

**FACULDADE NOVOS HORIZONTES**

Programa de Pós-graduação em Administração

Mestrado

**ESFORÇO TECNOLÓGICO E DESEMPENHO INOVADOR: análise  
das empresas do setor de biotecnologia e biociências de Belo  
Horizonte - MG**

Ana Lúcia Magri Lopes

**Belo Horizonte  
2009**

**Ana Lúcia Magri Lopes**

**ESFORÇO TECNOLÓGICO E DESEMPENHO INOVADOR: análise  
das empresas do setor de biotecnologia e biociências de Belo  
Horizonte - MG**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Acadêmico em Administração da Faculdade Novos Horizontes, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Administração.

Orientadora: Profa. Dra. Valéria Maria Martins Judice

Linha de pesquisa: Tecnologias de gestão e competitividade

Área de concentração: Organização e estratégia

Belo Horizonte

2009

Dedico a Jeferson, Blenda e Alanna, pelo amor incondicional...  
... a presença de vocês em minha vida a enche de  
amor e alegria.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à professora Dra. Valéria Maria Martins Judice, pelos ensinamentos recebidos e pelas sábias orientações neste trabalho. Seu respeito e valorização a cada passo dado no processo de construção desta dissertação foram grandes estímulos ao meu empenho.

Ao professor Dr. Wendel Alex Castro Silva e à professora Dra. Cristiana Fernandes de Müylder, pelos relevantes comentários e sugestões ao trabalho na banca de qualificação.

A Faculdade Novos Horizontes, por fornecer a estrutura para o desenvolvimento do meu projeto de mestrado.

Ao professor Dr. Roberto Gonzalez Duarte e à professora Dra. Cristiana Fernandes de Müylder pela participação e contribuições na banca de defesa desta dissertação.

A professora Dra. Marlene Catarina de Oliveira Lopes Melo, coordenadora do grupo de pesquisa NURTEG – Núcleo de Relações de Trabalho e Tecnologias de Gestão, pela oportunidade de trabalho conjunto, pelo aprendizado, apoio e confiança em mim depositada.

Aos sócios-proprietários, diretores e gerentes das empresas do setor de biotecnologia/biociências de Belo Horizonte, MG que responderam ao questionário gerando a base de dados analisada neste trabalho.

Agradeço de todo o meu coração ao meu amado esposo Jeferson Inácio Lopes, minhas incomparáveis filhas Blenda Wyslia Magri Lopes e Alanna Raíssa Magri Lopes, pelo amor e compreensão, pois foram eles os grandes incentivadores para que eu realizasse esta importante etapa da minha vida.

Aos meus pais, Vicente de Paula Magri e Jovita Puiatti Magri, pelo amor incondicional e compreensão.

Aos meus irmãos, Maria Elizabeth, Fátima, José Celso e Leth, pelo incentivo constante e por acreditarem no meu potencial.

Em especial, a César Moreira Alves pela grande amizade, carinho, apoio, carisma, atenção, presença e companheirismo constante.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

A Deus, pela vida e por iluminar e abençoar o meu caminho.

*A caminhada é longa, a aprendizagem é grande, as dificuldades são muitas e a  
alegria da chegada é inestimável!*

*(RIEG, 2004)*

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo geral analisar os esforços tecnológicos de empresas do setor de biotecnologia e biociências de Belo Horizonte (MG, Brasil) e avaliar seus desempenhos inovadores. Foram delineados três objetivos específicos: (1) Caracterizar as empresas pesquisadas segundo a faixa etária; as atividades econômicas predominantes e a dimensão econômica (porte da empresa em termos de emprego); (2) Identificar e mensurar o esforço tecnológico das empresas, segundo a metodologia da Sociedade Brasileira de Estudos de Empresas Transnacionais (SOBEET) e (3) Avaliar o desempenho inovador das empresas, mensurado por despesas e resultados de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Para alcançar tais objetivos, foi realizado um levantamento ou *survey* junto a oito (8) empresas do setor de biociências localizadas em Belo Horizonte (MG). Como instrumento de coleta de informações foi replicado um questionário já existente, encontrado na literatura relativa à análise de esforço tecnológico e do desempenho inovador de empresas baseadas em ciência. As análises das informações coletadas na presente pesquisa indicam que, em sua maioria, as empresas do setor selecionado para estudo vêm despendendo esforços tecnológicos substanciais (em maior proporção), direcionados a atividades internas de P&D e a menor parte dessas empresas vêm despendendo esforços tecnológicos menos expressivos (em menor proporção) quanto à aquisição de tecnologias a partir de fontes externas. As atividades internas de P&D observadas estão mais voltadas para as inovações de produtos do que para as inovações de processos. Em relação ao desempenho inovador, constata-se que o número de produtos tecnologicamente novos (inovação significativa) é superior ao número de produtos tecnologicamente aprimorados (inovação incremental) lançados no mercado por essas empresas nos últimos três anos.

**Palavras-chave:** Esforço tecnológico. Biotecnologia. Biociências. Desempenho inovador.

## ABSTRACT

This work had as its general objective to analyze technological efforts and to evaluate the innovative performance of companies in the biotechnology and biosciences sector in Belo Horizonte, (MG, Brazil). Three specific objectives have been delineated: (1) to characterize the investigated companies in their age; the predominant and the economic activities and dimension (size according to employment levels); (2) to identify and to measure the technological effort of the companies following the methodology Brazilian Society for the Study of Transnational Corporations (SOBEET) and (3) to evaluate the companies innovative performance, as measured by research and development (R&D) expenses and results. In order to reach these objectives, a survey was undertaken in eight (8) companies from the biotechnology and biosciences sector in Belo Horizonte. For data collection the used instrument was an existent questionnaire found in the literature related to technological effort and innovative effort of science-based companies, therefore a replication process was carried out. The analyses of collected information have indicated that, overall, the companies have expended substantial technological efforts oriented towards internal R&D in their majority. The minority of companies have expended less expressive technological efforts related to technology acquisition through external sources. The internal R&D activities observed are more directed to product innovation than to process innovation. As for innovative performance, the results have evidenced that the number of substantially new products (new to the company, to the country or radical innovation) is superior to the number of technologically improved products (incremental innovation) launched in the market within the three last years.

**Key-words:** Technological effort. Biotechnology. Biosciences. Innovative performance.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1 - Bens ou produtos obtidos por biotecnologia.....	35
QUADRO 2 - Categorização das empresas de biotecnologia.....	42
FIGURA 1 - Procedimento de pesquisa 1.....	58
FIGURA 2 - Procedimento de pesquisa 2.....	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Marcos no desenvolvimento da biotecnologia.....	26
Tabela 2 - Cronologia dos Projetos Genoma.....	34
Tabela 3 - Distribuição regional das empresas de biociências por unidade da federação e grandes regiões.....	39
Tabela 4 - Distribuição regional das empresas de biotecnologia conforme <i>Nature Biotechnology</i> (2006) por unidade da federação (UF) e grandes regiões.....	40
Tabela 5 - Distribuição regional das empresas exclusivamente de biociências no Brasil por unidade da federação (UF) e grandes regiões.....	43
Tabela 6 - Categorização das empresas de biotecnologia/biociências localizadas em Belo Horizontes.....	64
Tabela 7 - Distribuição percentual das empresas segundo a faixa etária.....	67
Tabela 8 - Atividade econômica predominante nas empresas investigadas.....	67
Tabela 9 - Classificação das empresas segundo o número de funcionários.....	68
Tabela 10 - Classificação das empresas segundo o seu porte.....	68
Tabela 11 - Formas de realização das atividades internas de P&D.....	69

Tabela 12A - Dispêndios com atividades internas de P&D em relação ao faturamento (média dos últimos 3 anos).....	70
Tabela 12B - Dispêndios com aquisição de tecnologia de produto e de processo a partir de fontes externas à empresa em relação ao faturamento (média dos últimos 3 anos).....	70
Tabela 13 - Número de profissionais atuando nos departamentos de P&D.....	71
Tabela 14 - Dispêndios em P&D destinados a inovações de produtos e processos.	72
Tabela 15A - Frequência com que as empresas utilizam fontes externas de aquisição de tecnologias para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados (média dos últimos três anos).....	73
Tabela 15B - Número de empresas e frequência com que estas utilizam fontes externas de aquisição de tecnologias para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados (média dos últimos três anos).....	73
Tabela 16A - Frequência de alianças estratégicas para o desenvolvimento de produtos novos ou incrementados.....	74
Tabela 16B - Número de empresas e frequência de alianças estratégicas para o desenvolvimento de produtos novos ou incrementados.....	75
Tabela 17A - Frequência de alianças estratégicas para o desenvolvimento de processos novos ou incrementados.....	76
Tabela 17B - Número de empresas e frequência de alianças estratégicas para o desenvolvimento de processos novos ou incrementados.....	76
Tabela 18 - Percentual dos dispêndios com patentes em relação ao faturamento (média dos últimos três anos).....	77

Tabela 19 - Inovações em produtos nos últimos três anos.....78

Tabela 20 - Inovações em processos nos últimos três anos.....  
78

Tabela 21 - Número de patentes de produtos registradas nos últimos três anos.....79

Tabela 22 - Percentual do faturamento nos últimos três anos.....79

## LISTA DE SIGLAS

SOBEET - Sociedade Brasileira de Estudos de Empresas Transnacionais

P&D - Pesquisa e Desenvolvimento

PINTEC - Pesquisa de Inovação Tecnológica

TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação

IPI - Imposto sobre Produto Industrializado

PIB - Produto Interno Bruto

MDIC - Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio

BID - Banco Inter-Americano de Desenvolvimento

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia

DNA - Ácido Desoxirribonucléico

OGM - Organismos Geneticamente Modificados

PCR - *Polymerase Chain Reaction* ou Reação da Cadeia de Polimerase

HTS - *High-throughput-screening*

CDB - Convenção da Diversidade Biológica

UF - Unidade da Federação

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas

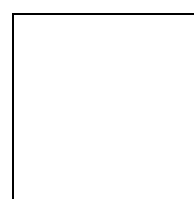
SEADE - Sistema Estadual de Análise de Dados

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

## SUMÁRIO

<b><u>1 INTRODUÇÃO.....</u></b>	<b><u>28</u></b>
<b><u>1.1 Justificativa.....</u></b>	<b><u>36</u></b>
<b><u>1.2 Problema de pesquisa.....</u></b>	<b><u>36</u></b>
<b><u>1.3 Objetivos.....</u></b>	<b><u>37</u></b>
<b><u>1.3.1 Objetivo geral.....</u></b>	<b><u>37</u></b>
<b><u>1.3.2 Objetivos específicos.....</u></b>	<b><u>37</u></b>
<b><u>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</u></b>	<b><u>39</u></b>
<b><u>2.1 Biotecnologia: passado e futuro.....</u></b>	<b><u>40</u></b>
<b><u>2.2 Breve enquadramento mundial da biotecnologia .....</u></b>	<b><u>46</u></b>
<b><u>2.3 Biotecnologia e biociências no Brasil.....</u></b>	<b><u>54</u></b>
<b><u>2.4 Biociências em Minas Gerais.....</u></b>	<b><u>61</u></b>
<b><u>2.5 Biotecnologia e biociências em Belo Horizonte.....</u></b>	<b><u>63</u></b>
<b><u>2.6 Esforço tecnológico .....</u></b>	<b><u>65</u></b>
<b><u>2.6.1 Recursos e investimentos em P&amp;D.....</u></b>	<b><u>66</u></b>
<b><u>2.6.2 P&amp;D não-estruturado.....</u></b>	<b><u>69</u></b>
<b><u>2.6.2.1 Licenciamento.....</u></b>	<b><u>69</u></b>
<b><u>2.6.2.2 Aliança estratégica.....</u></b>	<b><u>71</u></b>



<a href="#"><u>2.6.2.3 Compra de tecnologias e outras contratações.....</u></a>	<a href="#"><u>71</u></a>
<a href="#"><u>2.6.3 Capacitação tecnológica.....</u></a>	<a href="#"><u>72</u></a>
<a href="#"><u>2.7 Desempenho inovador.....</u></a>	<a href="#"><u>73</u></a>
<a href="#"><u>3 METODOLOGIA.....</u></a>	<a href="#"><u>79</u></a>
<a href="#"><u>3 METODOLOGIA.....</u></a>	<a href="#"><u>80</u></a>
<a href="#"><u>3 METODOLOGIA.....</u></a>	<a href="#"><u>80</u></a>
<a href="#"><u>3.1 Universo.....</u></a>	<a href="#"><u>81</u></a>
<a href="#"><u>3.2 Unidade de observação.....</u></a>	<a href="#"><u>83</u></a>
<a href="#"><u>3.3 Coleta de dados.....</u></a>	<a href="#"><u>83</u></a>
<a href="#"><u>3.4 Tratamento e análise dos dados.....</u></a>	<a href="#"><u>85</u></a>
<a href="#"><u>3.5 Limitações da pesquisa.....</u></a>	<a href="#"><u>85</u></a>
<a href="#"><u>4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS.....</u></a>	<a href="#"><u>86</u></a>
<a href="#"><u>4.1 Características gerais das empresas investigadas.....</u></a>	<a href="#"><u>87</u></a>
<a href="#"><u>4.2 Esforços tecnológicos das empresas investigadas.....</u></a>	<a href="#"><u>90</u></a>
<a href="#"><u>4.3 Desempenho inovador das empresas investigadas.....</u></a>	<a href="#"><u>99</u></a>
<a href="#"><u>5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....</u></a>	<a href="#"><u>101</u></a>
<a href="#"><u>6 CONCLUSÃO.....</u></a>	<a href="#"><u>109</u></a>
<a href="#"><u>6.1 Síntese de resultados e principais achados da pesquisa.....</u></a>	<a href="#"><u>109</u></a>
<a href="#"><u>6.2 Análise reflexiva da pesquisa.....</u></a>	<a href="#"><u>115</u></a>
<a href="#"><u>6.3 Proposição de estudos futuros.....</u></a>	<a href="#"><u>116</u></a>
<a href="#"><u>REFERÊNCIAS.....</u></a>	<a href="#"><u>118</u></a>
<a href="#"><u>ALBAGLI, S. Da biodiversidade à biotecnologia: a nova fronteira da informação. Ciência da Informação. Brasília, v. 27, n. 1, 1998.....</u></a>	<a href="#"><u>118</u></a>

<u>ALVES FILHO, A. G. Estratégia tecnológica, desempenho e mudança: estudo de caso em empresas da indústria de calçados. 1991. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.....</u>	<u>118</u>
<u>ANEXOS.....</u>	<u>125</u>
<u>ANEXO A – Indicadores de Esforço Tecnológico e Desempenho Inovador....</u>	<u>105.....125</u>
<u>ANEXO A – Indicadores de Esforço Tecnológico e de Desempenho Inovador.....</u>	<u>126</u>
<u>ANEXO B – Questionário.....</u>	<u>128</u>

## **1 INTRODUÇÃO**

Ciência e tecnologia são atividades que comumente estão atreladas ao cotidiano dos indivíduos. A primeira está associada ao anseio humano de saber, compreender, esclarecer ou antecipar fenômenos relativos à natureza, a segunda, decorre da aspiração de desvendar novas e melhores maneiras de satisfazer as necessidades humanas, usando, para isso, conhecimentos, ferramentas, recursos naturais e energia. Esses processos tecnológicos permitem utilizar material biológico



de seres vivos como plantas e animais para fins industriais e são conhecidos como biotecnologia (FARIA e SANTOS, 2007).

O termo biotecnologia pode parecer estranho para a maioria das pessoas, porém é somente uma expressão atual para definir uma área da ciência que acompanha o ser humano há milhares de anos e que, nas últimas décadas, vem passando por evoluções constantes, buscando inovar nos diversos setores em que atua. Esse termo define também a constituição de um setor econômico composto por diversos segmentos inter-relacionados em sua base científica que, entretanto, espalham-se por diferentes áreas de aplicação, como saúde humana e animal, agricultura, meio ambiente, bionergia, entre outras.

A definição inicial e genérica de biotecnologia é aqui proposta como o “conjunto de tecnologias associadas à manipulação de seres vivos com o objetivo de obtenção de novos produtos, novos processos e também de novos serviços” (SILVEIRA; FUTINO e OLALDE, 2002, p. 130). Cabe ressaltar que, neste estudo, o foco empírico está voltado para as chamadas empresas de biociências, uma denominação recente, mas hoje diferenciada pela literatura especializada, ressaltando-se que, muitas vezes, o termo biotecnologia é utilizado também pelo fato de que, no passado, as definições de biotecnologia e biociências foram usadas como sinônimas (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2007).

O uso da denominação de “biociências” é um fenômeno emergente e surge para contrapor-se ao refinamento recente dado ao termo “biotecnologia” que foi proposto pela publicação *Nature Biotechnology*<sup>1</sup>, em 2006 e que foi adotado no Brasil pela Fundação Biominas em sua pesquisa realizada em 2007, utilizada como base da presente dissertação.

---

<sup>1</sup> Nos últimos 10 anos, a revista *Nature Biotechnology* vem publicando os números da biotecnologia no mundo (principalmente empresas de capital aberto) e adotou uma definição para o termo “empresa de biotecnologia” (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2007).

A *Nature Biotechnology*<sup>2</sup> (2006) citada por Fundação Biominas (2007, p. 45) estabeleceu como empresa de biotecnologia aquela que “desenvolve sua atividade comercial principal com aplicação tecnológica, utilizando organismos vivos, sistemas ou processos biológicos, na pesquisa e desenvolvimento, na manufatura ou na provisão de serviços especializados”.

A Fundação Biominas realizou em 2007 um estudo sobre biotecnologia no Brasil visando revisar e atualizar informações de seus levantamentos iniciais realizados em 2001 sobre o setor (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2001) e passou, desde então, a adotar o conceito de biotecnologia da *Nature Biotechnology*, considerando as empresas suprimidas de sua base de 2001, como empresas de “biociências”, por não enquadramento na nova definição de “biotecnologia” adotada. O universo de empresas que está diretamente relacionado com saúde animal e humana, agricultura e meio ambiente e que não se enquadra na categoria biotecnologia na definição da *Nature Biotechnology* foi definido pela Fundação Biominas como empresas de biociências.

Uma vez esclarecido o conceito a ser utilizado ao longo desta dissertação, torna-se necessário ressaltar que os dois termos “biotecnologia” e “biociências” são utilizados de forma diferenciada, neste trabalho, mas a indústria e o conjunto de segmentos do setor foram denominados como “setor de biotecnologia/biociências”, de forma a permitir a compatibilidade com pesquisas e trabalhos anteriores a 2007, muitas deles considerados e referenciados nesta dissertação e que não incorporaram as

---

<sup>2</sup> “Private biotech 2004 – the numbers”, John Hodgson (*Nature Biotechnology*, 24:635-641, 2006); “Public biotechnology 2005 – the numbers”, de Riku Lahteenmaki & Stacy Lawrence (*Nature Biotechnology* 24:625-634, 2006).

novas definições de “biotecnologia” ora em curso internacional e nacionalmente desde 2006 e 2007.

Destaca-se o fato de que o estudo empírico da dissertação foi realizado com empresas que se entendeu estarem definidas pela pesquisa da Fundação Biominas (2007) como empresas de biociências, sendo estas consideradas em seu conjunto como pertencentes ao setor de biotecnologia/biociências, conforme a definição desse termo adotada.

O setor de biotecnologia/biociências é aqui definido como constituído pelo emprego em escala industrial e empresarial dos progressos científicos e tecnológicos advindos de pesquisa básica e aplicada, representando um dos setores promissores da economia e que se encontra em constante crescimento, tendo duplicado sua dimensão na última década (ERNST e YOUNG, 2000). Os progressos biotecnológicos tornam-se a cada dia mais importantes por impactarem na qualidade de vida da população, refletindo-se na geração de desenvolvimento econômico e social.

Não obstante esses progressos biotecnológicos e em todos os campos científicos e tecnológicos, percebe-se que, em conjunto, o índice de inovação tecnológica geral (considerando todas as áreas) no Brasil é, ainda, incipiente, assim como o montante global de recursos e investimentos aplicados em inovação. Segundo Arruda, Vermulm e Hollanda (2006), os empresários brasileiros que trabalham com P&D investem, em média, 0,64% de seu faturamento em inovação, seja no melhoramento, seja na aquisição de seus produtos, o que é considerado insuficiente. Ainda com base nos estudos desses autores, apenas 30% de todo o

conjunto de empresas brasileiras praticam algum tipo de inovação, sendo os setores de informática, eletrônico e químico os que mais inovam.

Dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC, 2005) revelaram, entre diversos aspectos abordados, a diminuição do número de empresas com atividades internas de P&D e dos gastos realizados pelas empresas brasileiras nessas atividades, que caíram de R\$ 5,8 bilhões em 2000 para R\$ 5 bilhões em 2003 (redução de aproximadamente 14%). Além disso, a taxa de inovação, sobretudo das empresas de pequeno porte<sup>3</sup>, caiu de 31,1% para 28,9%. Essa queda foi a responsável pelo percentual de inovação geral se sustentar, já que essas empresas são as responsáveis por 79,4% do universo de 13 mil empresas pesquisadas naquele estudo. De acordo com a Pintec (2005), as empresas do setor de biotecnologia/biociências são caracterizadas como pequenas ou médias, sendo boa parte derivada da incubação de universidades.

A mesma pesquisa mostrou ainda que, entre as dificuldades encontradas para inovar, 76,8% das empresas alegaram os elevados custos como obstáculos, seguidos dos riscos econômicos excessivos (74,7%) e da escassez de fontes de financiamento (58,6%), (PINTEC, 2005). Salienta-se ainda que, em sua maioria, as empresas que obtiveram financiamento governamental (40,9%) são de grande porte. Isso indica que a prática de P&D tornou-se mais seletiva, concentrando-se em um número reduzido de empresas, pertencentes a setores mais intensivos em tecnologia. Em termos gerais, as atividades de P&D e de inovação estão concentradas predominantemente nos setores automobilístico, de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e Farmacêutico com o emprego da Biotecnologia,

---

<sup>3</sup> A PINTEC (2005) classifica as empresas de pequeno porte como aquelas que possuem de 10 a 99 pessoas, empresas médias de 100 a 499 e de grande porte com 500 ou mais pessoas.

da Nanotecnologia e da Bioinformática. Igualmente, nesses setores, são reduzidas as empresas que respondem por boa parte dos investimentos realizados.

A fim de que a inovação cresça nas empresas brasileiras, é preciso alargar ainda mais os incentivos fiscais e as subvenções econômicas. A Lei de Inovação<sup>4</sup>, aprovada em dezembro de 2004, por exemplo, regulamenta os incentivos fiscais para as atividades de P&D de inovação tecnológica e concede um grande avanço no setor por permitir às empresas inovadoras deduzirem no Imposto de Renda (IR) cerca de 160% do total investido em P&D, podendo chegar a 200% caso apresentem, em seus quadros, mestres e doutores, além de produtos patenteados (ARRUDA; VERMULM e HOLLANDA, 2006). Daí a importância de aproximar os empresários das instituições de pesquisa do País, de forma a instituir um ambiente inovador.

Dentre os incentivos previstos pela Lei de Inovação, estão as reduções de 50% do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), sobre máquinas e equipamentos designados à tecnologia e ao acréscimo no percentual de depreciação de máquinas, equipamentos e instrumentos novos destinados à inovação. Vale ressaltar que as empresas inscritas no Sistema Simples<sup>5</sup> não possuem tal incentivo por serem isentas do Imposto de Renda (IR).

A inovação tecnológica é um dos principais motores para a geração de riqueza e para o desenvolvimento econômico e social de um país, sendo aqui entendida como toda novidade implantada pela empresa, por meio de pesquisas ou investimentos, capaz de aumentar a eficiência do processo produtivo ou que implica em um novo produto ou ainda para aperfeiçoar um já existente (PINTEC, 2005).

---

<sup>4</sup> Art. 1º Este Decreto regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, que estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação e ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento industrial do País, nos termos dos arts. 218 e 219 da Constituição.

<sup>5</sup> O Simples - Sistema Integrado de Pagamento de Impostos e Contribuições das Microempresas e das Empresas de Pequeno Porte está em vigor desde 1.º de janeiro de 1997. Consiste no pagamento unificado dos seguintes impostos e contribuições: IRPJ, PIS, COFINS, CSLL, INSS Patronal e IPI (se for contribuinte do IPI). A inscrição no Simples dispensa a pessoa jurídica do pagamento das contribuições instituídas pela União, como as destinadas ao SESC, ao SESI, ao SENAI, ao SENAC, ao SEBRAE, e seus congêneres, bem como as relativas ao salário-educação e à Contribuição Sindical Patronal. O Simples poderá incluir o ICMS e/ou o ISS devido por microempresa e/ou empresa de pequeno porte, desde que o Estado e/ou o Município em que esteja estabelecida venha aderir ao Simples mediante convênio.

A importância da inovação tecnológica tem sido enfatizada há muito tempo por teóricos como Schumpeter (1971), referência clássica essencial no estudo da inovação e que a define como “a força central do dinamismo do sistema capitalista”. No Brasil, mais recentemente, diversos outros autores vêm ressaltando a necessidade de inovar para o desenvolvimento do país e para a sustentação e o crescimento da capacidade competitiva das empresas e dos setores (BARBIERI e ÁLVARES, 2003; CORREIA *et al.* 2005, ARRUDA, VERMULM e HOLLANDA, 2006).

De modo especial, Barbieri e Álvares (2003, p. 42), entendem que as tecnologias empregadas na engenharia civil, na biotecnologia, na administração ou na jurisprudência, compartilham duas peculiaridades: “(1) espera-se que sejam racionais e utilizem a melhor ciência básica disponível; (2) e que contribuam para modificar a realidade de um modo eficiente, ainda que não necessariamente benéfico”. Dentro desse contexto, muita coisa pode ser definida como inovação tecnológica, sendo que essas inovações estão divididas basicamente entre produtos e processos e o sucesso desse processo depende, sobremaneira, de empresas que necessitem despender esforços para preservar sua liderança no mercado e tornarem-se competitivas, como é o caso do setor de biotecnologia.

No Brasil, a base produtiva das empresas de biotecnologia integra diversos setores da economia, a saber: agricultura, insumos industriais (enzimas), saúde animal, saúde humana, meio ambiente e bioenergia, entre outros, com um mercado que atinge aproximadamente 3% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (MDIC, 2005).

Dentro do contexto nacional, o Estado de Minas Gerais ganha destaque. O setor de biotecnologia/biociências mineiro foi considerado pelo Banco Inter-Americano de Desenvolvimento (BID), em 2001, o mais importante polo de biotecnologia da América Latina, evidenciando o potencial do país em assumir papel de destaque no cenário da biotecnologia mundial. Contribuem, ainda, para esse cenário, a biodiversidade e abundância de recursos naturais, a existência de mão-de-obra qualificada e o reconhecimento da qualidade das pesquisas científicas brasileiras (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2001).

O estudo realizado pela Fundação Biominas (2007) identificou que o Parque Nacional de Empresas de Biotecnologia no Brasil, com um total de 71 empresas de “biotecnologia” e 110 empresas de “biociências”, apresenta concentração regional, e Minas Gerais ocupa o segundo lugar de maior concentração dessas empresas (21 empresas de biotecnologia e 45 empresas de biociências), perdendo apenas para São Paulo com 30 empresas de biotecnologia e 36 empresas de biociências). Dentro desse contexto, Belo Horizonte é o município mineiro que mais tem empresas do setor de biotecnologia e biociências, sendo considerado grande destaque nacional.

Especificamente, as empresas de biotecnologia e de biociências caracterizam-se pela elevada dependência da pesquisa básica (voltada para as descobertas científicas que possam trazer ganhos para a empresa em longo prazo) e da pesquisa aplicada (orientada ao desenvolvimento de produtos ou processos que possam ser comercializados imediatamente ou em um curto espaço de tempo pela empresa); pela multidisciplinaridade e complexidade; pela aplicação em diversos setores produtivos; pela elevada incerteza e riscos; pelos elevados custos de seus esforços tecnológicos e pelo desempenho inovador das aplicações comerciais (MCT, 2007). Essas características fazem com que o desenvolvimento de biotecnologia e biociências exijam um sistema complexo de interação entre os diversos agentes, isto é, o setor público e o privado.

De acordo com a metodologia da Sociedade Brasileira de Estudos de Empresas Transnacionais – SOBEET (2000) – entende-se por “esforço tecnológico”, nesta pesquisa, todos os dispêndios em atividades de P&D, podendo ser mensurados pelo montante de recursos utilizados envolvendo, ainda, a capacitação tecnológica, ou seja, os dispêndios relacionados com suporte e apoio tecnológico a P&D, como registro de marcas e patentes, treinamento de pesquisadores e manutenção de equipamentos usados em P&D e despesas com aquisição de tecnologias a partir de fontes externas. Em relação ao desempenho inovador, são aqui consideradas as inovações tecnológicas de processo e de produto comercialmente viáveis, resultantes dos esforços tecnológicos despendidos pelas empresas (SOBEET, 2000).

## **1.1 Justificativa**

Embora haja fortes indícios do grande potencial de expansão do setor de biotecnologia/biociências em Belo Horizonte, conforme estudo da Fundação Biominas (2007), até a data de início da presente pesquisa e também ao término desta, não foram identificados trabalhos empíricos sobre a relação conjunta entre esforço tecnológico e desempenho inovador realizados por essas empresas.

Diante da escassez de trabalhos que abordem esse tema e considerando-se a relevância da inovação tecnológica para o crescimento empresarial e elevação de níveis de competitividade, fica evidenciada a lacuna de conhecimento existente nesse campo e a necessidade de que sejam realizados estudos para que se tenha melhor compreensão do montante de recursos que as empresas deste segmento despendem em P&D, bem como dos resultados de suas inovações tecnológicas de processo e de produto.

Acredita-se que a construção ou a ampliação de conhecimentos sobre o tema escolhido contribuirá para a melhor compreensão das necessidades do setor econômico em investigação, de forma a subsidiar a ação empresarial e pública, seja fornecendo orientação mais ampla à atuação dos agentes privados e à formulação de políticas para ele voltadas seja, enfim, em suporte aos demais *stakeholders* que o compõem em sua totalidade, em especial ao público usuário de seus produtos e serviços que efetivamente se beneficiará com a ampliação das possibilidades de inovações tecnológicas resultantes.

## **1.2 Problema de pesquisa**

Considerando a importância da inovação tecnológica para o desenvolvimento econômico, conforme teoricamente apresentado (SCHUMPETER, 1971; BARBIERI e ÁLVARES, 2003, CORREIA *et al.*, 2005), e a dificuldade em investir em inovação das empresas brasileiras, empiricamente observada (PINTEC, 2005; ARRUDA; VERMULM e HOLLANDA, 2006) nesta introdução e levando-se em conta a



relevância econômica e os benefícios econômicos, sociais e públicos resultantes de inovações no setor escolhido para investigação, cabe perguntar:

As empresas do setor de biotecnologia/biociências de Belo Horizonte podem ser consideradas inovadoras? Ou seja, qual intensidade de esforços elas direcionam às atividades voltadas à pesquisa e desenvolvimento (P&D) e quais resultados efetivamente obtêm?

Responder a essa questão constitui a tarefa central desta dissertação, que a encaminha para os objetivos descritos a seguir.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste estudo foi analisar o esforço tecnológico despendido e o desempenho inovador realizado, atualmente, por empresas do setor de biotecnologia/biociências em Belo Horizonte, MG.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

Mais especificamente, o estudo buscou atender a três objetivos específicos, considerando empresas do setor de biotecnologia/biociências em Belo Horizonte:

1. Caracterizar as empresas pesquisadas segundo a faixa etária; as atividades econômicas predominantes; a dimensão econômica (porte da empresa em termos de emprego);
2. Identificar e mensurar o esforço tecnológico das empresas, segundo a metodologia da Sociedade Brasileira de Estudos de Empresas Transnacionais (SOBEET);
3. Avaliar o desempenho inovador das empresas, mensurado por despesas e resultados de P&D.

Sob a perspectiva de responder aos objetivos apresentados no presente trabalho, propôs-se a realização de um estudo descritivo de caráter quantitativo (VERGARA, 2003; COLLIS e HUSSEY, 2005).

Para fins de organização, esta dissertação se estruturou em seis capítulos, incluindo a presente introdução, que define os conceitos utilizados, os objetivos e os aspectos que fundamentam a realização do estudo. O segundo capítulo apresenta o referencial teórico do estudo, o terceiro capítulo foi dedicado à metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa, o quarto capítulo traz a apresentação dos dados coletados por meio da aplicação dos questionários, o quinto discute os dados da pesquisa e o sexto e último capítulo contempla a conclusão do estudo, seguida de uma análise reflexiva e propositiva de estudos futuros. Finalmente, são apresentadas as referências utilizadas no presente trabalho.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

O referencial teórico que aqui se apresenta divide-se em quatro seções. A primeira trata das origens e do histórico da evolução da biotecnologia. A segunda seção contextualiza a biotecnologia no mundo e no Brasil. A terceira seção busca definir e esclarecer o conceito de biotecnologia a ser utilizado na dissertação levando em consideração diferentes vertentes interpretativas pelas quais esse conceito vem evoluindo ao longo do tempo. A quarta seção define os conceitos de esforço tecnológico e desempenho inovador.

Os aspectos teóricos que se apresentam nas seções subsequentes serviram como base para a análise do esforço tecnológico despendido pelas empresas de biociências localizadas em Belo Horizonte - MG. Assim, a proposta deste referencial não foi a de realizar um debate teórico amplo, mas dar suporte a este estudo. Para tanto, optou-se por concentrá-lo na apresentação de temas diretamente relacionados ao objetivo geral explicitado na parte introdutória.

## **2.1 Biotecnologia: passado e futuro**

A palavra biotecnologia foi aplicada pela primeira vez em 1919, por um engenheiro agrícola da Hungria (FELDBAUM, 2004). Contudo, a história da biotecnologia é tão antiga quanto a prática da agricultura e a produção de pão, vinho, derivados do leite, dentre outros gêneros fermentados.

O processo evolutivo da biotecnologia passou por diversas fases até atingir o grau de desenvolvimento e adquirir importância nos dias atuais. Os principais marcos históricos no avanço científico e tecnológico da biotecnologia estão descritos na TAB. 1 a seguir:

Tabela 1 - Marcos no desenvolvimento da biotecnologia

Período	Acontecimentos
1.800 a.C.	Panificação e bebidas fermentadas (cerveja) são utilizadas por egípcios Queijos e vinhos são produzidos na China População de palmeiras é controlada pelos babilônios
1665	Robert Hooke descobre a existência de células em um pedaço de cortiça
1830-1840	Mathias Schleiden e Theodore Schwann lançam a primeira teoria celular
1865	Gregor Mendel descobre a hereditariedade dando origem à genética
1876	Pasteur mostra que a fermentação é causada por microrganismos Surgimento da fermentação industrial (ácido láctico, etanol, vinagre)
1914-1918	Síntese de glicerol, acetona e ácido cítrico
1928	Alexander Fleming descobre a penicilina
1940	Antibióticos são produzidos em larga escala por processos fermentativos
1953	Estabelecida a estrutura do DNA
1973	Início da engenharia genética
1978	Anticorpos monoclonais
1978	Sintetizada a insulina
1979	Hormônio do crescimento
1982	Insulina humana é comercializada
1983	Desenvolvimento em equipamentos e instrumentos em biotecnologia
1990	Sequenciamento do genoma humano
1999	Finalização do projeto genoma humano e P&D subsequente
Séc. XXI	Era do gen ou paradigma biotecnocientífico

Fonte: Adaptado de Villen, 2002, p. 5.

Há 1.800 a.C., a fermentação já era utilizada pelos egípcios na fabricação de pães e cervejas, enquanto queijos e vinhos eram produzidos na China e a população de palmeiras era controlada pelos babilônios na região, por meio da polimerização das árvores fêmeas (FELDBAUM, 2004). Dessa forma, os seres humanos utilizavam microrganismos, leveduras e enzimas, sem a formulação científica dos conhecimentos que se tem contemporaneamente sobre os processos então realizados, a partir da matéria-prima de que dispunham.

Embora os microrganismos tenham sido utilizados na mais remota história, a grande descoberta, segundo Borém (2005), aconteceu quando Robert Hooke, em 1665,

percebeu a existência de células em um pedaço de cortiça, desencadeando várias descobertas científicas e invenções no campo da biologia. Uma década depois, Anton van Leeuwenhoke construiu o primeiro microscópio óptico com capacidade de ampliação de 270 vezes, permitindo visualizar, pela primeira vez, os microrganismos. O microscópio revelou novos e estranhos mundos, invisíveis aos olhos humanos.

No final da década de 1830, ou seja, 170 anos após a descoberta da célula por Robert Hooke, foi que Mathias Schleiden e Theodore Schwann, por meio de incessantes estudos microscópicos, lançaram a primeira teoria celular, a de que todos os seres vivos são constituídos de células (BORÉM, 2005). Complementando, novas questões foram surgindo diante dos recentes conhecimentos, incentivando os cientistas a questionar sobre as características e semelhanças presentes entre pais e filhos.

Mas, somente no final do século XIX, Gregor Mendel desvendou os mistérios da hereditariedade. Segundo Borém (2005), Mendel cruzou e produziu híbridos de plantas com características distintas - plantas altas com plantas anãs, ervilhas amarelas com ervilhas verdes e assim por diante. Dessa forma, descobriu que as diferentes cores e texturas lisas ou rugosas das sementes, por exemplo, assim como as características das flores e os hábitos de crescimento, eram herdados independentemente, como unidades puras, e reapareciam nas gerações seguintes. Gregor Mendel realizou, posteriormente, experimentos similares com muitas outras espécies de plantas: feijões, chicória, plantas frutíferas, entre outros. As "leis mendelianas" estabeleceram a base para o estudo exato da hereditariedade: a genética (BORÉM, 2005).

Ainda no século XIX, mais precisamente em 1876, os trabalhos do cientista francês Louis Pasteur tornaram-se relevantes ao descobrir que uma substância inativa

revela-se ativa quando influenciada por uma fermentação (GRILO, 2007). Dessa forma, toda substância ativa provinha da natureza viva, a fermentação seria o correlativo da vida. Na pesquisa prática das fermentações (ácido láctico, etanol, vinagre), Pasteur chegou à conclusão definitiva de que a fermentação resultava da ação de microrganismos. Negou, entretanto, que esses microrganismos surgissem espontaneamente nas substâncias fermentescíveis, defendendo que eles seriam gerados por outros similares que impregnavam o ar (VILLEN, 2002).

Por mais paradoxal que aparenta ser, foram as duas grandes guerras mundiais que motivaram a produção em escala industrial de produtos advindos de processos fermentativos. Conforme Villen (2002), os explosivos necessários à Primeira Guerra (1914-1918), requeriam quantidades elevadas de acetona, uma vez que este solvente poderia ser produzido a partir da fermentação acetobutírica, os biólogos aliados uniram-se para aumentar o rendimento daquele processo.

Na década de 1940, ganha importância, a “biotecnologia vermelha<sup>6</sup>”, ou seja, a que se refere à medicina. É neste período que a penicilina, descoberta por Alexander Fleming em 1928, começa a ser produzida em massa, tendo em vista combater as infecções que assolaram a Europa durante a Segunda Guerra (VILLEN, 2002). A partir desse momento, muitos tipos de antibióticos foram desenvolvidos no mundo.

Todavia, o ano de 1953 foi o grande marco para a genética com a descoberta da estrutura helicoidal do DNA por dois cientistas da Universidade de Cambridge, um britânico, Francis Crick, outro americano, James Watson (BORÉM, 2005). O trabalho desses cientistas revolucionou a genética acelerando as descobertas da estrutura fina do DNA. Eles demonstraram que o DNA é uma molécula em forma de dupla hélice constituída por duas cadeias complementares de nucleotídeos.

Nos anos 1970, várias técnicas pioneiras de controles de mudança do DNA foram descobertas. “Em 1973, Cohen; H. Boyer e P. Berg trabalhando nas universidades

---

<sup>6</sup> A biotecnologia, em toda a sua complexidade e adaptabilidade de aplicações, compreende três cores: Biotecnologia branca (processos industriais); Biotecnologia verde (processos agro-alimentares e ambientais); Biotecnologia vermelha (processos médicos – medicina regenerativa ou terapêutica celular). Disponível em: <<http://www.biotec-zone.net>>. Acesso em: 27 set. 2008.

de Stanford e Califórnia, descobriram técnicas de partição de genes e técnicas de DNA recombinante, por meio das quais, pode-se inserir DNA externo em organismos” (JUDICE, 1997, p. 36). Cabe ressaltar que essa época marcou uma importante fase da biotecnologia, denominada Era da Engenharia Genética. Segundo Judice (1997), outros desenvolvimentos importantes dessa década incluem as técnicas de hibridoma de Kohler e Millstein que, em 1978, fundiram células tumorais e células produtoras de anticorpos, resultando na produção dos anticorpos monoclonais, utilizados na identificação de antígenos e sendo utilizados em diversos diagnósticos e tratamentos médicos. Essas técnicas foram posteriormente aplicadas à engenharia de proteínas e produção de medicamentos (FAULKNER; SENKER e VELHO, 1995). Para Borém (2005, p. 11), “esta investigação abriu portas para que a atividade da biotecnologia ocorra onde as barreiras estabelecidas na formação das espécies desapareçam”.

Por um lado, as técnicas de DNA recombinante permitem colocar um fragmento genômico de interesse num hospedeiro abrindo a possibilidade de combinar sequências de DNA de seres vivos muito diversificados. Por outro lado, é permitido, desse modo, alterar as características de um ser vivo (GRILO, 2007). É assim que surgem os Organismos Geneticamente Modificados (OGM) ou transgênicos. Exemplos mais recentes desta prática são: o tomate resistente ao amolecimento ou o milho resistente a pragas. Assim, com a descoberta de enzimas capazes de cortar o DNA em locais específicos, isolando genes que codificam as características desejadas, é possível desenvolver novas cadeias de DNA em seres vivos consoante às necessidades do indivíduo.

Novas descobertas, entretanto, estavam por vir. Em 1978, é sintetizada a insulina e, em 1979, o hormônio de crescimento humano. Em 1982, é finalmente comercializada a insulina humana, a primeira proteína recombinante no mercado (RUSSO, 2003).

Em 1990, com o objetivo de mapear e analisar todo o código genético humano, o projeto genoma humano foi iniciado envolvendo equipes de cientistas de vários



países. Sem dúvida, o mais audacioso projeto da biologia que pretende ter toda a sequência de genes da espécie humana, descobrir sua localização e determinar as suas funções (ALBAGLI, 1998).

Parafrazeando, a genômica é o estudo científico do genoma e do papel dos genes individual e coletivamente na determinação da estrutura, no direcionamento do crescimento e no controle de funções biológicas. É constituída de duas subáreas: (1) a genômica estrutural, que caracteriza, localiza e descobre genes, compara os diversos tipos de mapas por meio do sequenciamento em larga escala de DNA; e (2) a genômica funcional, que busca analisar o conteúdo e desvendar a complexidade do genoma, isto é, como os genes são regulados, como a atividade de uns afeta outros (BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION, 2008a).

Em 1999, foi finalizada a etapa preliminar de mapeamento estrutural do genoma humano (BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION, 2008b). Os estudos na área prosseguem com o desenvolvimento de trabalhos em genômica funcional e diversas outras áreas complementares de P&D pós-genoma, a saber: a proteômica, a farmacogenômica, a metabolômica.

A primeira, a proteômica, estuda a estrutura, função, localização e interação de proteínas intra e intercélulas (BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION, 2008a; 2008b). A segunda, a farmacogenômica, é o estudo das formas como a genética individual afeta as respostas do organismo aos medicamentos, tendo por objetivo a possibilidade de criar medicamentos customizados (HUMAN GENOME PROJECT INFORMATION, 2008). A terceira área, a metabolômica, refere-se à caracterização *high-throughput*<sup>7</sup> de metabolitos moleculares encontrados em um organismo. O metaboloma é ligado ao genótipo do organismo, assim como sua fisiologia e ambiente (o que o organismo come e respira). Assim, a metabolômica oferece a possibilidade de cruzar as relações genótipo fenótipo e genótipo ambiente, sendo utilizado em aplicações de saúde como farmacologia e testes pré-clínicos de medicamentos, toxicologia, monitoramento de transplantes e testes clínicos. A limitação existente na atualidade é que o metaboloma humano ainda não está bem

---

<sup>7</sup> Os sistemas de high-throughput (microarrays) são destacados para análise de grande volume de amostras de tecidos, DNA, RNA, proteína de diferentes origens, estágios do desenvolvimento ou patologias simultaneamente sob condições experimentais idênticas.

caracterizado, o projeto iniciou em 2005, no Canadá (HUMAN METABOLOME PROJECT, 2008). Assim sendo, a convergência das ciências da biologia molecular, química e genética abre a possibilidade de não só desvendar os mistérios da herança genética, como também de manipulá-la, o que faz com que o século XXI seja considerado a era do gen ou do paradigma biotecnocientífico (ALBAGLI, 1998). Essas atividades descritas são, hoje, facilmente reconhecidas como atividades da biotecnologia. E, como resultado da sua evolução, atualmente, a biotecnologia encontra muitas e diferentes aplicações importantes revelando-se útil em diversas áreas da ciência, bem como em vários segmentos de atividade, a saber: agricultura, insumos, saúde animal, saúde humana, meio ambiente, bioenergia e misto (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2007). Dentre suas áreas de atuação, destacam-se os setores da saúde e agro-alimentar. No âmbito da saúde, produzem-se antibióticos, hormônios de crescimento, vacinas entre outros; no campo agro-alimentar, obtêm-se pesticidas, herbicidas, inseticidas, alimentos transgênicos, alimentos naturais – não químicos, alimentos fermentados, enzimas, conservantes, vitaminas, entre outros.

## **2.2 Breve enquadramento mundial da biotecnologia**

A biotecnologia remonta às origens de nossa civilização. A etimologia da palavra remete ao grego e é formada por três termos, (1) bio (que quer dizer vida); (2) tecnos (designa utilização prática da ciência) e (3) logos (que exprime conhecimento). Para melhor elucidar a abordagem conceitual, descreve-se a idéia principal do termo:

Biotecnologia refere-se a um conjunto de tecnologias habilitadoras (*enabling technologies*) que possibilitam utilizar, alterar e otimizar organismos vivos ou suas partes, células, organelas e moléculas, para gerar produtos, processos e serviços com aplicações econômicas em saúde humana e animal, agricultura e meio ambiente (JUDICE e BAETA, 2005, p. 172).

Na tentativa de simplificar a definição descrita, anteriormente, pelas autoras pode-se dizer que biotecnologia é a utilização de agentes biológicos (microrganismos, células e moléculas – enzimas, anticorpos, DNA, entre outros) para prover bens (alimentos, bebidas, produtos químicos, energia, produtos farmacêuticos, pesticidas, entre

outros) e assegurar serviços (purificação da água, tratamento de resíduos, controle de poluição, entre outros). Para tal, é fundamental que se tenha conhecimentos em diversas áreas, a saber: microbiologia, bioquímica, genética, genômica, proteômica, metabolômica, farmacogenômica, engenharia, química, química combinatória, informática e bioinformática (JUDICE, 2005).

Ao longo de sua história, a biotecnologia tradicional tem sido aplicada em diversas situações e nos mais variados contextos. Nesse sentido, a humanidade, há milênios, vem utilizando microrganismos na produção de alimentos, uma vez que o pão, a cerveja, o vinho ou o queijo são produzidos por meio de processos que envolvem enzimas na sua produção. Além disso, há muito tempo, as atividades de melhoramento genético de plantas e animais são praticadas. Em suma, os organismos existentes na natureza e seu material genético quase sempre estiveram associados ao desenvolvimento da sociedade humana.

A biotecnologia moderna surgiu no início dos anos 1970 como resultado de descobertas científicas no campo da engenharia genética que aceleraram os processos de transformação genética e molecular e se tornou uma ferramenta de pesquisa científica que entusiasma os cientistas da área, mas também assusta e amedronta os leigos no assunto (ULHOA e SILVA, 2007). Nessa década, houve um crescimento acelerado do campo da biotecnologia com o advento do desenvolvimento da engenharia genética (alteração direta do material genético) ou tecnologia do ácido desoxirribonucléico (DNA) recombinante, cuja aplicação deu origem à “nova biotecnologia” ou comumente conhecida “biotecnologia moderna”, diferenciando-a da biotecnologia tradicional.

Essa tecnologia implica na manipulação do genoma de organismos com vistas à produção de proteínas recombinadas com as mais variadas finalidades, desde a atribuição de resistência a plantas em relação a fungos ou insetos criando-se, assim, os Organismos Geneticamente Modificados (OGM's), até a produção de fármacos

por via biológica ou enzimática. O próprio desenvolvimento das técnicas de cultura de células e tecidos abriu perspectivas na obtenção de novos produtos biológicos de interesse. Nesse contexto, a palavra biotecnologia tem sido empregada para classificar uma indústria ou um setor econômico, um campo de pesquisa ou a aplicação de determinadas técnicas.

Diferentemente da biotecnologia tradicional, Trigueiro (2002) expõe que a biotecnologia moderna surge da complexidade das relações técnicas, sociais, econômicas, políticas, éticas e institucionais, demandando um esforço transdisciplinar no interior das instituições, para seu desenvolvimento. O autor considera que a biotecnologia moderna abarca duas dimensões: (1) a científica e (2) a tecnológica. A primeira consiste em um conjunto articulado de programas de pesquisas básicas (biologia molecular, bioquímica, microbiologia, genética), sendo desenvolvido, fundamentalmente, nas universidades e instituições acadêmicas. Na segunda, existe a dificuldade de transformar os projetos propostos/defendidos em aplicações industriais e comerciais. “Essas duas dimensões coexistem e se complementam” (CUNHA e MELO, 2006, p. 4).

Nos anos 1980, novas técnicas, equipamentos e instrumentação foram desenvolvidos. Assim, em 1983, foi criado o sequenciamento automatizado de genes por meio da técnica do *Polymerase Chain Reaction* (PCR) ou reação da cadeia de polimerase, que permite amplificação de DNA (cópias de genes e fragmentos de genes) pelo uso da enzima denominada *taq polymerase* (isolada da bactéria *Thermus aquaticus*, resistente a altíssimas temperaturas). PCR tornou-se uma ferramenta básica da pesquisa e do desenvolvimento de produtos em biotecnologia (SIMON e KOTLER, 2004).

Posteriormente, nos anos 1990, avançam técnicas diversas resultantes da fusão entre computação e biociência, gerando novos campos como a bioinformática a qual permite uso, armazenamento, integração e ampla difusão (via internet) de conjuntos

imensos de dados (SIMON e KOTLER, 2004). A bioinformática utiliza ferramentas computacionais diversas (*software* de estatística, simulação gráfica, gestão de algoritmos e bancos de dados para acesso e integração de dados de diversas fontes). Paralelamente, desenvolvem-se técnicas e equipamentos ultra-rápidos de sequenciamento genômico, técnicas robotizadas de alta velocidade como as de *High-throughput-screening* (HTS) que permitem a rápida avaliação e teste de material bioquímico, genético e farmacológico. Adicionalmente, avançam os conhecimentos e instrumentos que permitem simulações, análises, modelagens digitais, conhecidas como biologia computacional (BENTLEY, 2002; HUMAN GENOME PROJECT INFORMATION, 2008). No Brasil, essa dimensão biotecnológica ganhou notoriedade e tem presenciado grandes avanços, como mostra a TAB. 2, abrindo perspectivas para o desenvolvimento de novas formas de prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças e pragas da agricultura.

## Tabela 2 – Cronologia dos Projetos Genoma

Ano	Projeto	Descrição
1997	<i>Xylella fastidiosa</i>	Em parceria com o Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus), o primeiro projeto brasileiro decifrou o material genético da bactéria <i>Xylella fastidiosa</i> , causadora da clorose variegada de citros (CVC), ou praga do amarelinho. O projeto foi concluído em novembro de 1999 e o país entrou para a história pelo primeiro sequenciamento de um fitopatógeno – um organismo causador de uma doença em uma planta de importância econômica.
1998	Genoma Cana	Teve início o segundo projeto, o Genoma Cana, o qual identificou 50 mil genes da cana-de-açúcar para descobrir genes envolvidos com o desenvolvimento, a produção e o teor de açúcar da planta, assim como sua resistência a doenças e a condições adversas de clima e solo.
1999	Genoma Humano do Câncer	Iniciou o projeto Genoma Humano do Câncer que conseguiu identificar, em menos de um ano, um milhão de sequências de genes de tumores mais frequentes no Brasil. Como consequência, foi criado o projeto Genoma Clínico do Câncer, que visa desenvolver novas formas de diagnóstico e tratamento do câncer a partir do estudo de genes expressos. Este projeto envolve oncologistas e cirurgiões paulistas na análise dos genes expressos em quatro tipos de manifestação do câncer: as doenças linfoproliferativas, tumores gastrointestinais, tumores neurológicos e de cabeça e pescoço.
*2001	Projeto FORESTS <sup>8</sup>	A FAPESP anunciou o início do projeto FORESTS, de sequenciamento de parte do genoma do Eucalipto, desenvolvido no âmbito do Programa Parceria para Inovação Tecnológica, PITE com o objetivo de melhorar a matéria-prima utilizada na produção de papel e celulose.
2002	Genoma <i>Xanthomonas</i>	Foi concluído o projeto Genoma <i>Xanthomonas</i> que mapeou variantes da bactéria que causam o cancro cítrico e atacam outros vegetais, a <i>X. citri</i> e a <i>X. campestris</i> . Esse resultado poderá ter impacto sobre todas as pesquisas de patógenos de plantas, porque o estudo para definir formas de combater a citri foi feito em comparação com a <i>campestris</i> , que tem uma característica muito favorável para a pesquisa, que é a de infectar a <i>Arabidopsis thaliana</i> , planta-modelo para estudos genéticos.
2002	<i>Schistosoma mansoni</i>	O projeto <i>Schistosoma mansoni</i> concluiu a identificação de 200 novos genes associados aos estágios de vida do parasita causador da esquistossomose e abriu novas perspectivas de combate à doença. A <i>Leifsonia</i> é o primeiro projeto inteiramente nacional no âmbito de um sub-programa do Genoma-FAPESP, o Genomas Agronômicos e Ambientais (AEG), criado em 2000 a partir do sequenciamento de uma variedade de <i>Xylella</i> que ataca as videiras, em conjunto com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. No âmbito no AEG também foram estudadas as variantes da <i>Xylella</i> que atacam a amendoeira e o oleandro, uma planta ornamental.
2002	<i>Leifsonia xyli</i>	Concluído em junho de 2002. Esta bactéria ataca a cana-de-açúcar e reduz em até 27% a biomassa aproveitável para a produção de açúcar e álcool.

<sup>8</sup> \*Este projeto ficou conhecido como “Genolyptus” (Genoma do eucalipto), foi desenvolvido pelo grupo de Genomas da Agricultura e Meio-Ambiente (AEG) e pelo consórcio das empresas Duratex, Ripasa Celulose e Papel, Suzano e Votorantim Celulose e Papel. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/materia/468/noticias/programa-genoma-do-eucalipto.htm>>. Acesso em 27 set. 2008.

---

2002	Genoma Funcional do Boi	Projeto iniciado em maio de 2002, em parceria com Central Bela Vista Genética Bovina.
------	-------------------------	---

---

Fonte: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, 2006.

Posteriormente, outros projetos de sequenciamento genômico foram implementados no Brasil como o guaraná e o café, entre outros, sendo avaliado que, nesta etapa, foi formada massa crítica de cientistas em todo o Brasil (MDIC, 2005). Daí a importância da biotecnologia, explicitada a seguir:

A biotecnologia promove impactos em diversos setores industriais por meio de técnicas inovadoras e pela promoção de verdadeira revolução no tratamento de doenças, no uso de novos medicamentos para aplicação humana e animal, na multiplicação e reprodução de espécies vegetais e animais, no desenvolvimento e melhoria de alimentos, na utilização sustentável da biodiversidade, na recuperação e tratamento de resíduos, dentre outras áreas, com potencial crescente de aplicação. Some-se a isso o fato de que o Brasil é um dos maiores detentores da biodiversidade, tornando promissor o cenário para a biotecnologia. A união de esforços entre o governo, a comunidade científica e a empresarial no desenvolvimento de projetos conjuntos, na formação de parcerias produtivas, na criação de ambiente favorável a novos investimentos e no desenvolvimento e/ou adaptação de tecnologias poderá acelerar o progresso nesta área, a fim de ampliar a competitividade e dinamizar o mercado de produtos biotecnológicos (MDIC, 2005, p. 1).

Nesse contexto, o impacto da biotecnologia, seja ela tradicional ou moderna, é notável, atingindo setores mais diversos da sociedade, como pode ser observado no QUADRO 1, apesar de, em alguns setores de atuação, provocar debates e controvérsias, tais como, na questão da produção e utilização de organismos geneticamente modificados, no uso racional da biodiversidade, na possibilidade de patentes e nos aspectos de ética e segurança.



<b>Setores</b>	<b>Alguns bens ou produtos obtidos por biotecnologia</b>	
Agricultura	Adubo composto, pesticidas, silagem, mudas de plantas ou de árvores, plantas transgênicas, entre outros.	
Alimentação	Pães, queijos, picles, cerveja, vinho (fermentação tradicional); proteína unicelular, aditivos, alimentos funcionais	
Indústria	Química	Butanol, acetona, glicerol, ácidos, enzimas, metais, entre outros.
	Eletrônica	Biossensores, entre outros.
	Energia	Etanol, biogás, entre outros.
Meio Ambiente	Recuperação de petróleo, tratamento do lixo, purificação da água, entre outros.	
Pecuária	Embriões, animais transgênicos, entre outros.	
Saúde	Antibióticos, hormônios e outros produtos farmacêuticos, vacinas, reagentes e testes para diagnóstico, células-tronco e novos tratamentos, entre outros.	

Quadro 1 - Bens ou produtos obtidos por biotecnologia

Fonte: Fundação Biominas, 2001, p.14, adaptado pela autora.

O futuro da biotecnologia, mesmo com todos os benefícios e produtos gerados, depende dos fatores econômicos e sociais que condicionam o desenvolvimento industrial. Mas, seja como profissionais, seja como cidadãos conscientes, decisões precisam ser tomadas. É neste contexto, ao despontar o século XXI, que mais uma vez o saber torna-se indispensável (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2001).

Outra diferenciação relevante parte de Carvalho (2004), que distingue as indústrias de biotecnologia em duas arenas. A primeira concentra as empresas que produzem inovação tecnológica pelo desenvolvimento de novos métodos, processos e produtos e/ou desenvolvem e produzem equipamento crítico e/ou componentes para a pesquisa e o desenvolvimento de biotecnologia. Fazem parte da segunda arena, as empresas que utilizam insumos e processos biotecnológicos nas suas linhas de produção de bens e serviços. Ainda para esse autor, sustentar as descobertas, produção, aprovação e comercialização dos produtos biotecnológicos envolve altos custos financeiros e econômicos, no tocante à infraestrutura dos laboratórios, alocação e manutenção de recursos humanos, bem como para custeio dos testes parametrizados e sistemáticos necessários, desde a pesquisa até o lançamento do produto final.

Trigueiro (2002) corrobora que, por estarem lidando com tecnologias no limiar do conhecimento, as empresas de biotecnologia apresentam altos custos relacionados com o trabalho científico original, assim como de avaliação da eficácia de seu desempenho. Nesse sentido, o risco econômico decorre de investimentos em pesquisas que podem não trazer o retorno esperado, refletindo em um risco social relacionado aos eventuais impactos provenientes da reação da sociedade perante os produtos lançados no mercado. Esse autor menciona, ainda, que o risco social faz com que o setor seja altamente vigiado pela sociedade, por meio de organizações não-governamentais, bem como pelos órgãos do governo.

### **2.3 Biotecnologia e biociências no Brasil**

O conceito de biotecnologia ainda não é homogêneo, países e organizações utilizam diferentes definições em âmbito mundial. A Convenção sobre Diversidade Biológica<sup>9</sup> define biotecnologia como qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica (CDB, 1994).

Para a consecução desta pesquisa, adotou-se como referência para a definição de Empresa de Biotecnologia e para a categorização das Empresas do Setor de biotecnologia/biociências o mesmo procedimento adotado na pesquisa realizada

---

<sup>9</sup> Art. 1º É aprovado o texto da Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro, no período de 5 a 14 de junho de 1992. Art. 2º Este Decreto Legislativo nº 2, entra em vigor em 1994. Senado Federal, 3 de fevereiro de 1994. Senador Humberto Lucena, Presidente.

pela Fundação Biominas (2007, p. 7) e sugerido pela *Nature Biotechnology* (2006), que estabelece como empresa de biotecnologia aquela que “desenvolve sua atividade comercial principal com aplicação tecnológica utilizando organismos vivos, sistemas ou processos biológicos, na pesquisa e desenvolvimento, na manufatura ou na provisão de serviços especializados”. Assim, somente são consideradas empresas de biotecnologia aquelas que, além de investir e ter projetos em biotecnologia, desenvolvem nisso sua atividade principal. Cabe ressaltar que, nesse estudo, o foco está voltado para empresas de biociências, mas, muitas vezes, o termo biotecnologia é utilizado pelo fato de que, no passado, essas definições foram muitas vezes usadas como sinônimas (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2007).

No contexto brasileiro, a biotecnologia integra a base produtiva de diversos setores da economia, com um mercado para produtos biotecnológicos que atinge aproximadamente 3% do PIB nacional (MDIC, 2005). Segundo estimativas do estudo realizado pela Fundação Biominas (2001), a Bio-indústria no Brasil faturou, nesse ano de referência, um valor entre R\$ 5,4 a R\$ 9 bilhões de reais (US\$ 2,3 a US\$ 3,9 bilhões) e gerou aproximadamente 30.000 postos de trabalho.

Recentemente, a Fundação Biominas (2007) desenvolveu estudo para identificar as empresas de biotecnologia conforme *Nature Biotechnology* (2006) existentes no Brasil. Este constitui-se no primeiro mapeamento do setor publicado no país dentro de sua nova definição, sendo focado, especificamente, em empresas que têm biotecnologia como seu principal negócio. Pereira (2007) salienta que, em âmbito mundial, há pesquisas sobre essa temática, mas que, no Brasil, existe uma lacuna por não haver esse tipo de informação. Complementando, a última fonte de dados

de abrangência nacional usada, até então, era um estudo da própria Fundação Biominas, realizado em 2001. Entretanto, esse levantamento, que foi pioneiro, não partiu só do setor de biotecnologia, mas da cadeia como um todo – ou seja, incluía, além das empresas, seus consumidores, distribuidores, fornecedores e até mesmo prestadores de serviços. O grande diferencial do estudo atual, segundo Pereira (2007), foi focar exclusivamente o setor, ou seja, quem realmente produz biotecnologia no País.

Exemplificando, uma empresa dedicada à condução de ensaios pré-clínicos ou ensaios clínicos, empresas que comercializam, mas não desenvolvem *kits* de diagnóstico ou equipamentos laboratoriais de pesquisa são consideradas empresas de biociências. Dessa forma, o estudo deixa claro que toda empresa de biotecnologia é também uma empresa de biociências, mas nem toda empresa de biociências se enquadra como empresa de biotecnologia. A categoria biotecnologia torna-se restrita àquelas que se enquadram na definição da *Nature Biotechnology* (2006).

Para que se possa compreender qual a real dimensão do subconjunto de empresas de biotecnologia e biociências, a Fundação Biominas (2007) fez um levantamento geral das empresas catalogadas como biociências (ou ciências da vida). Esse levantamento (que incorpora o conjunto de empresas de biotecnologia) catalogou 181 empresas privadas que atuam em território nacional, sendo 71 delas consideradas empresas de biotecnologia e 110 empresas de biociências conforme será detalhado nas Tabelas 3, 4 e 5.

Como é possível observar na TAB. 3, referente ao conjunto de empresas de biociências em geral (biociências e biotecnologia), a concentração de empresas é

evidente, tanto para as Grandes Regiões, como para as Unidades da Federação (UF). A Região Sudeste representa o espaço que aglomera 79% das empresas nacionais de biociências, muito à frente das demais regiões: a Região Sul concentra pouco mais de 10% das empresas, seguida pelas Regiões Nordeste (4,96%) e Centro-Oeste (4,41%). A Região Norte responde apenas por 1,10% do conjunto de empresas de biociências.

Tabela 3 – Distribuição regional das empresas de biociências por unidade da federação e grandes regiões

<b>Grande Região</b>	<b>Unidade da Federação</b>	<b>Empresas de Biociências</b>	<b>Brasil %</b>
Sudeste (79%)	Minas Gerais	66	36,46
	São Paulo	66	36,46
	Rio de Janeiro	11	6,08
Sul (10,53%)	Rio Grande do Sul	12	6,63
	Paraná	5	2,80
	Santa Catarina	2	1,10
Nordeste (4,96%)	Pernambuco	6	3,31
	Alagoas	1	0,55
	Piauí	1	0,55
	Bahia	1	0,55
Centro-Oeste (4,41%)	Distrito Federal	3	1,66
	Goiás	2	1,10
	Mato Grosso	2	1,10
	Mato Grosso do Sul	1	0,55
Norte (1,10%)	Amazonas	2	1,10
<b>Brasil</b>	<b>Total</b>	<b>181</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Fundação Biominas, 2007, p. 20.

O estudo mostra, ainda, que a distribuição é mais concentrada se analisada a partir da UF. Assim, Minas Gerais e São Paulo concentram, cada um, 36,46% das empresas. O segundo patamar, de dimensão muito inferior, seria alcançado por Rio Grande do Sul (6,63%) e Rio de Janeiro (6,08%). Pernambuco (3,31%) e Paraná (2,80%) formariam o terceiro patamar de biociências, seguidos por mais nove UF (incluindo o Distrito Federal) que reúnem empresas em um intervalo de valores muito restritos (0,55% a 1,66%). Em síntese, a concentração de empresas é evidente em duas UF, que reúnem, aproximadamente, 73% do conjunto de empresas.

Após esse levantamento apresentado, aplicaram-se os critérios de definição de biotecnologia conforme estabelecido pela *Nature Biotechnology* (2006) com os quais o universo de análise no Brasil ficou limitado a 71 empresas, ou seja, do conjunto total de 181 empresas com atividades em biociências, apenas 39% delas compõem o setor de biotecnologia no País, na abordagem da Fundação Biominas (2007).

Conforme pode ser observado na TAB. 4, das 71 empresas de biotecnologia existentes no Brasil, 51 empresas (71,83%) estão concentradas em dois estados: São Paulo com 30 empresas (42,25%) e Minas Gerais com 21 empresas (29,58%).

Tabela 4 - Distribuição regional das empresas de biotecnologia conforme *Nature Biotechnology* (2006) por unidade da federação (UF) e grandes regiões

<b>Grande Região</b>	<b>Unidade da Federação (UF)</b>	<b>Empresas de Biotecnologia</b>	<b>% Brasil</b>
Sudeste (80,28%)	São Paulo	30	42,25
	Minas Gerais	21	29,58
	Rio de Janeiro	6	8,45
Sul (8,45%)	Paraná	1	1,41
	Rio Grande do Sul	4	5,63
	Santa Catarina	1	1,41
Nordeste (5,63%)	Alagoas	1	1,41
	Bahia	1	1,41
	Pernambuco	2	2,82
Centro-Oeste (5,63%)	Distrito Federal	1	1,41
	Goiás	1	1,41
	Mato Grosso	2	2,82
<b>Brasil</b>	<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Fundação Biominas, 2007, p. 22.

Como pode ser observado, o predomínio absoluto coube à Região Sudeste que concentra 57 empresas, um montante superior a 80% dessas, seguida da Região Sul que, embora num patamar bem baixo com 6 empresas ou 8,45%, supera as Regiões Nordeste e Centro-Oeste com 4 empresas ou 5,63% respectivamente (TABELA 4).

Cabe ressaltar, também, que, das 71 empresas de biotecnologia estudadas pela Fundação Biominas (2007), 27% foram fundadas a partir de 2005 e 24% entre 2002 e 2005. Ou seja, 51% delas têm cinco anos de existência ou menos. Isso corrobora o fato de que, neste setor, é tudo muito novo. Apenas 18% das empresas participantes têm mais de 15 anos. Além de serem, em sua maioria, recentes, o

estudo confirma que muitas são microempresas<sup>10</sup>. Quase um terço delas têm no máximo cinco empregados e apenas 11% têm acima de 50 funcionários.

Essa é uma característica comum atribuída às empresas do setor no mundo todo, pois, como são especializadas em alta tecnologia, exige um quadro de funcionários extremamente qualificado. Para Pereira (2007), o faturamento destas empresas ratifica sua condição de micros e pequenos empreendimentos. Quase 57% delas têm rendimento anual de até R\$ 1 milhão e outras 18% ainda não estão faturando. Apenas 5% trabalham com cifras superiores a R\$ 10 milhões. O segmento está em fase de consolidação no mundo inteiro, e no Brasil não é diferente. Mas, de maneira geral, os resultados mostram que o setor está desenvolvendo.

No estudo realizado pela Fundação Biomina (2007), essas 71 empresas de biotecnologia foram divididas em sete categorias, a saber: saúde humana, saúde animal, agricultura, meio ambiente, bioenergia, insumos e misto, conforme descrito no QUADRO 2.

Setores	Bens e Serviços
Saúde Humana	Empresas que desenvolvem/comercializam produtos ou serviços especializados voltados para a saúde humana como <i>kits</i> de diagnóstico, vacinas, proteínas recombinantes, anticorpos, materiais para próteses e <i>devices</i> médicos especializados, meios de cultura, produção de reagentes e antígenos, terapia celular, curativos e peles artificiais, identificação de novas moléculas e fármacos, biossensores.

<sup>10</sup> A classificação do porte da empresa segundo o critério do Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, instituído pela Lei complementar n.º 123, de 14 de dezembro de 2006, define a categoria como “aquela cujo empresário ou pessoa jurídica equiparada aufera, em cada ano-calendário, receita bruta igual ou inferior a R\$ 240.000,00 (duzentos e quarenta mil reais)”. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/internet/infdoc/Publicações/html/pdf/microempresa1.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2008. Entretanto, para a classificação do porte das empresas de biotecnologia foi adotado, neste estudo, o critério do Sebrae (2003) que define como microempresa aquela com até 19 funcionários (indústria) e 9 funcionários (comércio e serviços); empresa de pequeno porte 20 a 99 funcionários (indústria) e de 10 a 49 funcionários (comércio e serviços); empresa de médio porte 100 a 499 funcionários (indústria) e de 50 a 99 funcionários (comércio e serviços); empresa de grande porte acima de 499 funcionários (indústria) e acima de 99 funcionários (comércio e serviços); Disponível em: <[http://www.ethos.org.br/\\_Uniethos/Documents/responsabilidade\\_micro\\_empresas\\_passo.pdf](http://www.ethos.org.br/_Uniethos/Documents/responsabilidade_micro_empresas_passo.pdf)>. Acesso em: 01 nov. 2008.



Saúde Animal	Empresas que desenvolvem/comercializam produtos ou têm serviços especializados voltados para a saúde animal como <i>kits</i> de diagnóstico, vacinas ou outros produtos terapêuticos, transferência de embriões, melhoramento genético, clonagem, diagnóstico molecular.
Agricultura	Empresas que desenvolvem/comercializam sementes e plantas transgênicas, novos métodos para controle de pragas, clonagem de plantas, diagnóstico molecular, produção de fertilizantes a partir de microorganismos, melhoramento genético, catalisadores.
Meio Ambiente	Biorremediação, tratamento de efluentes e áreas degradadas.
Bioenergia	Empresas que desenvolvem/comercializam projetos em bioenergia ou tecnologias aplicadas. Dada a importância desta categoria no setor brasileiro, decidiu-se separá-la de Agricultura.
Insumos	Empresas que produzem reagentes; por exemplo, empresas que produzem enzimas ou <i>kits</i> para extração de DNA.
Misto	Empresas que têm uma atividade comercial voltada igualmente para mais do que uma das categorias acima; por exemplo, produzem <i>kits</i> de diagnóstico para doenças humanas e animais.

QUADRO 2 – Categorização das empresas de biotecnologia

Fonte: Fundação Biominas, 2007, p. 16.

## 2.4 Biociências em Minas Gerais

Considerando a distribuição regional das empresas exclusivamente de biociências no Brasil apresentadas na TAB. 5, observa-se que, em primeiro lugar, aparece o estado de Minas Gerais assumindo claramente a liderança, com 45 empresas ou 40,98%, frente a São Paulo que concentra 36 empresas ou 32,73% destas. Na sequência, está o Rio de Janeiro que detém 5 empresas ou 4,54% e Rio Grande do Sul com 8 empresas ou 7,27%. Paraná e Pernambuco, ambos com 4 empresas, cada uma, ou 3,64% aparecem em quinto lugar. O Distrito Federal e Amazonas formariam o sexto lugar com 2 empresas, cada um, ou 1,8%. Outras quatro UF

estariam em sétimo lugar reunindo 3,6% do conjunto de empresas (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2007).

Tabela 5 - Distribuição regional das empresas exclusivamente de biociências no Brasil por unidade da federação (UF) e grandes regiões

Grande Região	Unidade da Federação	Empresas de Biociências	Brasil %
Sudeste (78,25%)	Minas Gerais	45	40,98
	São Paulo	36	32,73
	Rio de Janeiro	5	4,54
Sul (11,81%)	Rio Grande do Sul	8	7,27
	Paraná	4	3,64
	Santa Catarina	1	0,9
Nordeste (4,54%)	Pernambuco	4	3,64
	Alagoas	0	0
	Piauí	1	0,9
	Bahia	0	0
Centro-Oeste (3,6%)	Distrito Federal	2	1,8
	Goiás	1	0,9
	Mato Grosso	0	0
	Mato Grosso do Sul	1	0,9
Norte (1,8%)	Amazonas	2	1,8
<b>Brasil</b>	<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>100,00</b>

Fonte: elaborada pela autora com base em dados da Fundação Biominas, 2007, p. 20 e 22.

A distribuição é ainda mais concentrada se a análise for feita a partir de Grandes Regiões. A Região Sudeste representa o espaço que aglomera 78,25% das empresas nacionais de biociências, muito à frente das demais regiões: a Região Sul concentra 11,81% das empresas, seguida pelas Regiões Nordeste (4,54%) e Centro-Oeste (3,6%). A Região Norte responde apenas por 1,8% do conjunto de empresas de biociências.

## 2.5 Biotecnologia e biociências em Belo Horizonte

A microrregião de Belo Horizonte concentra 11 empresas de biotecnologia que representam cerca de 52% das empresas localizadas no Estado de Minas Gerais e, aproximadamente, 15,5% em nível nacional e o estado de Minas Gerais apresenta um total de 45 empresas de biociências que representam 41% do total no Brasil, representado por 110 empresas segundo a pesquisa da Fundação Biominas (2007). Não há informação no trabalho da Fundação Biominas (2007) sobre quantas empresas de biociências estão localizadas em Belo Horizonte, mas pode-se estimar que a mesma proporção de empresas de biotecnologia se mantenha em biociências e nesse caso se teria um total de 17 empresas (trata-se de uma estimativa plausível, mas ressalta-se aqui sua natureza exploratória).

Do setor de biotecnologia e biociências de Belo Horizonte sai um número cada vez maior de bens, produtos e serviços para o Brasil e o exterior. É um dos polos mais promissores da bioindústria nacional. É dele o privilégio, entre outros, do lançamento do Anel de Ferrara<sup>11</sup> e de *kits* de diagnóstico que incorporam alta sensibilidade e baixo custo (SEBRAE, 2006).

Na área de saúde humana, o polo se destaca também pela fabricação de válvulas cardíacas e reconstituição óssea e tecidual. Em saúde animal, sobressaem as vacinas e medicamentos; em reprodução animal, tecnologias avançadas de transferência de embriões. O crescimento do agronegócio é estimulado pelos avanços da bioindústria com sua tecnologia aplicada à saúde e reprodução animal e à agricultura. Na área ambiental, é grande a experiência em consultoria, na utilização da engenharia na área de tratamento de resíduos e no uso de

---

<sup>11</sup> Técnica pioneira no tratamento do ceratocone, doença hereditária que atinge a córnea e causa perda da visão de até 90%.

bioprocessos no aproveitamento e tratamento dos resíduos da mineração de ouro e outros minerais estratégicos (SEBRAE, 2006).

Assim, o desenvolvimento do setor de biotecnologia e biociências traz grandes perspectivas para Belo Horizonte. Nas palavras de Pereira (2007), a capital mineira apresenta vantagens que justificam a concentração dessas empresas e atraem outros empreendedores. A produção acadêmica na área e a presença de um mercado já reconhecido, por exemplo, são fatores positivos, pois disponibilizam na região serviços especializados para o setor. Dessa forma, cria-se um círculo virtuoso, em que o próprio crescimento do campo provoca uma concentração de distribuidores, fornecedores e outros elementos que consolidam o ambiente favorável atraindo empresários.

Todavia, apesar do grande potencial de expansão desse setor na capital mineira, não foram identificados trabalhos empíricos sobre a relação entre esforço tecnológico e desempenho inovador realizado por essas empresas atualmente. Em outras palavras, há escassez de conhecimento recente do montante de recursos que as empresas desse setor despendem em P&D, bem como dos resultados de suas inovações tecnológicas de processo e de produto.

Nesse sentido, o setor de biotecnologia e biociências nesta pesquisa será analisado em um contexto diferenciado, por se tratar de empresas que têm no conhecimento um componente estratégico para a sua competitividade e por realizarem importantes esforços tecnológicos. Uma vez que concentram grande parte desses esforços no desenvolvimento de produtos inovadores, essas empresas têm, na incorporação dessas inovações tecnológicas voltadas para o desenvolvimento de novos produtos, uma importância estratégica para a sua sobrevivência empresarial.

Na seção subsequente, apresentam-se os aspectos teóricos que servirão como base para a análise do esforço tecnológico despendido pelas empresas de

biotecnologia localizadas em Belo Horizonte. A proposta desta seção não é realizar um debate teórico amplo, mas dar suporte ao restante do trabalho. Para tanto, optou-se por concentrá-lo na apresentação de temas diretamente relacionados ao objetivo geral explicitado na introdução deste estudo.

Dessa forma, toda a discussão teórica apresentada a seguir se baseia na variável utilizada como critério de análise do esforço tecnológico, medido pela relação entre dispêndios em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e desempenho inovador das empresas de biotecnologia/biociências. Os dispêndios em P&D são importantes tanto ao desempenho inovador em si, quanto à capacidade de aprendizado e assimilação de tecnologias já desenvolvidas. Por meio do esforço tecnológico, é possível verificar a quantidade de recursos que em relação ao valor da produção, cada setor está direcionando às atividades de P&D, ou seja, o quanto esta atividade pode ser considerada importante para cada setor.

## **2.6 Esforço tecnológico**

O esforço tecnológico constitui um mecanismo importante utilizado pelas empresas atualmente. Dentro desse contexto, o desenvolvimento interno das tecnologias aplicadas aos produtos desenvolvidos, o conhecimento acumulado de seus recursos humanos ou determinantes de P&D são os mais presentes. Dessa forma, as atividades inovadoras podem ser compreendidas como o resultado do esforço tecnológico das empresas voltados a sua incorporação em novos produtos, processos e formas organizacionais (RIEG e ALVES FILHO, 2003).

Apenas para ilustrar o desenvolvimento tecnológico do País, merecem destaque os esforços da pesquisa concluída pela Fapesp em 2002, a qual resultou no sequenciamento e comparação dos genomas de duas bactérias aparentadas, a *Xanthomonas citri*, que causa o cancro cítrico, e a *Xanthomonas campestris*, que destrói a plantação de repolho, brócolis e outros vegetais. Isso mostra o momento

extraordinário que vive a pesquisa científica brasileira e consolida sua posição de liderança no estudo de fitopatógenos (FAPESP, 2006).

Vale notar que, apesar de serem escassos os recursos destinados à P&D no País, a pesquisa envolveu um investimento de US\$ 5 milhões, dos quais 95% foram financiados pela Fapesp e 5%, pelo Fundecitrus e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). As *Xanthomonas* são o gênero mais importante de fitopatógenos, isto é, de bactérias que causam doenças em plantas. Com o intuito de se precaver, a Fapesp já teve o devido cuidado de depositar pedidos de patente para proteger o resultado desta pesquisa (MÜLLER e CARMINATTI, 2003).

Nesse cenário, contudo, há grandes desafios que ainda são encontrados:

Ausência de um sistema nacional de inovação, carência de tribunais e juízes especializados para julgar casos de infração de patentes, carência de examinadores de patentes junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), e necessidade de uma maior interação entre o meio acadêmico e o empresarial (MÜLLER e CARMINATTI, 2003, p. 2).

Todavia, faz-se necessário investir cada vez mais em P&D no País, além disso, a busca por interação entre os setores público e privado é importante para garantir um sistema de patentes forte, que permita tanto à academia quanto ao meio empresarial proteger adequadamente os resultados de investimentos em P&D.

### **2.6.1 Recursos e investimentos em P&D**

Diante de uma economia globalizada, utilizar indicadores de inovação constitui-se em um ponto estratégico tanto para a organização quanto para o setor a que ela pertence, a fim de dimensionar seu nível de competitividade e se posicionar no

mercado. Assim, a escolha da P&D ganha relevância devido à sua importância na geração de novos conhecimentos.

Uma classificação relevante, apresentada nos estudos de Rieg e Alves Filho (2003), diz respeito a uma metodologia desenvolvida pela SOBEET (2000)<sup>12</sup>. Outra referência clássica na mensuração do esforço tecnológico é o trabalho de Matesco e Hasenclever (1998)<sup>13</sup>. Porém, por uma questão de consistência metodológica, nesta pesquisa, optou-se por adotar a metodologia da SOBEET (2000), que é bastante semelhante àquela de Matesco e Hasenclever (1998), e que foi fonte básica do trabalho de Rieg e Alves Filho (2003) sobre esforço tecnológico e desempenho inovador em empresas da área biomédica aqui replicado, tomando como referência a utilização do mesmo questionário (ANEXO B). Ou seja, em síntese, Matesco e Hasenclever (1998) mensuram e trabalham indicadores de esforço tecnológico em países, enquanto Rieg e Alves Filho (2003) mensuram e trabalham indicadores da SOBEET (2000), voltado para esforço tecnológico em empresas.

De acordo com a metodologia da SOBEET (2000), o esforço tecnológico de uma determinada empresa pode ser mensurado pelo montante de recursos que investe em atividades de P&D e em capacitação tecnológica. Entende-se por capacitação tecnológica, nesta pesquisa, os dispêndios relacionados com suporte e apoio tecnológico a P&D como, por exemplo, registro de marcas e patentes, treinamento de pesquisadores e manutenção de equipamentos usados em P&D e despesas com aquisição de tecnologias a partir de fontes externas.

Embora não sejam os únicos indicadores empreendidos pelas organizações para inovar, a atividade de P&D e a capacitação tecnológica, segundo Santana, Hasenclever e Mello (2003) compreendem, aqui, alguns dos elementos que permitem aumentar a competitividade de uma empresa ou indústria, como táticas adotadas pelas empresas em determinado momento e lugar, podendo modificar conforme sua adoção ou implementação, neste caso, os resultados obtidos também

---

<sup>12</sup> Sociedade Brasileira de Estudos de Indústrias Transnacionais e da Globalização Econômica - SOBEET. **Comportamento Tecnológico das Indústrias Transnacionais em Operação no Brasil**. Rio de Janeiro, Conjuntura Econômica, v. 54, mar./2000.

<sup>13</sup> MATESCO, Virene Roxo; HASENCLEVER, Lia. **Indicadores de esforço tecnológico: comparação e implicações** (1998). IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para discussão n. 442 – ISSN 1415-4765

serão alterados. Além disso, a empresa desenvolve o trabalho criativo em bases sistemáticas para aumentar o estoque de conhecimento e utilizá-lo em novas aplicações (MANUAL DE OSLO, 2005).

Santana, Hasenclever e Mello (2003, p. 156) entendem que os termos pesquisa e desenvolvimento (P&D) estão atrelados a um “conjunto de conhecimentos, habilidades e técnicas que a empresa desenvolve, internamente ou em parceria, objetivando gerar e materializar um novo conhecimento ou aperfeiçoar um já existente”. Para esses autores, esse conceito engloba tanto as atividades de pesquisa básica, quanto de pesquisa aplicada.

Como expõem Rieg e Alves Filho (2003), a pesquisa básica se aplica ao desenvolvimento científico visando a descobertas que possam trazer ganhos para a empresa em longo prazo, enquanto a pesquisa aplicada visa ao desenvolvimento de conhecimento específico, orientada ao desenvolvimento de produtos ou processos capazes de serem comercializados em seguida ou em um breve período pela empresa.

As empresas de grande porte, em sua maioria, investem em pesquisa básica, além da aplicada e certamente são caracterizadas por um esforço tecnológico expressivo, com P&D estruturado, ou seja, em centros próprios de pesquisa. Ao contrário, as empresas de pequeno porte, em virtude do alto investimento associado à pesquisa básica, além de se voltarem preferencialmente à pesquisa aplicada, muitas vezes, possuem departamento de P&D semi-estruturado (PINHO, 2006). No entendimento de Rieg e Alves Filho (2003 p. 295), isso significa que as atividades de P&D nas empresas de pequeno porte “são realizadas esporadicamente, por diferentes grupos de pessoas, e, geralmente, são desenvolvidas para tentar atender as necessidades imediatas dos clientes”. Ou seja, as atividades de P&D, muitas vezes, são realizadas para complementar processos de aquisição de tecnologia de fontes externas às empresas adquirentes. Por exemplo, a empresa pode adquirir alguma tecnologia que necessitará ser decodificada e incorporada, então, as atividades de P&D serão desenvolvidas exclusivamente para essa finalidade (RIEG e ALVES FILHO, 2003).



Sendo assim, o processo de P&D semi-estruturado parece guardar relação com o pequeno porte das empresas. Forte evidência disso, segundo Pinho (2006), é que a presença de P&D estruturado cresce de acordo com o porte da empresa, alcançando a maioria das firmas com mais de 20 funcionários e a totalidade daquelas com mais de 100 pessoas.

Para Pinho (2006), entretanto, o grau de estruturação da P&D não segue nenhum padrão setorial claramente definido. Tampouco é clara a relação entre estruturação do P&D e ritmo de crescimento da empresa, medido pela expansão do faturamento. De todo modo, deve-se ter cautela com essa interpretação, já que informações sobre o crescimento estão disponíveis para um número relativamente pequeno de empresas.

### **2.6.2 P&D não-estruturado**

É crescente o número de empresas que buscam aumentar os recursos tecnológicos direcionados ao desenvolvimento de produtos e processos novos ou aperfeiçoados. No entanto, essas empresas, segundo Rieg e Alves Filho (2003), têm sido comumente incapazes de nortear, simultaneamente e consistentemente, investimentos expressivos associados a um conjunto complexo de recursos e competências para tal finalidade. Por isso, e também porque os resultados das atividades internas de P&D são, em geral, incertos (RIEG e ALVES FILHO, 2003), as empresas procuram comumente fontes externas de tecnologia. Essas fontes englobam quatro tipos principais, a saber: (1) licenciamentos, (2) alianças estratégicas, (3) compra de tecnologias e (4) contratação de outras empresas, universidades e centros de pesquisa.

#### **2.6.2.1 Licenciamento**

Por meio do licenciamento, uma empresa cede o direito sobre uma patente (que protege um produto, sua tecnologia agregada ou processo de fabricação), ou sobre

uma marca registrada (que protege o nome do produto) a outra empresa, em troca de uma remuneração ou do pagamento de *royalties* (direitos de patente) (JEANNET e HENNESSEY, 1992). Resumindo, o licenciamento é um acordo entre duas partes, sendo que uma delas possui o direito de propriedade sobre tecnologia, processo ou informação que foi desenvolvida, enquanto a outra parte faz uso dessa tecnologia (processo ou informação) pagando alguma outra soma específica ao licenciador, em troca da permissão de uso. “Geralmente, o objeto de licenciamento está protegido por uma patente e pode ser copiado com a concessão do licenciamento” (RIEG e ALVES FILHO, 2003, p. 256).

As licenças podem ser concedidas, ainda, por períodos de curta ou longa duração e são consideradas investimentos importantes para a inserção no mercado, os quais, normalmente, são bem inferiores aos requeridos para o desenvolvimento de um produto novo e o tipo de empresa ou indústria licenciada.

Para Schneider (2002), as principais razões para uma empresa recorrer ao licenciamento são:

- a) não possuir conhecimento técnico suficiente ou tempo para desenvolvê-lo objetivando aumentar sua participação no mercado;
- b) o mercado em questão ser demasiado pequeno para justificar investimentos necessários ao desenvolvimento de um produto;
- c) para uma empresa pequena sempre é vantajoso possuir como parceiro uma empresa por meio de um contrato de licenciamento.

Duas desvantagens, entretanto, podem ocorrer no caso do licenciamento: (1) dependência do licenciador de que o licenciado gere receita para poder pagar os *royalties* devidos, os quais, normalmente, são acordados sobre o volume de vendas gerado pelo produto em questão; (2) inexistência de garantia da qualidade do produto fabricado pelo licenciado, o que pode vir a comprometer a imagem do licenciador (SCHNEIDER, 2002).

Porém, o licenciamento tem suas particularidades, podendo variar. Nas palavras de Rieg e Alves Filho (2003), no licenciamento de um produto patenteado, por exemplo, a autorização pode ser oferecida apenas para sua comercialização, continuando o

proprietário do produto a manufaturá-lo. Ou, ainda, a permissão pode ser dada tanto para comercializá-lo quanto para manufaturá-lo.

### **2.6.2.2 Aliança estratégica**

A aliança estratégica é caracterizada como uma conformação organizacional capaz de reunir indivíduos, instituições ou universidades sendo concorrentes ou não, organizações governamentais e centros de pesquisa de forma democrática e participativa, em torno de objetivos e ou temáticas comuns que dificilmente seria atingida isoladamente (LAMBE e SPEKMAN, 1997; HITT, IRELAND e HOSKISSON, 2005).

Na literatura, são encontrados diversos modelos de estruturação de relacionamentos dentro do contexto das alianças estratégicas, como *joint-ventures*, parcerias, consórcios, integração vertical, *cluster*, acordos cooperativos, *franshising*, organização virtual, integração horizontal, redes empresariais flexíveis, entre outros. No entanto, essa classificação é contraditória para alguns autores por desconsiderarem as *joint-ventures* como sendo alianças estratégicas (LIPNACK e STAMPS, 1994). Em contrapartida, há quem diferencie as alianças das redes empresariais, todavia o importante é entender que aliança estratégica nada mais é do que a união entre empresas autônomas em prol de um objetivo comum, compartilhando dessa forma elementos de sua cadeia de valor (PORTER, 1989).

### **2.6.2.3 Compra de tecnologias e outras contratações**

Após a apresentação do que é comumente compreendido como esforço tecnológico, vale contemplar, ainda, as alianças formais, os arranjos menos formalizados de P&D (P&D semi-estruturados) e as articulações diretas, muitas vezes informais, com centros de pesquisa, outras empresas e universidades, além da compra de tecnologia que, em países desenvolvidos, o dispêndio em P&D é mais privado que público: ao contrário dos países menos desenvolvidos em que o setor privado tende

a ser conservador e acreditar que é mais fácil comprar tecnologia que desenvolvê-la (CORREIA *et al.*, 2005).

Corroborando, Meirelles (1989) menciona que, aos países em desenvolvimento, resta desenvolver um sistema de inovação via imitação, já que, nos países menos desenvolvidos, não se conta com recursos financeiros disponíveis, necessários ao investimento em P&D.

Tendo em mente a amplitude do que é comumente conhecido como “esforços tecnológicos”, tornam-se aparentes os problemas comuns às empresas ligadas à economia dos países em desenvolvimento como, por exemplo, a brasileira, que enfrenta dificuldades para ter acesso a conhecimentos, mercados e crédito (FERNANDES *et al.*, 2000). Nesses países, as atividades de inovação estão, em sua maioria, relacionadas à difusão, à adaptação e às melhorias em tecnologias já existentes. Via de regra, essas atividades não são desenvolvidas em departamentos de P&D formalmente estruturados, mas por meio de outros esforços de inovação, anteriormente, citados (QUADROS *et al.*, 1999).

Assim sendo, as fontes externas de tecnologia podem fornecer às empresas acesso a um amplo conjunto de capacidades tecnológicas, imprescindíveis ao desenvolvimento de novos produtos e processos ou ao aprimoramento de produtos e processos já existentes, compensando “fraquezas” das atividades de P&D e acelerando o desenvolvimento e a comercialização de novos produtos (ZAHRA e BOGNER, 1999).

### **2.6.3 Capacitação tecnológica**

Segundo Pavitt (1989), “capacitação tecnológica” é o produto do aprendizado tecnológico, no que se refere ao acúmulo desse aprendizado em que o processo pelo qual os recursos para gerar e administrar as mudanças técnicas é incrementado ou fortalecido levando em consideração o mercado e seus atores. O autor ressalta, ainda, que estes recursos advêm do conhecimento, das qualificações

e da experiência, estruturas institucionais e intercâmbio nas firmas, entre firmas e fora das firmas.

Já para Cohen e Levinthal (1989), a capacidade tecnológica é alcançada por meio do processo de aprendizado tecnológico que requer aptidão para assimilar a tecnologia, do interior da organização e está embasado em dois elementos importantes: (1) base de conhecimento existente e (2) esforço intensivo em P&D. O primeiro diz respeito ao conhecimento intrínseco dos componentes da organização, enquanto o segundo se refere ao compromisso dos componentes da organização no sentido de unir esforços para assimilar e internalizar conhecimentos tecnológicos e organizacionais.

Dessa forma, o aprendizado tecnológico na empresa pode ser considerado como um processo de assimilação, o qual produz e dissemina novos conhecimentos. Dentro desse contexto, pode-se dizer que o capital intelectual influencia sobremaneira no processo de aprendizado para a empresa absorver tecnologia.

## **2.7 Desempenho inovador**

Não há como se falar em desempenho inovador sem antes falar sobre inovação, pois esta é um fator fundamental ao sucesso das empresas e ao desenvolvimento econômico na medida em que a sobrevivência num ambiente de competição crescente não admite a inatividade. É, então, essencial que as empresas inovem para aumentar, conseqüentemente, o desempenho inovador.

Para Betz (1987), a inovação consiste na entrada de produtos, processos e serviços no mercado. Já a inovação tecnológica é aquela na qual a entrada desses produtos, processos e serviços baseiam-se em novas tecnologias. A inovação tecnológica é definida comumente como a invenção, o desenvolvimento e a entrada no mercado de novos produtos, processos e serviços que incorporam novas tecnologias. Pode-se dizer que a inovação começa como invenção, uma ideia de como desenvolver algo. Cabe ressaltar que invenção e inovação são dois termos próximos que

merecem comentários, pois não raro eles são usados como sinônimos (BARBIERI e ÁLVARES, 2003).

A distinção entre inovação e invenção se deve em grande parte à obra de Schumpeter (1971). Para esse autor, a inovação é uma nova combinação de meios de produção e constitui um elemento central da economia enquanto que a invenção, se não for levada à prática, se torna irrelevante do ponto de vista econômico. Dentro desse contexto, entre a concepção de uma ideia e sua introdução no mercado, podem ocorrer inúmeros problemas, seja porque a ideia não foi bem desenvolvida do ponto de vista técnico, seja porque ela não atende, efetivamente, algum aspecto metodológico, tais como: preço, momento adequado para seu lançamento, distribuição deficiente e apresenta problemas pós-venda, entre outros. Para Barbieri e Álvares (2003), isso explica a invenção ser um fato exclusivamente técnico, enquanto que a inovação é um fato técnico, econômico e organizacional concomitantemente.

Nas palavras de Barbieri e Álvares (2003), a inovação tecnológica pode ser entendida como uma invenção efetivamente incorporada aos sistemas produtivos, enquanto a invenção propriamente dita é uma ideia elaborada ou uma concepção mental que se apresenta na forma de planos, fórmulas, modelos, protótipos, descrições e outros meios de registrar ideias.

A aptidão das empresas para unificar e coordenar recursos tanto financeiros e humanos quanto organizacionais e técnicos com a finalidade de gerar novas ideias com vistas ao aperfeiçoamento de produtos, processos de fabricação ou serviços, desenvolver novos conhecimentos, criar soluções para concretizar essas ideias e, por fim, transferir esses resultados para a prática da empresa é determinada pela gestão da inovação (MACULAN *et al.*, 2002).

Nesse sentido, o processo de inovação envolve inúmeros elementos. O desenvolvimento de processos e produtos está baseado na capacidade de organizar esses elementos, aptidão que resulta de um processo de aprendizado que acontece a partir da experiência da empresa em relação à sua produção. Com base nessas

considerações, serão apresentadas, em seguida, definições de desempenho inovador, o qual será função dessa dinâmica e da capacitação organizacional.

O desempenho inovador pode ser definido como o resultado dos esforços tecnológicos despendidos pelas empresas e entendido como a decisão tomada pelas empresas no que tange à aquisição, ao desenvolvimento e à utilização de recursos e capacidades tecnológicas (ZAHRA, 1996). Fazem parte do desempenho inovador, as inovações tecnológicas de processos e de produtos viáveis comercialmente, as inovações organizacionais e também as inovações de mercado e *marketing*. O Manual de Oslo (2005) reconhece essas variantes e faz um esforço de construção de indicadores para sua mensuração.

Com efeito, o desempenho inovador é uma importante dimensão de análise do desempenho das empresas, principalmente para aquelas que se encontram em ambientes tecnologicamente dinâmicos, isto é, aqueles ambientes nos quais os ciclos de vida dos produtos são curtos devido à demanda constante por inovações por parte dos consumidores, além dos novos conhecimentos tecnológicos e científicos serem responsáveis por alavancar processos de inovação tecnológica fazendo com que as empresas os adotem (FIATES e SCHNEIDER, 1998).

Quadros *et al.* (1999) mencionam que uma empresa pode avaliar seu desempenho inovador não somente pelo número de produtos e processos tecnologicamente modificados, resultantes de seus esforços tecnológicos despendidos, como também pela parcela de faturamento advindo da comercialização desses produtos tecnologicamente modificados. Isso ocorre pelo fato de a inovação ser definida pela passagem ou aprovação do produto no mercado (SBRAGIA *et al.*, 1998; SOBEET, 2000).

Nesta dissertação, o desempenho inovador está relacionado com as inovações tecnológicas de processo e de produto comercialmente viáveis, resultantes dos esforços tecnológicos despendidos pelas empresas estudadas. Entende-se por inovações de produto e de processo, a introdução de novos produtos ou processos produtivos na empresa ou as modificações tecnológicas de produtos ou processos já existentes (SOBEET, 2000).

Para Suzigan (1992), o desempenho inovador está relacionado com a quantidade de inovações de produto e de processo de natureza incremental e significativa ou radical; com a parcela do faturamento derivada de novos produtos, processos ou de produtos aperfeiçoados, além daqueles desenvolvidos internamente na empresa e inseridos no mercado em um determinado período.

As inovações tecnológicas de natureza significativa de produtos resultam em novas ou diferentes características de uso e finalidade que os distinguem daqueles produzidos até então, ou seja, são produtos inteiramente novos. Um produto tecnologicamente novo é aquele cujas características tecnológicas, ou uso pretendido, diferem significativamente dos produtos previamente produzidos. Tais inovações podem envolver tecnologias radicalmente novas, ser baseadas na combinação de tecnologias existentes empregadas em novos usos ou ser derivadas do uso de conhecimento novo. Já as inovações de produto de natureza incremental correspondem ao aprimoramento de produtos preexistentes, isto é, produtos aperfeiçoados ou melhorados (SEADE, 1998).

A mesma classificação pode ser utilizada para as inovações de processo. As inovações de processo de natureza significativa dizem respeito à incorporação de novos processos de produção, e as inovações de natureza incremental correspondem a processos tecnologicamente modificados, já adotados pela empresa (SEADE, 1998).

Assim, as inovações de natureza incremental e significativa passaram a incorporar o cotidiano das empresas, como um importante instrumento de competição. O desempenho inovador, então, consiste em uma importante dimensão do desempenho das empresas, principalmente para aquelas que se encontram em ambientes tecnologicamente dinâmicos, como é o caso das empresas do setor de biotecnologia e biociência.



Considerando a análise de empresas que atuam em ambientes dinâmicos, a expectativa é que os investimentos em P&D realizados pelas empresas que possuem um maior desempenho inovador superem aqueles realizados pelas empresas que possuem um menor desempenho inovador (RIEG, 2004). Além disso, a sobrevivência dessas empresas depende sobremaneira de repor produtos novos ou aperfeiçoados, e, diante das dificuldades de as empresas que atuam em economias periféricas, como a brasileira, terem acesso às “altas tecnologias”, acredita-se que os investimentos em P&D voltem-se, sobretudo, para inovações incrementais em produtos (FERNANDES *et al.*, 2000). Cabe ressaltar que o sucesso de produtos lançados no mercado, provenientes dos investimentos em inovações e capacitação tecnológica, pode ser mensurado pela porcentagem do faturamento de vendas gerado por meio de tais investimentos (SOBEET, 2000).

Para Alves Filho (1991), dependendo do porte da empresa, talvez os investimentos com atividades internas de P&D não se justifiquem. Ou seja, a empresa precisa ter um porte relativamente grande de modo a viabilizar o investimento em inovação e, eventualmente, a obtenção de economias em escalas nas atividades de P&D. Dessa forma, a empresa pode optar por utilizar, preferencialmente, fontes externas de tecnologia, conforme exposto anteriormente.

Para melhor entendimento dos procedimentos realizados nesta pesquisa, tem-se a FIG. 1. Ela relaciona os quatro passos da pesquisa, mostrando a sequência em que foram empreendidos.

O primeiro passo trata das origens e histórico da evolução da biotecnologia. O segundo passo contextualiza a biotecnologia no mundo e no Brasil. O terceiro permeia todo o texto e está relacionado a um esforço de definir o conceito de “biotecnologia” e refinar esse conceito que vem evoluindo ao longo do tempo. O quarto passo define os conceitos de esforço tecnológico e desempenho inovador.

O objetivo com esse procedimento é apenas o de situar o leitor no contexto de toda a pesquisa até o momento.

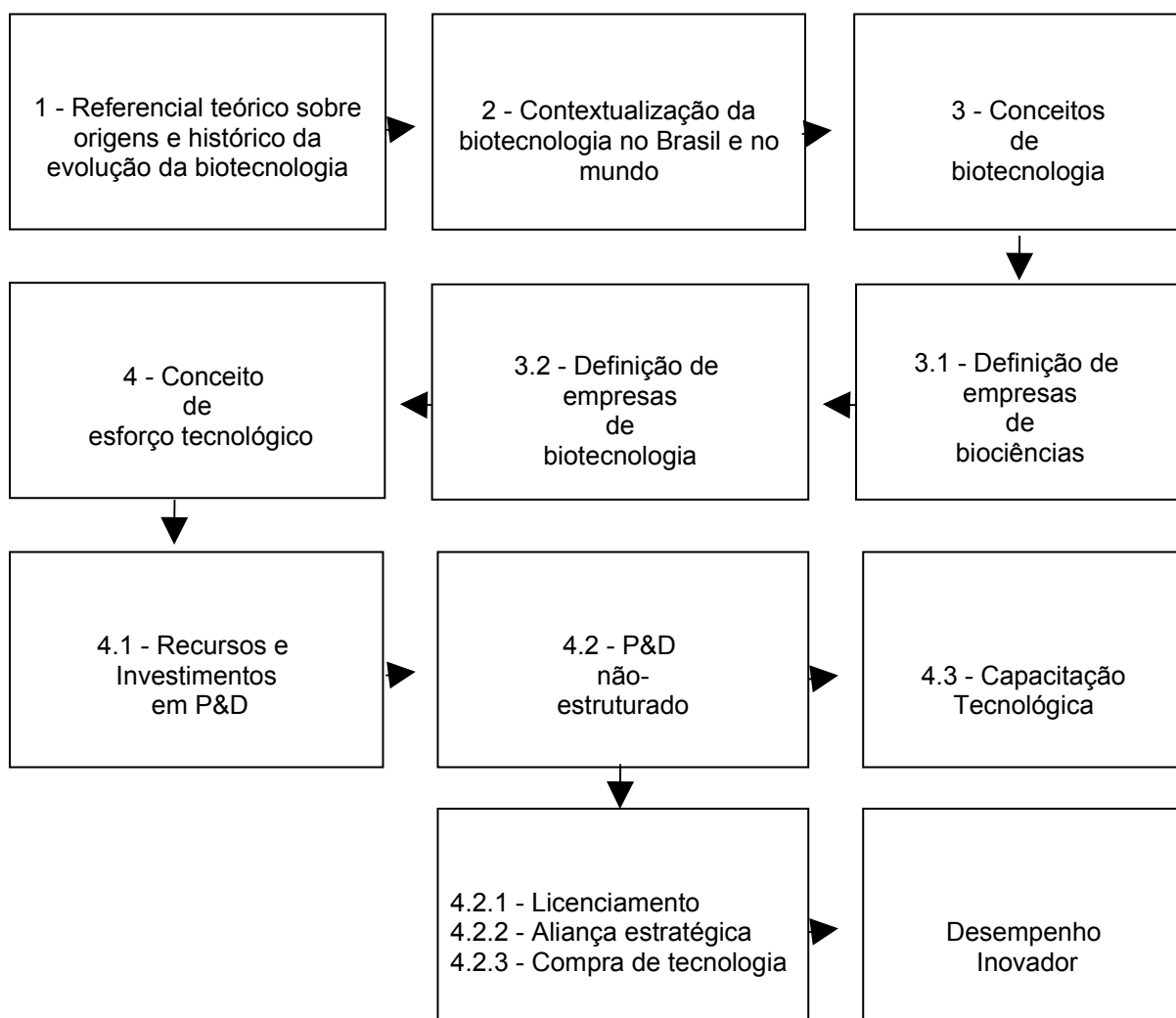


FIGURA 1 – Procedimento de pesquisa 1

Fonte: elaborado pela autora

Em etapa posterior do desenvolvimento desta pesquisa, foram adicionados sete passos (do 5 ao 11) de natureza mais analítica, tendo em vista apresentar o seu modelo interpretativo, compreendendo a metodologia que foi utilizada, a apresentação dos dados relacionada à aplicação dos questionários, a análise e

discussão dos resultados, a conclusão dos achados da pesquisa, uma análise reflexiva seguida da proposição para estudos futuros e as referências que foram utilizadas no presente trabalho.

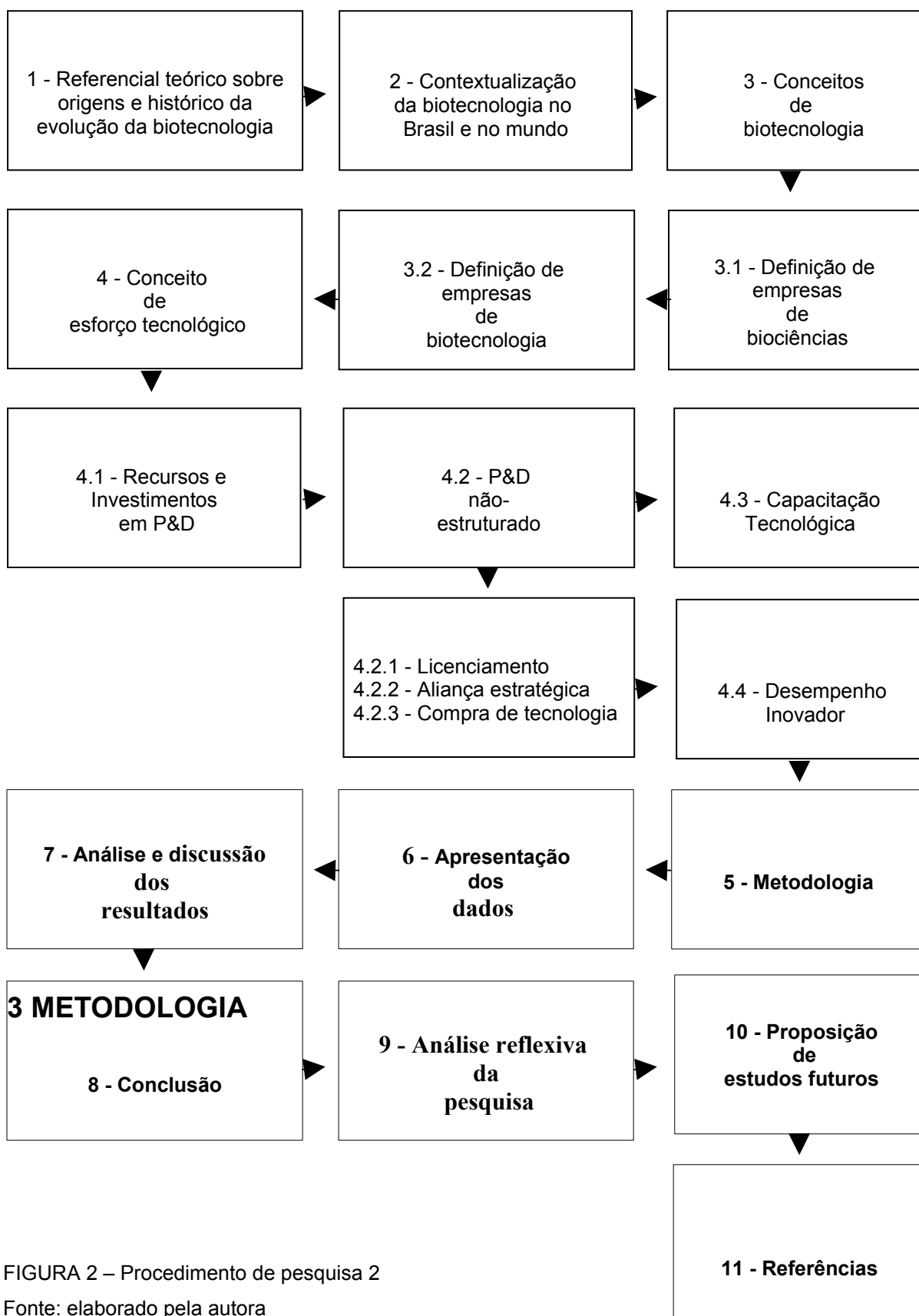


FIGURA 2 – Procedimento de pesquisa 2

Fonte: elaborado pela autora

### **3 METODOLOGIA**

### **3 METODOLOGIA**

Com o objetivo de analisar elementos relevantes sobre os dispêndios em P&D, bem como o desempenho inovador presentes nas empresas de biotecnologia/biociência de Belo Horizonte, optou-se pela abordagem de um estudo descritivo de caráter quantitativo (VERGARA, 2003; COLLIS e HUSSEY, 2005).

Para tal, foi utilizado um levantamento ou *survey* que, segundo Babbie (2003), é um método de verificação empírica que envolve a coleta e quantificação de dados que se tornam fonte permanente de informações. A pesquisa *survey* pode ser descrita como a obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população-alvo, por meio de um instrumento de pesquisa, normalmente um questionário.

Nesse sentido, foi aplicado aos sócios-proprietários, diretores ou gerentes responsáveis pelas atividades de P&D de produtos e processos nessas empresas, um questionário estruturado com respostas circunscritas a uma escala de cinco pontos (ANEXO B), de maneira a aumentar a objetividade da coleta de dados e, conseqüentemente, facilitar o processo de análise do esforço tecnológico despendido por essas empresas. Em outras palavras, as respostas dos entrevistados foram convertidas em categorias expressas numericamente,

permitindo que os dados coletados fossem contados e tabulados (RIEG e ALVES FILHO, 2003). Os resultados foram utilizados para operacionalizar este estudo.

Cabe ressaltar que o questionário aplicado, nesta pesquisa, foi o mesmo utilizado no estudo de Rieg e Alves Filho (2003), cujos dados abrangem doze empresas do setor médico-hospitalar localizadas na cidade de São Carlos, SP, aqui replicado em oito empresas do setor de biotecnologia/biociências localizadas em Belo Horizonte, MG, sendo utilizadas, ainda, as definições de inovação de produto e processo, de natureza significativa e incremental (SEADE, 1998; MANUAL DE OSLO, 2005), descritas anteriormente, na segunda seção do capítulo 2.

### **3.1 Universo**

Em um primeiro momento, a intenção nesta pesquisa era abordar, especificamente, as “empresas de biotecnologia” localizadas em Belo Horizonte, as quais foram identificadas pela Biominas em estudo realizado em 2007. Porém, nesse documento, figuram apenas a quantidade (onze) de empresas e seus respectivos ramos específicos de atuação. Na tentativa de descobrir quais eram tais empresas, foi realizado contato com a Biominas, mas, objetivamente, a base dessas informações não pôde ser revelada, uma vez que esses dados são de caráter privado, sendo tratados como confidenciais pela referida instituição.

Para a solução desse impasse causado pela falta de acesso a essa informação, optou-se por não considerar o conceito de “empresas de biotecnologia” e utilizar a definição mais ampla de “empresas de biociências”. Dessa forma, toda empresa de biotecnologia é também uma empresa de biociências, mas nem toda empresa de biociências se enquadra como empresa de biotecnologia (FUNDAÇÃO BIOMINAS, 2007).

Conforme apresentado, anteriormente, na segunda seção do capítulo 2, a distribuição regional por unidade da federação e região compreende 66 empresas de

biociências, dessas, 21 empresas são de biotecnologia. Nesse sentido, a diferença entre elas compreende um total de 45 empresas de biociências localizadas em Minas Gerais.

No entanto, não há informação sobre o total de empresas de biociências, especificamente, em Belo Horizonte. No capítulo 2, foi feita uma estimativa de tipo *best guess* de que o percentual de empresas de biociências em Belo Horizonte seria idêntico ao percentual de empresas de biotecnologia em Belo Horizonte, correspondente a 15,5% do total de 110 empresas de biociências identificadas no Brasil segundo o estudo da Fundação Biominas (2007). Assim, o total estimado de empresas de biociências em Belo Horizonte seria de 17 empresas. Esse resultado é plausível, mas especulativo ou exploratório, não existindo nenhum dado objetivo que permita confirmar ou desconfirmar sua veracidade.

Isso significa que não se sabe, nem há como estimar qual é efetivamente o universo dessa pesquisa. Neste sentido, a implicação metodológica consiste na incapacidade de saber qual é a “população” ou “universo” do levantamento ou *survey* nesta pesquisa quantitativa.

Cabe ressaltar, entretanto, que a amostra (oito empresas) utilizada nesta pesquisa é aparentemente pequena, mas, se não há informações sobre a população total de “empresas de biociências” em Belo Horizonte, não se poderá afirmar que foram pesquisadas muitas ou poucas. Pode-se estimar exploratoriamente que 47% do universo teria sido coberto, com base no exercício de estimativa acima realizado, apenas para se ter uma possível ordem de grandeza hipotética (mesmo objetivamente limitada pela ausência de quaisquer evidências confirmatórias).

O importante a salientar, nesse ponto da exposição, é que essas oito empresas se dedicaram a responder ao questionário não simples<sup>14</sup> que foi aplicado, despendendo seu valioso tempo. Além disso, essas empresas responderam, em três meses, à pesquisa persistente, exaustiva, mas ao mesmo tempo cuidadosa. Nessa

---

<sup>14</sup> Em suas explicações pela demora em responder aos questionários, um dos respondentes salientou a complexidade do mesmo, pois embora pequeno em número de perguntas, envolveria lidar com informações e conhecimentos muito variados da empresa, detidos ou arquivados em diferentes locais dentro da estrutura da organização, conforme comunicação pessoal, via e-mail, do presidente da empresa (E4): “Fiquei surpreendido pela complexidade do questionário.Vou encaminhá-lo para nosso contador para nos ajudar a responder, espero que a tempo de atendê-la”.

perspectiva, acredita-se que o resultado aqui apresentado contribui para o avanço do conhecimento.

### **3.2 Unidade de observação**

Considerando o número de empresas que participaram desta pesquisa, dois tipos de fontes de evidências foram utilizados em conjunto:

(1) Dados secundários:

Os dados secundários foram coletados, selecionados e analisados a partir de informações oriundas de vários estudos: Fundação Biominas (2001, 2007); MDIC (2005); MCT (2007); FAPESP (2006) e SOBEET (2000), tendo sido obtido o acesso a essas informações via internet. Outras fontes como, artigos acadêmicos, relatórios de pesquisa, livros, anais, dentre outros meios de consulta que contribuíram, efetivamente, para o sucesso da pesquisa, também foram consultados.

(2) Dados primários:

Os dados primários foram obtidos por meio da aplicação de questionários estruturados. Os sujeitos da pesquisa foram os sócios-proprietários, diretores ou gerentes responsáveis pelas atividades de P&D de produtos e processos nas empresas objeto deste estudo.

### **3.3 Coleta de dados**

Os dados foram coletados em nove empresas, porém uma empresa foi suprimida do estudo por efetivamente não se enquadrar nem como empresa de biociência e nem

como empresa de biotecnologia, apesar de pertencer à lista das empresas incubadas pela Fundação Biominas.

A coleta dos dados foi realizada nos meses de fevereiro, março e abril de 2009, sendo efetuado, primeiramente, um contato com as empresas por telefone e, posteriormente, os questionários foram aplicados via *e-mail* (por preferência de todos os sócios-proprietários, diretores ou gerentes das empresas) pela autora deste trabalho a qual se colocou à disposição das referidas empresas de modo a reduzir os possíveis problemas de interpretação sobre os indicadores utilizados.

Por questões relacionadas à preservação da confidencialidade dos dados e informações estratégicas fornecidas à pesquisadora, esclarece-se aqui que as empresas partícipes desta pesquisa tiveram suas identidades ocultadas.

As oito empresas investigadas que fazem parte do conjunto de empresas de biotecnologia/biociências e que estão localizadas em Belo Horizonte foram divididas em três categorias, a saber:

Tabela 6 – Categorização das empresas de biotecnologia/biociências localizadas em Belo Horizonte

<b>Categorias</b>	<b>Empresas de biotecnologia/biociências investigadas</b>
Saúde humana	4
Misto	3
Meio ambiente	1

Fonte: Dados coletados da pesquisa

A categoria “misto” refere-se às empresas que têm uma atividade comercial voltada igualmente para mais do que uma das categorias acima; por exemplo, produzem *kits*



de diagnóstico para doenças humanas e animais, conforme definido pelo estudo da Fundação Biominas (2007) e detalhado no capítulo 2.

### **3.4 Tratamento e análise dos dados**

Os dados coletados com a aplicação dos questionários foram apresentados por meio de estatísticas descritivas e tratados de forma a analisar o esforço tecnológico e o desempenho inovador das empresas investigadas.

### **3.5 Limitações da pesquisa**

Vergara (1997, p. 59) afirma que “todo método tem possibilidades e limitações”. Sendo assim, é conveniente antecipar-se a possíveis críticas dos leitores, informando quais as limitações sofridas pela pesquisa que, todavia, não invalidaram sua realização. As limitações desta pesquisa residem nos seguintes aspectos:

#### **- Inerentes ao tema**

A relação conjunta entre esforço tecnológico e desempenho inovador realizado por empresas do setor de biotecnologia/biociências, aqui pesquisado, é um tema ainda pouco explorado. Além disso, a pesquisa teve como limitação, também, o fato de não haver informações a respeito do número de empresas de biociências localizadas em Belo Horizonte.

### **- Fonte de dados**

Em estudos de natureza como o aqui realizado, é comum encontrar dificuldades de acesso a determinadas informações por se tratar de empresas que desenvolvem altas tecnologias. Por outro lado, a pesquisa de campo ocorreu num período de turbulência econômica no cenário mundial, o que afetou também as empresas brasileiras. Além disso, outra agravante foi a época da coleta de dados, desta pesquisa, coincidir com o período de entrega da declaração de Imposto de Renda (IR). Nesse sentido, boa parte do tempo dos sócios-proprietários, diretores ou gerentes dessas empresas ficou comprometida.

### **- Metodologia**

Considera-se como limitações a falta de um contato mais próximo com as empresas pesquisadas, o qual foi realizado somente via telefone e *e-mail*. Cabe ressaltar, entretanto, que a intenção foi explorar de forma a conhecer melhor a área pesquisada, bem como salientar a importância que ela representa para a economia do país.

## **4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS**

Neste capítulo, inicialmente, faz-se uma breve apresentação das características gerais das empresas do setor de biotecnologia/biociências localizadas em Belo

Horizonte, MG. Mais especificamente, discorre-se sobre a distribuição percentual das empresas segundo a faixa etária; as atividades econômicas predominantes nessas empresas e a distribuição das empresas segundo o número de funcionários e o percentual do porte.

Posteriormente, é apresentado um conjunto de informações sobre os esforços tecnológicos realizados pelas empresas investigadas nos últimos três anos de referência (2006, 2007 e 2008) e os seus desempenhos inovadores. Os esforços tecnológicos realizados pelas empresas compreendem o montante de recursos despendidos por elas em atividades internas de P&D, em fontes externas de tecnologia e em capacitação tecnológica (SOBEET, 2000). Em relação ao desempenho inovador, consideram-se as inovações tecnológicas de processo e de produto comercialmente viáveis ou as modificações tecnológicas de produtos ou processos já existentes, resultantes dos esforços tecnológicos despendidos pelas empresas investigadas.

#### **4.1 Características gerais das empresas investigadas**

Sobre as características gerais das empresas do setor de biotecnologia/biociências localizadas em Belo Horizonte, inicialmente, apresenta-se a distribuição percentual dessas empresas, separando-as segundo as faixas etárias.

Observa-se na TAB. 7 que as empresas investigadas, em sua maioria, estão há mais de onze anos no mercado (um total de 5 em 8 empresas) representado 62,5% destas. Isso evidencia o grau de maturidade do conjunto das empresas de biotecnologia/biociências em Belo Horizonte, uma vez que essas empresas foram fundadas entre 1971 e 1998, o que pode ser entendido como um sinal da consolidação deste setor. Duas empresas (E1 e E5), ou 25% delas, possuem idade

entre 6 e 10 anos, enquanto que apenas uma empresa possui no máximo cinco anos de idade (12,5%), ou seja, apenas a empresa (E6) foi fundada após 2004.

Tabela 7 – Distribuição percentual das empresas segundo a faixa etária

<b>Faixa etária</b>	<b>Empresas</b>	<b>Total de Empresas (%)</b>
De 1 a 5 anos	E6	12,5
De 6 a 10 anos	E1, E5	25,0
De 11 a 15 anos	E2	12,5
Mais de 15 anos	E3, E4, E7, E8	50,0
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados coletados da pesquisa

A segunda característica analisada faz referência às atividades econômicas predominantes nessas empresas. A TAB. 8 mostra que tais atividades econômicas compreendem três categorias, a saber: saúde humana, misto e meio ambiente.

Tabela 8 – Atividade econômica predominante nas empresas investigadas

<b>Categorias</b>	<b>Empresas</b>	<b>Total de Empresas (%)</b>
Saúde Humana	E4, E5, E6, E7	50,0
Misto	E1, E2, E8	37,5
Meio Ambiente	E3	12,5
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Assim, das oito empresas investigadas, a maioria delas (87,5%), totalizando 7 em 8 empresas, atuam nas áreas da saúde humana e misto. Apenas uma empresa está relacionada ao setor de meio ambiente (12,5%). Vale ressaltar que todas as empresas são inteiramente de capital nacional.

A terceira característica está relacionada à classificação das empresas investigadas segundo o número geral de funcionários e o porte. A composição das empresas em

termos de funcionários, apresentada na TAB. 9, inclui os técnicos de nível médio, funcionários com algum tipo de formação acadêmica (graduação e pós-graduação), funcionários na produção e funcionários na administração dessas empresas.

Tabela 9 - Classificação das empresas segundo o número de funcionários

<b>Empresas investigadas</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>	<b>E7</b>	<b>E8</b>
<b>Número de funcionários</b>	32	5	12	122	2	4	76	60

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Para a classificação do porte das empresas, apresentado na TAB. 10, adotou-se o critério estabelecido pelo SEBRAE (2003), segundo o qual empresas com até 19 funcionários são consideradas microempresas; com 20 a 99 funcionários, empresas de pequeno porte; de 100 a 499, empresas de médio porte e aquelas acima de 499 funcionários são consideradas de grande porte.

Tabela 10 - Classificação das empresas segundo o seu porte

<b>Porte</b>	<b>Empresas</b>	<b>Total de Empresas (%)</b>
Microempresas	E2, E3, E5, E6	50,0
Empresas de pequeno porte	E1, E7, E8	37,5
Empresas de médio porte	E4	12,5
Empresas de grande porte	0	0
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Seguindo, portanto, esse critério e relacionando o número de funcionários da TAB. 9 com o porte das empresas investigadas na TAB. 10, observa-se que, das oito empresas pesquisadas, quatro (E2, E3, E5 e E6) se caracterizam como microempresas (50%) com 5, 12, 2 e 4 funcionários, respectivamente. Três

empresas (E1, E7 e E8) se caracterizam como sendo de pequeno porte (37,5%), com 32, 76 e 60 funcionários, respectivamente, e apenas uma (E4) se caracteriza como empresa de médio porte (12,5%), com 122 funcionários. Esta última, além de ser a única de médio porte é também uma daquelas que atuam há mais tempo no mercado, ou seja, há 38 anos. Ressalta-se que não foi identificada, neste estudo, nenhuma empresa de grande porte.

Além disso, a dimensão das empresas que compõem o setor de biotecnologia/biociências também pode ser avaliada a partir do montante do seu faturamento anual<sup>15</sup>. No entanto, por se tratar de uma informação que envolve “recursos monetários e/ou financeiros”, essa avaliação não foi abordada, intencionalmente, no questionário adotando-se, para esta pesquisa, a classificação por número de funcionários.

## **4.2 Esforços tecnológicos das empresas investigadas**

Uma vez descritas as características gerais sobre as empresas do setor de biotecnologia/biociências localizadas em Belo Horizonte, apresentam-se, a seguir, os esforços tecnológicos por elas despendidos.

Inicialmente, são analisadas as formas de realização das atividades internas de P&D pelas empresas investigadas. Nota-se, na TAB. 11 que, das oito empresas, a metade (E1, E3, E7 e E8) não possui departamentos de P&D. Duas empresas (E2, e E4) possuem departamentos de P&D estruturados e outras duas empresas (E5 e E6) possuem departamentos de P&D semi-estruturados. A prática da P&D semi-estruturado acontece quando as atividades de P&D são realizadas, esporadicamente, por diferentes grupos de pessoas dentro da empresa.

Tabela 11 – Formas de realização das atividades internas de P&D

---

<sup>15</sup> A classificação do porte da empresa segundo o critério do Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, instituído pela Lei complementar n.º 123, de 14 de dezembro de 2006, define a categoria como “aquela cujo empresário ou pessoa jurídica equiparada aufera, em cada ano-calendário, receita bruta igual ou inferior a R\$ 240.000,00 (duzentos e quarenta mil reais)”. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/internet/infdoc/Publicações/html/pdf/microempresa1.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2008.

<b>Formas de realização de P&amp;D</b>	<b>Empresas investigadas</b>
Empresas com P&D estruturado	E2, E4
Empresas com P&D semi-estruturado	E5, E6
Empresas que não realiza atividades de P&D	E1, E3, E7, E8

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Quanto aos dispêndios com atividades internas de P&D em relação ao faturamento, descritos na TAB.12A, observa-se que, das oito empresas investigadas, apenas três (E2, E4 e E5) investiram, em média, 10%, 5% e 10%, respectivamente, de seu faturamento em tais atividades nos últimos três anos.

Tabela 12A – Dispêndios com atividades internas de P&D em relação ao faturamento (média dos últimos 3 anos)

<b>Empresas</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>	<b>E7</b>	<b>E8</b>
<b>Dispêndios com P&amp;D (%)</b>								
(%) dos dispêndios com P&D interno em relação ao faturamento	0	10	0	5	10	0	0	0

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Em relação aos dispêndios a partir de fontes externas de aquisição de tecnologias de produto e processo, apresentados na TAB. 12B, constata-se que nenhuma empresa investiu em tais atividades, nos últimos três anos.

Tabela 12B – Dispêndios com aquisição de tecnologia de produto e de processo a partir de fontes externas à empresa em relação ao faturamento (média dos últimos 3 anos)

<b>Empresas</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>	<b>E7</b>	<b>E8</b>
<b>Dispêndios (%)</b>								
(%) dispêndios com aquisição de tecnologias de produto e processo a partir de fontes externas à empresa em relação ao faturamento	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Quando comparados os dispêndios de P&D interno da TAB. 12A com os dispêndios para aquisição de tecnologia de produto e de processo a partir de fontes externas à empresa em relação ao faturamento da TAB. 12B, verifica-se que a menor parte das empresas investigadas (um total de 3 em 8 empresas) vem investindo apenas em P&D interno, enquanto que nenhuma empresa investiu na aquisição de tecnologias de produto e processo a partir de fontes externas à empresa em relação ao seu faturamento.

Relacionando, ainda, as formas de realização de P&D apresentadas na TAB. 11 (linha 1) com os dispêndios em P&D interno em relação ao faturamento da TAB. 12A, constata-se que, das três empresas (E2, E4 e E5) que investiram em P&D interno em relação ao seu faturamento, duas delas (E2 e E4) possuem departamentos de P&D estruturado.

Em relação ao número total de profissionais que atuam nos departamentos de P&D, verifica-se que as empresas E2, E4 e E6 têm, em média, 4,3 profissionais atuando em tais departamentos, sendo que o número de engenheiros e cientistas presentes é bastante superior ao número de técnicos de nível médio atuando em tais atividades, conforme apresentado na TAB. 13.

Tabela 13 – Número de profissionais atuando nos departamentos de P&D

Empresas	Profissionais na P&D							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Número de engenheiros e cientistas na P&D	0	2	0	4	0	4	0	0
Número de técnicos de nível médio na P&D	0	1	0	2	0	0	0	0

Fonte: Dados coletados da pesquisa

A TAB. 14 mostra que a maior parte dos dispêndios em P&D efetuados pelas empresas E2, E4 e E5 foi reservada à inovações em produtos (60%, 95%, 3%) se comparados com os percentuais dos dispêndios em P&D destinados a inovações



em processos representados por 40%, 5% e 7%, respectivamente, por essas mesmas empresas.

Tabela 14 – Dispêndios em P&D destinados a inovações de produtos e processos

Dispêndios com produtos e processos (%)	Empresas							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
(%) dos dispêndios em P&D destinadas a inovações em produtos	0	60	0	95	3	0	0	0
(%) dos dispêndios em P&D destinadas a inovações em processos	0	40	0	5	7	0	0	0

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Cabe ressaltar que, das duas empresas investigadas (E5 e E6) na TAB. 11 (linha 2) que possuem departamentos de P&D semi-estruturados, apenas a empresa E5 investiu 10% de seu faturamento em atividades de P&D, sendo 3% destinados a inovações de produtos e 7% a inovações em processos, como mostra a TAB. 14 (linhas 1 e 2). No entanto, a empresa (E6) não informou os dispêndios com P&D interno em relação ao seu faturamento e nem o percentual das despesas em P&D destinadas a inovações em produtos e em processos.

Já a TAB. 15A apresenta a frequência com que as empresas utilizam fontes externas de aquisição de tecnologias para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados e a TAB. 15B mostra o número de empresas que fizeram uso das fontes externas de aquisição de tecnologias, nos últimos três anos.

Tabela 15A – Frequência com que as empresas utilizam fontes externas de aquisição de tecnologias para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados (média dos últimos três anos).

<b>Fontes externas</b>	<b>Frequência de ocorrência</b>	Compra ou licenciamento de novas tecnologias desenvolvidas por outras empresas	Contratação de empresas, universidades e centros de pesquisa para desenvolver tecnologias de produto e processo	Alianças estratégicas com centros de pesquisa, universidades e empresas para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados.
Muito Alta	E8			
Alta			E3, E5, E6	
Média				
Baixa				
Muito Baixa	E4		E2, E4	E4
Não se Aplica	E1, E2, E3, E5, E6, E7		E1, E7, E8	E1, E2, E3, E5, E6, E7, E8

Muito alta = a empresa faz isso constantemente; Alta = duas vezes ao ano; Média = uma vez por ano; Baixa = duas vezes nos últimos três anos; Muito Baixa = uma vez nos últimos três anos; Não se aplica à empresa.

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Tabela 15B – Número de empresas e frequência com que utilizam fontes externas de aquisição de tecnologias para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados (média dos últimos três anos).

<b>Fontes externas</b>	<b>Frequência de ocorrência</b>	Compra ou licenciamento de novas tecnologias desenvolvidas por outras empresas	Contratação de empresas, universidades e centros de pesquisa para desenvolver tecnologias de produto e processo	Alianças estratégicas com centros de pesquisa, universidades e empresas para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados.
Muito Alta	1			
Alta			3	
Média				

Baixa			
Muito Baixa	1	2	1
Não se Aplica	6	3	7

Muito alta = a empresa faz isso constantemente; Alta = duas vezes ao ano; Média = uma vez por ano; Baixa = duas vezes nos últimos três anos; Muito Baixa = uma vez nos últimos três anos; Não se aplica à empresa.

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Constata-se, na TAB. 15A e na TAB. 15B, que são muito baixas em frequência ou inexistentes a compra ou licenciamento de novas tecnologias desenvolvidas por outras empresas. São igualmente muito baixas em frequência ou inexistentes as alianças estratégicas com centros de pesquisa, universidades e outras empresas para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados (um total de 8 em 8 empresas). Cinco empresas contrataram outras empresas, universidades ou centros de pesquisa para desenvolver tecnologias de produto e processo, sendo três com uma frequência alta e duas com uma frequência muito baixa.

Em relação às alianças estratégicas formadas para o desenvolvimento de produtos tecnologicamente novos ou incrementados, percebe-se, na TAB. 16A, que as empresas investigadas, de um modo geral, fizeram alianças estratégicas com seus clientes, seus fornecedores, centros de pesquisas e universidades, bem como com empresas tanto nacionais quanto com empresas estrangeiras.

TABELA 16A - Frequência de alianças estratégicas para o desenvolvimento de produtos novos ou incrementados

<b>Tipo de aliança</b>	<b>Com clientes</b>	<b>Com Fornecedores</b>	<b>Com Centros de Pesquisa e Universidades</b>	<b>Com outras empresas nacionais</b>	<b>Com outras empresas internacionais</b>
Muito Alta					E8
Alta		E6	E6		
Média	E6	E5	E2	E6	
Baixa		E2	E8	E2	E5
Muito Baixa	E2, E4	E1, E4	E1, E4, E5	E1, E4, E5	E3, E4

Não se Aplica	E1, E3, E5, E7, E8	E3, E7, E8	E3, E7	E3, E7, E8	E1, E2, E6, E7
---------------	--------------------	------------	--------	------------	----------------

Muito alta = a empresa faz isso constantemente; Alta = duas vezes ao ano; Média = uma vez por ano; Baixa = duas vezes nos últimos três anos; Muito Baixa = uma vez nos últimos três anos; Não se aplica à empresa.

Fonte: Dados coletados da pesquisa

No entanto, observa-se, na TAB. 16B, que são muito baixas em frequência ou inexistentes as alianças estratégicas para o desenvolvimento de produtos com clientes (um total de 7 em 8 empresas).

TABELA 16B – Número de empresas e frequência de alianças estratégicas para o desenvolvimento de produtos novos ou incrementados

<b>Tipo de aliança</b>	<b>Com clientes</b>	<b>Com Fornecedores</b>	<b>Com Centros Pesquisa e Universidades</b>	<b>Com outras empresas nacionais</b>	<b>Com outras empresas internacionais</b>
Muito Alta	0	0	0	0	1
Alta	0	1	1	0	0
Média	1	1	1	1	0
Baixa	0	1	1	1	1
Muito Baixa	2	2	3	3	2
Não se Aplica	5	3	2	3	4

Muito alta = a empresa faz isso constantemente; Alta = duas vezes ao ano; Média = uma vez por ano; Baixa = duas vezes nos últimos três anos; Muito Baixa = uma vez nos últimos três anos; Não se aplica à empresa.

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Analisando, ainda, a TAB. 16B, observa-se que são igualmente muito baixas as frequências de alianças para o desenvolvimento de produtos novos ou incrementados com fornecedores, centros de pesquisa e universidades, outras empresas nacionais e internacionais. Apenas uma ou duas empresas apresentam uma frequência alta, muito alta de alianças com fornecedores, centros de pesquisa e universidades, empresas internacionais. Com fornecedores, três empresas apresentam frequência entre baixa e alta.

Quanto às alianças estratégicas formadas para desenvolver processos tecnologicamente novos ou incrementados, as empresas investigadas também as fizeram com seus clientes, seus fornecedores, centros de pesquisas e universidades bem como com empresas tanto nacionais quanto com empresas estrangeiras, porém esse tipo de aliança foi realizada com uma frequência bastante reduzida. Dentro desse contexto, a TAB. 17A apresenta as frequências com que essas alianças foram realizadas e a TAB. 17B mostra o número de empresas que realizaram tais alianças.

TABELA 17A - Frequência de alianças estratégicas para o desenvolvimento de processos novos ou incrementados

<b>Tipo de aliança</b>	<b>Com clientes</b>	<b>Com Fornecedores</b>	<b>Com Centros de Pesquisa e Universidades</b>	<b>Com outras empresas nacionais</b>	<b>Com outras empresas internacionais</b>
Muito Alta					
Alta			E6		
Média		E5	E2		
Baixa		E3, E6		E2, E6	
Muito Baixa	E2	E1, E4	E1, E3, E4, E5	E1, E3, E4, E5	E3, E4
Não se Aplica	E1, E3, E4, E5, E6, E7, E8	E2, E7, E8	E7, E8	E7, E8	E1, E2, E5, E6, E7, E8

Muito alta = a empresa faz isso constantemente; Alta = duas vezes ao ano; Média = uma vez por ano; Baixa = duas vezes nos últimos três anos; Muito Baixa = uma vez nos últimos três anos; Não se aplica à empresa.

Fonte: Dados coletados da pesquisa

TABELA 17B – Número de empresas e frequência de alianças estratégicas para o desenvolvimento de processos novos ou incrementados

<b>Tipo de aliança</b>	<b>Com clientes</b>	<b>Com Fornecedores</b>	<b>Com Centros de Pesquisa e Universidades</b>	<b>Com outras empresas nacionais</b>	<b>Com outras empresas internacionais</b>
Muito Alta	0	0	0	0	0
Alta	0	0	1	0	0
Média	0	1	1	0	0
Baixa	0	2	0	2	0

Muito Baixa	1	2	4	4	2
Não se Aplica	7	3	2	2	6

Muito alta = a empresa faz isso constantemente; Alta = duas vezes ao ano; Média = uma vez por ano; Baixa = duas vezes nos últimos três anos; Muito Baixa = uma vez nos últimos três anos; Não se aplica à empresa.

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Observa-se, na TAB. 17B, que são muito baixas em frequência ou inexistentes as alianças para o desenvolvimento de processos novos ou incrementados com clientes (um total de 8 em 8 empresas). São igualmente baixas as frequências de alianças para desenvolvimento de processo com fornecedores, centros de pesquisa e universidades, outras empresas nacionais e internacionais. Apenas uma ou duas empresas apresentam uma frequência alta ou média de alianças com fornecedores, centros de pesquisa e universidades. Em relação às alianças firmadas com os fornecedores, três empresas apresentam frequência entre média e baixa. Com outras empresas nacionais, apenas duas fizeram esse tipo de aliança, mesmo assim, com uma frequência baixa.

Finalizando a análise dos esforços tecnológicos despendidos pelas oito empresas investigadas, têm-se na, TAB. 18, o percentual dos dispêndios com patentes em relação às vendas (ou faturamento) das empresas.

TABELA 18 – Percentual dos dispêndios com patentes em relação ao faturamento (média dos últimos três anos)

<b>Dispêndios com patentes em relação ao faturamento (%)</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>	<b>E7</b>	<b>E8</b>
(%) dispêndios com registros de patentes	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Os dados obtidos através da investigação mostraram que os dispêndios dessas empresas com patentes, nos últimos três anos, são inexistentes (um total de 8 em 8 empresas). Cabe ressaltar que as empresas (E5 e E6) embora tenham efetuado um registro de patente, cada uma (apresentado na TAB. 21 a seguir), não informou a média de seus gastos.

### 4.3 Desempenho inovador das empresas investigadas

A seguir, são apresentados os resultados referentes ao desempenho inovador das oito empresas de biotecnologia/biociências partícipes desta pesquisa, referentes às inovações de produtos e processos realizados nos últimos três anos (2006, 2007 e 2008).

Observa-se, na TAB. 19, que a maioria das empresas investigadas (seis) não lançou produtos de natureza significativa (produtos novos) no mercado. Somente duas empresas (E2 e E4) lançaram, cada uma, (2 e 4 produtos novos), nos últimos três anos de referência. Quando se trata de inovações de produtos de natureza incremental, esses números são ainda mais reduzidos. Observa-se que as mesmas empresas foram responsáveis, cada uma, pelo desenvolvimento e lançamento de 2 produtos incrementados tecnologicamente (produtos melhorados) nos últimos três anos.

Tabela 19 – Inovações em produtos nos últimos três anos

Inovações de produto de natureza significativa e incremental	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Número de inovações de produtos de natureza significativa	0	2	0	4	0	0	0	0
Número de inovações de produtos de natureza incremental	0	2	0	2	0	0	0	0

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Em relação às inovações em processo de natureza significativa (processos novos) observa-se, na TAB. 20, que das oito empresas investigadas, apenas uma (E4) se destacou com dez processos desse tipo, nos últimos três anos. Quanto às inovações em processo de natureza incremental, observa-se que apenas duas empresas (E2 e E4) praticaram inovações dessa natureza, sendo que a empresa (E4) se destacou com mais de 50 processos melhorados tecnologicamente, nos últimos três anos.

Tabela 20 – Inovações em processos nos últimos três anos

<b>Inovações de processo de natureza significativa e incremental</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>	<b>E7</b>	<b>E8</b>
Número de inovações de processo de natureza significativa	0	0	0	10	0	0	0	0
Número de inovações de processo de natureza incremental	0	2	0	>50	0	0	0	0

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Ao focalizar o número de patentes de produtos depositadas (registradas), observa-se, na TAB. 21, que apenas duas empresas (E5 e E6) efetuaram pedido de patente. Essas empresas possuem departamentos de P&D semi-estruturados e depositaram um pedido de patente, cada uma, nos últimos três anos. Apesar de as empresas (E2 e E4) possuírem departamentos de P&D estruturados, não depositaram pedidos de patentes de produtos nos últimos três anos.

Tabela 21 – Número de patentes de produtos registradas nos últimos três anos

<b>Patentes de produto</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>	<b>E7</b>	<b>E8</b>
Número de patentes de produto	0	0	0	0	1	1	0	0

Fonte: Dados coletados da pesquisa

Por último, a TAB. 22 apresenta as parcelas do faturamento derivada de produtos significativos ou de produtos incrementados desenvolvidos internamente à empresa (não-licenciados) e introduzidos no mercado nos últimos três anos. Os resultados mostram que, das oito empresas investigadas, duas (E2 e E4) alcançaram 10% e 7%, respectivamente, do faturamento que é fruto do lançamento de produtos novos ou melhorados tecnologicamente. Considerando os dispêndios com produtos apresentados, anteriormente, na TAB. 14 por essas empresas (E2 e E4), nota-se que elas não alcançaram um nível excelente de desempenho.

Tabela 22 – Percentual do faturamento nos últimos três anos



Percentual do faturamento	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
(%) Parcela do faturamento derivada de novos produtos ou produtos melhorados introduzidos no mercado nos últimos três anos	0	10	0	7	0	0	0	0

Fonte: Dados coletados da pesquisa

A seguir, discutem-se os dados apresentados neste capítulo à luz da teoria abordada na pesquisa.

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Os resultados obtidos por meio da aplicação do questionário constante do ANEXO “B” possibilitaram levantar e ordenar, em três blocos de componentes distintos (perfil, esforço tecnológico e desempenho inovador), as informações gerais relacionadas às empresas investigadas, alinhando-as aos três objetivos específicos presentes na parte introdutória desta dissertação.

No primeiro bloco, discute-se o perfil das empresas de biotecnologia/biociências localizadas em Belo Horizonte, analisados sob três aspectos: faixas etárias, atividades econômicas predominantes e dimensão econômica (porte da empresa em termos de emprego).

Nesta ordem, o primeiro aspecto observado, por meio dos dados coletados, foi o perfil dessas empresas segundo faixas de idade. Por um lado, a pesquisa mostrou que três empresas (E1, E5 e E6) possuem idade inferior a dez anos. Isso evidencia a condição de “juventude” de uma parcela, mesmo que menor, do conjunto dessas empresas. Por outro lado, cinco empresas estão há mais de 15 anos no mercado, o que comprova a condição de “maturidade” da maioria do conjunto de empresas de biotecnologia/biociências em Belo Horizonte. Ou seja, 62,5% dessas empresas foram fundadas entre 1971 e 1998. De acordo a Fundação Biominas (2007), esses dados sinalizam não só o crescimento do setor devido à juventude de uma parcela

dessas empresas, como também o amadurecimento e a consolidação do setor devido à maturidade da maioria.

Dada a “juventude” de algumas empresas aqui investigadas, dedicou-se um esforço especial à identificação e análise de empresas incubadas, neste estudo. Constatou-se, entretanto, que as três empresas que compõem o conjunto das empresas jovens de biotecnologia/biociências, acima mencionadas, são também aquelas que correspondem às incubadas. Esse dado vai ao encontro daquele exposto pela PINTEC (2005) na introdução deste trabalho, em que as empresas de biotecnologia/biociências além de pequenas ou médias, boa parte deriva da incubação de universidades.

A distribuição das oito empresas de biotecnologia/biociências por setor de atividades econômicas predominantes é o segundo aspecto importante do perfil dessas empresas. Os dados levantados apontaram que a maior parte das empresas pesquisadas (50%) é formada por empresas do setor de Saúde Humana, seguido do Misto (37,5%). Uma terceira faixa é formada por empresa de Meio Ambiente (12,5%). Percebe-se que as empresas de maior impacto em Belo Horizonte produzem e comercializam produtos de Saúde Humana, ocupando o primeiro lugar, com o maior número dessas empresas (4), seguido do setor Misto (3). No entanto, esses dados se diferenciam se comparados, aos ramos específicos de atuação dessas empresas no Brasil. Segundo a Fundação Biominas (2007), no Brasil, o segmento de agricultura é o que tem maior impacto (22,5%), seguido de insumos (21,2%) e saúde animal (18,3%). A área da saúde humana aparece como quarta colocada (16,9%), seguida da área de meio ambiente (14,1%).

O terceiro aspecto analisado foi a dimensão econômica (porte das empresas pesquisadas em termos de emprego). Seguindo os critérios de classificação estabelecidos pelo SEBRAE (2003), ficou evidenciado que o setor de biotecnologia/biociências de Belo Horizonte é marcado pelo predomínio de micros (50%) e pequenas empresas (37,5%). Assim, das oito empresas investigadas, quatro têm no máximo 12 funcionários e duas tem até 76 funcionários. Apenas 12,5% das empresas (E4) se caracterizam como sendo de médio porte, com 122 funcionários.

Como visto na literatura, tanto as empresas de pequeno porte quanto as de médio porte são características comuns atribuídas às empresas do setor de biotecnologia e biociências no mundo, pois são empresas especializadas em alta tecnologia, o que exige um quadro de funcionários extremamente qualificado (PEREIRA, 2007). Vale ressaltar que esse segmento está em fase de consolidação no Brasil e, de maneira geral, o setor em Belo Horizonte está se desenvolvendo e já não é tão pequeno.

No segundo bloco, os resultados discutidos remetem aos esforços tecnológicos despendidos nos últimos três anos de referência (2006, 2007, 2008) pelas empresas investigadas.

Dentro desse contexto, o estudo possibilitou analisar a estruturação dos departamentos de P&D das oito empresas investigadas. Por um lado, observou-se que a maioria dessas (50%) não possui departamento de P&D. Por outro lado, 25% possuem departamentos de P&D formalmente organizados (estruturados) e 25% possuem P&D menos formalizados (semi-estruturados). Como visto na literatura, as atividades de P&D semi-estruturado “são aquelas realizadas esporadicamente por diferentes grupos de pessoas, e, geralmente, são desenvolvidas para tentar atender as necessidades imediatas do mercado” ou, ainda, para complementar algum processo de aquisição de tecnologia a partir de fontes externas à empresa (RIEG e ALVES FILHO, 2003, p. 295).

Nota-se, entretanto, que o comportamento das empresas aqui analisadas é diferente, quantitativamente, daquele apresentado na pesquisa de Rieg e Alves Filho (2003), pesquisa que foi utilizada como base para o presente estudo, cujos dados abrangem as empresas do setor médico-hospitalar localizadas na cidade de São Carlos, SP. Para as empresas do referido setor, apenas 25% delas possuíam P&D estruturado e a maioria delas (58%) realizaram atividades de P&D semi-estruturado, dessa forma, aquelas empresas utilizavam com maior frequência a compra ou licenciamento de novas tecnologias desenvolvidas por outras empresas. Já as empresas aqui investigadas optaram pela contratação de empresas, universidades e centros de pesquisa para desenvolver tecnologias de produto e processo.

Complementando esta análise, não foi observada relação entre idade, porte das empresas investigadas e existência de estruturação dos departamentos de P&D. Isso significa dizer que o grau de estruturação do departamento de P&D não segue nenhum padrão setorial claramente definido, tampouco é clara a relação entre estruturação do departamento de P&D e ritmo de crescimento da empresa, mensurada pela idade e porte, conforme apresentado por Pinho (2006) na literatura.

Quanto aos gastos relacionados com P&D interno, observou-se que o conjunto de empresas investigadas despenderam esforços tecnológicos significativos tanto em inovação quanto em aperfeiçoamento de seus produtos e processos nos últimos três anos. Essa concentração do esforço tecnológico nas atividades de P&D interno é bastante semelhante ao comportamento das empresas do setor médico-hospitalar. Apenas como referência, enquanto nas empresas aqui pesquisadas a média de investimentos em P&D em relação ao faturamento é de 8,33%, nas empresas do setor médico-hospitalar pesquisadas por Rieg e Alves Filho (2003), esse percentual é de 8%.

Mas observa-se que, comparando aos demais setores no Brasil, esse percentual é bem mais elevado do que aquele encontrado no estudo de Arruda; Vermulm e Hollanda (2006), quando mencionam que os empresários brasileiros que trabalham com P&D investem, em média, 0,64% de seu faturamento em inovação, seja no melhoramento ou na aquisição de produtos, o que, para eles, é considerado insuficiente.

Por outro lado, em comparação com os resultados de investimento em P&D obtidos por meio da pesquisa realizada pela Pintec (2005) com o universo de 13 mil empresas, observa-se a diminuição do número de empresas com atividades internas de P&D e dos gastos realizados pelas empresas brasileiras nestas atividades, que caíram de R\$ 5,8 bilhões em 2000 para R\$ 5 bilhões em 2003 (redução de aproximadamente 14%). Além disso, a taxa de inovação, sobretudo das empresas de pequeno porte caiu de 31,1% para 28,9%. Essa queda foi a responsável pelo percentual de inovação geral se sustentar, já que as empresas são as responsáveis por 79,4% do universo pesquisado naquele estudo.

Observa-se que as comparações aqui estabelecidas devem ser vistas de forma parcimoniosa, apenas como um referencial para o que representam em relação ao conjunto do Brasil, tendo-se em vista que as metodologias de cálculo do percentual de investimentos não são totalmente compatíveis entre si e considerando-se que a metodologia aqui utilizada tem base na metodologia SOBEET e em Rieg e Alves Filho (2003) e é diferente das demais.

Constatou-se, também, que os esforços tecnológicos das empresas investigadas se concentram nas atividades internas de P&D, voltando-se, principalmente, para o desenvolvimento de novos produtos mais do que para o desenvolvimento de novos processos. Dessa forma, das quatro empresas que realizam algum tipo de P&D, duas empresas se destacaram por destinarem mais de 60% de seus gastos a inovações em produtos.

Essa concentração do esforço tecnológico nas atividades de P&D para o desenvolvimento de novos produtos é semelhante ao comportamento geral das empresas do setor médico-hospitalar (RIEG e ALVES FILHO, 2003). Esses autores, ao analisarem os esforços tecnológicos dessas empresas, verificaram que, das dez empresas que realizaram P&D, oito dedicaram mais de 70% de seus gastos, também, a inovações voltadas para produtos.

Analisando os gastos das empresas de biotecnologia/biociências com aquisição de tecnologias de produto e processo a partir de fontes externas à empresa em relação ao faturamento ocorrido entre 2006 e 2008 (Tabela 12B), constatou-se que as empresas investigadas nesta pesquisa, em sua totalidade, não investiram em aquisição de tecnologias a partir de fontes externas e investiram mais em atividades voltadas a P&D interno (Tabela 12A). Além disso, o recurso menos utilizado pelas empresas foi a prática de alianças estratégicas com centros de pesquisa, universidades e empresas para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados, ou seja, das oito empresas, apenas uma realiza esse tipo de aliança.

O comportamento dessas empresas, no entanto, contradiz o exposto na literatura. Quadros *et al.* (1999), por exemplo, expõem que as atividades de P&D não são

desenvolvidas em departamentos formalmente estruturados, mas sim, por meio de outros esforços de inovação. As fontes externas de tecnologia, segundo Zahra e Bogner (1999), podem fornecer às empresas acesso a um amplo conjunto de capacidades tecnológicas, imprescindíveis ao desenvolvimento de novos produtos e processos ou ao aprimoramento de produtos e processos já existentes, compensando “fraquezas” das atividades de P&D e acelerando o desenvolvimento e a comercialização de novos produtos.

Em relação às alianças estratégicas para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou incrementados, os centros de pesquisa e universidades apareceram como os principais parceiros dessas empresas, mesmo assim, com uma frequência que variou entre muito baixa e muito alta. Essa parceria é bastante coerente com o padrão de antecipar as necessidades tecnológicas de mercado adotado por essas empresas.

Quanto aos centros de pesquisa e as universidades, essas instituições foram as que mais se destacaram na participação, com as empresas estudadas, das alianças estratégicas para o desenvolvimento de novos produtos. Das oito empresas estudadas, seis empresas mantiveram alianças com centros de pesquisa e universidades para o desenvolvimento de novos produtos e processos.

Corroborando, Rieg e Alves Filho (2003) mencionam que as empresas têm sido frequentemente incapazes de nortear investimentos associados a um conjunto complexo de recursos e competências para tal finalidade. Por isso, e também porque os resultados das atividades internas de P&D são, geralmente, incertos, as empresas procuram comumente fontes externas de tecnologia como a contratação de universidades e centros de pesquisa. A posição desses autores se justifica pelo fato de que, proporcionalmente, na pesquisa por eles desenvolvida, a maioria das empresas contrataram outras empresas, universidades ou centros de pesquisa para desenvolver tecnologias de produto e processo, assim como as empresas de biotecnologia/biociências investigadas na presente dissertação.

Complementando, as empresas de biotecnologia/biociências investigadas contrataram, com maior frequência, outras empresas nacionais (que não sejam

fornecedores ou clientes das empresas) do que empresas estrangeiras para realizar alianças para o desenvolvimento de novos produtos e processos.

Nesse terceiro e último bloco, discutem-se o desempenho inovador, ou seja, os resultados dos esforços tecnológicos relacionados às inovações em produto e processo, comercialmente viáveis, realizados pelas empresas investigadas, nos últimos três anos, de 2006 a 2008. Como exposto na quarta seção do referencial teórico, as inovações de produto e de processo podem ser entendidas como a introdução de novos produtos ou processos produtivos na empresa ou as modificações tecnológicas de produtos ou processos já existentes e mensurados por despesas e resultados de P&D (SOBEET, 2000).

Diante disso, constatou-se que, das oito empresas estudadas, duas empresas (E2 e E4) lançaram de 2 a 4 produtos de natureza significativa (novos) nos últimos três anos. Observa-se, também, que essas mesmas empresas foram as responsáveis pelo lançamento de 2 produtos de natureza incremental (melhorados tecnologicamente) cada uma. Importa lembrar que essas empresas possuem departamento de P&D estruturado.

Como expõe a literatura, a sobrevivência dessas empresas depende sobremaneira da reposição de produtos novos ou aperfeiçoados, nesse sentido, conforme relatado no capítulo 2, Fernandes *et al.* (2000) acreditam que os investimentos em P&D voltem-se, sobretudo, para inovações incrementais em produtos, diante das dificuldades das empresas para terem acesso às “altas tecnologias”.

Nota-se, entretanto, que, nessas duas empresas, o número de inovações de produto de natureza significativa foi maior que o número de inovações de produto de natureza incremental. Esses dados mostram que, a despeito da ênfase em atividades internas de P&D, as empresas seguem preferencialmente o padrão de antecipar as necessidades tecnológicas de mercado, o que implica no desenvolvimento de inovações de produto de natureza significativa como comportamento dominante.

Em relação a pedidos de patentes, constatou-se que o número de patentes vinculadas ao nome das oito empresas investigadas é muito tímido, apenas dois

pedidos de patentes foram depositadas junto ao INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) por duas empresas (E5 e E6) nos últimos três anos. Assim, pouco foi investido em patentes para proteção dos novos produtos, em especial se considerada a nova Lei de Inovação aprovada em dezembro de 2004, que regulamenta os incentivos fiscais para as atividades de (P&D) de inovação tecnológica, concedendo um grande avanço para esse setor (ARRUDA; VERMULM e HOLLANDA, 2006).

Quanto às inovações de processo, observa-se que estas, tanto de natureza significativa quanto incremental, ocorrem na menor parte das empresas estudadas. Porém, apenas uma empresa (E4) se destacou com mais de 50 processos de natureza incremental. Embora a ênfase em P&D interno pudesse gerar a expectativa de encontrar um número relativamente alto de inovações de processos de natureza significativa nessas empresas, não foi o que se observou, pois o montante de inovações de processo de natureza incremental foi superior ao montante de inovações de processo de natureza significativa.

Finalizando a discussão dos achados da pesquisa, têm-se a parcela do faturamento derivada de novos produtos ou produtos melhorados introduzidos no mercado nos últimos três anos. Nenhuma empresa, das oito pesquisadas, investiu com patentes em relação ao faturamento.



## **6 CONCLUSÃO**

### **6.1 Síntese de resultados e principais achados da pesquisa**

Para a realização desta pesquisa foi necessária a realização de revisões bibliográficas acerca das seguintes temáticas: origens e histórico da evolução da biotecnologia e a biotecnologia no mundo e no Brasil. Também foi feito um esforço de definir o conceito de “biotecnologia”, diferenciando-o do conceito de “biociências” e de refinar esse conceito que vem evoluindo ao longo do tempo.

Buscou-se selecionar na literatura um conceito de esforço tecnológico e desempenho inovador, que pudesse ser utilizado no contexto de países emergentes, como o Brasil, uma vez que as empresas inseridas nesses contextos enfrentam dificuldades para desenvolver um comportamento inovativo (PINTEC, 2005). Assim, optou-se por utilizar a metodologia da SOBEET (2000), que permite considerar como esforço tecnológico todos os dispêndios em atividades de P&D, podendo ser mensurados pelo montante de recursos utilizados, envolvendo, ainda, a capacitação tecnológica, ou seja, os dispêndios relacionados com suporte e apoio tecnológico a P&D (registro de marcas e patentes, treinamento de pesquisadores e manutenção de equipamentos usados em P&D) e despesas com aquisição de tecnologias a partir de fontes externas. Em relação ao desempenho inovador, foram consideradas as

inovações tecnológicas de processo e de produto comercialmente viáveis, resultantes dos esforços tecnológicos despendidos pelas empresas.

Em etapa posterior à definição desses conceitos, realizou-se um trabalho empírico de levantamento de informações tomando como base para a realização da investigação, oito (8) empresas do setor de biotecnologia/biociências localizadas em Belo Horizonte, MG. Tal investigação foi realizada por meio de um levantamento ou *survey*. Para conduzir o *survey*, foi aplicado um questionário (ANEXO B), com respostas circunscritas a uma escala de cinco pontos aos sócios-proprietários, diretores ou gerentes dessas empresas, conforme exposto na metodologia. Os dados foram coletados, tabulados e analisados por meio de estatística descritiva.

Na busca pela resposta à questão de pesquisa que norteou este trabalho - *As empresas do setor de biotecnologia/biociências de Belo Horizonte podem ser consideradas inovadoras? - ou seja, qual intensidade de esforços elas direcionam às atividades voltadas à pesquisa e desenvolvimento (P&D) e quais resultados efetivamente obtêm?* - foi estabelecido, como objetivo geral, analisar o esforço tecnológico despendido e o desempenho inovador realizado, atualmente, por empresas do setor de biotecnologia/biociências em Belo Horizonte. Como objetivos específicos, estabeleceram-se:

1. Caracterizar as empresas pesquisadas segundo a faixa etária; as atividades econômicas predominantes e a dimensão econômica (porte da empresa em termos de emprego);
2. Identificar e mensurar o esforço tecnológico das empresas, segundo a metodologia da Sociedade Brasileira de Estudos de Empresas Transnacionais (SOBEET);
3. Avaliar o desempenho inovador das empresas, mensurado por despesas e resultados de P&D.

O primeiro objetivo específico foi alcançado. Os resultados obtidos possibilitaram, inicialmente, levantar informações gerais relacionadas ao perfil das empresas de biotecnologia/biociências localizadas em Belo Horizonte. Embora todas as empresas se localizem numa mesma região geográfica, conhecer essas características possibilitou melhor compreensão do perfil dessas empresas segundo a faixa etária,

o porte e as atividades econômicas predominantes, o que contribuiu para um maior entendimento desse setor.

A seguir, estão sintetizadas, as conclusões obtidas dessa análise:

- As empresas de biotecnologia/biociências de Belo Horizonte estão, em sua maioria, há mais de onze anos no mercado, o que evidencia o grau de maturidade do conjunto dessas empresas, sinalizando a consolidação desse setor;
- As empresas investigadas são, em sua grande maioria, micros e pequenas empresas que atuam em três diferentes segmentos, a saber: saúde humana, misto e meio ambiente;
- Todas as empresas são inteiramente de capital nacional.

O segundo objetivo específico também foi alcançado. As conclusões que se seguem também contribuem para a caracterização do perfil e do comportamento dessas empresas no que tange aos esforços tecnológicos por elas despendidos:

- 50% das empresas investigadas possuem departamentos de P&D estruturados (ou seja, têm centros próprios de pesquisa) ou semi-estruturado, isto é, realizam atividades de P&D internamente de forma esporádica;
- A média de pessoas atuando nos departamentos de P&D estruturados e semi-estruturados é de 4,3 funcionários, sendo que o número de engenheiros e cientistas é bastante superior ao número de técnicos de nível médio;
- Os esforços tecnológicos das empresas investigadas concentram-se nas atividades internas de P&D, voltando-se mais para o desenvolvimento de novos produtos do que para o desenvolvimento de novos processos;
- No que tange aos gastos com atividades internas de P&D em relação ao faturamento, essas empresas despenderam esforços tecnológicos significativos (8,33% nos últimos três anos) se comparados às demais empresas brasileiras;
- Ainda que haja ênfase em atividades internas de P&D, a minoria das empresas teve como característica dominante o desenvolvimento de inovações de produto;

- Quando a procura por fontes externas de aquisição de tecnologia ocorre, o principal mecanismo utilizado é a contratação de outras empresas, universidades e centros de pesquisa para desenvolver tecnologias de produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados;
- O recurso externo menos utilizado para aquisição de tecnologias é a aliança estratégica com centros de pesquisa, universidades e empresas seguidas da compra e o licenciamento de novas tecnologias desenvolvidas por outras empresas para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados;
- Os centros de pesquisa e universidades aparecem destacadamente como as instituições que mais participaram das alianças estratégicas com as empresas investigadas para o desenvolvimento de produtos tecnologicamente novos ou aprimorados (inovação incremental);
- Já as alianças estratégicas para o desenvolvimento de processos tecnologicamente novos ou incrementados acontecem, em sua maioria, com os centros de pesquisa e universidades e com outras empresas nacionais. Mesmo assim, a frequência com que essas alianças ocorreram variou de muito baixa a alta;
- Nenhuma empresa gastou com patentes em relação ao faturamento, nos últimos três anos.

O terceiro objetivo específico foi plenamente alcançado. A seguir, são listadas as conclusões relacionadas ao desempenho inovador no que se refere às inovações de produtos e processos realizados pelas empresas investigadas, nos últimos três anos de referência (2006, 2007 e 2008):

- Apenas duas empresas investigadas (25%) inovaram nos últimos três anos;
- Das empresas investigadas que inovaram, nenhuma obteve produtos patenteados;
- As inovações de produtos de natureza significativa não ocorreram na maioria das empresas investigadas ou ocorreram com uma quantidade baixa na minoria delas (2 e 4 produtos significativos);
- Quando se trata de inovações de produtos de natureza incremental, a quantidade é, ainda, mais reduzida (2 e 2 produtos incrementados);

- As inovações de processos de natureza significativa não ocorreram na maioria das empresas investigadas ou ocorreram numa frequência muito baixa (em 12,5% das empresas com 10 processos de natureza significativa);
- As inovações de processos de natureza incremental não ocorreram na maioria das empresas ou ocorreram numa frequência muito baixa (em 25% das empresas em quantidade mais elevada, se comparadas às inovações de processos de natureza significativa com 2 e mais de 50 processos de natureza incremental);
- Apenas duas empresas registraram um pedido de patente, cada uma, nos últimos três anos;
- Para 25% das empresas que inovaram nos últimos três anos, cerca de 10% e 7% de seus faturamentos presentes são frutos dos lançamentos desses produtos novos ou melhorados tecnologicamente.

O alcance dos objetivos específicos propiciou o atendimento do objetivo geral permitindo conhecer o comportamento das empresas do setor de biotecnologia/biociências localizadas em Belo Horizonte - MG, pois pouco se sabia sobre a performance em termos de faixa etária, atividades econômicas predominantes, dimensão econômica (porte da empresa em termos de emprego); do esforço tecnológico e do desempenho inovador das empresas do referido setor.

Em resposta à questão de pesquisa que norteou este estudo, é possível inferir que as empresas em sua minoria (três) despenderam esforços tecnológicos relativamente altos com atividades internas de P&D em relação ao faturamento (média dos últimos 3 anos), bem como para a inovação de produtos e processos, porém, seus desempenhos inovadores foram bastante tímidos, ou seja, não atingiram um resultado excelente. Dessa forma, as empresas aqui investigadas não podem ser consideradas inovadoras.

Todavia, os resultados desta pesquisa poderiam ter sido diferentes se os dados daquela empresa que foi suprimida (a nona empresa que respondeu ao questionário) deste estudo, devido ao fato de a mesma ser uma empresa de nanotecnologia, tivessem sido considerados.

Por meio de uma simulação realizada com os dados coletados dessa empresa de nanotecnologia, constatou-se que apesar de essa empresa ser caracterizada como uma microempresa pelo número de funcionários que nela atuam e ser relativamente nova no mercado (faixa etária de 6 a 10 anos de existência), ela possui departamento de P&D estruturado. Além disso, outros resultados interessantes podem ser listados em relação ao seu esforço tecnológico e desempenho inovador:

Quanto aos esforços tecnológicos da empresa de nanotecnologia:

- Em relação aos dispêndios com atividades internas de P&D em relação ao faturamento, essa empresa foi a que despendeu maior percentual (30%) de seu faturamento em tais atividades nos últimos três anos;
- Foi a única empresa que investiu 2% de seu faturamento em aquisição de tecnologias a partir de fontes externas, nos últimos três anos;
- Apenas essa empresa investiu tanto em P&D interno quanto na aquisição de tecnologias de produto e processo a partir de fontes externas à empresa em relação ao seu faturamento;
- Investiu 40% de seu faturamento em inovação tanto de produto quanto de processo;
- Fez alianças estratégicas frequentemente (numa frequência muito alta) com seus clientes, centros de pesquisas e universidades, e empresas nacionais para o desenvolvimento de produtos e processos;
- Foi a única empresa que gastou em média 1%, com patentes em relação ao faturamento, nos últimos três anos;

Quanto ao desempenho inovador da empresa de nanotecnologia:

- Foi a empresa que mais inovou, lançando cinco (5) produtos de natureza significativa (produtos novos), nos últimos três anos de referência (2006, 2007 e 2008);
- Quando se trata de inovações de produtos de natureza incremental, essa empresa também ganha destaque com três produtos incrementados tecnologicamente (produtos melhorados), nos últimos três anos;

- Em relação às inovações em processo de natureza significativa (processos novos) essa empresa apresentou quatro (4) processos desse tipo, nos últimos três anos.
- Quanto às inovações em processo de natureza incremental, a empresa apresentou sete (7) processos melhorados tecnologicamente, nos últimos três anos;
- Ao focalizar o número de patentes depositadas (registradas), a empresa se destacou depositando pedidos de quatro (4) patentes de produtos nos últimos três anos;
- Por último, os resultados mostraram que essa empresa alcançou um nível excelente de desempenho, 30% do seu faturamento é fruto do lançamento de produtos novos ou melhorados tecnologicamente.

Esses resultados, entretanto, evidenciam que, apesar de não se enquadrar como empresa de biotecnologia/biociências, o setor de nanotecnologia se mostrou efetivamente promissor, sobressaindo-se em termos de resultados, se comparados aos das empresas aqui investigadas. Por seus números serem desproporcionalmente maiores, justificaria a realização de um estudo estatístico específico deste setor.

## **6.2 Análise reflexiva da pesquisa**

O processo inicial para a elaboração desta dissertação consistiu na formulação de algumas questões relacionadas à escolha do tema. Muitas dúvidas surgiram nesse período como, por exemplo: que assunto me interessa? O que me instiga? Em que assunto tenho vontade de me aprofundar? Qual caminho seguir? Como fazer?

Nessa hora de indecisão pela qual estava passando, um fator imprescindível foi a presença da orientadora. A partir de sua experiência, ela foi capaz de sugerir temas pelos quais pude me interessar e indicar leituras para um contato inicial, pois os temas só existem orientados teoricamente. Além de seu papel óbvio de acompanhar o trabalho acadêmico, a compatibilidade de estilos e perspectivas de orientanda e orientadora foram fatores essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Não obstante, outro fator que merece comentários, é o fato de a pesquisa aqui realizada procurar encontrar dados acerca das empresas, especificamente, do setor de “biotecnologia” localizadas em Belo Horizonte e não conseguir ter acesso a essa informação. O acesso a essas informações relevantes poderia ter contribuído, consideravelmente, para o campo do conhecimento se a instituição responsável por essa informação tivesse colaborado e disponibilizado as informações necessárias.

Talvez essa falta de informação tenha ocorrido pelo fato de a pesquisadora não conhecer profundamente as peculiaridades dessa instituição, o segmento, enfim, o mercado no qual ela se insere. Por outro lado, a instituição não conhece ou simplesmente ignorou as dificuldades e as peculiaridades do universo científico e acadêmico, em sua acepção mais ampla, o que não deixa de ser algo desconcertante, uma vez que se trata de uma instituição cujo foco é promover empresas baseadas em ciência e, nessa orientação, estabelecer elos acadêmicos.

Daí, a importância e riqueza de ter sido eventualmente construída possível ponte entre instituição e pesquisadora, o que de fato não ocorreu nos limites da pesquisa desta dissertação. Esse aspecto seria fundamental para que outro tipo de conhecimento – distinto do que aqui foi apresentado - efetivamente ocorresse. Assim, o saber poderia ter circulado entre esses dois universos e certamente seria uma vantagem para a disseminação de outros conhecimentos por meio da pesquisa científica. O que fica aqui registrado, portanto, é o conhecimento possível nas circunstâncias imponderáveis e limitações reais em que este trabalho foi construído.

### **6.3 Proposição de estudos futuros**

As conclusões apresentadas remetem à proposição de estudos futuros acerca do esforço tecnológico e desempenho inovador, com vistas ao incremento do conhecimento acerca do tema:

- A continuidade desta pesquisa depende, sobretudo, do levantamento de informações semelhantes às aqui trabalhadas, de natureza quantitativa, em



um número maior de empresas do setor de biotecnologia e biociências da região metropolitana de Belo Horizonte;

- Ou, ainda, levantar informações semelhantes às aqui trabalhadas, de natureza quantitativa em empresas, especificamente, do setor de biotecnologia presentes na região metropolitana de Belo Horizonte;
- Além disso, explicação mais detalhada do comportamento tecnológico das empresas depende de pesquisas que contemplem informações de natureza qualitativa no que tange aos segmentos de mercado, às tecnologias envolvidas, aos comportamentos dos diretores ou proprietários e suas relações com clientes, fornecedores, universidades, centros de pesquisa, empresas nacionais e estrangeiras bem como com agências de fomento para o desenvolvimento tecnológico;
- Estudar o segmento de empresas de nanotecnologia que vem se mostrando um setor promissor e, se possível, compará-lo com o setor de biotecnologia;
- O estudo poderá ser replicado levando em consideração outros setores de base tecnológica da economia nacional.

## REFERÊNCIAS

ALBAGLI, S. Da biodiversidade à biotecnologia: a nova fronteira da informação. **Ciência da Informação**. Brasília, v. 27, n. 1, 1998.

ALVES FILHO, A. G. **Estratégia tecnológica, desempenho e mudança**: estudo de caso em empresas da indústria de calçados. 1991. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

ARRUDA, M.; VERMULM R.; HOLLANDA, S. (ANPEI) – Associação nacional de pesquisa, desenvolvimento e engenharia das empresas inovadoras). **Inovação tecnológica no Brasil**: a indústria em busca da competitividade global. São Paulo, 2006. 116 p.

BABBIE, Earl. **Método de pesquisa de Survey**. Belo Horizonte: UFMG, 2003.

BARBIERI, José Carlos. Organizações inovadoras: estudos e casos brasileiros. In: BARBIERI, José Carlos; ÁLVARES, Antonio Carlos Teixeira. **Inovações nas organizações empresariais**. Rio de Janeiro: FGV, 2003. 164 p.

BENTLEY, Peter, J. **Biologia digital**: como a natureza está transformando a tecnologia e nossas vidas. São Paulo: Berkeley, 2002.

BETZ, F. **Strategic technology management**. N. Jersey: McGraw-Hill, 1987.

BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION. **Biotech Tools in Research and Development**, 2008a. Disponível em: <<http://bio.org/speeches/pubs/er/biotechtools.asp>>. Acesso em: 28 set. 2008.

BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION. **Biotechnology Policy Milestones**. 2008b. Disponível em: <<http://bio.org/speeches/pubs/er/policytimeline.asp>>. Acesso em 28 set. 2008.

BORÉM, A. A história da biotecnologia. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**. Brasília, v. 34, p. 10-12, jan./jun. 2005.

CARVALHO, A. P. C. **Biotecnologia no Brasil e no Reino Unido**: possibilidades de cooperação. (2004). Disponível em: <<http://www.mre.gov.br>>. Acesso em: 14 set. 2008.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Innovation and learning: the two faces of R&D. **The Economic Journal**, n. 99, set. 1989.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração**: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

CDB - Convenção sobre diversidade biológica. BRASIL. Decreto Legislativo (1994). **Convenção sobre diversidade biológica** – CDB. Brasília, DF, fev./ 1994.

CORREIA, P. da C.; NUNES, B. E. C.; MANDELLI, I. A. M.; NICLUCI, M. V. A inovação e a tecnologia a serviço de novos ganhos concorrenciais entre empresas. **Administração CREUPI**, São Paulo, v. 5, n. 9, jan./dez. 2005.

CUNHA, C. R. da.; MELO, M. C. O. L. A confiança nos relacionamentos interorganizacionais: o campo da biotecnologia em análise. **RAE-eletrônica**, v. 5, n. 2, 18 jul./dez. 2006. Disponível em: <<http://www.rae.com.br/electronica/index.cfm?FuseAction=Artigo&ID=3689&Secao=ARTIGOS&Volume=5&Numero=2&Ano=2006>>. Acesso em: 12 set. 2008.

ERNST & YOUNG. **The economics contributions of the biotechnology industry to the U.S. economy**. Prepared for the Biotechnology Industry Organization by Ernst & Young Economics Consulting and Quantitative Analysis, 2000. Disponível em: <<http://www.bio.org/speeches/pubs/ernstyoun.pdf>>. Acesso em 26 set 2008.

FAPESP - FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP) **Genoma**: organização para sequenciamento e análise de nucleotídeos. Pesquisa para inovação tecnológica. Relatório de atividades, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/publicacoes/relat2006.pdf>>. Acesso em 14 set. 2008.

FARIA, L. E. de; SANTOS, N. dos. **Biotecnologia**: implicações jurídicas e bioéticas. São Paulo: ANbio - Associação Nacional de Biossegurança, 2007.

FAULKNER, Wendy; SENKER Jackeline; VELHO, Lea. **Knowledge frontiers**. Public sector research and industrial innovation in biotechnology, engineering, ceramics and parallel computing. Claredon Press: Oxford, 1995.

FELDBAUM, C. **Biotecnologia**: as oportunidades que surgem a partir da vida. Instituto Inovação. Califórnia, 2004.

FERNANDES, A. C.; CÔRTEZ, M. R.; PINHO, M. S.; CARVALHO, R. Q. **Potencialidades e limites para o desenvolvimento de empresas de base tecnológica no Brasil**: contribuições para uma política setorial. 2000. Relatório n. 1 referente ao Projeto FAPESP n. 1998/14127-0.

FIATES, J. E. A.; SCHNEIDER, C. A. Caracterização e gestão do sistema de inovação tecnológica num centro de tecnologia. *In*: XX SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 1998. 1CD-ROM.

FUNDAÇÃO BIOMINAS. **Parque nacional de empresas de biotecnologia** (2001). Disponível em: <[http://win.Fundação BIOMINAS.org.br/estudobio/estudo/](http://win.Fundação%20BIOMINAS.org.br/estudobio/estudo/)>. Acesso em 14 jun. 2008.

FUNDAÇÃO BIOMINAS. **Estudo de empresas de biotecnologia do Brasil**. (2007). Disponível em: <[http://win.Fundação BIOMINAS.org.br/estudobio/estudo/](http://win.Fundação%20BIOMINAS.org.br/estudobio/estudo/)>. Acesso em 16 jun. 2008.

GRILO, A. L. **A história e a atividade da biotecnologia**. (2007). Disponível em: <<http://biovalsassina.blogspot.com/2007/04/histria-e-atividade-da-biotecnologia.html>>. Acesso em: 06 set. 2008.

HITT, A. M; IRELAND, R. D; HOSKISSON, R. E. **Administração estratégica**. São Paulo: Thomson, 2005, cap. 9, p. 384.

**HUMAN GENOME PROJECT INFORMATION**, 2008. Disponível em <[http://www.nlm.nih.gov/s\\_c/techresources/Human\\_Genome/medicine/pharma.shtml](http://www.nlm.nih.gov/s_c/techresources/Human_Genome/medicine/pharma.shtml)>. Acesso em: 28 set. 2008.

**HUMAN METABOLOME PROJECT**, 2008. Disponível em: <<http://www.metabolomics.ca/>>. Acesso em: 28 set. 2008.

JEANNET, J. P.; HENNESSEY, H. D. **Global Marketing Strategies**. 2. ed. Boston: Houghton Mifflin Company, 1992.

JUDICE, Valéria M. M. **Plant biotechnology learning processes**: export and food crops in Brazil. PhD. Thesis, University of Sussex, Science Policy Research Unit, Brighton, UK, April 1997.

JUDICE, Valéria M. M.; BAÊTA, A. M. C. Modelo empresarial, gestão de inovação e investimentos de venture capital em empresas de biotecnologia no Brasil. **RAC**, v. 9, n. 1, p. 171-191, Jan./Mar. 2005.

LAMBE, C. J.; SPEKMAN, R. E. Alliances, External Technology Acquisition, and Discontinuous Technological Change. **Journal Prod. Innovation Management**, v. 14, p. 102-116, 1997.

LIPNACK, J.; STAMPS, J. **Redes de Informações**. São Paulo: Makron Books, 1994.

MACULAN, A. M.; VINHAS, V. Q.; FARIA, R.F. F.; GUEDES, M. Reflexões Sobre o Desempenho Inovador das Empresas Graduas - XXII SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA 2002. **Anais...** Salvador: 2002.

MANUAL DE OSLO. **Uma publicação da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)**, versão em português, editada pela FINEP 2005. Disponível como E-book em [www.finep.gov.br/imprensa/sala\\_imprensa/manual\\_de\\_oslo.pdf](http://www.finep.gov.br/imprensa/sala_imprensa/manual_de_oslo.pdf).

MATESCO, Virene Roxo; HASENCLEVER, Lia. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. **Indicadores de esforço tecnológico**: comparação e implicações. Texto para discussão n. 442 – ISSN 1415-4765. Rio de Janeiro, 1998.

MEIRELLES, J. G. P. **Tecnologia, transformação industrial e comércio internacional**: uma revisão das contribuições neo-schumpeterianas. 1989 Dissertação (Mestrado em Economia) – UNICAMP, Universidade de Campinas, Campinas. 1989.

MCT - MINISTÉRIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA (MCT). INSTITUINDO a política de desenvolvimento da biotecnologia. *In*: MINISTÉRIO DA CIENCIA E

TECNOLOGIA – MCT. **Decreto 6.041**. 2007. Disponível em <<http://www.mct.gov.br/www.in.gov.br>>. Acesso em 30 ago. 2008.

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO. Biotecnologia é setor prioritário. *In*: Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio – MDIC. **Banco de dados**. 2005. Disponível em <[http://www2.desenvolvimento.gov.br/sitio/ascom/noticias/noticia.php?cd\\_noticia=6796](http://www2.desenvolvimento.gov.br/sitio/ascom/noticias/noticia.php?cd_noticia=6796)>. Acesso em: 11 set. 2008.

MÜLLER, A. C.; CARMINATTI, A. Investimentos em biotecnologia e o cenário brasileiro. **Revista da ABPI**, n. 62, jan./fev. 2003.

**NATURE BIOTECHNOLOGY**. Private biotech 2004: the numbers, Hodgson, John (Nature Biotechnology, 24:635-641, 2006); “Public biotechnology 2005 – the numbers”, de Riku Lahteenmaki & Stacy Lawrence (Nature Biotechnology 24:625-634, 2006).

PAVITT, K. The intellectual patterns and determinants of technological activities. *In*: **Research system in transition**. Londres: Kluwer Academic Publishers, 1989.

PEREIRA, Fernando. O mapa da biotecnologia: estudo da Fundação BIOMINAS apresenta o perfil do setor de biotecnologia no Brasil. (2007) **Minas faz Ciências**. Disponível em: <<http://revista.fapemig.br/materia.php?id=445>>. Acesso em 16 set. 2008.

PINHO, M. **Relatório setorial final**. FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS – FINEP (2006). Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio\\_setorial\\_final/relatorio\\_setorial\\_final\\_impressao.asp?lst\\_setor=161](http://www.finep.gov.br/PortalDPP/relatorio_setorial_final/relatorio_setorial_final_impressao.asp?lst_setor=161)>. Acesso em: 20 set. 2008.

PINTEC - PESQUISA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA – PINTEC (2005). **Como funciona a pesquisa industrial de inovação tecnológica**. Disponível em: <<http://empresasefinancas.hsw.uol.com.br/inovacao-tecnologica5.htm>>. Acesso em: 12 set. 2008.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva**: técnicas para análise de indústrias e da concorrência. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

QUADROS, R. de C.; FURTADO, A.; BERNARDES, R.; FRANCO, E. Technological innovation in Brazilian industry: an assessment based on the São Paulo innovation survey. *In: International Conference on Technology Policy and Innovation*. 3. ed. Austin, Aug./Sep. 1999.

RIEG, D. L. **Estratégia tecnológica e desempenho inovador**: análise das pequenas e médias empresas produtoras de equipamentos médico-hospitalares de São Carlos e Ribeirão Preto. 2004. 163 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

RIEG, D. L.; ALVES FILHO, A. G. Esforço tecnológico e desempenho inovador das empresas do setor médico-hospitalar localizadas em São Carlos, SP. **Gestão & Produção**, v. 10, n. 3, p. 293-310, dez. 2003.

RUSSO, E. Special report: the birth of biotechnology. International weekly journal of science. **Nature Biotechnology**, n. 421, p. 456-457, Jan./2003. Disponível em: <<http://www.nature.com/nature/journal/v421/n6921/full/nj6921-456a.html>>. Acesso em: 07 set. 2008.

SANTANA, L. M. de; HASENCLEVER, L.; MELLO, J. M. C. de. Capacitação tecnológica e competitividade na petroquímica brasileira nos anos 1990: o caso de Camaçari – BA. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2, n. 1, jan./jun./2003.

SBRAGIA, R.; *et al.* Os indicadores de P&D nas indústrias mais e menos inovadoras. *In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA*, 20., 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 1998. 1CD-ROM.

SCHNEIDER, A. C. S. **O processo de internacionalização de uma empresa do setor moveleiro**: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Administração) - . Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2002.

SCHUMPETER, J. A. La inestabilidad dei capitalismo. *In: ROSEMBERG, N. (Org.). Economía dei cambio tecnológico*. México: Fondo de Cultura Económica, 1971.

SEADE - SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). **Questionário Indústria**, Bloco 2 – PAEP (Pesquisa da Atividade Econômica Paulista), 1998.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE 2003). **Responsabilidade social empresarial para micro e**

**pequenas empresas:** passo a passo. Disponível em: <[http://www.ethos.org.br/\\_Uniethos/Documents/responsabilidade\\_micro\\_empresas\\_passo.pdf](http://www.ethos.org.br/_Uniethos/Documents/responsabilidade_micro_empresas_passo.pdf)>. Acesso em: 01 nov. 2008.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE 2006). **Negócios da biotecnologia.** Boletim do empreendedor. Disponível em: <<http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/DowContador?OpenAgent&unid=A E6CAAC3ADFD61148325746300476E68>>. Acesso em: 18 set. 2008.

SILVEIRA, J. M. F. J. da.; FUTINO, A. M.; OLALDE, A. R. Biotecnologia: corporações, financiamento da inovação e novas formas organizacionais. **Economia & Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 129-164, jan./jun. 2002.

SIMON, Françoise; KOTLER, Philip 2004. **A construção de biomarcas globais:** levando a biotecnologia ao mercado. Porto Alegre, Bookman, 2004.

SOBEET - SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESTUDOS DE EMPRESAS TRANSACIONAIS (SOBEET). Comportamento Tecnológico das Indústrias Transacionais em Operação no Brasil. Rio de Janeiro, **Conjuntura Econômica**, v. 54, mar./2000.

SUZIGAN, W. A indústria brasileira após uma década de estagnação: questões para política industrial. **Economia & Sociedade**, Campinas: IE-Unicamp, n. 1, p. 89-109, 1992.

TRIGUEIRO, M. G. S. **O clone de prometeu:** a biotecnologia no Brasil – uma abordagem para a avaliação. Brasília: UNB, 2002.

ULHOA, C. J.; SILVA, R. N. Biotecnologia farmacêutica e seus desafios. **Extensão & Cultura** (UFG), v. 1, p. 61-64, 2007.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** São Paulo: Atlas, 1997.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 96 p.



VILLEN, R. A. Biotecnologia: histórico e tendências. **Revista de Graduação da Engenharia Química**. São Paulo, v. 5, n. 10, jul./dez. 2002.

ZAHRA, S. A. Technology strategy and new venture performance: a study of corporate sponsored and independent biotechnology ventures. **Journal of Business Venturing**, v. 11, p. 289-321, 1996.

ZAHRA, S. A.; BOGNER, W. C. Technology strategy and software new ventures' performance: exploring the moderating effect of the competitive environment. **Journal of Business Venturing**, v. 15, p. 135-173, 1999.

## **ANEXOS**

<b>ANEXO A – Indicadores de Esforço Tecnológico e Desempenho Inovador....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO B – Questionário.....</b>	<b>107</b>

## **ANEXO A – Indicadores de Esforço Tecnológico e de Desempenho Inovador**

Os indicadores múltiplos de esforço tecnológico e desempenho inovador (ANEXO A), foram utilizados para a elaboração do questionário (ANEXO B) aplicado na pesquisa de Rieg e Alves Filho (2003)<sup>16</sup>, aqui replicado, de modo que se pudesse verificar a consistência das informações obtidas com os entrevistados sobre os diversos indicadores.

### **1. Indicadores de Esforço Tecnológico**

**1.1** Existência de departamento de P&D estruturado ou semi-estruturado dentro da empresa.

**1.2** Gastos com atividades internas de P&D em relação às vendas (ou faturamento) da empresa (média dos últimos três anos).

---

<sup>16</sup> RIEG, D. L.; ALVES FILHO, A. G. Esforço tecnológico e desempenho inovador das empresas do setor médico-hospitalar localizadas em São Carlos, SP. **Gestão & Produção**, v. 10, n. 3, p. 293-310, dez. 2003.

1.3 Porcentagem das despesas com P&D destinadas a inovações em produto.

1.4 Porcentagem das despesas com P&D destinadas a inovações em processo.

1.5 Número de técnicos de nível médio no P&D (média dos últimos três anos).

1.6 Número de engenheiros (ou cientistas) no P&D (média dos últimos três anos).

1.7 Frequência com que a empresa contrata outras empresas, universidades ou centros de pesquisa para desenvolver tecnologias de produto e processo.

1.8 Frequência com que a empresa faz uso de alianças estratégicas com consumidores, fornecedores, outras empresas nacionais e estrangeiras, universidades e centros de pesquisa para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados.

1.9 Frequência com que a empresa compra ou licencia tecnologias de produto e processo desenvolvidas por outras empresas para incorporar em seus próprios produtos e processos.

1.10 Capital fixo investido em aquisição de tecnologias de produto e processo externamente à empresa em relação às vendas (ou faturamento) da empresa nos últimos três anos.

1.11 Gastos com patentes, *copyright* e *trademarks* em relação às vendas (ou faturamento) da empresa (média dos últimos três anos).

## **2. Indicadores de Desempenho Inovador**

2.1 Número aproximado de inovações de produtos de natureza incremental e de natureza significativa que a empresa tem introduzido no mercado nos últimos três anos.

2.2 Número aproximado de inovações em processos de natureza incremental e de natureza significativa que a empresa tem desenvolvido e utilizado nos últimos três anos.

2.3 Parcela do faturamento derivada de novos produtos ou produtos melhorados desenvolvidos internamente à empresa (não-licenciados) e introduzidos no mercado nos últimos três anos.

## **ANEXO B – Questionário**

**PROPÓSITO DA PESQUISA** - As informações fornecidas por sua empresa são essenciais para o conhecimento das atividades tecnológicas e desenvolvimento de P&D realizadas por esse setor. Os resultados agregados da pesquisa poderão ser usados pelas empresas para análise de mercado e estudos sobre desempenho e outras características de seus respectivos setores.

**OBRIGATORIEDADE E SIGILO DAS INFORMAÇÕES** - A legislação vigente mantém o caráter obrigatório e confidencial atribuído às informações coletadas pela pesquisadora, as quais se destinam, exclusivamente, a fins acadêmicos.

**A PESQUISADORA AGRADECE A SUA COLABORAÇÃO.**

### **QUESTÕES**

#### **1. Informação geral sobre a empresa**

Razão social:

Nome fantasia:

Endereço completo:

Data de criação:

## 2. Composição da empresa em termos de funcionários

Total de funcionários	
Total de técnicos de nível médio*	
Total de funcionários com algum tipo de formação acadêmica (graduação e pós-graduação)	
Total de funcionários na produção	
Total de técnicos de nível médio na produção	
Total de funcionários na administração	

\* Técnico de nível médio: pessoal formado em curso técnico.

## 3. Quinze principais linhas de produtos e participação no faturamento anual da empresa

Linha de produto	% do faturamento anual

Registro no Ministério da Saúde?

## 4. Identificação de estratégias tecnológicas

Circule o número que melhor descreva a situação de sua empresa **nos últimos três anos** usando a escala abaixo (questões 1 a 9).

1                      2                      3                      4                      5                      NA  
Muito baixo      Baixo              Médio              Alto              Muito alto      Não se aplica

1. A frequência com a qual sua empresa contrata outras empresas, universidades ou centros de pesquisa para desenvolver tecnologias de produto e processo.

Produto	1	2	3	4	5	NA
Processo	1	2	3	4	5	NA

2. A frequência com a qual sua empresa faz uso de alianças com consumidores para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados.

Produto	1	2	3	4	5	NA
Processo	1	2	3	4	5	NA

3. A frequência com a qual sua empresa faz uso de alianças com fornecedores para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados.

Produto	1	2	3	4	5	NA
Processo	1	2	3	4	5	NA

4. A frequência com a qual sua empresa faz uso de alianças com empresas estrangeiras para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados.

Produto	1	2	3	4	5	NA
Processo	1	2	3	4	5	NA

5. A frequência com a qual sua empresa faz uso de alianças com outras empresas nacionais para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados.

Produto	1	2	3	4	5	NA
Processo	1	2	3	4	5	NA

6. A frequência com a qual sua empresa faz uso de alianças com universidades ou centros de pesquisa para desenvolver produtos e processos tecnologicamente novos ou melhorados.

Produto	1	2	3	4	5	NA
Processo	1	2	3	4	5	NA

7. Frequência com a qual sua empresa compra ou licencia tecnologias de produto e processo desenvolvidas por outras empresas para incorporar em seus próprios produtos e processos.

Tecnologia de produto	1	2	3	4	5	NA
Tecnologia de processo	1	2	3	4	5	NA

8. Frequência com a qual a compra e o licenciamento de tecnologias de produto e processo são seguidos de atividades de adaptação e melhorias do que foi efetivamente comprado.

Tecnologia de produto	1	2	3	4	5	NA
Tecnologia de processo	1	2	3	4	5	NA

9. A empresa possui departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)?

Estruturado                       Semi-estruturado                       Não possui P&D

Se possuir P&D estruturado ou semi-estruturado, indicar (questões 10 a 22):

**10.** Gastos com atividades internas de P&D em relação às vendas (ou faturamento) da empresa (média dos últimos três anos): \_\_\_\_\_%

**11.** Porcentagem das despesas em P&D destinadas a inovações em produto:  
\_\_\_\_\_%

**12.** Porcentagem das despesas em P&D destinadas a inovações em processo:  
\_\_\_\_\_%

**13.** Sobre o número de funcionários: