e 0,30 para as pequenas).

⁴⁰ Pode-se citar o CETEC (Centro de Desenvolvimento Tecnológico de Minas Gerais), especializado em biometalurgia; a FUNED (Fundação Ezequiel Dias), especializada em vacinas e soros e a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Agropecuária), cuja unidade em Minas Gerais é especializada em biologia molecular aplicada.

TABELA 37: Grau de Importância Atribuído às Contribuições dos Sindicatos, Associações e Cooperativas Locais pelas Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte

Tipo de Contribuição	Índice de Relevância	Índice de Relevância
Auxílio na definição de objetivos comuns para o arranjo produtivo	0,12	0,20
Estímulo na percepção de visões de futuro para ação estratégica	0,33	0,20
Disponibilização de informações sobre matérias-primas, equipamento, assistência técnica, consultoria, etc	0,28	0,15
Identificação de fontes e formas de financiamento	0,23	0,30
Promoção de ações cooperativas	0,15	0,20
Apresentação de reivindicações comuns	0,13	0,20
Criação de fóruns e ambientes para discussão	0,53	0,38
Promoção de ações dirigidas a capacitação tecnológica de empresas	0,20	0,20
Estímulo ao desenvolvimento do sistema de ensino e pesquisa local	0,13	0,10
Organização de eventos técnicos e comerciais	0,62	0,30

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

As empresas da amostra demonstraram um forte descontentamento com relação às instituições de apoio, principalmente no que tange ao atendimento das reivindicações ou das necessidades apresentadas. Acredita-se que esta situação seja decorrente da relação conflituosa⁴¹ existente entre as próprias instituições que acaba por resultar na falta de articulação e coordenação das ações realizadas em relação ao APL. Porém, quando entrevistadas as instituições, a situação não se apresenta da mesma forma, pois todas elas consideram como bastante positiva sua contribuição para com as empresas.

Quanto ao conhecimento de ações ou programas voltados para MPEs, a maioria das empresas da amostra não conhecem ou, conhecem, mas não participam dos mesmos (Tabela 38). Dos programas e ações do governo federal bem como do SEBRAE apenas 17% das empresas entrevistadas conhecem e participam. Do governo estadual apenas 22% das empresas participam. E esse número é ainda menor quando se trata do governo municipal dado que, somente 5,5% das

⁴¹ Existe no APL de biotecnologia de Belo Horizonte um cenário de disputa entre as instituições de apoio. Não existe centralização de informações e a comunicação entre elas é bastante restrita. Percebeu-se uma certa articulação entre o SindBio e o Instituto Inovação; entre o SEBRAE e o IEL. Porém, constatou-se que o SindBio não mantém boas relações com o SEBRAE, o IEL e a Fundação Biominas. Foi comentado, por exemplo, que o SindBio certa vez boicotou uma reunião que seria realizada pelo SEBRAE com as empresas de biotecnologia em Belo Horizonte.

empresas têm conhecimento e participam de alguma ação ou programa desenvolvido pelo mesmo.

TABELA 38: Conhecimento ou Participação das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte em Algum Tipo de Programa ou Ação Voltada para MPEs

Instituição	Micro			Pequena		
	Não conhece	Conhece, mas não participa	Conhece e participa	Não conhece	Conhece, mas não participa	Conhece e participa
Governo Federal	10 71,4%	2 14,3%	2 14,3%	3 75,0%	0 0,0%	1 25,0%
Governo Estadual	2 14,3%	8 57,1%	4 28,6%	1 25,0%	3 75,0%	0 0,0%
Governo Local/Municipal	7 53,8%	5 38,5%	1 7,7%	3 75,0%	1 25,0%	0 0,0%
SEBRAE	6 42,9%	6 42,9%	2 14,3%	1 25,0%	2 50,0%	1 25,0%
Outras Instituições	3 30,0%	5 50,0%	2 20,0%	0 0,0%	2 50,0%	2 50,0%

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

As empresas da amostra do APL de biotecnologia também foram questionadas quanto às dificuldades de acesso às fontes externas de financiamento (Tabela 39). Tendo em vista que a situação das empresas brasileiras no que tange ao financiamento das atividades produtivas não é satisfatória, o que se pôde perceber por meio das entrevistas não foi diferente. Todos os itens listados foram considerados relevantes pelas empresas, dado que os índices foram superiores a 0,75. Segundo as micro empresas, os três maiores obstáculos encontram-se, fundamentalmente, nas dificuldades ou entraves burocráticos para se utilizar as fontes de financiamento; nos entraves fiscais, ou seja, na elevada carga tributária⁴² que constrange fortemente os rendimentos das empresas; e, por fim, na falta de linhas de crédito específicas para o setor. Já para as pequenas empresas, o maior obstáculo está na inexistência de linhas de crédito específicas para o setor.

⁴² Uma das empresas entrevistadas colocou a situação da seguinte forma: “Meu maior sócio é o governo, cerca de 35% do meu faturamento é para pagar impostos.”

TABELA 39: Principais Obstáculos que Limitam o Acesso das Empresas do APL de Biotecnologia de Belo Horizonte às Fontes Externas de Financiamento

Limitações	Micro	Pequena
	Índice de Relevância	Índice de Relevância
Inexistência de linhas de crédito adequadas às necessidades da empresa	0,87	1,00
Dificuldades ou entraves burocráticos para se utilizar as fontes de financiamento existentes	0,91	0,90
Exigência de aval/garantias por parte das instituições de financiamento	0,76	0,75
Entraves fiscais que impedem o acesso às fontes oficiais de financiamento	0,89	0,90
Outras	0,00	0,00

Fonte: Pesquisa de campo (2004).

Em suma, foi possível identificar algumas dificuldades importantes quanto a governança e ao crescimento das empresas do APL de biotecnologia de Belo Horizonte. A relação conflituosa existente entre as instituições de apoio acarreta graves problemas de centralização de informações e de definição de ações junto às empresas. Estas, conseqüentemente, avaliam de forma negativa a contribuição destas instituições para o seu desenvolvimento.

A inexistência ou escassez de políticas públicas voltadas para as micro e pequenas empresas e a dificuldade de acesso aos canais de financiamento são aspectos, em grande medida, resultantes da situação nacional vivenciada desde a década de 80. A perda do dinamismo da indústria, associada à crescente instabilidade macroeconômica e a crise de financiamento do setor público, criaram obstáculos ao desenvolvimento das empresas, em particular, as de tecnologia de ponta por serem fortemente dependentes de ações públicas voltadas para dinamização dos mecanismos de aprendizagem e geração de conhecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa dissertação foi desenvolvida com a intenção de se investigar a configuração, o modo de funcionamento, assim como as peculiaridades do APL de biotecnologia de Belo Horizonte, identificando as características dos agentes e das relações que se estabelecem no seu interior e a forma de inserção das micro e pequenas empresas neste tipo de estrutura.

O primeiro capítulo, fundamentado em desenvolvimentos do enfoque neo-schumpeteriano, realiza uma discussão sobre os processos de aprendizagem, conhecimento e desenvolvimento de inovações que, na medida em que são processos eminentemente interativos, sofrem importante influência do ambiente local. Com a proximidade geográfica desenvolvem-se relações de interdependência entre os agentes e são essas relações que permitem às empresas, em particular, as de pequeno porte, participarem dos processos de aprendizado coletivo e de difusão de conhecimento tácito. O resultado é a construção de vantagens competitivas que, sozinhas, as empresas não conseguiriam construir.

Frente ao desenvolvimento de uma economia mundial baseada fortemente no conhecimento, globalizada nas esferas produtiva e financeira e comercialmente liberalizada, o ambiente local surge como uma resposta às dificuldades inerentes a este cenário. As empresas encontraram na inserção em aglomerados produtivos, ou melhor, em arranjos e sistemas produtivos locais, a possibilidade de terem um melhor desempenho competitivo e sobreviverem a esta nova ordem capitalista.

O segundo capítulo, por sua vez, tentou mostrar por que estudar o segmento de biotecnologia. Para tanto, foi realizado um estudo sobre a evolução da bio-indústria, buscando

caracterizar o seu padrão concorrencial e identificar qual a sua importância no cenário mundial e brasileiro.

Este capítulo baseou-se em dados colhidos em jornais, revistas e fontes especializadas que vieram a mostrar que a biotecnologia tem crescido rapidamente nas últimas décadas, tanto no campo como na indústria, além de alcançar resultados otimistas em diversas áreas como na saúde humana, agronegócio, meio ambiente, entre outras.

Com o suporte teórico-analítico oferecido pelos dois primeiros capítulos, o terceiro centrou-se na análise dos resultados da pesquisa de campo realizada no APL de biotecnologia de Belo Horizonte.

Vale lembrar, porém, que uma análise sobre aglomerados industriais no Brasil não pode ser realizada sem levar em consideração dois aspectos. O primeiro refere-se ao fato de que os resultados oriundos da formação de APLs na periferia são distintos daqueles observados nos países centrais, tanto no que tange ao desenvolvimento regional quanto industrial e tecnológico.. A capacidade inovativa, geralmente, inferior; a volatilidade e os estrangulamentos estruturais presentes no ambiente institucional e macroeconômico; os baixos níveis educacionais e de renda per capita, enfim, o ambiente sócio-econômico dos países periféricos dificulta, entre outras coisas, o surgimento de atividades de serviços e industriais complementares à sua especialização industrial e a ocorrência de relações de confiança e cooperação, restringindo o seu pleno desenvolvimento e influenciando, portanto, na conformação deste tipo de organização industrial.

O segundo aspecto importante a ser levado em consideração nas discussões sobre APLs – relacionado ao primeiro – diz respeito à situação geral da indústria brasileira e, em particular, dos setores tecnologicamente mais avançados no decorrer fundamentalmente dos anos 90, qual seja, a falta de implementação de políticas industriais somada a fatores macroeconômicos

restritivos (câmbio apreciado, restrições fiscais e elevadas taxas de juros, principalmente), que acabaram resultando em processos de desindustrialização e desnacionalização.

Esse ambiente hostil penalizou, em especial, as empresas de tecnologia de ponta, já que parte importante de sua competitividade depende de ações públicas que busquem potencializar os mecanismos de aprendizado e de inovação. Além disso, a instabilidade também complexifica as relações de confiança, propiciando relações tênues ou não-cooperativas.

Estes problemas foram percebidos nas entrevistas com os empresários, em maior ou menor intensidade, de forma que dificilmente há a separação de dificuldades que são meramente conjunturais, daquelas que são estruturais. Em diversos momentos da pesquisa, tais dificuldades aparecem. Um bom exemplo é o caso dos índices muito baixos atribuídos à realização de atividades cooperativas e ao papel da UFMG na realização de parcerias.

Dentre os aspectos oriundos da pesquisa de campo, merece destaque, primeiramente os fatores que levaram as empresas a se concentrarem naquela região. Durante as entrevistas as empresas não apontaram a proximidade com universidades e centros de pesquisa como um fator relevante. Mas o fato é que essa influência existe.

A contribuição das universidades, em particular da UFMG, e demais instituições de ensino e pesquisa não se resume apenas na formação de pessoal qualificado, elas funcionam como importante fonte de informações e também disponibilizam laboratórios e equipamentos voltados, em grande parte, para a pesquisa básica, que é essencial para a biotecnologia. E mais ainda, boa parte das empresas do pólo têm sua origem fortemente relacionada com estas instituições, primeiro porque a maioria dos empresários tiveram a sua formação ou trabalharam nestas instituições e, segundo, porque boa parte delas surgiram a partir dos resultados de pesquisas realizadas em seu interior, ou seja, são *spin-offs* universitários.

Portanto, estas instituições provocaram um ‘transbordamento científico’ que se não fosse por ele dificilmente seriam abertas empresas tecnologicamente avançadas e dependentes desta base científica.

A Fundação Biominas pode ser considerada o segundo fator determinante para a explicação da grande concentração de empresas na capital do estado mineiro. O que se justifica quando se tem em mente que para as empresas de base tecnológica geralmente é muito difícil entrar no mercado sozinhas devido aos seus elevados custos e, pelo fato de que, muitas vezes, elas se originam de pesquisas realizadas no interior de instituições de ensino e pesquisa. Neste sentido, a Fundação Biominas oferece as condições para que estas dificuldades sejam superadas, por meio da incubadora de empresas, disponibilizando infra-estrutura física bem como máquinas e equipamentos e por meio de seu programa de financiamento e investimentos às empresas do segmento.

Um outro aspecto apreendido nas entrevistas está relacionado com a estrutura de governança. A desarticulação e os conflitos identificados entre as principais instituições de apoio às empresas é preocupante, quando se considera que a sobrevivência e o crescimento de micro e pequenas empresas, especialmente em setores de tecnologia de ponta, vincula-se sobremaneira às ações que tais instituições podem desenvolver no sentido de minimizar as debilidades intrínsecas ao pequeno porte.

Dessa forma, esta falta de um sistema de governança definido, agravado pela relação conflituosa entre as instituições, compromete muito o desenvolvimento do *cluster*. As empresas entrevistadas avaliaram categoricamente como negativa a contribuição das instituições de apoio. Não se verifica por parte destas instituições ações coordenadas na definição de objetivos comuns para o APL; na identificação de fontes e formas de financiamento; na promoção de ações cooperativas; na apresentação de reivindicações, etc. Enfim, estas instituições estão muito aquém

da real contribuição de que as empresas necessitam. A avaliação só se torna melhor quando se trata da criação de fóruns e ambientes para discussões e da organização de eventos técnicos e comerciais, mesmo assim, percebeu-se durante a visita à região que a falta de centralização de informações faz com que vários eventos sejam promovidos ao mesmo tempo, impossibilitando que as empresas consigam aproveitar todas as oportunidades oferecidas. Outra reclamação bastante citada nas entrevistas refere-se ao elevado custo para se participar destes eventos.

As empresas que participaram da pesquisa deixaram claro que no APL de biotecnologia de Belo Horizonte também existem sérios problemas quanto à obtenção de financiamento. Os de maior relevância foram: as dificuldades ou entraves burocráticos para se utilizar as fontes de financiamento; os entraves fiscais, ou seja, a elevada carga tributária que constrange fortemente os rendimentos das empresas e, por fim, a falta de linhas de crédito específicas para o setor.

E apesar da confirmação pela maioria das empresas de que participam de relações de parceira/cooperação esta é uma questão que merece cuidado especial. Constatou-se por meio das entrevistas que as relações existem e são avaliadas por todos os agentes do *cluster* como muito importantes. Porém, não são vínculos expressivos de articulação, interação, cooperação e aprendizagem. Pelo contrário, eles são fracos, não ocorrem com frequência e são, geralmente, informais. E, como discutido anteriormente, um dos benefícios da formação de aglomerados de empresas estaria na possibilidade de se estabelecer relações de cooperação consistentes devido à proximidade entre os agentes e estas relações, por sua vez, contribuiriam para que as micro e pequenas empresas conseguissem participar de forma positiva dos processos de aprendizagem coletiva e na difusão de conhecimento, superando as dificuldades intrínsecas ao porte por meio de ações conjuntas entre as próprias empresas e entre as empresas e as instituições de apoio.

Talvez, estas deficiências identificadas no APL de biotecnologia de Belo Horizonte sejam características de uma estrutura cuja formação seja relativamente recente. Entretanto, este é um

quadro que requer atenção. Se com a evolução do arranjo não forem quebradas estas barreiras e a cooperação não for estabelecida de maneira mais significativa, será difícil imaginar que este “embrião de *cluster*” consiga sair deste estágio no futuro. Embora, por outro lado, ele apresente fatores importantes que o pudessem levar a prosperar, tal como uma infra-estrutura adequada para o desenvolvimento de pesquisas, tendo em vista que parte importante das empresas tem P&D próprio e conseguem gerar produtos e processos inovadores, tanto para o mercado nacional quanto para o internacional, obtendo inclusive patentes.

A análise realizada no âmbito deste trabalho permite concluir que o APL de biotecnologia de Belo Horizonte se assemelha a um *cluster* inovativo nos termos apresentados pelos autores Mytelka e Farinelli (2000) no Capítulo 1. Isto porque está inserido em um setor de tecnologia avançada, apresenta capacidade inovativa, competência gerencial e nível de qualificação da mão-de-obra significativamente elevados, além de uma estrutura em que estão presentes diversas instituições de apoio, com o Estado atuando como indutor e promotor em sua formação. Porém, ele não apresenta todas as características clássicas de um *cluster* inovativo. Os estreitos laços de confiança e cooperação entre os agentes e as relações com o mercado exterior ainda são incipientes. Há também dificuldades relativas à governança do APL, com relações conflituosas entre as instituições de apoio. Tudo indica que esta situação se deve ao fato do APL ainda estar em um estágio embrionário, o que pode se alterar a partir do próprio desenvolvimento do arranjo ou mediante ações específicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, E. M. (1996). **Sistema Nacional de Inovação no Brasil: Uma Análise Introdutória a Partir de Dados Disponíveis Sobre Ciências e Tecnologia**, *In* Revista de Economia Política, vol. 16, nº 3 (63);

ANDERSSON, M & KARLSSON, C (2002). **Regional Innovation Systems in Small & Medium-Sized Regions – a Critical Review & Assessment**, JIBS Working Paper Series nº 2002-2;

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 Initiatives in the Learning Society. KIOTO: ICTPI KANSAI Science City;

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

BIOTECH PARA MÉDICOS. Ano 2, n. 6, set. 2004. Disponível em <<http://www.cib.org.br/pdf/biotech10.pdf>>. Acesso em nov. 2004.

BONACELLI M. B. M. & MELLO, D. L. (2001). **Instrumentos de Apoio à Definição de Políticas em Biotecnologia**. *In* SALLES-FILHO, S. L. M (Coord.), DPCT/GEOPI, Unicamp, S.P;

BONACELLI, M. B. M. (1992). **Desenvolvimento da Biotecnologia Vegetal no Brasil**. Dissertação para obtenção do título de mestre. UNICAMP/IG;

CAMPOS, R. R. & NICOLAU, J. A. (2003). **Questionário e Procedimentos para os Trabalhos de Campo da Pesquisa Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais**. Florianópolis: UFSC, Nota Técnica Metodológica II;

CASSIOLATO, J. E. & LASTRES H. M. M. (2001). **Arranjos e Sistemas Produtivos Locais na Indústria Brasileira**. Revista de Economia Contemporânea, v. 5 (Especial), pp. 103-135;

CASSIOLATO, J. E. & SZAPIRO (2003). **Uma Caracterização de Arranjos Produtivos Locais de Micro e Pequenas Empresas**. *In* Pequena empresa: cooperação e

desenvolvimento local. *Org.* Helena M.M. Lastres, José E. Cassiolato e Maria Lúcia Maciel; Relume Dumará Editora;

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA (CIB). **Biotecnologia: O que é.** São Paulo. Disponível em <<http://www.cib.org.br/conteudo.php?id=4>>. Acesso ago. 2004;

CROCCO, M. A. et al. (2003). **Metodologia de Identificação de Arranjos Produtivos Locais Potenciais.** Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR. (Texto para Discussão, 212). Disponível on line: <http://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td.html>;

DINIZ, C. C. (2001). **O Papel das Inovações e das Instituições no Desenvolvimento Local.** In: XIX Encontro Nacional de Economia, Salvador;

DOSI, G.(1982). **Technological Paradigms and Technological Trajectories.** Research Policy, vol. 11, pp 147-162;

EDQUIST, C. (1997). **Systems of Innovation Approaches: Their Emergence and Characteristics.** In: EDQUIST, C. (1997). *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations.* London and Washington.

FAJNZYLBER, P (2002). **Fatores de Competitividade e Barreiras ao Crescimento no Pólo de Biotecnologia de Belo Horizonte.** Departamento de Economia/ CEDEPLAR, Belo Horizonte. Texto para Discussão nº 169;

FERNANDES, A. C. A. et al (2004). **Redes de Firmas, Inovação e o Desenvolvimento Regional.** Coletânea “O Futuro da Indústria: Cadeias Produtivas”. Brasília. Disponível em <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/sti/publicacoes/futAmaDilOportunidades/futIndCadProdutivas.php>>. Acesso em ago. 2004;

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

FREEMAN, C. (1995). **The ‘National System of Innovation’ in Historical Perspective.** *Cambridge Journal of Economics*, v. 19, n. 1, pp. 5-24;

I ESPECIAL Biotecnologia – Como o DNA Muda a Face da Agricultura e Enriquece os Alimentos. 14/05/ 2003. Disponível em <http://www.cib.org.br/pdf/Suplemento_especial.pdf>. Acesso out. 2004;

II ESPECIAL Biotecnologia: Medicina e Indústrias já Utilizam (Com Vantagens) a Tecnologia do DNA. 25/11/2003. Disponível em < <http://www.cib.org.br/pdf/encarte2site.pdf>> Acesso out. 2004;

INSTITUTO EUVALDO LODI (2004). **Diagnóstico do Setor de Biotecnologia em Minas Gerais – Desafios Rumo a 2010**. Resumo Executivo, Belo Horizonte, 2004;

INSTITUTO INOVAÇÃO (2004a). **Biotecnologia – As Oportunidades que Surgem a Partir da “Vida”**. In Radar Inovação. Ano I, 4º edição, 15 de jun. de 2004. Disponível em <<http://www.institutoinovacao.com.br/radar/2004/04/>>. Acesso out. 2004;

INSTITUTO INOVAÇÃO (2004b). **Da Pedra Lascada aos Nanomateriais**. In Radar Inovação. Ano I, 7º edição, 20 de set. 2004. Disponível em <<http://www.institutoinovacao.com.br/radar/2004/07/>>. Acesso out. 2004;

JAMES, C. (2002a). **Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 2001 Feature: Bt Cotton**. ISAAA Briefs Nº. 26. ISAAA: Ithaca, NY. Disponível em <www.isaaa.org>. Acesso out. 2004;

JAMES, C. (2002b). **Preview: Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2002**. ISAAA Briefs Nº. 27. ISAAA: Ithaca, NY. Disponível em <www.isaaa.org> Acesso out. 2004;

JAMES, C. (2003). **Preview: Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 2003**. ISAAA Briefs Nº. 30. ISAAA: Ithaca, NY. Disponível em <www.isaaa.org> Acesso out. 2004;

JUDICE, V. M. M. & BAETA, A. M. C. (2002). **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;

JUDICE, V. M. M. & BAETA, A. M. C., (2003a). **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;

JUDICE, V. M. M & BAETA, A. M. C. (2003b). **Biotecnologia e Venture Capital no Brasil: Repulsão Fatal?** In: IBEROAMERICAN ACADEMY OF MANAGEMENT Third International Conference, São Paulo;

JUDICE, V. M. M. (2004). **Inovação e Inserção Global de Empresas do Arranjo Produtivo de Biotecnologia de Belo Horizonte/MG - Notas Preliminares de uma Pesquisa em Andamento.** In: XXVIII EnANPAD 2004, Curitiba.

KATZ, J. (1998). **Aprendizaje Tecnológico: Ayer y Hoy.** *Revista de la Cepal*, número extraordinario, pp. 63-75;

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

LUNDVALL, B. A. (1988). **Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation.** In: DOSI, G. et al. (eds) *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Publishers;

MINISTÉRIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA (MCT). **Projeto Genoma Brasileiro/Redes Regionais de Estudos Genômicos.** Disponível em http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/Genomicos/default_gen.htm Acesso out. 2004;

MYTELKA & FARINELLI (2000). **Local Clusters, Innovation Systems and Sustained Competitiveness.** In: Arranjos e Sistemas Produtivos Locais e as Novas Políticas de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico. Rio de Janeiro: Instituto de Economia/UFRJ;

ODA, L. M. & SOARES, B. E.C (2001). **Biotecnologia no Brasil, Aceitabilidade Pública e Desenvolvimento Econômico.** In Revista Parcerias Estratégicas. Centro de Estudos Estratégicos – MCT, nº 10;

POSSAS, M. L. (1989). **Em Direção a um Paradigma Microdinâmico: a Abordagem Neo-Schumpeteriana.** AMADEO, E. J. (org) *Ensaio Sobre Economia Política Moderna: Teoria e História do Pensamento Econômico*, São Paulo: Marco Zero, pp. 157-177;

ROCHA, I. (1997). **Inovação Tecnológica.** Revista Educação e Tecnologia, n. 1, CEFET/PR;

ROSENBERG, N. (1982). **Inside the Black Box: Technology and Economics.** Cambridge, Cambridge University Press, Cap. 1;

SALLES-FILHO, S. et al. (2001). **Instrumentos de Apoio à Definição de Políticas em Biotecnologia.** Campinas: MCT/FINEP;

SANTOS, F. et al. (2003). **Arranjos Produtivos Locais Informais: uma análise de componentes principais para Nova Serrana e Ubá - Minas Gerais.** In Revista Ensaio FEE, v.24, n.1, Rio Grande do Sul;

SANTOS, F. et al (2002). **Arranjos e Sistemas Produtivos Locais em “Espaços Industriais” Periféricos: Estudo Comparativo de Dois Casos Brasileiros**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar. Texto para discussão nº 182;

SCHMITZ, H. (1992). **On the Clustering of Small Firms**. IDS Bulletin, 23 (3), p. 64-68, July;

SCHMITZ, H. & MUSYCK, B. (1993) **Industrial Districts in Europe: Policy Lessons for Developing Countries?** University of Sussex, Institute of Developing Studies, Discussion Paper 324, April;

SCHMITZ, H. & NADVI, K. (1999). **Clustering and industrialization: introduction**. World Development, v. 27, n. 9, Sep;

SCHUMPETER, J. (1984). **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. [1943]. Zahar Ed., Rio de Janeiro;

SILVEIRA, J. M. (Coord.) (2003). **Inovação no Setor de Biotecnologia**. Relatório do Projeto do Diretório da Pesquisa Privada, Convênio FUNDUNESP / FINEP. Disponível em < www.finep.gov.br/portaldpp >;

SILVEIRA, J. M. F. J. et al. (2004). **Evolução Recente da Biotecnologia no Brasil**. Texto para Discussão. IE/UNICAMP, n. 114, Campinas;

SINDICATO DAS EMPRESAS DE BIOTECNOLOGIA (SINDBIO). Belo Horizonte, MG. Disponível em <<http://www.sindbio.org.br>>. Acesso ago. 2004;

SOUZA, S. G. A. (2001). **Potencialidades da Biotecnologia em Minas Gerais: Estudo Sobre Empresas e suas Relações com Universidades**. Dissertação para obtenção do título de mestre. CEDEPLAR/UFMG, Belo Horizonte;

SUAREZ-KURTZ, G. (2004). **Farmacogenômica: A Genética dos Medicamentos**. In Revista Ciência Hoje, v. 35, n. 208, pp 20-27;

TRANSGÊNICOS: Você tem direito de conhecer. (2005). Cartilha explicativa publicada pelo CIB. São Paulo. Disponível em < <http://www.cib.org.br/pdf/cartilha.pdf> > Acesso em 23 fev. 2005;

UOL INOVAÇÃO. **Cientistas do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) criam nanotubos com proteínas humanas**. 03 de abril de 2002. São Paulo. Disponível em <<http://noticias.uol.com.br/inovacao/arquivo20020403.jhtm>> Acesso dez. 2004;

VALOR ECONÔMICO (22 de setembro de 2004). **Biotecnologia Ganha Peso para Múltis**. São Paulo, pp B10;

VARGAS, M. A. (2002a). **Aspectos Conceituais e Metodológicos na Análise de Arranjos e Sistemas Produtivos e Inovativos Locais**. In CAMPOS, R. R. (Coord.) Projeto de Pesquisa “micro e pequena empresa em arranjos produtivos locais no Brasil”. Florianópolis: UFSC, Nota Técnica 1;

VARGAS, M. A. (2002b). **Proximidade territorial, aprendizado e inovação: Um estudo sobre a dimensão local dos processos de capacitação inovativa em arranjos e sistemas produtivos no Brasil**. Tese para obtenção do título de doutor. IE/ UFRJ, Rio de Janeiro.

ANEXO I

PROGRAMA DE PESQUISA MPEs EM ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS NO BRASIL SEBRAE-NA/UFSC/NEITEC

REDESIST - QUESTIONÁRIO PARA OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES SOBRE ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS

- Bloco A: Para coleta de informações em instituições locais e de fontes estatísticas oficiais sobre a estrutura do arranjo produtivo local
- Bloco B: Para coleta de informações nas empresas do arranjo produtivo local

BLOCO A - IDENTIFICAÇÃO DO ARRANJO PRODUTIVO LOCAL

Este primeiro bloco de questões busca uniformizar as informações gerais sobre a configuração dos arranjos a serem estudados a partir do uso de estatísticas oficiais. Tais informações são obtidas a partir de fontes secundárias tais como a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego, Base de informações Base de Informações Municipais (BIM), Censo, entre outras. A RAIS é fonte obrigatória para todos os estudos, de forma a permitir sua comparabilidade. As informações desta fonte referem-se ao número de empresas, seu tamanho e pessoal ocupado, obedecendo à classificação CNAE do IBGE. Neste bloco deve-se identificar também a amostra de empresas pesquisadas, estratificada por tamanho. As demais fontes de informação devem ser definidas pelos pesquisadores de acordo com as características específicas de cada arranjo, observadas previamente, e devem possibilitar a identificação da estrutura educacional, de coordenação, tecnológica e de financiamento.⁴³

Arranjo N° _____

1. Municípios de abrangência do arranjo:

Municípios abrangidos	População residente	Pessoal ocupado nas atividades pesquisadas*	Pessoal total ocupado nos municípios**

Notas: * Somatório do pessoal ocupado (empregado) nas classes de atividade econômica (classe CNAE – 5 dígitos) inseridas no arranjo produtivo, com base nos dados da RAIS⁴⁴ – MTe.

** Emprego total nos municípios que compõem o arranjo, com base nos dados da RAIS – MTe.

⁴³ Identificar as fontes de informações usadas para o preenchimento de cada tabela.

⁴⁴ A base de dados RAIS e RAIS - ESTABELECIMENTOS do Ministério do Trabalho e Emprego deve ser usada pelos pesquisadores, para o levantamento dos dados referentes ao emprego formal e ao número e tamanho de estabelecimentos.

2. Estrutura produtiva **do arranjo**:

Classificação CNAE (Classe de atividade econômica – 4 dígitos)	Número total de empresas conforme tamanho ⁴⁵				
	Micro	Pequena	Média	Grande	Total

3. Estratificação **da amostra**:

Classificação CNAE (Classe de atividade econômica – 4 dígitos)	Número total de empresas conforme tamanho ⁴⁶				
	Micro	Pequena	Média	Grande	Total

4. Infraestrutura educacional local/regional:

Cursos oferecidos	Número de cursos	Número de alunos admitidos por ano
Escolas técnicas de 2º grau		
Cursos superiores		
Outros cursos profissionais regulares		
Cursos profissionais temporários		

5. Infraestrutura Institucional local: Associações, Sindicatos de empresas/trabalhadores, cooperativas e outras instituições públicas locais.

Nome/Tipo de instituição	Criação	Número de filiados	Funções

6. Infraestrutura científico-tecnológica:

Tipo de instituição	Nº. de instituições	Nº. de pessoas ocupadas
Universidades		
Institutos de pesquisa		
Centros de capacitação profissional e de assistência técnica		
Instituições de testes, ensaios e certificações.		

⁴⁵ Pessoas ocupadas: a) Micro: até 19; b) Pequena: 20 a 99; c) Média: 100 a 499; d) Grande: 500 ou mais pessoas ocupadas.

7. Infraestrutura de financiamento:

Tipo de instituição	Número de instituições	Volume de empréstimos concedidos em 2002
Instituição comunitária		
Instituição municipal		
Instituição estadual/Agência local		
Instituição federal/ Agência local		
Outras. Citar		

8. Financiamento por tamanho de empresa seguindo o tipo de instituição no ano 2002:

Tipo de Instituição	Percentual de empréstimo por tamanho de empresa			
	Micro	Pequena	Média	Grande
Instituição comunitária				
Instituição municipal				
Instituição estadual/Agência local				
Instituição federal/ Agência local				
Outras. Citar				

BLOCO B - AS EMPRESAS NO ARRANJO PRODUTIVO LOCAL

Código de identificação: Número do arranjo _____ Número do questionário _____

I - IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

1. Razão Social: _____

2. Endereço _____

3. Município de localização: _____ (código IBGE) _____

4. Tamanho.

() 1.	Micro
() 2.	Pequena
() 3.	Média
() 4.	Grande

5. Segmento de atividade principal (classificação CNAE): _____

6. Pessoal ocupado atual: _____

7. Ano de fundação: _____

8. Origem do capital controlador da empresa:

() 1.	Nacional
() 2.	Estrangeiro
() 3.	Nacional e Estrangeiro

9. No caso do capital controlador estrangeiro, qual a sua localização:

() 1.	Mercosul
() 2.	Estados Unidos da América
() 3.	Outros Países da América
() 4.	Ásia
() 5.	Europa
() 6.	Oceania ou África

10. Sua empresa é:

() 1.	Independente
() 2.	Parte de um Grupo

11. Qual a sua relação com o grupo:

<input type="checkbox"/> 1.	Controladora
<input type="checkbox"/> 2.	Controlada
<input type="checkbox"/> 3.	Coligada

EXPERIÊNCIA INICIAL DA EMPRESA (As questões a seguir são específicas para a pesquisa sobre Micro e Pequenas Empresas em Arranjos Produtivos Locais).

12. Número de Sócios fundadores: _____

13. Perfil do principal sócio fundador:

Perfil	Dados	
Idade quando criou a empresa		
Sexo	<input type="checkbox"/> 1. Masculino	<input type="checkbox"/> 2. Feminino
Escolaridade quando criou a empresa (assinale o correspondente à classificação abaixo)	1. <input type="checkbox"/> 2. <input type="checkbox"/> 3. <input type="checkbox"/> 4. <input type="checkbox"/> 5. <input type="checkbox"/> 6. <input type="checkbox"/> 7. <input type="checkbox"/> 8. <input type="checkbox"/>	
Seus pais eram empresários	<input type="checkbox"/> 1. Sim	<input type="checkbox"/> 2. Não

1. Analfabeto; 2. Ensino Fundamental Incompleto; 3. Ensino Fundamental Completo; 4. Ensino Médio Incompleto; 5. Ensino Médio Completo; 6. Superior Incompleto; 7. Superior Completo; 8. Pós Graduação.

14. Identifique a principal atividade que o sócio fundador exercia antes de criar a empresa:

	Atividades
<input type="checkbox"/> 1.	Estudante universitário
<input type="checkbox"/> 2.	Estudante de escola técnica
<input type="checkbox"/> 3.	Empregado de micro ou pequena empresa local
<input type="checkbox"/> 4.	Empregado de média ou grande empresa local
<input type="checkbox"/> 5.	Empregado de empresa de fora do arranjo
<input type="checkbox"/> 6.	Funcionário de instituição pública
<input type="checkbox"/> 7.	Empresário
<input type="checkbox"/> 8.	Outra atividade. Citar

15. Estrutura do capital da empresa:

Estrutura do capital da empresa	Participação percentual (%) no 1o. ano	Participação percentual (%) em 2002
Dos sócios		
Empréstimos de parentes e amigos		
Empréstimos de instituições financeiras gerais		
Empréstimos de instituições de apoio as MPes		
Adiantamento de materiais por fornecedores		
Adiantamento de recursos por clientes		
Outras. Citar:		
Total	100%	100%

2. Escolaridade do pessoal ocupado (situação atual):

Ensino	Número do pessoal ocupado
Analfabeto	
Ensino fundamental incompleto	
Ensino fundamental completo	
Ensino médio incompleto	
Ensino médio completo	
Superior incompleto	
Superior completo	
Pós-Graduação	
Total	

3. Quais fatores são determinantes para manter a capacidade competitiva na principal linha de produto? Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Fatores	Grau de importância			
	(0)	(1)	(2)	(3)
Qualidade da matéria-prima e outros insumos	(0)	(1)	(2)	(3)
Qualidade da mão-de-obra	(0)	(1)	(2)	(3)
Custo da mão-de-obra	(0)	(1)	(2)	(3)
Nível tecnológico dos equipamentos	(0)	(1)	(2)	(3)
Capacidade de introdução de novos produtos/processos	(0)	(1)	(2)	(3)
Desenho e estilo nos produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Estratégias de comercialização	(0)	(1)	(2)	(3)
Qualidade do produto	(0)	(1)	(2)	(3)
Capacidade de atendimento (volume e prazo)	(0)	(1)	(2)	(3)
Outra. Citar:	(0)	(1)	(2)	(3)

III – INOVAÇÃO, COOPERAÇÃO E APRENDIZADO

Um novo produto (bem ou serviço industrial) é um produto que é novo para a sua empresa ou para o mercado e cujas características tecnológicas ou uso previsto diferem significativamente de todos os produtos que sua empresa já produziu.

Uma significativa melhoria tecnológica de produto (bem ou serviço industrial) refere-se a um produto previamente existente cuja performance foi substancialmente aumentada. Um produto complexo que consiste de um número de componentes ou subsistemas integrados pode ser aperfeiçoado via mudanças parciais de um dos componentes ou subsistemas. Mudanças que são puramente estéticas ou de estilo não devem ser consideradas.

Novos processos de produção são processos que são novos para a sua empresa ou para o setor. Eles envolvem a introdução de novos métodos, procedimentos, sistemas, máquinas ou equipamentos que diferem substancialmente daqueles previamente utilizados por sua firma.

Significativas melhorias dos processos de produção envolvem importantes mudanças tecnológicas parciais em processos previamente adotados. Pequenas ou rotineiras mudanças nos processos existentes não devem ser consideradas.

1. Qual a ação da sua empresa **no período entre 2000 e 2002**, quanto à **introdução de inovações**? Informe as principais características conforme listado abaixo. (observe no Box 1 os conceitos de produtos/processos **novos** ou produtos/processos **significativamente melhorados** de forma a auxiliá-lo na identificação do tipo de inovação introduzida)

Descrição	1. Sim	2. Não
Inovações de produto		
Produto novo para a sua empresa, mas já existente no mercado?.	(1)	(2)
Produto novo para o mercado nacional?.	(1)	(2)
Produto novo para o mercado internacional?	(1)	(2)
Inovações de processo		
Processos tecnológicos novos para a sua empresa, mas já existentes no setor?	(1)	(2)
Processos tecnológicos novos para o setor de atuação?	(1)	(2)
Outros tipos de inovação		
Criação ou melhoria substancial, do ponto de vista tecnológico, do modo de acondicionamento de produtos (embalagem)?	(1)	(2)
Inovações no desenho de produtos?	(1)	(2)
Realização de mudanças organizacionais (inovações organizacionais)		
Implementação de técnicas avançadas de gestão ?	(1)	(2)
Implementação de significativas mudanças na estrutura organizacional?	(1)	(2)
Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de marketing ?	(1)	(2)
Mudanças significativas nos conceitos e/ou práticas de comercialização ?	(1)	(2)
Implementação de novos métodos e gerenciamento, visando a atender normas de certificação (ISO 9000, ISSO 14000, etc.)?	(1)	(2)

2. Se sua empresa **introduziu algum produto novo ou significativamente melhorado durante os últimos anos, 2000 a 2002**, favor assinalar a participação destes produtos nas vendas em 2002, de acordo com os seguintes intervalos:(1) equivale de 1% a 5%; (2) de 6% a 15%;(3) de 16% a 25%; (4) de 26% a 50%; (5) de 51% a 75%; (6) de 76% a 100%.

Descrição	Intervalos						
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Vendas internas em 2002 de novos produtos (bens ou serviços) introduzidos entre 2000 e 2002	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Vendas internas em 2002 de significativos aperfeiçoamentos de produtos (bens ou serviços) introduzidos entre 2000 e 2002	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Exportações em 2002 de novos produtos (bens ou serviços) introduzidos entre 2000 e 2002	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Exportações em 2002 de significativos aperfeiçoamentos de produtos (bens ou serviços) introduzidos entre 2000 e 2002	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

3. Avalie a importância do **impacto resultante da introdução de inovações** introduzidas durante os últimos três anos, **2000 a 2002**, na sua empresa. Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

BOX 2

*Atividades inovativas são todas as etapas necessárias para o desenvolvimento de produtos ou processos novos ou melhorados, podendo incluir: **pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos; desenho e engenharia; aquisição de tecnologia incorporadas ao capital** (máquinas e equipamentos) e **não incorporadas ao capital** (patentes, licenças, know how, marcas de fábrica, serviços computacionais ou técnico-científicos) relacionadas à implementação de inovações; **modernização organizacional** (orientadas para reduzir o tempo de produção, modificações no desenho da linha de produção e melhora na sua organização física, desverticalização, just in time, círculos de qualidade, qualidade total, etc); **comercialização** (atividades relacionadas ao lançamento de produtos novos ou melhorados, incluindo a pesquisa de mercado, gastos em publicidade, métodos de entrega, etc); **capacitação, que se refere ao treinamento de mão-de-obra relacionado com as atividades inovativas da empresa.***

Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) - compreende o trabalho criativo que aumenta o estoque de conhecimento, o uso do conhecimento objetivando novas aplicações, inclui a construção, desenho e teste de protótipos.

Projeto industrial e desenho - planos gráficos orientados para definir procedimentos, especificações técnicas e características operacionais necessárias para a introdução de inovações e modificações de produto ou processos necessárias para o início da produção.

5. Sua empresa efetuou atividades de **treinamento e capacitação** de recursos humanos **durante os últimos três anos, 2000 a 2002?** Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Descrição	Grau de Importância			
	(0)	(1)	(2)	(3)
Treinamento na empresa	(0)	(1)	(2)	(3)
Treinamento em cursos técnicos realizados no arranjo	(0)	(1)	(2)	(3)
Treinamento em cursos técnicos fora do arranjo	(0)	(1)	(2)	(3)
Estágios em empresas fornecedoras ou clientes	(0)	(1)	(2)	(3)
Estágios em empresas do grupo	(0)	(1)	(2)	(3)
Contratação de técnicos/engenheiros de outras empresas do arranjo	(0)	(1)	(2)	(3)
Contratação de técnicos/engenheiros de empresas fora do arranjo	(0)	(1)	(2)	(3)
Absorção de formandos dos cursos universitários localizados no arranjo ou próximo	(0)	(1)	(2)	(3)
Absorção de formandos dos cursos técnicos localizados no arranjo ou próximo	(0)	(1)	(2)	(3)

BOX 3

Na literatura econômica, o conceito de aprendizado está associado a um processo cumulativo através do qual as firmas ampliam seus conhecimentos, aperfeiçoam seus procedimentos de busca e refinam suas habilidades em desenvolver, produzir e comercializar bens e serviços.

As várias formas de aprendizado se dão:

*- a partir de **fontes internas** à empresa, incluindo: aprendizado com experiência própria, no processo de produção, comercialização e uso; na busca de novas soluções técnicas nas unidades de pesquisa e desenvolvimento; e*

*- a partir de **fontes externas**, incluindo: a interação com fornecedores, concorrentes, clientes, usuários, consultores, sócios, universidades, institutos de pesquisa, prestadores de serviços tecnológicos, agências e laboratórios governamentais, organismos de apoio, entre outros.*

Nos APLs, o aprendizado interativo constitui fonte fundamental para a transmissão de conhecimentos e a ampliação da capacitação produtiva e inovativa das firmas e instituições.

6. Quais dos seguintes itens desempenharam um papel importante como **fonte de informação para o aprendizado, durante os últimos três anos, 2000 a 2002**? Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa. Indicar a **formalização** utilizando 1 para formal e 2 para informal. Quanto à localização utilizar 1 quando localizado no arranjo, 2 no estado, 3 no Brasil, 4 no exterior. (Observe no Box 3 os conceitos sobre formas de aprendizado).

	Grau de Importância				Formalização		Localização			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Fontes Internas										
Departamento de P&D	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)				
Área de produção	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)				
Áreas de venda e marketing, serviços de atendimento ao cliente	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)				
Outros (especifique)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)				
Fontes Externas										
Outras empresas dentro do grupo	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Empresas associadas (<i>joint venture</i>)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Fornecedores de insumos (equipamentos, materiais, etc)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Clientes	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Concorrentes	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Outras empresas do setor	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Empresas de Consultoria	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Universidades e Institutos de Pesquisas										
Universidades	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Institutos de Pesquisa	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Centro de capacitação profissional, de assistência técnica e de manutenção	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Instituições de testes, ensaios e certificações	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Outras fontes de informação										
Licenças, patentes e “ <i>know-how</i> ”	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Conferências, seminários, cursos, publicações especializadas.	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Feiras, exposições e lojas	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Encontros de Lazer (clubes, restaurantes, etc)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Associações empresariais locais (inclusive consórcios de exportações)	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Informações de rede baseadas na Internet ou computador	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)

BOX 4

O significado genérico de cooperação é o de trabalhar em comum, envolvendo relações de confiança mútua e coordenação, em níveis diferenciados, entre os agentes.

Em arranjos produtivos locais, identificam-se diferentes tipos de cooperação, incluindo a cooperação produtiva visando a obtenção de economias de escala e de escopo, bem como a melhoria dos índices de qualidade e produtividade; e a cooperação inovativa, que resulta na diminuição de riscos, custos, tempo e, principalmente, no aprendizado interativo, dinamizando o potencial inovativo do arranjo produtivo local. A cooperação pode ocorrer por meio de:

- intercâmbio sistemático de informações produtivas, tecnológicas e mercadológicas (com clientes, fornecedores, concorrentes e outros);
- interação de vários tipos, envolvendo empresas e outras instituições, por meio de programas comuns de treinamento, realização de eventos/feiras, cursos e seminários, entre outros;
- integração de competências, por meio da realização de projetos conjuntos, incluindo desde melhoria de produtos e processos até pesquisa e desenvolvimento propriamente dita, entre empresas e destas com outras instituições.

7. Durante os últimos três anos, **2000 a 2002**, sua empresa esteve envolvida em **atividades cooperativas**, formais ou informais, com outra (s) empresa ou organização? (observe no Box 4 o conceito de cooperação).

() 1.	Sim
() 2.	Não

8. Em caso afirmativo, quais dos seguintes agentes desempenharam **papel importante como parceiros, durante os últimos três anos, 2000 a 2002**? Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa. Indicar a **formalização** utilizando 1 para formal e 2 para informal. Quanto a **localização** utilizar 1 quando localizado no arranjo, 2 no estado, 3 no Brasil, 4 no exterior.

Agentes	Importância				Formalização		Localização			
Empresas										
Outras empresas dentro do grupo	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Empresas associadas (joint venture)	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Fornecedores de insumos (equipamentos, materiais, componentes e softwares)	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Clientes	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Concorrentes	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Outras empresas do setor	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Empresas de consultoria	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Universidades e Institutos de Pesquisa										
Universidades	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Institutos de pesquisa	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Centros de capacitação profissional de assistência técnica e de manutenção	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Instituições de testes, ensaios e certificações	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Outras Agentes										
Representação	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Entidades Sindicais	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Órgãos de apoio e promoção	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)
Agentes financeiros	(0)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(4)

9. Qual a importância das seguintes **formas de cooperação realizadas durante os últimos três anos, 2000 a 2002 com outros agentes do arranjo**? Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Descrição	Grau de Importância			
Compra de insumos e equipamentos	(0)	(1)	(2)	(3)
Venda conjunta de produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Desenvolvimento de Produtos e processos	(0)	(1)	(2)	(3)
Design e estilo de Produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Capacitação de Recursos Humanos	(0)	(1)	(2)	(3)
Obtenção de financiamento	(0)	(1)	(2)	(3)
Reivindicações	(0)	(1)	(2)	(3)
Participação conjunta em feiras, etc	(0)	(1)	(2)	(3)
Outras: especificar	(0)	(1)	(2)	(3)

10. Caso a empresa já tenha participado de alguma forma de cooperação com agentes locais, como **avalia os resultados das ações conjuntas já realizadas**. Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Descrição	Grau de Importância			
Melhoria na qualidade dos produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Desenvolvimento de novos produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhoria nos processos produtivos	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhoria nas condições de fornecimento dos produtos	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhor capacitação de recursos humanos	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhoria nas condições de comercialização	(0)	(1)	(2)	(3)
Introdução de inovações organizacionais	(0)	(1)	(2)	(3)
Novas oportunidades de negócios	(0)	(1)	(2)	(3)
Promoção de nome/marca da empresa no mercado nacional	(0)	(1)	(2)	(3)
Maior inserção da empresa no mercado externo	(0)	(1)	(2)	(3)
Outras: especificar	(0)	(1)	(2)	(3)

11. Como resultado dos processos de treinamento e aprendizagem, formais e informais, acima discutidos, **como melhoraram as capacitações da empresa**. Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Descrição	Grau de Importância			
Melhor utilização de técnicas produtivas, equipamentos, insumos e componentes	(0)	(1)	(2)	(3)
Maior capacitação para realização de modificações e melhorias em produtos e processos	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhor capacitação para desenvolver novos produtos e processos	(0)	(1)	(2)	(3)
Maior conhecimento sobre as características dos mercados de atuação da empresa	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhor capacitação administrativa	(0)	(1)	(2)	(3)

IV – ESTRUTURA, GOVERNANÇA E VANTAGENS ASSOCIADAS AO AMBIENTE LOCAL

BOX 5

Governança diz respeito aos diferentes modos de coordenação, intervenção e participação, nos processos de decisão locais, dos diferentes agentes — Estado, em seus vários níveis, empresas, cidadãos e trabalhadores, organizações não-governamentais etc. — ; e das diversas atividades que envolvem a organização dos fluxos de produção, assim como o processo de geração, disseminação e uso de conhecimentos.

Verificam-se duas formas principais de governança em arranjos produtivos locais. As hierárquicas são aquelas em que a autoridade é claramente internalizada dentro de grandes empresas, com real ou potencial capacidade de coordenar as relações econômicas e tecnológicas no âmbito local.

A governança na forma de “redes” caracteriza-se pela existência de aglomerações de micro, pequenas e médias empresas, sem grandes empresas localmente instaladas exercendo o papel de coordenação das atividades econômicas e tecnológicas. São marcadas pela forte intensidade de relações entre um amplo número de agentes, onde nenhum deles é dominante.

1. Quais são as principais **vantagens que a empresa tem por estar localizada no arranjo**? Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Externalidades	Grau de importância			
Disponibilidade de mão-de-obra qualificada	(0)	(1)	(2)	(3)
Baixo custo da mão-de-obra	(0)	(1)	(2)	(3)
Proximidade com os fornecedores de insumos e matéria prima	(0)	(1)	(2)	(3)
Proximidade com os clientes/consumidores	(0)	(1)	(2)	(3)
Infra-estrutura física (energia, transporte, comunicações)	(0)	(1)	(2)	(3)
Proximidade com produtores de equipamentos	(0)	(1)	(2)	(3)
Disponibilidade de serviços técnicos especializados	(0)	(1)	(2)	(3)
Existência de programas de apoio e promoção	(0)	(1)	(2)	(3)
Proximidade com universidades e centros de pesquisa	(0)	(1)	(2)	(3)
Outra. Citar:	(0)	(1)	(2)	(3)

2. Quais as principais **transações comerciais que a empresa realiza localmente** (no município ou região)? Favor indicar o grau de importância atribuindo a cada forma de capacitação utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Tipos de transações	Grau de importância			
Aquisição de insumos e matéria prima	(0)	(1)	(2)	(3)
Aquisição de equipamentos	(0)	(1)	(2)	(3)
Aquisição de componentes e peças	(0)	(1)	(2)	(3)
Aquisição de serviços (manutenção, marketing, etc.)	(0)	(1)	(2)	(3)
Vendas de produtos	(0)	(1)	(2)	(3)

3. Qual a importância para a sua empresa das seguintes **características da mão-de-obra local**? Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Características	Grau de importância			
	(0)	(1)	(2)	(3)
Escolaridade formal de 1º e 2º graus	(0)	(1)	(2)	(3)
Escolaridade em nível superior e técnico	(0)	(1)	(2)	(3)
Conhecimento prático e/ou técnico na produção	(0)	(1)	(2)	(3)
Disciplina	(0)	(1)	(2)	(3)
Flexibilidade	(0)	(1)	(2)	(3)
Criatividade	(0)	(1)	(2)	(3)
Capacidade para aprender novas qualificações	(0)	(1)	(2)	(3)
Outros. Citar:	(0)	(1)	(2)	(3)

4. A empresa atua como **subcontratada ou subcontratante** de outras empresas, através de contrato ou acordo de fornecimento regular e continuado de peças, componentes, materiais ou serviços? Identifique o porte das empresas envolvidas assinalando 1 para Micro e Pequenas Empresas e 2 para Grandes e Médias empresas.

4.1 Sua empresa mantém relações de subcontratação com outras empresas ?

(1) Sim	(2) Não
---------	---------

Caso a resposta seja negativa passe para a questão 7

4.2 Caso a resposta anterior seja afirmativa, identifique:

Sua empresa é:	Porte da empresa subcontratante	
Subcontratada de empresa local	(1)	(2)
Subcontratada de empresas localizada fora do arranjo	(1)	(2)
	Porte da empresa subcontratada	
Subcontratante de empresa local	(1)	(2)
Subcontratante de empresa de fora do arranjo	(1)	(2)

5. Caso sua empresa seja **subcontratada**, indique o **tipo de atividade** que realiza e a **localização** da empresa subcontratante: 1 significa que a empresa não realiza este tipo de atividade, 2 significa que a empresa realiza a atividade para uma subcontratante localizada dentro do arranjo, e 3 significa que a empresa realiza a atividade para uma subcontratante localizada fora do arranjo

Tipo de atividade	Localização		
Fornecimentos de insumos e componentes	(1)	(2)	(3)
Etapas do processo produtivo (montagem, embalagem, etc.)	(1)	(2)	(3)
Serviços especializados na produção (laboratoriais, engenharia, manutenção, certificação, etc.)	(1)	(2)	(3)
Administrativas (gestão, processamento de dados, contabilidade, recursos humanos)	(1)	(2)	(3)
Desenvolvimento de produto (<i>design</i> , projeto, etc.)	(1)	(2)	(3)
Comercialização	(1)	(2)	(3)
Serviços gerais (limpeza, refeições, transporte, etc)	(1)	(2)	(3)

6. Caso sua empresa seja **subcontratante** indique o **tipo de atividade** e a **localização** da empresa subcontratada: 1 significa que a empresa não realiza este tipo de atividade, 2 significa que sua empresa subcontrata esta atividade de outra empresa localizada dentro do arranjo, e 3 significa que sua empresa subcontrata esta atividade de outra empresa localizada fora do arranjo.

Tipo de atividade	Localização		
	(1)	(2)	(3)
Fornecimentos de insumos e componentes	(1)	(2)	(3)
Etapas do processo produtivo (montagem, embalagem, etc.)	(1)	(2)	(3)
Serviços especializados na produção (laboratoriais, engenharia, manutenção, certificação, etc.)	(1)	(2)	(3)
Administrativas (gestão, processamento de dados, contabilidade, recursos humanos)	(1)	(2)	(3)
Desenvolvimento de produto (<i>design</i> , projeto, etc.)	(1)	(2)	(3)
Comercialização	(1)	(2)	(3)
Serviços gerais (limpeza, refeições, transporte, etc)	(1)	(2)	(3)

7. Como a sua empresa **avalia a contribuição de sindicatos, associações, cooperativas, locais** no tocante às seguintes atividades: Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Tipo de contribuição	Grau de importância			
	(0)	(1)	(2)	(3)
Auxílio na definição de objetivos comuns para o arranjo produtivo	(0)	(1)	(2)	(3)
Estímulo na percepção de visões de futuro para ação estratégica	(0)	(1)	(2)	(3)
Disponibilização de informações sobre matérias-primas, equipamento, assistência técnica, consultoria, etc.	(0)	(1)	(2)	(3)
Identificação de fontes e formas de financiamento	(0)	(1)	(2)	(3)
Promoção de ações cooperativas	(0)	(1)	(2)	(3)
Apresentação de reivindicações comuns	(0)	(1)	(2)	(3)
Criação de fóruns e ambientes para discussão	(0)	(1)	(2)	(3)
Promoção de ações dirigidas a capacitação tecnológica de empresas	(0)	(1)	(2)	(3)
Estímulo ao desenvolvimento do sistema de ensino e pesquisa local	(0)	(1)	(2)	(3)
Organização de eventos técnicos e comerciais	(0)	(1)	(2)	(3)

V – POLÍTICAS PÚBLICAS E FORMAS DE FINANCIAMENTO

1. A empresa **participa ou tem conhecimento sobre algum tipo de programa** ou ações específicas para o segmento onde atua, promovido pelos diferentes âmbitos de governo e/ou instituições abaixo relacionados:

Instituição/esfera governamental	1. Não tem conhecimento	2. Conhece, mas não participa	3. Conhece e participa
Governo federal	(1)	(2)	(3)
Governo estadual	(1)	(2)	(3)
Governo local/municipal	(1)	(2)	(3)
SEBRAE	(1)	(2)	(3)
Outras Instituições	(1)	(2)	(3)

2. Qual a sua **avaliação dos programas ou ações específicas** para o segmento onde atua, promovido pelos diferentes âmbitos de governo e/ou instituições abaixo relacionados:

Instituição/esfera governamental	1. Avaliação positiva	2. Avaliação negativa	3. Sem elementos para avaliação
Governo federal	(1)	(2)	(3)
Governo estadual	(1)	(2)	(3)
Governo local/municipal	(1)	(2)	(3)
SEBRAE	(1)	(2)	(3)
Outras Instituições	(1)	(2)	(3)

3. Quais **políticas públicas** poderiam contribuir para o aumento da eficiência competitiva das empresas do arranjo? Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Ações de Política	Grau de importância			
Programas de capacitação profissional e treinamento técnico	(0)	(1)	(2)	(3)
Melhorias na educação básica	(0)	(1)	(2)	(3)
Programas de apoio a consultoria técnica	(0)	(1)	(2)	(3)
Estímulos à oferta de serviços tecnológicos	(0)	(1)	(2)	(3)
Programas de acesso à informação (produção, tecnologia, mercados, etc.)	(0)	(1)	(2)	(3)
Linhas de crédito e outras formas de financiamento	(0)	(1)	(2)	(3)
Incentivos fiscais	(0)	(1)	(2)	(3)
Políticas de fundo de aval	(0)	(1)	(2)	(3)
Programas de estímulo ao investimento (venture capital)	(0)	(1)	(2)	(3)
Outras (especifique):	(0)	(1)	(2)	(3)

4. Indique os **principais obstáculos que limitam o acesso da empresa as fontes externas de financiamento**: Favor indicar o grau de importância utilizando a escala, onde 1 é baixa importância, 2 é média importância e 3 é alta importância. Coloque 0 se não for relevante para a sua empresa.

Limitações	Grau de importância			
Inexistência de linhas de crédito adequadas às necessidades da empresa	(0)	(1)	(2)	(3)
Dificuldades ou entraves burocráticos para se utilizar as fontes de financiamento existentes	(0)	(1)	(2)	(3)
Exigência de aval/garantias por parte das instituições de financiamento	(0)	(1)	(2)	(3)
Entraves fiscais que impedem o acesso às fontes oficiais de financiamento	(0)	(1)	(2)	(3)
Outras. Especifique	(0)	(1)	(2)	(3)

ANEXO II

Cálculo de uma amostra aleatória simples para estimar proporções, em função do tamanho da população (N) e do erro amostral tolerável (E_0)

N	Erro amostral tolerável					
	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
50	45	43	40	38	36	34
60	52	49	47	44	41	38
70	60	56	52	49	45	41
80	67	62	58	53	49	45
90	74	68	63	57	52	48
100	80	74	67	61	55	50
110	86	79	72	65	58	53
120	92	84	76	68	61	55
130	98	89	80	71	64	57
140	104	93	83	74	66	59
150	109	98	87	77	68	60
160	114	102	90	79	70	62
170	120	106	93	82	72	63
180	124	109	96	84	73	65
190	129	113	99	86	75	66
200	134	117	101	88	77	67

Fonte: Campos & Nicolau (2003:9)

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)