

**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA**

**INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO**

**MESTRADO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA INDUSTRIAL**

**TRANSIÇÃO TECNOLÓGICA NO SECTOR  
FITOFARMACÊUTICO:  
DA QUÍMICA À BIOTECNOLOGIA**

**JOANA MOUTINHO LIMA DOS SANTOS**

**Orientação: Professor Doutor Manuel Duarte Mendes Monteiro Laranja**

**Júri**

**Presidente: Professor Doutor Manuel Duarte Mendes Monteiro Laranja**

**Vogais: Professor Doutor Soumodip Sarkar**

**Professor Dr. Vítor Duarte Corado Simões**

**Janeiro 2008**

*“Inovar é uma atitude de permanente  
insatisfação e de procura de novas soluções.  
Vingam as melhores, até que aparece uma ainda melhor.  
Inovar é instabilizar, pôr a medalha e voltar a tirar porque outro a merece mais.  
É perceber por que razão mexer para o lado direito funciona,  
mas perguntar de imediato ‘e se for para o lado esquerdo?’,  
‘e se for três vezes para a esquerda e duas para a direita?’,  
‘e se abanar?’, ‘e se... humm!’.”*

J. Norberto Pires

*“Mudam-se os tempos  
Mudam-se as vontades  
Muda-se o ser  
E também a confiança  
Todo o mundo é composto de mudança  
Tomando sempre outras e novas qualidades”*

Luís Vaz de Camões

## GLOSSÁRIO

|        |   |
|--------|---|
| ADN    | Ácido desoxirribonucleico   |
| ANIPLA | Associação Nacional da Indústria para a Protecção das Plantas   |
| ATM's  | Máquinas que permitem a realização de operações bancárias em regime de auto-serviço (Automatic Teller Machine)  |
| DGPC   | Direcção Geral de Protecção das Culturas  |
| GATT   | Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (General Agreement on Tariffs and Trade, GATT), estabelecido em 1947, tendo em vista harmonizar as políticas aduaneiras dos Estados signatários.  |
| I&D    | Investigação e Desenvolvimento  |
| OCDE   | Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico   |
| OGM    | Organismos Geneticamente Modificados - Seres vivos em que o seu material genético é alterado através da transferência artificial de genes que possuam determinadas características, provenientes de uma espécie não relacionada (de bactérias, vírus, plantas ou animais) |
| OMS    | Organização Mundial de Saúde  |
| PAC    | Politica Agrícola Comum   |
| PF     | Produtos Fitofarmacêuticos  |
| SGM    | Sementes Geneticamente modificadas  |

## RESUMO

A agricultura tem um papel fundamental na produção de alimentos indispensáveis à vida e ao bem-estar da população mundial. Se o crescimento da população continuar como previsto, será necessário produzir mais alimentos nos próximos 50 anos do que em toda a história da humanidade. Para além deste factor quantitativo, os agricultores têm também de assegurar a qualidade dos alimentos e a preservação ambiental.

A utilização de produtos fitofarmacêuticos é uma das formas utilizadas pelos agricultores para conseguirem dar resposta à crescente necessidade de alimentos. Mas perante uma sociedade cada vez mais exigente, tanto em termos quantitativos e qualitativos como em termos ambientais, o sector fitofarmacêutico vê-se confrontado com a necessidade de encontrar soluções tecnológicas inovadoras e mais eficientes.

As sementes geneticamente modificadas poderão ser uma nova solução tecnológica para o sector fitofarmacêutico. No entanto, a adopção desta nova solução exigirá que as empresas fitofarmacêuticas transitem da tecnologia química, que é actualmente utilizada na produção de produtos fitofarmacêuticos, para a biotecnologia, que é utilizada na produção de sementes geneticamente modificadas.

Neste estudo, admitindo que as empresas fitofarmacêuticas que operam em Portugal irão comercializar sementes geneticamente modificadas, pretende-se identificar as principais motivações e dificuldades que estas empresas irão ou já estão a sentir ao transitarem da tecnologia química para a biotecnologia. Pretende-se também identificar políticas públicas que ajudem a promover esta transição. Para atingir estes objectivos, foram realizados questionários às empresas fitofarmacêuticas portuguesas, com os quais foi possível: (1) fazer um levantamento da situação actual e expectativas das empresas face às sementes geneticamente modificadas; (2) identificar algumas características que diferenciam as empresas que comercializam apenas produtos fitofarmacêuticos das empresas que já comercializam também sementes geneticamente modificadas; (3) identificar as barreiras sentidas na transição tecnológica de produtos químicos para biotecnológicos; (4) propor algumas políticas públicas que podem ser implementadas de modo a promover esta transição.

**Palavras-Chave:** produtos fitofarmacêuticos; sementes geneticamente modificadas; transição tecnológica; tecnologia química; biotecnologia; barreiras; políticas públicas; inovação.

## **ABSTRACT**

Agriculture plays an essential role in the food production channels and is indispensable for the life and well-being of the world-wide population. With the increase of the population, it will be necessary to produce more food in the next 50 years than in all the history of the humanity. And besides this quantitative demand, the farmers will also have to assure the quality of the food and the ambient preservation.

The use of chemical crop protection products is one of the methods used by the farmers to increase the yield of food production. But to answer to the increasing quality and quantity demand of food, the crop protection sector has to find innovative and more efficient technologic solutions.

The genetically modified seeds could be a new technologic solution for the crop protection sector. However, to adopt this new technologic solution, the crop protection companies will have to change from the chemical technology that is currently used in the production of crop protection products, to the biotechnology that is used in the production of genetically modified seeds.

Admitting that the crop protection companies in Portugal will commercialize genetically modified seeds, this study tries to identify the main motivations and barriers, which these companies will have to go through, or are already going through, to change from chemical technology to biotechnology. It is also intended to identify public policies that help this technologic transition. To reach these goals, a survey was done to the crop protection companies in Portugal, with which was possible: (1) to identify the current situation and expectations of the companies regarding genetically modified seeds; (2) to identify some characteristics that differentiate the companies that only commercialize chemical crop protection products, from the companies that already commercialize genetically modified seeds; (3) to identify the barriers in the transition from chemical technology to biotechnology; (4) to find public policies that can be implemented in order to promote this technologic transition.

**Key-Words:** crop protection products; genetically modified seeds; technologic transition; chemical technology; biotechnology; barriers; public policies; innovation.

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>11</b> |
| <b>2</b>   | <b>PROCESSO DE INOVAÇÃO E TRANSIÇÃO PARA NOVAS<br/>TECNOLOGIAS .....</b>                                    | <b>14</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Processos de Inovação e Difusão .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Evolução Tecnológica e Diferentes Categorizações da Inovação .....</b>                                   | <b>19</b> |
| 2.2.1      | Ciclo de Vida das Indústrias, Inovação e Mudança Organizacional .....                                       | 19        |
| 2.2.2      | Evolução do Progresso Tecnológico – A <i>Curva S</i> .....  | 21        |
| 2.2.3      | O Impacto das Descontinuidades Tecnológicas nas Competências das<br>Empresas .....                          | 24        |
| 2.2.4      | Categorização da Inovação pelo Binómio Tecnologia-Mercado.....  | 25        |
| 2.2.5      | As Inovações Arquitecturais .....   | 27        |
| 2.2.6      | As Tecnologias Disruptivas .....  | 29        |
| <b>2.3</b> | <b>Adopção e Implementação de Novas Tecnologias .....</b>   | <b>32</b> |
| 2.3.1      | Adopção de uma Inovação ao longo do tempo .....   | 32        |
| 2.3.2      | Factores que afectam a Adopção e Implementação de uma Inovação.....   | 34        |
| <b>2.4</b> | <b>Políticas Públicas de apoio à Inovação .....</b>   | <b>38</b> |
| 2.4.1      | A necessidade de apoios financeiros.....  | 38        |
| 2.4.2      | A organização e qualificação dos recursos humanos.....  | 39        |
| 2.4.3      | A organização e divulgação do conhecimento científico .....   | 40        |
| 2.4.4      | As redes e parcerias entre empresas e outras instituições.....  | 40        |
| 2.4.5      | A legislação e a apropriabilidade da nova tecnologia.....   | 41        |
| <b>3</b>   | <b>INOVAÇÃO NO SECTOR FITOFARMACÊUTICO: TRANSIÇÃO DE<br/>PRODUTOS QUÍMICOS PARA BIOTECNOLÓGICOS .....</b>   | <b>43</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Os Produtos Fitofarmacêuticos .....</b>  | <b>43</b> |
| 3.1.1      | A necessidade de utilizar Fitofarmacêuticos na Agricultura .....  | 43        |
| 3.1.2      | Mercado e Estrutura Concorrencial do Sector Fitofarmacêutico.....   | 44        |
| 3.1.3      | O Ciclo de Vida do Sector Fitofarmacêutico .....  | 49        |
| <b>3.2</b> | <b>As Sementes Geneticamente Modificadas .....</b>  | <b>51</b> |
| 3.2.1      | A utilização da Engenharia Genética pela Agricultura.....   | 51        |
| 3.2.2      | Evolução da Área de Culturas Geneticamente Modificadas.....   | 54        |
| 3.2.3      | Resposta do sector fitofarmacêutico à nova trajectória Biotecnológica .....                                 | 56        |
| <b>3.3</b> | <b>Transição tecnológica de produtos químicos fitofarmacêuticos para produtos<br/>biotecnológicos .....</b> | <b>57</b> |
| 3.3.1      | Transição Tecnológica ou Coexistência entre Tecnologias? .....  | 57        |
| 3.3.2      | Categorização das SGM como inovação tecnológica.....  | 59        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>4 A TRANSIÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS PARA BIOTECNOLÓGICOS NO SECTOR FITOFARMACÊUTICO PORTUGUÊS .....</b>         | <b>60</b>  |
| <b>4.1 O Sector Fitofarmacêutico em Portugal .....</b>  | <b>60</b>  |
| <b>4.2 Utilização de Sementes Geneticamente Modificadas em Portugal .....</b>                                     | <b>63</b>  |
| <b>4.3 Barreiras à Transição de Produtos Fitofarmacêuticos para Sementes Geneticamente Modificadas .....</b>      | <b>65</b>  |
| 4.3.1 O início da actividade comercial .....  | 66         |
| 4.3.2 A qualificação dos recursos humanos.....  | 66         |
| 4.3.3 A necessidade de informação.....  | 67         |
| 4.3.4 Problemas de regulação .....  | 69         |
| <b>5 EVIDÊNCIA EMPÍRICA.....</b>  | <b>71</b>  |
| <b>5.1 Metodologia da Investigação .....</b>  | <b>71</b>  |
| <b>5.2 Caracterização da Amostra .....</b>  | <b>72</b>  |
| <b>5.3 O Estado Actual da Comercialização e Desenvolvimento de SGM em Portugal .....</b>                          | <b>74</b>  |
| <b>5.4 Características que diferenciam as empresas que só comercializam PF das que já comercializam SGM .....</b> | <b>77</b>  |
| <b>5.5 Barreiras à Transição Tecnológica entre PF e SGM .....</b>   | <b>81</b>  |
| <b>5.6 Políticas Públicas para promover a Transição Tecnológica .....</b>   | <b>83</b>  |
| <b>6 CONCLUSÕES.....</b>  | <b>87</b>  |
| <b>6.1 Resumo dos Conceitos e Conclusões sobre a Transição Tecnológica no Sector Fitofarmacêutico .....</b>       | <b>87</b>  |
| <b>6.2 Sugestões para investigações futuras .....</b>   | <b>93</b>  |
| <b>7 BIBLIOGRAFIA .....</b>   | <b>95</b>  |
| <b>8 ANEXOS.....</b>  | <b>101</b> |
| <b>8.1 Questionário .....</b>   | <b>101</b> |

## LISTA DE TABELAS E FIGURAS

### **Tabelas**

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabela 1:  | Evolução do mercado mundial de fitofarmacêuticos, entre 1960 e 2005 (fonte: 1960-1996 Wood Mackenzie (1997, em Martins, 2000); 1998-2005 McDougall, 2006) | 46 |
| Tabela 2:  | Intervenções genéticas na tecnologia agrícola (adaptado de Van der Walt (2000) e FAO (2002a), ambos em FAO (2004))  | 52 |
| Tabela 3:  | Área mundial de culturas biotecnológicas por país, em 2005 (fonte: James, 2005)   | 55 |
| Tabela 4:  | Categorização das SGM como inovação   | 59 |
| Tabela 5:  | Empresas Nacionais e Multinacionais que produzem e comercializam fitofarmacêuticos em Portugal, representadas pela ANIPLA                                 | 60 |
| Tabela 6:  | Vendas de fitofarmacêuticos em milhões euros, nos últimos 7 anos, em Portugal   | 61 |
| Tabela 7:  | Área de cultura de milho geneticamente modificado (hectares) (fonte: DGPC, 2006)  | 64 |
| Tabela 8:  | Etapas que constituem o processo de colocação no mercado de produtos que contenham ou sejam constituídos por OGM  | 65 |
| Tabela 9:  | Qualificação dos empregados por actividade desempenhada   | 73 |
| Tabela 10: | Relação entre o tipo de empresa e a sua situação face à comercialização de SGM  | 74 |
| Tabela 11: | Qualificação dos empregados por actividade desempenhada   | 78 |
| Tabela 12: | Numero de empresas que consideraram a barreira relevante Relevância de cada uma das barreiras para as empresas da amostra                                 | 81 |
| Tabela 13: | Avaliação das medidas de acção governamental pelas 9 empresas da amostra  | 84 |

### **Figuras**

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Figura 1: | Curva S (Fonte: adaptada de Foster, 1986)   | 22 |
| Figura 2: | Transilience Map (Fonte: adaptada de Abernathy e Clark, 1985)   | 26 |
| Figura 3: | Matriz bidimensional, componentes versus ligações entre componentes   | 28 |
| Figura 4: | Tecnologias disruptivas e sustentadas   | 30 |
| Figura 5: | Curva normal da adopção de uma inovação ao longo do tempo   | 32 |
| Figura 6: | Curva cumulativa em S da percentagem de adopção ao longo do tempo   | 34 |
| Figura 7: | Evolução do mercado mundial de fitofarmacêuticos, em termos reais, entre 1990 e 2005 (fonte: adaptado de McDougall, 2006) | 46 |
| Figura 8: | Principais fusões e aquisições, entre as empresas do sector fitofarmacêutico, entre 1994 e 2005 (fonte: UNCTAD, 2006)     | 48 |
| Figura 9: | Ciclo de vida tecnológico do sector fitofarmacêutico  | 50 |



|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 10: | Curva S representativa da evolução do sector fitofarmacêutico entre 1930 e 1980 e Curvas S sucessoras que representam os novos produtos resultantes de pequenas inovações incrementais_____ | 51 |
| Figura 11: | Evolução da área mundial de culturas geneticamente modificadas de 1996 a 2005 (fonte: James, 2005)_____   | 54 |
| Figura 12: | Representação da trajectória química (Curva S1) e biotecnológica (Curva S2) do sector fitofarmacêutico_____   | 57 |
| Figura 13: | Evolução do mercado dos produtos fitofarmacêuticos, sementes convencionais e SGM, a partir 1994 (fonte: adaptado de McDougall, 2006)_____   | 58 |
| Figura 14: | Situação das empresas fitofarmacêuticas relativamente à comercialização de SGM em Portugal_____   | 74 |
| Figura 15: | Situação das empresas fitofarmacêuticas relativamente ao desenvolvimento de SGM em Portugal_____  | 76 |
| Figura 16: | Qualificação dos empregados das empresas fitofarmacêuticas que só comercializam PF (N = 239) e das empresas que já comercializam SGM (N = 59)_____  | 77 |
| Figura 17: | Motivos que levam as empresas que só comercializam PF (N=6) e as empresas que já comercializam SGM (N=3), a inovar em termos de PF_____   | 79 |
| Figura 18: | Motivos que levam as empresas que só comercializam PF (N=6) e as empresas que já comercializam SGM (N=3), a inovar em termos de SGM_____  | 79 |
| Figura 19: | Ciclo de vida tecnológico e representação da trajectória química (Curva S1) e trajectória biotecnológica do sector fitofarmacêutico (Curva S2)_____   | 80 |

## AGRADECIMENTOS

Agradeço de uma forma muito especial ao Tiago, à minha mãe e à minha irmã e à restante família e amigos, pela compreensão e apoio que me deram em todos os momentos ao longo da realização deste Mestrado.

Ao Professor Manuel Laranja, pela orientação no decorrer da realização do Mestrado e deste trabalho.

Ao Eng.º Armando Murta e ao Eng.º João Rodrigues, pelo apoio incondicional que sempre me deram, por tudo o que me ensinaram e por sempre me direccionarem para o caminho certo. Ao Sr. Sebastian Bachem por me ter proporcionado a realização deste Mestrado

Aos entrevistados, que me ajudaram a compreender os temas em estudo e a obter pistas para a realização da investigação, nomeadamente ao Eng.º José Soares Rosa e ao Eng.º Isidoro Paiva.

A todas as empresas que se disponibilizaram para responder ao questionário, nomeadamente aos entrevistados Eng.º António Saraiva, Eng.º Vicent Abela, Eng.º Paulo Costa, Eng.º Carlos Teixeira, Sr. Álvaro Morgado, Eng.º João Martins e Eng.º Fernando Morgado.

A todos os colegas de trabalho, que me incentivaram a nunca desistir e que compreenderam sempre que não pude estar presente devido a exames, aulas ou trabalhos do Mestrado.

A todos os que estiveram comigo... ou sem mim... ao longo desta aprendizagem!  
Obrigada!

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a tecnologia e a inovação têm vindo a introduzir na sociedade profundas transformações. A inovação tecnológica tornou-se a chave de um crescimento económico sustentado, num mercado em constante transformação. Mas para que empresas e organizações consigam utilizar a inovação tecnológica como plataforma do seu crescimento, é necessário compreender como ocorre o processo de transição tecnológica e identificar os factores que influenciam a adopção de uma inovação.

Para o sector farmacêutico, agro-alimentar, químico, ambiental, e para todos os outros sectores pertencentes à área das ciências da vida, enquanto que o século XX foi fundamentalmente dominado por tecnologias físicas e químicas, prevê-se que o século XXI seja dominado pela biotecnologia. Das inúmeras definições de biotecnologia, seleccionaram-se duas:

*a Biotecnologia é a aplicação de princípios científicos e de engenharia no processamento de materiais por agentes biológicos (OCDE)*

*a Biotecnologia é a aplicação industrial de organismos, sistemas e componentes biológicos para produção de bens e serviços de valor acrescentado (OMS)*

Assim, no século XXI, a transição da tecnologia química para a biotecnologia, será um dos principais factores de competitividade económica para os sectores ligados às ciências da vida. As empresas incumbentes, que até aos dias de hoje apostavam fortemente na tecnologia química, terão de se adaptar às novas soluções apresentadas pela biotecnologia, pois só assim conseguirão competir com empresas recém-criadas, especializadas nas novas tecnologias.

O sector fitofarmacêutico será seguramente um dos afectados por esta transição tecnológica. Actualmente, este sector centra-se na comercialização de produtos fitofarmacêuticos (PF), que são produzidos à base de tecnologia química. As moléculas químicas dos PF actuam sobre as pragas (insecticidas), ervas infestantes (herbicidas) ou fungos (fungicidas) que atacam as culturas, originando uma melhoria na qualidade dos alimentos e um aumento da produtividade agrícola. Mas a tecnologia química utilizada

na produção de PF encontra-se já numa fase de maturidade, tornando-se cada vez mais difícil criar e desenvolver novas patentes. Por este motivo, a nível internacional, o sector fitofarmacêutico começou a apostar nos produtos produzidos através das novas soluções biotecnológicas, nomeadamente nas sementes geneticamente modificadas. As sementes geneticamente modificadas (SGM) resultam de alterações genéticas precisas em sementes, através das quais lhes são introduzidos genes que as beneficiam e tornam resistentes a insectos, tolerantes herbicidas, resistentes a condições ambientais extremas, ou enriquecidas com determinados componentes específicos.

A transição tecnológica de produtos fitofarmacêuticos para sementes geneticamente modificadas dará aos agricultores a possibilidade de cultivarem variedades vegetais mais adequadas às condições do solo e clima, reduzindo-se assim os custos de produção de alimentos. No entanto, como é comum a qualquer transição tecnológica, para se conseguir garantir a sustentabilidade da nova tecnologia, existem barreiras e dificuldades que têm de ser ultrapassadas. A utilização da biotecnologia, e em especial a sua aplicação à agricultura, exige que se proceda a uma transição tecnológica que depende não só da aquisição de novos conhecimentos e competências, mas também de outros factores como políticas de investimento, políticas de preços e políticas de segurança alimentar e ambiental. A percepção das novas tecnologias biotecnológicas por parte da sociedade, e neste caso em particular, a percepção por parte do consumidor quanto à relativa segurança dos alimentos produzidos a partir de sementes geneticamente modificadas, é também um factor fundamental para que a transição tecnológica se dê com sucesso.

Apesar de haver ainda alguma resistência à introdução e adopção de SGM, este mercado parece ser, no médio/longo prazo, o mais dinâmico em termos comerciais. Os produtos fitofarmacêuticos, nomeadamente os herbicidas, fungicidas e insecticidas, estão a perder força de mercado, sendo crescente a aposta dos grupos internacionais em sementes geneticamente modificadas. Pretende-se, com este trabalho, identificar como é que esta transição tecnológica está a ocorrer em Portugal, no sector fitofarmacêutico, e identificar as principais barreiras e dificuldades que as empresas fitofarmacêuticas terão de ultrapassar.

O presente estudo encontra-se organizado em 5 capítulos, sendo o primeiro uma introdução ao estudo realizado e aos capítulos seguintes.

No segundo capítulo, em primeiro lugar, faz-se uma revisão da literatura sobre os modelos e as fases dos processos de inovação e difusão. Em segundo lugar, faz-se uma análise dos modelos de evolução e categorização da inovação. Seguidamente, efectua-se uma descrição do processo de adopção de uma inovação e dos factores e barreiras que afectam este processo. Por último propõem-se políticas públicas que podem promover a inovação.

No terceiro capítulo faz-se uma descrição sobre as principais características e evolução do mercado mundial dos produtos fitofarmacêuticos. Seguidamente faz-se um levantamento sobre a utilização das novas tecnologias genéticas pela agricultura e pelo sector fitofarmacêutico. Por último, usando os conceitos já revistos no segundo capítulo sobre modelos de inovação, analisa-se a transição tecnológica de produtos fitofarmacêuticos de base química, para as sementes geneticamente modificadas produzidas a partir da biotecnologia.

No quarto capítulo caracteriza-se o sector fitofarmacêutico em Portugal em termos de empresas que o constituem, evolução do mercado e procedimentos para a introdução de novos produtos fitofarmacêuticos no mercado. Adicionalmente, faz-se um levantamento da situação da biotecnologia em Portugal e sua aplicação ao sector agrícola. Por último, faz-se um levantamento das principais barreiras que as empresas fitofarmacêuticas vão sentir na transição tecnológica de produtos fitofarmacêuticos para sementes geneticamente modificadas

## **2 PROCESSO DE INOVAÇÃO E TRANSIÇÃO PARA NOVAS TECNOLOGIAS**

Na primeira secção deste capítulo é efectuada uma revisão da literatura sobre os modelos e as fases dos processos de inovação e difusão. Na segunda secção, faz-se uma análise dos modelos de evolução e categorização da inovação. Seguidamente, efectua-se uma descrição do processo de adopção de uma inovação e dos factores e barreiras que afectam este processo. Por último propõem-se políticas públicas que podem promover a inovação.

### **2.1 Processos de Inovação e Difusão**

A inovação e o desenvolvimento de novos produtos são fontes cruciais de vantagem competitiva para as empresas. A elevada rapidez com que a tecnologia evolui abre oportunidades para a renovação contínua dos produtos e processos. Para conseguirem manter a sua competitividade, as empresas têm de mudar continuamente o seu modo de actuação, de modo a não correrem o risco de desaparecer como consequência de inovações tecnológicas, introduzidas por concorrentes, que muitas vezes redefinem as “regras e técnicas do jogo”. Hoje em dia, as empresas já não podem ser geridas através da simples repetição das práticas que geraram sucesso no passado. A mudança contínua do regime competitivo, do mercado e da tecnologia, fazem com que as práticas do passado estejam desajustadas do contexto actual e obrigam as organizações a inovarem permanentemente (Bridges e Mitchell, 2000). Tal como projectos de reengenharia, reduções de custos e reestruturações de organizações, a inovação e o desenvolvimento de novos produtos surgem muitas vezes como alavancas de vantagem competitiva, através das quais as empresas conseguem penetrar em novos mercado e aumentar as margens de lucro.

Mas embora a inovação seja encarada como uma das formas mais poderosas de defender posições estratégicas e manter vantagem competitiva, não é garantia absoluta de sucesso. A história da inovação encontra-se repleta de exemplos quer de inovações de sucesso, quer de ideias aparentemente boas que por algum motivo falharam. Para ilustrar situações de sucesso e fracasso das inovações, veja-se o estudo realizado pelo Departamento de Comércio e Indústria Britânico, em 14000 organizações, sobre a

compra e posterior utilização de novo software para computadores: segundo este estudo, 80% a 90% dos projectos não alcançam os seus objectivos de desempenho, cerca de 80% dos projectos são finalizados fora do prazo previsto e por valores acima do que havia sido orçamentado, cerca de 40% fracassam ou são abandonados e apenas 10% a 20% atingem com sucesso os objectivos inicialmente previstos (Tidd, Bessant e Pavitt, 2003). Tendo em conta a incerteza e o risco que estão associados a um processo de inovação, muitas empresas podem decidir não inovar, mesmo que se revelem atractivas as eventuais recompensas. E não só o processo de inovação é incerto e de risco, como também nem sempre os benefícios da inovação recaem sobre o inovador, devido ao facto de a inovação ter uma apropriabilidade limitada.

Mas se por um lado o processo de inovação pode ser considerado um risco, por outro, o não inovar revela-se muitas vezes como uma alternativa pouco viável, em particular nos sectores em que se verifica maior turbulência e mudanças tecnológicas súbitas. O que é importante para as organizações é estarem preparadas para proceder à renovação dos seus produtos e processos, incluindo a renovação da gestão e da organização da empresa, pois caso contrário as suas possibilidades de sobrevivência estão seriamente ameaçadas. A principal questão que se coloca às empresas não é se devem ou não inovar, mas sim, como fazê-lo com sucesso e como obter vantagem competitiva através da inovação (Tidd, Bessant e Pavitt, 2003).

Schumpeter foi um dos primeiros autores a estudar o processo de inovação. Nas teorias que desenvolveu é possível dissociar duas vertentes distintas, relativamente ao processo de inovação, que reflectem diferentes momentos da história: a primeira encontra-se patente na obra *The Theory of Economic Development*, publicada em inglês em 1934 (originalmente publicada em alemão em 1911); a segunda encontra-se patente na obra *Capitalism, Socialism and Democracy*, publicada em 1942. Estas duas vertentes complementam-se entre si, sendo que a primeira retrata a sociedade do final do século XIX, princípio do século XX e a segunda retrata o período entre as duas grandes Guerras Mundiais.

Na obra *The Theory of Economic Development*, Schumpeter analisou a estrutura industrial Europeia típica do final do século XIX, constituída fundamentalmente por pequenas empresas. Os empresários que faziam parte destas pequenas empresas eram os

principais agentes de mudança económica e tecnológica da altura. Estes empresários, ao investirem no lançamento de novas ideias, produtos ou processos, tornavam as tecnologias utilizadas desactualizadas e obsoletas, desafiavam as outras empresas já estabelecidas no sector ou indústria, e provocavam uma alteração da estrutura do mercado.

Na obra *Capitalism, Socialism and Democracy*, Schumpeter inspirou-se nas características do tecido industrial Americano do princípio do século XX. Nesta obra, Schumpeter constatou que as actividades de inovação eram fundamentalmente desenvolvidas por grandes empresas, que haviam institucionalizado os processos de inovação, através da criação de laboratórios de I&D próprios e da contratação de equipas de investigadores, técnicos e engenheiros. Através do aumento de conhecimentos em áreas tecnológicas específicas, e dos seus significativos recursos financeiros, estas empresas tornavam-se os principais motores das actividades de inovação, reforçavam a sua posição e aumentavam a concentração do mercado (Malerba e Orsenigo, 1995).

Desde as teorias desenvolvidas por Schumpeter, até aos dias de hoje, ocorreu uma evolução nos modelos que enquadram o processo de inovação. Até meados da década de 60, dominou a interpretação do processo de inovação efectuada por Schumpeter, que considerava que os novos conhecimentos provenientes da pesquisa científica efectuada em laboratórios de I&D das grandes empresas, eram introduzidos no mercado (*Technology Push*). Na segunda parte da década de 60, começou a considerar-se que os sinais dados pelo mercado também influenciavam de alguma forma o processo de inovação (*Demand Pull*) (Barata, 1995).

Na perspectiva histórica efectuada por Rothwell (1992, em Tidd, Bessant e Pavitt, 2003), os modelos *Technology Push e Demand Pull* representam modelos de enquadramento do processo de inovação de primeira e segunda geração, respectivamente. Estes dois modelos consideravam o processo de inovação como uma sequência linear de actividades funcionais, não havendo retroacções entre essas fases.

Durante a década de 70 começaram a ser desenvolvidos os modelos de terceira geração que admitiam múltiplas interacções entre ciência, tecnologia e mercado. Embora esta



concepção não fosse estritamente linear, preconizando já alguns efeitos de retroacção, permanecia, na sua essência, um processo sequencial.

Na década de 1980, Kline e Rosenberg (1986) introduziram o modelo interactivo do processo de inovação (*Chain-Linked Model*), considerado por Rothwell (1992, em Tidd, Bessant e Pavitt, 2003) como um modelo de quarta geração. Este modelo descrevia a inovação como um processo complexo, incerto e sujeito a retroacções entre as diversas fases. Ou seja, combinava interacções intra-empresas com interacções externas, nomeadamente com o sistema de ciência e tecnologia, e ainda os efeitos de *feedback* entre as diversas fases do modelo.

Nos dias de hoje, a interpretação mais utilizada é a dos modelos de quinta geração, que consideram as fases da inovação sobrepostas em processos paralelos, consideram uma multiplicidade de actores, elevados níveis de integração tanto a nível intra-empresa como inter-empresa e consideram as redes estabelecidas entre os actores como parte do processo de inovação.

De uma forma mais simplificada, Tidd, Bessant e Pavitt, 2003 consideram que um processo de inovação compreende quatro actividades:

- (1) monitorização da envolvente interna e externa e processamento dos sinais relevantes visando a detecção de ameaças e oportunidades;
- (2) decisão sobre a que sinal se deve responder;
- (3) obtenção dos meios que viabilizem a resposta;
- (4) implementação do projecto com desenvolvimento da tecnologia e do mercado interno e externo, visando uma resposta eficaz à ameaça ou oportunidade detectada inicialmente.

Estas quatro actividades podem ser realizadas quer pelo inovador, que cria e desenvolve a inovação, quer pelo utilizador que apesar de apenas implementar a inovação pode ter também de a desenvolver de modo a poder utiliza-la. Ou seja, há uma interligação entre os processos de inovação e de difusão, pois durante o processo de difusão, apesar de a inovação já estar criada, há sempre necessidade de a ajustar e adaptar às necessidades específicas dos seus utilizadores, através de pequenas inovações incrementais.

Bell e Pavitt (1993) também consideram que os processos de inovação e de difusão não ocorrem isoladamente. Segundo estes autores o processo de difusão de uma inovação inclui mais do que a simples aquisição de máquinas, desenhos de produtos ou conhecimentos de gestão. No início de um processo de difusão, a inovação original tem de ser moldada de modo a adequar-se à situação específica do local em que irá ser utilizada, obrigando a que se desenvolva um processo criativo de desenvolvimento tecnológico. Após esta fase inicial, a inovação continua a ocorrer através de desenvolvimentos e modificações incrementais, que melhoram a performance da inovação original. Assim, segundo estes autores não faz sentido distinguir entre inovação e difusão, sobretudo do ponto de vista de quem adopta/utiliza as novas tecnologias sem as ter desenvolvido, pois o seu nível de competências e conhecimentos é também, tal como os do inovador, bastante sofisticado.

Rogers (1986) considera que um processo de difusão inclui a própria inovação. Segundo este autor, a difusão de uma inovação envolve os seguintes quatro elementos cruciais: (1) uma *inovação*, (2) que é comunicada através de *canais de comunicação*, (3) ao longo do *tempo* e (4) através dos *membros de um sistema social*.

- A *inovação* é a ideia, a prática ou objecto que é percebido como novidade por um indivíduo ou por uma unidade de adopção.
- Os *canais de comunicação* são os meios através dos quais a inovação é transmitida a um indivíduo ou unidade de adopção.
- O *tempo* inclui o processo de decisão de inovar, que consiste no processo mental que vai desde o conhecimento da inovação até à confirmação de adopção da inovação; engloba o processo de transição tecnológica que vai desde o abandono da tecnologia antiga à aceitação da nova solução tecnológica.
- Os *membros do sistema social* consistem num grupo de unidades interrelacionadas e interessadas em atingir um objectivo comum. Podem ser indivíduos, grupos informais, organizações e/ou subsistemas.

O processo de transição tecnológica que Rogers (1986) inclui no elemento *Tempo*, exige uma redefinição interna e reorientação psicológica por parte das empresas e consumidores aos quais se dirige a inovação (Bridges e Mitchell, 2000). Este processo é

geralmente moroso, e exige que sejam ultrapassadas diferentes tipos de barreiras: financeiras, recursos humanos, informação, tecnológicas, entre outras. Por este motivo, a ideia de que uma inovação consiste apenas na “invenção seguida de comercialização” expande-se para “invenção, integração, *timing* de entrada, e por ultimo, comercialização” (Sato, 2006).

## **2.2 Evolução Tecnológica e Diferentes Categorizações da Inovação**

No seguimento da revisão bibliográfica que foi feita na secção anterior, e para se poder interpretar a transição tecnológica de produtos químicos para biotecnológicos no sector fitofarmacêutico, efectuou-se uma revisão selectiva da literatura existente sobre evolução tecnológica e categorização dos resultados dos processos de inovação. Pretende-se interpretar a evolução da tecnologia utilizada pelo sector fitofarmacêutico, à luz do *Ciclo de Vida da Tecnologia* de Abernathy e Utterback (1975) e da *Curva S* de Foster (1986). Para se categorizarem os resultados dos processos de inovação, seleccionaram-se as propostas de Tushman e Anderson (1986), Abernathy e Clark (1985), Henderson e Clark (1990) e Christensen (Bower e Christensen, 1995).

### **2.2.1 Ciclo de Vida das Indústrias, Inovação e Mudança Organizacional**

Utterback e Abernathy (1975) desenvolveram um modelo através do qual procuraram explicar como é que o ciclo de vida das indústrias/sectores se relaciona com a inovação tecnológica e com a mudança organizacional. Segundo estes autores, os diferentes tipos de inovação, seja de produto ou de processo, acontecem de uma forma previsível e em consonância com a evolução da indústria/sector: enquanto que na fase inicial, os sectores/indústrias caracterizam-se por inovações radicais, centradas no produto e por produção em pequena escala, nas fases finais os sectores/indústrias caracterizam-se por inovações incrementais, cujos objectivos serão a optimização do processo de fabrico de modo a reduzir os custos.

Assim, numa *Fase Inicial* (ou *Fluida*), o modelo desenvolvido por Utterback e Abernathy (1975) considera que o sector/indústria ainda se encontra em formação e as organizações que fazem parte desse sector caracterizam-se por serem pequenas e por possuírem fluidez organizacional, ou seja, são flexíveis. Os poucos concorrentes

existentes apostam fortemente na inovação de produto, procurando obter produtos com características que respondam às necessidades dos consumidores. Ou seja, nesta fase as empresas procuram identificar um conceito de produto que se possa tornar no *Design Dominante*.

Fazendo a analogia com a evolução da indústria fitofarmacêutica, verifica-se que até 1960, ano em que se começaram a produzir os fitofarmacêuticos sintéticos orgânicos que se tornaram o *Design Dominante*, foram utilizados e desenvolvidos vários tipos de fitofarmacêuticos distintos, passando pelos compostos minerais e pelos compostos sintéticos inorgânicos. Ou seja, a indústria fitofarmacêutica encontravam-se numa fase em que a taxa de inovação de produto era alta e a incerteza de mercado era também muito grande.

Após a *Fase Inicial* e depois de se definir o *Design Dominante* que fixa o conceito do produto, entra-se na *Fase de Transição*. Durante esta fase, as empresas mais pequenas acabam por sair do sector e as empresas maiores que persistem caracterizam-se tornam-se mais hierárquicas e formais. As melhorias passam a ter origem em inovações de processo, procurando-se refinar a tecnologia e os produtos aos quais ela é aplicada, com o principal objectivo de melhorar a capacidade produtiva e de se ganhar vantagem competitiva através do aumento de eficiência do processo.

Depois da *Fase de Transição* entra-se na *Fase Avançada* (ou *Específica*) durante a qual a organização aposta fundamentalmente em economias de escala. O sector encontra-se maduro e definido e as organizações que fazem parte do sector são formais, hierárquicas e mecanicistas. A tecnologia começa a atingir os seus limites máximos, tanto em termos de desempenho, como em termos de amplitude de utilização, e os processos de inovação que são desenvolvidos pelas organizações centram-se na optimização do processo e têm como principal objectivo a redução de custos.

Este ciclo de três fases repete-se sempre que uma nova tecnologia tem potencial suficiente para substituir a anterior, tornando-a obsoleta e criando uma descontinuidade que conduz o ciclo de vida da inovação de novo para a fase inicial. Este modelo introduz uma lógica que ajuda a explicar a evolução do processo de inovação ao longo do ciclo de vida do sector, dando especial relevo ao impacto competitivo que a

emergência de um *Design Dominante* pode provocar na estrutura do sector e das empresas que dele fazem parte.

Apesar de o modelo de Utterback e Abernathy (1975) ser uma das principais referências na interpretação da evolução tecnológica de um sector/indústria, há também que salientar algumas das suas limitações. Uma das limitações consiste no facto deste modelo considerar que as organizações só têm incentivo para fazerem inovação de processo quando (Hayes *et al*, 2005): (1) todas as oportunidades de inovação de produto já estão esgotadas; (2) a indústria em que se inserem já está a meio do seu ciclo de vida; (3) os volumes de produção são suficientemente altos de modo a justificarem a utilização de equipamentos especializados. Outra limitação deste modelo é o facto de considerar que o principal objectivo da inovação de processo é a redução de custos. Ora isto só é aplicável a empresas que sigam uma estratégia de custos e cujos produtos já estejam *standardizados*, como é o caso por exemplo, da indústria do cimento, do papel ou de *commodities* químicos. As indústrias de semicondutores, farmacêuticas, biotecnológicas e de outras especialidades químicas que apostam fundamentalmente numa estratégia de diferenciação, nem sempre se conseguem enquadrar nas considerações deste modelo, pois as inovações de produto e processo evoluem muito rapidamente, e acontecem normalmente de uma forma sincronizada (Hayes *et al*, 2005).

### 2.2.2 Evolução do Progresso Tecnológico – A Curva S

Segundo Foster (1986) a *Curva S* representa a evolução do progresso tecnológico e pode ser representada graficamente pela relação entre a performance de uma tecnologia e o investimento acumulado em I&D que é efectuado nessa tecnologia (Figura 1).



Figura 1: Curva S (Fonte: adaptada de Foster, 1986)

Numa fase inicial, após se descobrir uma nova possibilidade tecnológica (através por exemplo de um programa de I&D), as bases de conhecimento sobre essa tecnologia ainda se encontram a ser construídas pelos investigadores, o que origina uma evolução da performance tecnológica lenta (fase inicial da *Curva S* - Figura 1). Quando o investimento em I&D permite atingir um determinado nível de conhecimento acerca da tecnologia, passam a existir condições para que a taxa de progresso tecnológico aumente, verificando-se também um aumento da performance tecnológica. Depois de a taxa de progresso tecnológico atingir o seu máximo, dá-se a inflexão da *Curva S*. Entra-se assim numa segunda fase, em que mesmo que se façam grandes investimentos em I&D, a evolução da performance tecnológica é muito lenta, pois os benefícios e aperfeiçoamentos que a tecnologia pode oferecer são já reduzidos e qualquer progresso adicional é extremamente dispendioso. A tecnologia encontra-se já madura e aproxima-se do seu limite natural, em termos dos benefícios que se podem obter dela (fase final da *Curva S* - Figura 1).

O desenvolvimento de corações artificiais é um exemplo de uma tecnologia que ainda não atingiu a sua performance máxima. Continuam a ser feitos investimentos em I&D de forma a melhorar progressivamente a performance tecnológica dos corações artificiais. Inicialmente, foram desenvolvidos corações artificiais que mantinham vivos os pacientes apenas durante quatro semanas. Mais tarde, passados dez anos de I&D, produziram-se corações artificiais que mantinham vivos os pacientes durante dezasseis

semanas. Com mais dez anos de trabalho de I&D, alcançaram-se as trinta semanas de sobrevivência.

Quando uma tecnologia atinge o seu limite máximo em termos de performance, deverá ser substituída por outra. Foi o que aconteceu, por exemplo, com os barcos à vela que foram substituídos por barcos a vapor, ou com os aviões a hélice que foram substituídos por aviões a jacto. No entanto, muitas empresas que utilizam uma tecnologia, ao focarem os seus investimentos unicamente nessa tecnologia, limitam-se ao progresso tecnológico representado unicamente por uma *Curva S*, e descuram a investigação de novas tecnologias que poderiam dar origem a uma segunda *Curva S*. Esta situação pode originar oportunidades de mercado para novas empresas, que apostam na nova tecnologia, e acabam por surpreender as empresas que continuaram a apostar unicamente na tecnologia antiga Foster (1986).

A *Curva S* de uma tecnologia permite identificar a relação entre os investimentos em I&D e os ganhos que são conseguidos em termos de performance. Se a evolução desta relação for observada ao longo do tempo, a empresa que utiliza a tecnologia terá tempo de se reajustar estrategicamente, assim que identificar que a performance da tecnologia está a abrandar. No entanto, uma das limitações do modelo desenvolvido por Foster (1986) consiste no facto de não dar nenhuma indicação sobre como é que as empresas devem actuar perante o limite tecnológico da *Curva S* actual, ou de quais é que vão ser os ganhos se investir numa nova tecnologia<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Para mais detalhes consultar [www.12manage.com/description\\_s-curve.html](http://www.12manage.com/description_s-curve.html) (acedido em 24/02/2007)

### 2.2.3 O Impacto das Descontinuidades Tecnológicas nas Competências das Empresas

Em 1986, Tushman e Anderson desenvolveram um estudo no qual analisaram a evolução e os padrões da mudança tecnológica em três tipos de produtos distintos: os cimentos *Portland*, as linhas aéreas de transporte de passageiros e os microcomputadores. Estes autores demonstraram que a tecnologia evolui de forma incremental, embora com algumas mudanças radicais impossíveis de prever, as quais designaram por descontinuidades tecnológicas. Estas descontinuidades tecnológicas podem ser destrutivas (*competence destroying*) ou intensificadoras (*competence enhancing*) das competências de uma empresa.

As descontinuidades destrutivas criam novos produtos/processos que substituem os anteriores, pois utilizam conhecimentos e técnicas completamente distintas das que eram utilizadas anteriormente. Na indústria dos cimentos *Portland*, a invenção (em 1986) do processo de queima em contínuo, é um exemplo de descontinuidade destrutiva pois permitiu produzir um cimento com uma qualidade muito superior ao que era produzido até então. A invenção das locomotivas a diesel é outro exemplo de descontinuidade destrutiva, pois a sua construção exigiu conhecimentos totalmente distintos daqueles que eram necessários para a construção de locomotivas a vapor.

As descontinuidades intensificadoras produzem melhorias de performance/custos nos produtos/processos existentes, ou podem até originar produtos/processos novos, mas que não tornam os anteriores obsoletos. Um exemplo de descontinuidade intensificadora na indústria dos cimentos *Portland* foi a invenção (em 1909) de um forno de 46 metros de comprimento, que permitiu produzir quantidades de cimento muito superiores às quantidades até então produzidas com os fornos de 18 metros.

Segundo os autores, enquanto que as descontinuidades destrutivas estão associadas a uma turbulência ambiental acrescida, sendo normalmente iniciadas por empresas que querem iniciar as suas actividades num determinado sector, as descontinuidades intensificadoras são normalmente iniciadas por empresas incumbentes. Ou seja, as empresas que queiram entrar num determinado sector, competindo com as empresas já



existentes, normalmente apostam numa mudança tecnológica que destrua as competências das empresas incumbentes (Anderson e Tushman, 1991).

#### 2.2.4 Categorização da Inovação pelo Binómio Tecnologia-Mercado

De acordo com Abernathy e Clark (1985), as inovações podem ser categorizadas em quatro grupos, conforme a sua capacidade de influenciar (1) o sistema tecnológico/produtivo da empresa e (2) as ligações fornecedor-cliente.

A capacidade de uma inovação influenciar o sistema tecnológico/produtivo engloba o design, os sistemas de produção, os equipamentos, a base de conhecimento e a experiência. A capacidade de influenciar as ligações fornecedor/cliente engloba o relacionamento com os consumidores, as aplicações para o cliente, os canais de distribuição e serviço, o conhecimento do consumidor, entre outros.

Assim, com base na influência que uma inovação exerce sobre os dois parâmetros descritos (sistema tecnológico/produtivo e ligação fornecedor/cliente), podem estabelecer-se quatro categorias de inovação: regular, revolucionária, arquitectural e de nicho. Estas quatro categorias podem ser representadas numa matriz bidimensional, em que a capacidade tecnológica/produtiva é uma dimensão e as ligações fornecedor-cliente a outra. Nesta matriz, designada por *Transilience<sup>2</sup> Map*, cada um dos quadrantes representa uma categoria de inovação e ambiente competitivo diferente (Figura 2):

---

<sup>2</sup> Abernathy e Clark (1985) designaram a capacidade que as inovações possuem de influenciar o sistema tecnológico/produtivo e as ligações fornecedor-cliente por *Transilience*

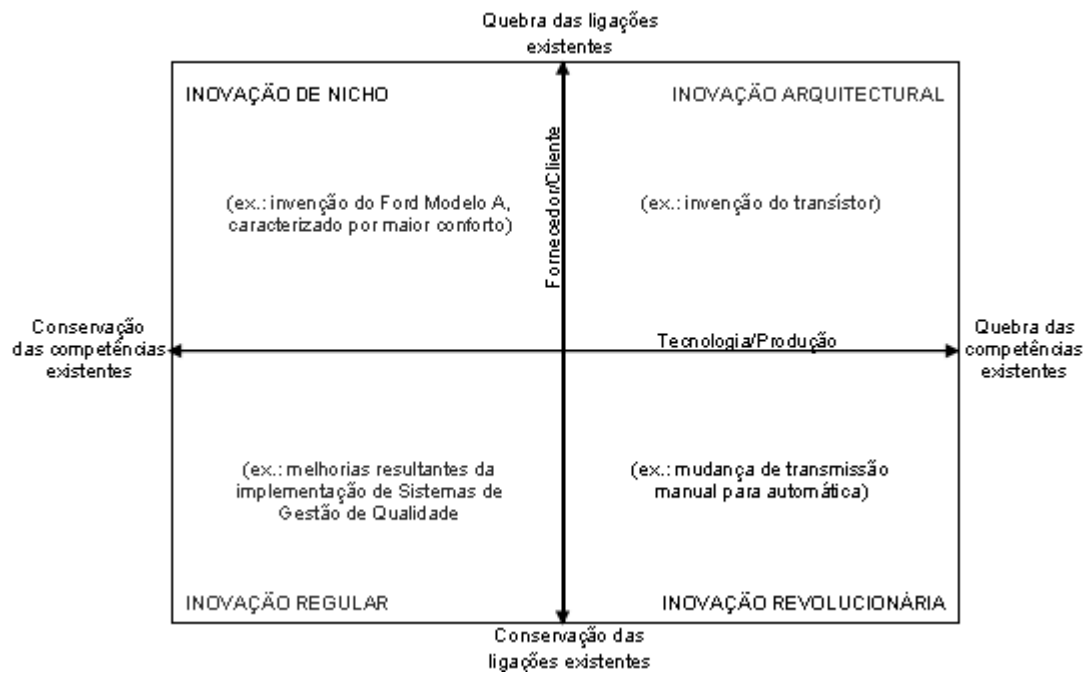


Figura 2: Transilience Map (Fonte: adaptada de Abernathy e Clark, 1985)

- Inovação regular (ou incremental): conserva a capacidade tecnológica e as ligações fornecedor-cliente existentes; têm um efeito significativo nas características do produto originando uma melhoria de funcionalidades e fortalecimento da relação com os clientes; os efeitos deste tipo de inovação são visíveis a longo prazo; é o caso da implementação de um Sistema de Gestão de qualidade.
- Inovação revolucionária: altera radicalmente as capacidades tecnológicas mas mantém as ligações fornecedor-cliente; são inovações únicas que têm efeitos muito significativos em termos de competitividade e evolução da indústria quando são eficazmente inseridas no mercado existente. São exemplos deste tipo de inovação a mudança de transmissão manual para automática, a mudança de avião a hélice para avião a jacto e a invenção das calculadoras electrónicas.
- Inovação arquitetural (ou radical): mudança de capacidades tecnológicas e alteração das ligações fornecedor-cliente; este tipo de inovações exige que se quebrem as ligações com a tecnologia antiga criando-se novas possibilidades produtivas e de mercado. São exemplos deste tipo de inovação a invenção do transistor e a invenção da máquina fotocopiadora xerográfica.

- Inovação de nicho: aposta em novas oportunidades de mercado baseando-se na utilização da mesma tecnologia; verificam-se pequenas mudanças na tecnologia já utilizada de modo a atraírem-se novos mercados e clientes; têm como principal objectivo maximizar as vendas. São exemplos deste tipo de inovação a invenção do Ford Modelo A, que se destinava a famílias que exigiam maior conforto; ou a alteração da cor de determinados produtos, de modo a atrair um público específico, como por exemplo crianças ou público feminino.

Segundo este modelo, as empresas incumbentes terão melhor desempenho quando efectuarem inovações nas quais se mantém a tecnologia e o mercado de actuação (inovações regulares). As empresas novas terão vantagem quando se verificar uma alteração na tecnologia utilizada (inovações revolucionárias ou arquitecturais), pois estas empresas adaptam-se mais facilmente às situações de risco e incerteza, que caracterizam este tipo de inovações (Abernathy e Clark 1985).

### 2.2.5 As Inovações Arquitecturais

Em 1990 Henderson e Clark realizaram um estudo sobre a indústria de equipamentos fotolitográficos que são utilizados na produção de semi-condutores. Com o seu estudo, os autores verificaram que a tradicional categorização da inovação em incremental e radical se encontrava incompleta, e que pequenas inovações tecnológicas, aparentemente suaves, como por exemplo alterações na forma de conjugar os componentes de um produto, podem ter efeitos dramáticos na competitividade das empresas já estabelecidas num determinado sector. Henderson e Clark (1990) estabeleceram assim uma distinção entre os componentes de um produto (módulos do produto) e a forma como estes componentes estão interligados entre si (arquitectura do produto). Com o seu estudo os autores procuraram também demonstrar que, por vezes, as empresas já estabelecidas num sector poderão ter dificuldade em lidar com as alterações que são feitas à forma como os componentes de um produto se interligam entre si, pois este tipo de alterações pode requerer novas metodologias de integração e coordenação das actividades da empresa.

Se o impacto que uma inovação exerce sobre os módulos de um produto e sobre a arquitectura do produto for representado numa matriz bidimensional, verifica-se que as inovações radicais e incrementais se localizam em quadrantes opostos. Para além das inovações incrementais e radicais, surgem mais duas categorias de inovação, também em quadrantes opostos: a modular e a arquitectural (Figura 3).

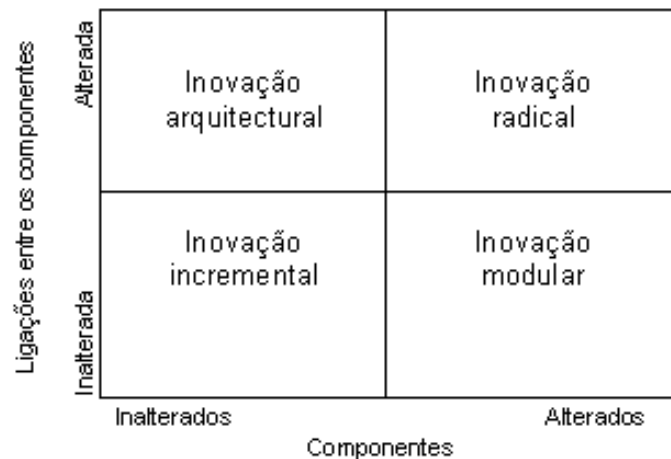


Figura 3: Matriz bidimensional, componentes versus ligações entre componentes

(Fonte: adaptada de Henderson e Clark, 1990)

- Numa inovação radical estabelece-se um novo *design dominante*, em que tanto os componentes como as ligações entre eles são profundamente alterados.
- Numa inovação incremental há pequenas melhorias no *design dominante* existente, em que quer os componentes do produto quer as ligações entre eles se mantêm.
- Na inovação modular ocorrem apenas alterações nos componentes, mantendo-se a ligação entre eles.
- Na inovação arquitectural os componentes mantêm-se e as ligações entre eles são alteradas.

As quatro categorias de inovação propostas por Henderson e Clark (1990) podem ser exemplificadas através de uma simples ventoinha: se forem feitas pequenas alterações às lâminas das tradicionais ventoinhas de tecto, está-se perante um exemplo de inovação incremental; a substituição de uma ventoinha de tecto por um ar condicionado constitui uma inovação radical; a substituição de uma tradicional ventoinha de tecto por uma ventoinha portátil constitui uma inovação arquitectural; a alteração do tipo de motor

(eléctrico, mecânico ou a diesel) utilizado nas ventoinhas constitui uma inovação modular.

Segundo os autores, esta categorização da inovação em incremental, radical, modular ou arquitectural, permite interpretar as vantagens competitivas das empresas incumbentes num determinado sector, relativamente às vantagens das empresas que pretendem entrar pela primeira vez nesse sector. As inovações incrementais têm tendência a reforçar a posição competitiva das empresas incumbentes, pois são construídas com base nos conhecimentos que as empresas possuem sobre os componentes e ligações entre eles. As inovações radicais criam um desafio às empresas incumbentes, pois a alteração nos componentes existentes e nas suas ligações obriga as empresas a terem de readaptar a sua tecnologia e actividades de engenharia. As inovações arquitecturais apresentam-se muitas vezes às empresas incumbentes como um desafio subtil, pois são inovações muito suaves, que apesar de manterem os componentes de um produto inalterados, alteram as ligações entre eles. Detectar as competências que face a uma inovação arquitectural têm de ser readaptadas, pode ser extremamente difícil para uma empresa incumbente, devido à forma como o conhecimento (principalmente o conhecimento arquitectural) é organizado e gerido na própria empresa (Henderson e Clark, 1990).

#### 2.2.6 As Tecnologias Disruptivas

Segundo Christensen (Bower e Christensen, 1995), o principal desafio que se coloca à gestão estratégica da tecnologia e da inovação é o de prever quando é que o ponto de inflexão da *Curva S* actual é ultrapassado de modo a poder iniciar-se, atempadamente, o desenvolvimento de uma nova tecnologia que substitua a tecnologia actual. O período que decorre entre uma tecnologia que atinge a maturidade, e o aparecimento de uma nova tecnologia que possa substituir a anterior, é designado por descontinuidade tecnológica. Após esta descontinuidade, as empresas têm de saltar para uma nova tecnologia, que pode ser disruptiva se a sua performance for inferior, ou sustentada se a sua performance for superior (Figura 4).

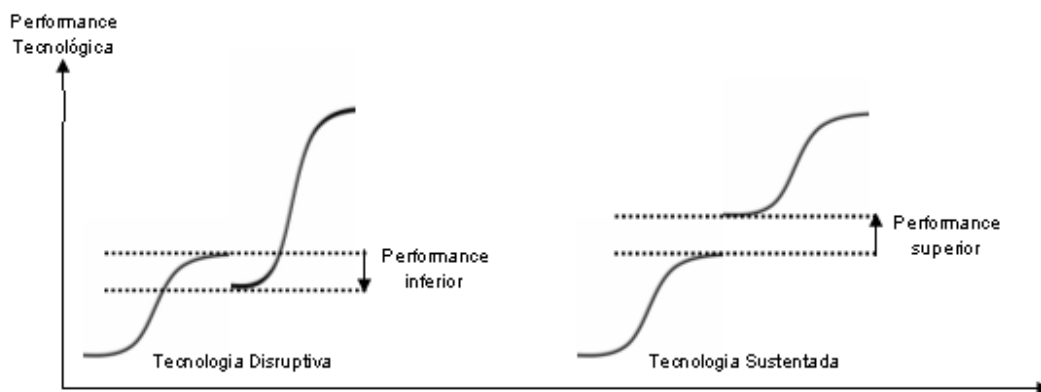


Figura 4: Tecnologias disruptivas e sustentadas

Uma tecnologia disruptiva origina novos produtos, que serão apelativos a clientes diferentes dos actuais, mas cuja performance será inferior à dos produtos existentes, pelo menos a curto prazo. Os produtos produzidos através de uma tecnologia disruptiva serão, na generalidade, mais baratos, simples e fáceis de usar. Neste contexto, as empresas existentes e os seus clientes, mesmo quando conhecem a tecnologia que está a ser desenvolvida, tendem a subvalorizar ou ignorar os produtos que são produzidos através dela, pois estes apresentam um sub-desempenho em relação aos produtos existentes. Isto é, as empresas existentes tendem a ser “cegas” a uma tecnologia disruptiva, ficando a sua exploração ao cargo das empresas recém-chegadas (Tidd, Bessant e Pavitt, 2003). Exemplos de tecnologias disruptivas são a possibilidade de se estabelecer uma conversa à distância através da Internet, em vez de se utilizar o tradicional telefone, ou a possibilidade de se fazerem compras através da Internet, em vez de se ir aos tradicionais supermercados. Tanto as conversações efectuadas através da Internet, como a realização de compras através da Internet, ainda apresentam uma performance inferior à forma tradicional de desempenhar estas duas actividades, através de um telefone, ou recorrendo a um supermercado. Por contraste às tecnologias disruptivas, as tecnologias sustentadas originam produtos com uma performance superior, para os mercados e clientes actuais. Ou seja, a tecnologia sustentada permite melhorar a funcionalidade dos produtos, e é normalmente rapidamente identificada e utilizada pelos mercados e clientes existentes.

Christensen estudou diversas empresas que apesar de serem bem geridas e investirem agressivamente em novas tecnologias, perderam a sua posição de mercado por não apostarem atempadamente nas novas tecnologias disruptivas. Christensen concluiu que muitas vezes, as empresas já existentes num determinado sector não percebem ou não dão importância às novas tecnologias, que inicialmente são disruptivas, mas que mais tarde acabam por se tornar fundamentais para o seu negócio. Estas empresas permanecem centradas unicamente nas necessidades dos seus clientes actuais, que na generalidade preferem adquirir produtos com uma performance superior, em prol dos produtos mais baratos, que apresentam uma performance inferior, pelo menos inicialmente. Existem várias razões que levam as empresas que já trabalham num determinado sector a não apostarem numa tecnologia disruptiva: (1) os produtos são mais simples e como o seu desempenho é inferior, têm de ser vendidos a um preço mais baixo, originando margens de lucro menores; (2) as inovações disruptivas são inicialmente comercializadas em mercados emergentes ou em pequenos nichos, que muitas vezes não são o mercado alvo para estas empresas; (3) os clientes mais lucrativos destas empresas muitas vezes não querem utilizar produtos que têm por base uma tecnologia disruptiva que apresenta, pelo menos inicialmente um sub-desempenho face à tecnologia actual (Challapalli *et al*, 2000).

A identificação de uma tecnologia disruptiva é uma missão muito complicada para os gestores das empresas incumbentes. Como o próprio Christensen apontou, os mercados onde a empresa habitualmente não trabalha dificilmente podem ser analisados. Ou seja, é difícil prever qual a probabilidade de sucesso ou qual a resposta do mercado a uma tecnologia disruptiva, pois normalmente a empresa não dispõe de informação suficiente sobre essa nova tecnologia. Por outro lado, para não correrem o risco de sucumbir a uma tecnologia disruptiva desenvolvida pelas empresas novas, os gestores de empresas já estabelecidas num determinado sector deveriam apostar no reajustamento contínuo e em tempo real da sua estratégia e planeamento, pois se forem os primeiros a apostar na tecnologia disruptiva ganharão vantagem sobre os restantes adoptantes.

## 2.3 Adopção e Implementação de Novas Tecnologias

Na secção anterior foram revistos os modelos que descrevem a evolução tecnológica e a categorização das inovações. Contudo, o processo de inovação inclui não só a introdução de novos produtos/processos pela empresa inovadora, mas também a adopção e implementação das inovações pelas restantes empresas e consumidores. Para o presente estudo, este é um aspecto particularmente importante, visto que no caso do sector fitofarmacêutico, as inovações são primeiramente introduzidas noutros países e só depois são adoptadas em Portugal. Neste estudo, a questão da evolução tecnológica centra-se principalmente na adopção de tecnologias já desenvolvidas noutros países, pelo que é fundamental analisar as principais características da adopção de uma inovação e factores que afectam o processo de adopção.

### 2.3.1 Adopção de uma Inovação ao longo do tempo

Segundo a teoria da difusão e adopção de inovações de Rogers (1962, em Rogers e Shoemaker, 1971), se a percentagem de adopção de uma inovação for representada ao longo do tempo, obtém-se uma curva com distribuição normal em forma de sino (Figura 5). Considerando que a receptividade das pessoas, empresas e organizações à inovação é variável e depende de diversos factores que serão enumerados na secção 2.3.2, esta curva permite classificar os adoptantes de uma inovação em cinco categorias distintas: os pioneiros, os adoptantes de 1ª hora, a maioria inicial, a maioria tardia e os retardatários.

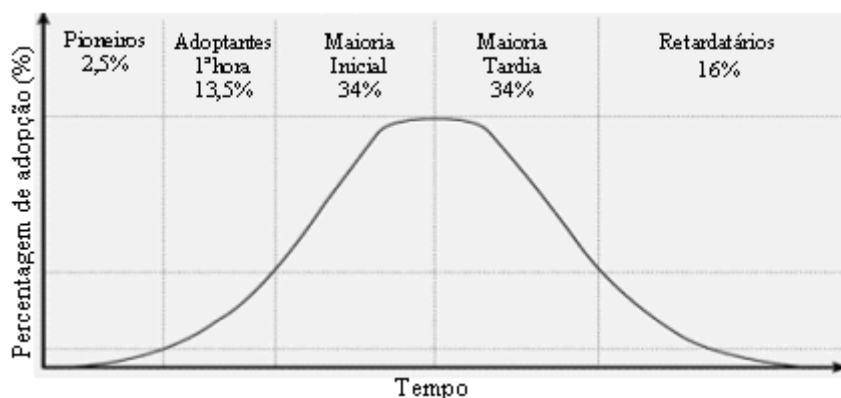


Figura 5: Curva normal da adopção de uma inovação ao longo do tempo



- *Pioneiros*: constituem os interessados imediatos à mudança; quantitativamente são em número reduzido, em média são cerca de 2,5% do grupo alvo;
- *Adoptantes de 1.ª hora*: correspondem a cerca de 13,5% dos indivíduos que definem o grupo alvo; são aqueles que adoptam a inovação pela primeira vez sem efectuarem análises profundas; podem actuar como líderes reconhecidos e respeitados que desempenham um papel importante na persuasão de outros adoptantes;
- *Maioria inicial*: cerca de 34% dos indivíduos alvo; não estão dispostos a correr riscos e a gastar tempo ou outros recursos; têm uma certa resistência à mudança; analisam cuidadosamente a inovação antes de tomarem uma decisão;
- *Maioria tardia*: representam cerca de 34% dos indivíduos; são muito resistentes à mudança e só são persuadidos se for exercida uma influência muito intensa.
- *Retardatários*: correspondem a cerca de 16% dos indivíduos que adoptam a inovação; é a categoria de pessoas mais resistente à mudança; mostram-se indiferentes a qualquer inovação chegando mesmo a oporem-se e a combatê-la activamente; muitas vezes nunca chegam a adoptar a inovação.

Estas cinco categorias são um modelo extremamente simples que permite interpretar os diferentes posicionamentos de pessoas, empresas e organizações face a uma inovação. No entanto, como a taxa de adopção de uma inovação é influenciada por múltiplos factores distintos, e como os utilizadores de uma inovação a vão modificando e adaptando à medida das suas necessidades, este modelo pode por vezes não retractor a complexa realidade de um processo de inovação. Ou seja, como uma inovação é gradualmente alterada desde os seus primeiros utilizadores (*os pioneiros*) até aos últimos (*os retardatários*), a curva representada na Figura 5 poderá não representar correctamente o processo de adopção de uma inovação.

Se para além da curva normal representada na Figura 5, for feita uma representação cumulativa da percentagem de adopção de uma inovação ao longo do tempo, obtém-se a curva em S representada na Figura 6.

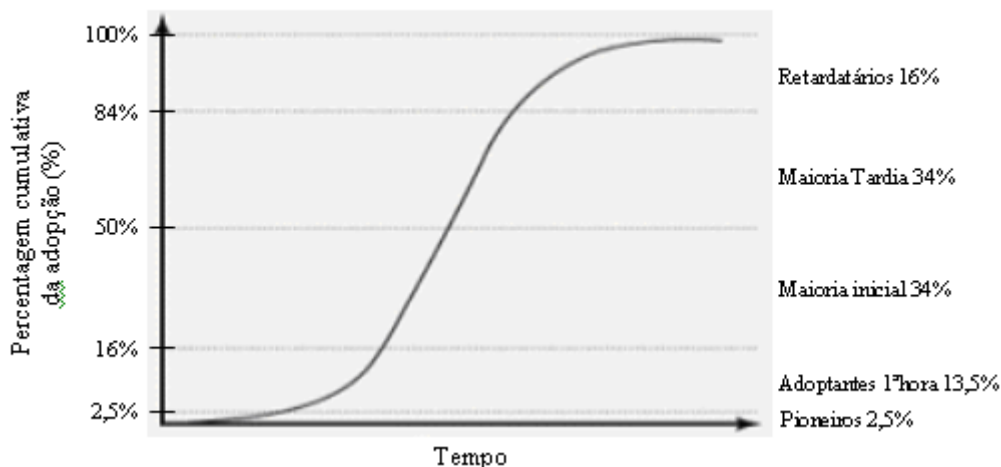


Figura 6: Curva cumulativa em S da percentagem de adopção ao longo do tempo

Inicialmente, a curva S (Figura 6) desenvolve-se muito lentamente pois a percentagem de adoptantes da inovação é ainda muito reduzida. Segue-se uma fase em que se verifica um aumento da percentagem de adopção, que é originado pelo aumento do número de adoptantes. Quando o número de adoptantes atinge o máximo (ponto máximo da curva normal da Figura 5), ocorre a inflexão da curva S. Por último, atinge-se uma fase em que o número de novos adoptantes já é muito reduzido, o que origina um desenvolvimento mais lento da curva S (Figura 6). A inclinação da curva S depende de uma série de factores, que irão ser revistos na secção 2.3.2. As ideias que se difundem mais rapidamente apresentam uma curva S mais inclinada, enquanto que as ideias que possuem uma baixa taxa de adopção são descritas por uma curva S mais gradual.

### 2.3.2 Factores que afectam a Adopção e Implementação de uma Inovação

Conforme foi referido na secção anterior, a velocidade a que uma inovação é adoptada e implementada varia consoante as suas características próprias. Segundo Rogers (1962, em Rogers e Shoemaker, 1971), uma inovação possui cinco características principais que influenciam a sua difusão: vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, experimentação e observância.

- A vantagem relativa é o grau com que uma inovação é percebida como sendo melhor do que aquela que substitui, ou melhor do que os produtos concorrentes. A vantagem relativa é normalmente medida em termos económicos, como por exemplo custo ou retorno financeiro. Os factores não económicos tais como a conveniência, a

satisfação e o prestígio social podem ser igualmente importantes. Em teoria, quanto maior for a vantagem percebida, mais rápida será a taxa de adopção.

- A compatibilidade de uma inovação traduz-se pelo grau com que uma inovação é percebida como sendo consistente com os valores, a experiência e as necessidades existentes de quem potencialmente a adopta. A compatibilidade pode estar relacionada com as capacidades e práticas ou com os valores e regras existentes. Contudo, a compatibilidade relacionada com as capacidades e práticas pode ser menos importante do que a compatibilidade relacionada com os valores e regras. Os desalinhamentos significativos entre uma inovação e a organização que a adoptou requerem mudanças na organização ou na inovação, ou em ambas. Na maior parte dos casos de sucesso, verifica-se que ocorre uma adaptação mútua da inovação e organização.
- A complexidade de uma inovação pode ser explicada como o grau de percepção de uma inovação relativamente à dificuldade da sua compreensão ou utilização. Por regra, as inovações que são de simples compreensão por parte dos potenciais utilizadores, serão adoptadas mais rapidamente do que aquelas que requerem o desenvolvimento de capacidades e conhecimentos novos, por parte de quem as adopta.
- A experimentação traduz até que ponto uma inovação pode, dentro de certos limites, ser experimentada. Uma inovação que possa ser experimentável representa menos incerteza para quem potencialmente a possa vir a adoptar e permite uma aprendizagem prática. As inovações que podem ser experimentadas serão geralmente adoptadas mais rapidamente do que aquelas que não o podem ser. A excepção está nos casos em que as consequências indesejáveis de uma inovação parecem sobrepor-se às características desejáveis. Sempre que se torna difícil ou impossível separar o desejável do indesejável, a experimentação pode reduzir a percentagem de adopção.
- A observância traduz o grau de visibilidade para terceiros dos resultados de uma inovação. Quanto mais fácil for, para os outros, verem os benefícios de uma inovação, mais rapidamente será adoptada. O processo da difusão pressupõe que as inovações se divulgam porque se verifica um contacto entre os potenciais adoptantes e aqueles que já utilizam a inovação.

Em complemento a estas cinco características propostas por Rogers e Shoemaker, e embora referindo-se ao processo de inovação, que no essencial não distinguimos do processo de difusão, Rothwell (1994) propôs um conjunto de oito factores-chave que afectam positivamente a adopção e implementação de uma inovação, a saber:

- estabelecer vínculos efectivos com instituições externas, criar boa comunicação interna e externa e possuir vontade para aceitar e adoptar ideias “externas”;
- tratar a inovação como uma tarefa ampla, incorporada em todos os departamentos da empresa; envolver todos os departamentos no projecto o mais cedo possível; projectar para “comercializar”;
- implementar um cuidadoso planeamento e procedimentos de controle de projecto; aquisição de recursos para projectos seleccionados; avaliar os projectos regularmente;
- acentuar a eficiência e trabalho de alta qualidade; implementar procedimentos de controle de qualidade;
- construir uma orientação de mercado forte; valorizar as necessidades dos clientes; construir vínculos com os clientes e envolvê-los no processo de desenvolvimento;
- servir os clientes com um serviço técnico eficiente; treinar os clientes;
- possuir determinados produtos chave que utilizem tecnologias avançadas;
- possuir uma administração de alta qualidade, dinâmica, aberta, que atraia os gerentes mais eficientes e que valorize o capital humano.

Como complemento a estes oito factores-chave para o sucesso da adopção de uma inovação, Cooper (em Rothwell, 1994) sublinhou a importância das seguintes variáveis:

- a natureza do produto, ou seja, o seu grau de novidade, superioridade e o benefício económico que origina para os clientes;
- a natureza do mercado, nomeadamente a intensidade da procura, o tamanho do mercado e a sua taxa de crescimento;
- a capacidade de se atingirem sinergias técnicas e produtivas entre os novos produtos e os existentes.

Para além dos factores que influenciam o sucesso do processo de adopção de uma inovação, importa também salientar quais as barreiras que mais frequentemente se

colocam à adopção de uma inovação. Kirkland (1999, em Jasinski, 2005) considera que podem ser definidos cinco grupos de barreiras:

- financeiras (ex.: falta de recursos financeiros para investir em processos de inovação),
- recursos humanos (ex.: falta de pessoal especializado na inovação que se pretende implementar),
- tecnológicas (ex.: falta de suporte técnico externo para implementar a inovação),
- comunicação (ex.: falta de comunicação entre universidades, instituições e empresas),
- legais (ex.: direitos de propriedade intelectual e regulação da nova tecnologia).

Nos Inquéritos Comunitários à Inovação (OCES (2003) e OCES (2006)), que são o principal instrumento de medição e caracterização estatística da inovação empresarial realizada na Europa e em Portugal, é também feita uma avaliação sobre as principais barreiras que se colocam à inovação. No CIS III, realizado em Portugal com período de referência de 1998 a 2000, foram estabelecidos três grupos de factores, que dificultam o processo de inovação:

- Factores económicos: percepção de riscos económicos excessivos, custos de inovação demasiado elevados, falta de fontes de financiamento apropriadas;
- Factores internos: estrutura organizacional pouco flexível, falta de pessoal qualificado, falta de informação sobre tecnologia, falta de informação sobre mercados;
- Outros factores: regulamentações e normas; reduzida receptividade dos clientes a novos produtos; reduzida dimensão do mercado.

No CIS IV, realizado em Portugal com período de referência de 2002 a 2004, foram estabelecidos quatro grupos de factores que dificultam os processos de inovação, distintos dos que haviam sido estabelecidos no CIS III:

- Factores económicos: insuficiência de capitais próprios ou do grupo a que pertence a empresa; falta de financiamento de fontes externas; custos da inovação demasiado elevados;

- Factores de conhecimento: falta de pessoal qualificado; falta de informação sobre tecnologia; falta de informação sobre os mercados; dificuldade em encontrar parceiros para cooperação em projectos de inovação;
- Factores de mercado: mercado dominado por empresas estabelecidas; incerteza na procura/mercado para bens ou serviços novos;
- Outras razões para não inovar: inovação desnecessária por já existirem inovações anteriores; inovação desnecessária pela inexistência de procura/mercado para inovações.

## **2.4 Políticas Públicas de apoio à Inovação**

### **2.4.1 A necessidade de apoios financeiros**

A importância da inovação como um dos aspectos essenciais do desenvolvimento económico de um país tem levado a União Europeia e os Estados-Membros a estabelecerem diversas medidas e planos de acção que visam estimular e incentivar as actividades de I&D. A existência de fundos públicos de apoio financeiro, como por exemplo a atribuição de subsídios às empresas que desenvolvem actividades de I&D, é uma dessas medidas, que pode contribuir em grande escala para o aumento do número de inovações tecnológicas e aumento de emprego científico. No entanto, apesar de os incentivos financeiros serem uma boa contribuição, quer para as actividades de aquisição de tecnologia externa à empresa quer para as actividades de desenvolvimento tecnológico, não conseguem por si só induzir todas as mudanças que são necessárias nos comportamentos das empresas no sentido de aumentar a difusão e inovação tecnológica. É necessário que tanto as empresas mais jovens e inovadoras que possuem um forte potencial de crescimento, como as empresas mais maduras e experientes que já possuem estabilidade económica, estejam motivadas para fazer uso das novas tecnologias e para gerirem estes apoios. Uma outra forma de apoio financeiro às actividades de inovação é a atribuição de fundos públicos a empresas especializadas no domínio do capital de risco, que por sua vez reforçarão o capital das pequenas e médias empresas que apostam na inovação tecnológica e em projectos de I&D. Mas para além do apoio através da atribuição de subsídios, ou através do financiamento de sociedades de capital de risco, podem também ser estabelecidas outras medidas públicas de apoio à inovação, como a criação de benefícios fiscais para as empresas que realizarem

actividades de I&D, o incentivo ao investimento estrangeiro em Portugal, ou o incentivo às exportações.

#### 2.4.2 A organização e qualificação dos recursos humanos

Tal como o capital financeiro, também o capital humano é fundamental para o sucesso das actividades de I&D e inovação. A existência de recursos humanos qualificados representa um enorme benefício para a economia dos países, pois serve de base a todas as actividades de inovação, quer se trate do desenvolvimento de novo conhecimento e novas tecnologias, quer se trate da adaptação dessa tecnologia às necessidades do mercado.

Mas enquanto que nos Estados Unidos existem cerca de 15 investigadores por cada 1000 pessoas da população activa, dos quais 20% exercem funções em universidades e os restantes 80% em empresas, na Europa temos 10 investigadores por cada 1000 pessoas da população activa, igualmente distribuídos entre as universidades e as empresas. Em Portugal existem apenas 3 investigadores por cada 1000 pessoas da população activa, dos quais 90% exercem funções em universidades (Ferreira e Conceição, 1999). Tendo em consideração estes valores, e visto que a grande maioria das empresas que interagem com universidades e outras instituições de I&D procuram adquirir informação científica que seja relevante para os seus próprios projectos de I&D (Laranja, 2006), é necessário estabelecerem-se medidas de acção pública dirigidas especificamente ao capital humano, tanto das empresas privadas como das empresas públicas. É necessário reforçar-se a interacção entre as empresas e as instituições do conhecimento e é também necessário apoiar e incentivar as empresas privadas a formarem os seus próprios recursos humanos. Enquanto as universidades não perceberem que o papel das empresas é fundamental para o seu desenvolvimento, e as empresas não perceberem que as universidades trazem uma mais valia significativa para o tecido empresarial, o sistema de inovação em Portugal continuará débil. As empresas continuarão a utilizar apenas os seus recursos, não recorrendo ao conhecimento científico que existe nas universidades e as universidades continuarão a produzir conhecimento que não é utilizado pelas empresas.

### 2.4.3 A organização e divulgação do conhecimento científico

Se forem estabelecidas medidas de acção pública eficazes, especificamente direccionadas aos recursos humanos, vai verificar-se um aumento tanto em quantidade como em qualidade do conhecimento científico produzido. No entanto, haver conhecimento científico em quantidade, pode não ser sinónimo de qualidade. O facto de existirem muitos centros de I&D e muitas áreas de investigação distintas, pode causar alguma dispersão dos recursos e conhecimentos existentes. Para que isto não aconteça, é fundamental tomarem-se medidas de acção públicas que promovam a coordenação do conhecimento científico que é produzido, de modo a que este seja utilizado e captado pelas empresas que pretendem inovar.

Tal como foi visto na Secção 2.3.2, a observância e a vantagem relativa de uma inovação são duas das características que mais afectam a sua velocidade de implementação e adopção. Isto significa que é fundamental que o conhecimento científico que em Portugal é maioritariamente desenvolvido nas universidades e outros centros de investigação, seja também transmitido às empresas e ao público que potencialmente irão adoptar a inovação. Ou seja, é necessário fomentar o desenvolvimento de uma sociedade de informação e conhecimento, seja divulgando a inovação através de meios de comunicação como a televisão, rádio ou Internet, seja através de palestras e seminários direccionados a públicos alvo mais específicos.

### 2.4.4 As redes e parcerias entre empresas e outras instituições

Sendo o desenvolvimento, implementação e adopção de uma inovação um processo complexo que envolve múltiplos actores, desde estabelecimentos de ensino superior, a empresas prestadoras de serviços nas áreas da I&D, fornecedores, clientes, entre outros, é necessário combinar e coordenar os *inputs* provenientes das várias fontes distintas. É devido a esta multiplicidade de actores, que se torna fundamental criar redes e parcerias, que permitam articular visões estratégicas e interesses tecnológicos, que facilitem todo o processo de inovação. Através do estabelecimento destas redes e parcerias entre os fornecedores de conhecimentos e tecnologias e os seus receptores finais, tanto a nível nacional como internacional, valorizar-se-ão os resultados das actividades de I&D.



#### 2.4.5 A legislação e a apropriabilidade da nova tecnologia

Quando uma nova tecnologia é lançada, como o conhecimento que existe sobre ela é ainda reduzido, poderá haver tendência para que a criação de legislação acerca dessa tecnologia se atrase, muitas vezes não só por falta de conhecimento, mas também devido à existência de pressões externas e interesses opostos à difusão da nova tecnologia, por parte das empresas que pretendem que a antiga tecnologia prevaleça. O estabelecimento atempado e adequado de um enquadramento legislativo sobre a nova tecnologia torna-se assim um factor crucial para o sucesso dos processos de inovação. Um exemplo desta situação é o caso do enquadramento legislativo sobre colocação no mercado de produtos que contenham ou sejam constituídos por organismos geneticamente modificados (OGM), que só foi aprovado pela Comissão Europeia em 2003. A utilização de OGM em alimentos é extremamente polémica e é alvo de várias pressões contra e a favor, exercidas por várias empresas e instituições com opiniões distintas acerca destes novos produtos. No entanto, apesar de existirem opiniões diversas acerca deste tipo de produtos, é certo que só a criação de legislação clara fornecerá aos utilizadores da tecnologia e consumidores finais dos produtos uma maior confiança e poder de decisão sobre a utilização ou não dos produtos feitos à base desta nova tecnologia.

Para além do quadro legislativo em que se insere a nova tecnologia, é também essencial que exista uma política de propriedade intelectual que garanta que a apropriabilidade da inovação recaia sobre o inovador. As políticas de propriedade intelectual concedem direitos de propriedade que reconhecem aos inventores o direito exclusivo de fazer, usar ou vender uma invenção. As patentes são um dos mecanismos de propriedade intelectual que protegem, a título temporário (20 anos, a contar da data de pedido), as invenções que obedecem a certos requisitos legais, conferindo o direito exclusivo da exploração industrial de uma invenção, impedindo que terceiros fabriquem, importem ou vendam o produto patenteado. Quando a patente expira, é dada a possibilidade, a empresas novas, de produzirem o produto patenteado (INPI, 2003). A utilização de patentes faz com que os benefícios da inovação possam ser apropriados e ajudam a restabelecer os incentivos para as empresas privadas apostarem em I&D. No entanto, existe um debate contínuo sobre o que é ideal em termos da duração da patente, tolerância ou âmbito da patente e o fornecimento de concessão de licença obrigatória.

Além de limitar o acesso a bens patenteados, a forte protecção de patentes pode reduzir a expansão do conhecimento, tornando-se um desincentivo a inovações seguintes. A necessidade de utilização de patentes varia também fortemente de sector para sector. Na indústria farmacêutica, por exemplo, a utilização de patentes é generalizada. Mas o mesmo já não acontece em sectores tradicionalmente menos sofisticados, em que não há qualquer recurso a patentes, sem que isso implique que não haja introdução e adopção de inovações tecnológicas. Por exemplo, em Portugal a TMN foi pioneira mundial na introdução dos telemóveis pré-pagos via ATMs, inovação esta que não foi patenteada e que se difundiu a nível mundial.

### **3 INOVAÇÃO NO SECTOR FITOFARMACÊUTICO: TRANSIÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS PARA BIOTECNOLÓGICOS**

Neste capítulo é efectuada, na primeira secção, uma descrição sobre as principais características e evolução do mercado dos produtos fitofarmacêuticos. Seguidamente faz-se um levantamento sobre a utilização das novas tecnologias genéticas pela agricultura e pelo sector fitofarmacêutico. Por último, usando os conceitos revistos no capítulo anterior sobre modelos de inovação, analisa-se a transição tecnológica de produtos fitofarmacêuticos de base química, para as sementes geneticamente modificadas produzidas através de biotecnologia.

#### **3.1 Os Produtos Fitofarmacêuticos**

##### **3.1.1 A necessidade de utilizar Fitofarmacêuticos na Agricultura**

As culturas e produtos agrícolas são permanentemente ameaçados por múltiplos inimigos (ervas infestantes, pragas e outras doenças), que ao desenvolverem-se influenciam negativamente as colheitas, quer directamente em termos de quantidade e de qualidade, quer indirectamente tornando mais difíceis e onerosas diversas operações agrícolas. Cabe ao agricultor impedir ou pelo menos limitar tais ameaças através do recurso a medidas de protecção ou meios de luta adequados.

Um fitofarmacêutico é um produto destinado à defesa das plantas e da produção agrícola (com excepção dos adubos e correctivos). São constituídos por uma ou mais substâncias activas, que são responsáveis pela prevenção e controlo de organismos nocivos. Podem ter várias designações, consoante os inimigos que combatem: fungicidas, evitam as doenças provocadas por fungos; herbicidas, eliminam e reduzem o aparecimento de ervas daninhas que competem pela luz e nutrientes e interferem com a recolha mecânica; insecticidas, controlam as pragas de insectos. Durante anos, foram designados por pesticidas, termo que, por englobar uma carga negativa não compatível com muitos dos produtos da nova geração, foi substituído pelo termo fitofarmacêutico (Simões, 2005).

A grande razão do desenvolvimento e uso dos produtos fitofarmacêuticos (PF) foi e continua a ser a produção de alimentos. Produzir alimentos, capazes de suprir as necessidades de toda a humanidade, livres de problemas fitossanitários e isentos de risco para a saúde, é tarefa que só se consegue com o uso de moderna tecnologia agrícola. Produtos agrícolas com lesões provocadas por pragas ou doenças perdem imagem, atractividade e valor comercial. Por outro lado, não se trata só de imagem; assegurar a boa sanidade das culturas agrícolas e proteger as colheitas, são também actividades de grande relevo no combate à subnutrição e à fome, nas quais os PF podem desempenhar um importante papel.

Mas como produtos químicos que são, os PF têm inerente uma certa carga negativa, consequência da maior ou menor toxicidade e das características de cada um. Confirma-se que, para além dos benefícios associados ao seu uso, podem existir alguns perigos para a saúde humana e animal e também para o ambiente, factos estes que importa conhecer e minimizar. Eliminar os riscos pode ser uma tarefa difícil, senão impossível, mas mantê-los abaixo de certos limites toleráveis está ao alcance de quem manuseia e aplica os PF. Por este motivo, a sua colocação no mercado, quer em Portugal quer nos restantes Estados-Membros da União Europeia, é regulamentada e precedida de uma avaliação técnico-científica. Esta avaliação inclui uma avaliação de risco para o homem, animais e ambiente, de modo a assegurar que estes produtos, quando utilizados adequadamente, não têm efeitos prejudiciais para a saúde humana e animal, e não exercem qualquer influência inaceitável para o ambiente. As entidades oficiais, em resultado da referida avaliação técnico-científica, concedem a autorização para colocação no mercado aos produtos que consideram seguros (DGPC, 2006).

### 3.1.2 Mercado e Estrutura Concorrencial do Sector Fitofarmacêutico

A evolução do mercado de PF depende de vários factores: entre eles podem nomear-se a Política Agrícola Comum (PAC), a área cultivada e sua composição em termos de produtos agrícolas (cereais, frutas, horticulturas, etc), as condições ambientais, e os coeficientes técnicos de aplicação (ou seja, a quantidade e número de aplicações de fitofarmacêuticos por área cultivada).

A análise do mercado dos PF permite verificar que os herbicidas são o grupo mais representativo em termos económicos, correspondendo a cerca de 47% do mercado mundial, seguindo-se os insecticidas e os fungicidas. Em termos regionais, os principais mercados são a América do Norte (8,88 biliões de Dólares) e a Europa (7,77 biliões de Dólares), seguindo-se os mercados da Ásia/Pacífico e da América Latina. Na Europa, a França, Alemanha, Itália, Reino Unido e Espanha são os países mais representativos (Martinelli, 2005).

Desde 1960 até 1990, o mercado mundial de fitofarmacêuticos cresceu continuamente (Tabela 1). Nos três primeiros anos da década de 90, o mercado desceu de 26 800 milhões de Dólares (em 1991) para 25 280 milhões de Dólares (em 1993), como resultado da implementação de medidas da PAC (como por exemplo a redução da área cultivada, que originou uma diminuição no consumo de fitofarmacêuticos). A partir de 2004, o mercado entrou numa fase de recuperação, que durou até 1998. A partir de 1998, o mercado começou novamente a decrescer, atingindo o mínimo de 25 150 milhões de Dólares, em 2002. O aumento das restrições regulamentais, o impacto das sementes geneticamente modificadas (SGM), a expiração de patentes, os baixos preços das *commodities* agrícolas e as condições meteorológicas adversas, são alguns dos motivos apontados como possíveis causas para este decréscimo. Em 2004, o mercado voltou a recuperar, atingindo o valor de 30 725 milhões de Dólares (McDougall, 2006). Um dos factores que contribuiu para este crescimento foi o aumento do preço das *commodities* agrícolas, que fez aumentar os níveis de confiança dos agricultores, que por sua vez aumentaram a área cultivada e o consumo de PF<sup>3</sup>. Em 2005, apesar do valor de mercado ter atingido os 31 190 milhões de Dólares, em termos reais (excluindo taxas de cambio e inflação) verificou-se um decréscimo de -2,5% (Figura 7), que foi principalmente causado pelas condições meteorológicas adversas verificadas no Brasil e Europa do Sul e pela redução de preço das *commodities* agrícolas. Na Tabela 1 apresenta-se a evolução mundial do mercado de fitofarmacêuticos, em milhões de Dólares, entre 1960 e 2005; na Figura 7 apresenta-se a mesma evolução, mas em termos reais (excluindo inflação e taxa de câmbio).

---

<sup>3</sup> Para mais detalhes consultar <http://www.croplife.org> (acedido em 04/11/2006)

Tabela 1: Evolução do mercado mundial de fitofarmacêuticos, entre 1960 e 2005 (fonte: 1960-1996 Wood Mackenzie (1997, em Martins, 2000); 1998-2005 McDougall, 2006)

| Ano                     | 1960 | 1970  | 1975  | 1980   | 1985   | 1986   | 1987   | 1988   | 1991   | 1992   | 1993   |
|-------------------------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Valor (milhões dólares) | 850  | 2 700 | 4 924 | 11 565 | 15 900 | 17 400 | 20 000 | 18 200 | 26 800 | 25 200 | 25 280 |

| Ano                     | 1994   | 1995   | 1996   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Valor (milhões dólares) | 27 825 | 30 265 | 31 250 | 28 995 | 28 090 | 27 830 | 25 760 | 25 150 | 26 710 | 30 725 | 31 190 |

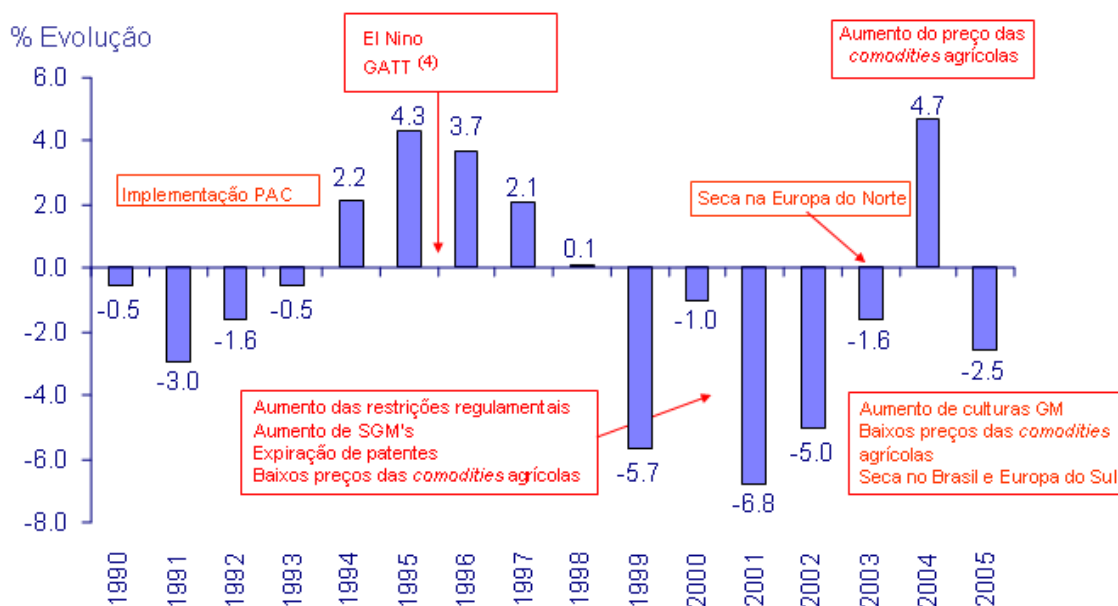


Figura 7: Evolução do mercado mundial de fitofarmacêuticos, em termos reais, entre 1990 e 2005 (fonte: adaptado de McDougall, 2006)

Analisando a Figura 7, que representa as variações reais do mercado dos PF, verifica-se que o mercado tem vindo a diminuir desde 1996. A única exceção a esta tendência ocorreu no ano de 2004, em que devido ao aumento do preço das *commodities* agrícolas houve um crescimento do mercado. O decréscimo que se tem vindo a verificar nesta última década, deve-se não só aos motivos já apontados anteriormente (condições meteorológicas adversas, PAC, baixos preços das *commodities* agrícolas), mas também

<sup>4</sup> GATT: General Agreement on Tariffs and Trade – um acordo multilateral para a liberalização do comércio, que a partir de 1994 passou a incorporar também os produtos agroalimentares

à própria evolução do ciclo de vida do sector fitofarmacêutico, que será analisada mais detalhadamente na Secção 3.1.3.

Em termos de estrutura concorrencial, verifica-se que as principais empresas que fazem parte do sector fitofarmacêutico pertencem geralmente a grupos globais da indústria química, com forte presença também na indústria farmacêutica. Como realizam actividades em vários sectores distintos (que incluem a química fina, a farmacêutica e as novas inovações biotecnológicas), estes grupos caracterizam-se por um alto desempenho em termos de conhecimento e de inovação, e procuram estabelecer sinergias tecnológicas e comerciais entre as várias empresas que fazem parte do mesmo grupo global. Neste contexto, as orientações estratégicas, comerciais e tecnológicas das empresas que pertencem ao sector fitofarmacêutico são fortemente condicionadas pelas estratégias do grupo global da indústria química a que pertencem.

Enquanto que até 1994, o número de empresas a dominarem o mercado fitofarmacêutico era relativamente estável, a partir desse ano começou a verificar-se um elevado número de fusões e aquisições, que originou um aumento da concentração do mercado. De 1994 até 2005 o número de empresas a dominarem o mercado diminuiu de treze para seis empresas (Figura 8):

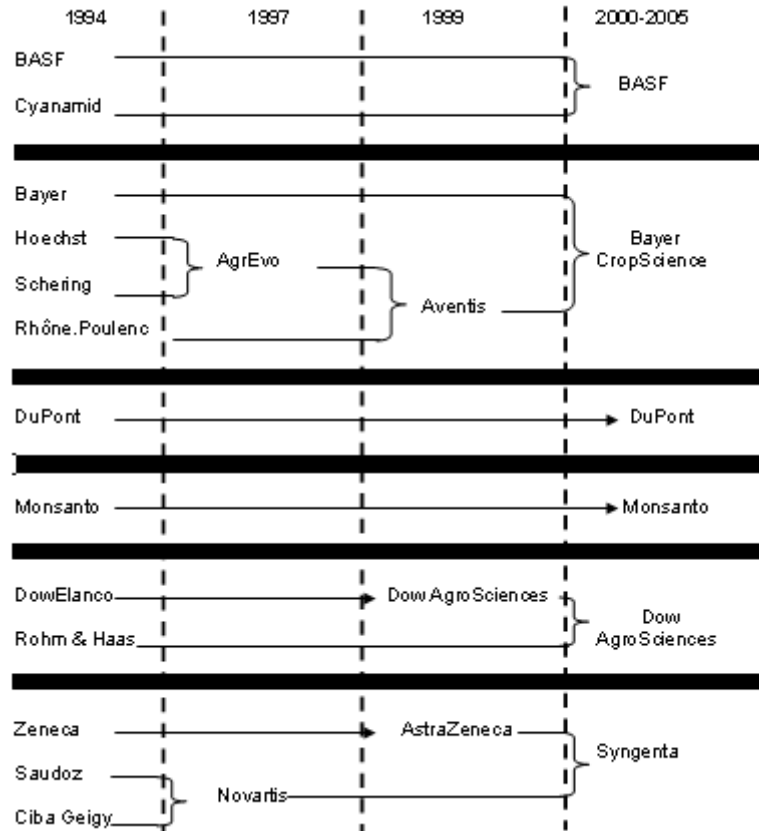


Figura 8: Principais fusões e aquisições, entre as empresas do sector fitofarmacêutico, entre 1994 e 2005 (fonte: UNCTAD, 2006)

Martinelli (2005) considera que os principais motivos que levam as empresas do sector fitofarmacêutico a efectuarem as reestruturações apresentadas na Figura 8 são:

- tentativa de defesa, por parte das empresas com menor capacidade de renovação tecnológica, face às concorrentes mais dinâmicas;
- procura de sinergias, visando aumentar a capacidade competitiva num mundo cada vez mais competitivo e globalizado;
- necessidade de concentrar esforços em I&D;
- necessidade de reduzir custos, principalmente nas vendas, marketing e distribuição.

Verifica-se assim que os grupos globais da indústria química, nos quais se inserem as empresas do sector fitofarmacêutico, têm procurado na última década superar o relativo esgotamento da tecnologia química, e começaram já a encarar a necessidade de apostarem noutras possibilidades tecnológicas e de estabelecerem sinergias em termos de I&D.



### 3.1.3 O Ciclo de Vida do Sector Fitofarmacêutico

A história dos fitofarmacêuticos é tão antiga como a da própria agricultura. As primeiras substâncias a serem utilizadas como fitofarmacêuticos baseavam-se em compostos inorgânicos como o enxofre, o cianeto e o cobre. Estes produtos eram tão tóxicos para o homem e meio ambiente que, a partir da década de 1930, começaram a ser desenvolvidos produtos de base orgânica. Após a II Guerra Mundial, as empresas do ramo químico aproveitaram a pesquisa militar que haviam realizado para identificarem novas armas químicas, para desenvolverem um elevado número de PF. O desenvolvimento de novos produtos era extremamente facilitado, quer pela falta de uma legislação restritiva à toxicidade como pela elevada gama de produtos ainda inexplorados.

Segundo o Ciclo de Vida Tecnológico de Utterback e Abernathy (1975) (secção 2.2.1), entre 1930 e 1960 o sector fitofarmacêutico encontrava-se na *Fase Fluida* (Figura 9), pois as empresas apostavam fortemente na inovação de produto, com o objectivo de alcançarem um conceito dominante de produto (*Design Dominante*).

A partir de 1960, os compostos químicos orgânicos sintéticos tornaram-se o *Design Dominante* dos PF. Como o número de produtos no mercado era muito elevado e com o aumento da pressão concorrencial, a estratégia básica de concorrência passou a basear-se na diferenciação das características secundárias dos produtos, tais como o tipo de formulação, a embalagem e os transportes. Entrou-se assim numa nova fase, designada por *Fase de Transição* (Figura 9). A crescente dificuldade em introduzir novos produtos, aliada à própria maturidade da indústria, fez com que a inovação de processo fosse a alternativa mais viável. A legislação mais restrita e a pressão concorrencial forçaram também a procura de novas formas de produzir os produtos existentes, com o objectivo de os tornar menos tóxicos e menos prejudiciais para o meio ambiente.

A partir de 1980, com a entrada dos produtos genéricos no mercado, a concorrência passou a basear-se fundamentalmente na liderança pelos custos. O sector fitofarmacêutico entrou assim numa nova fase, designada por *Fase Avançada* (Figura 9). Para manterem a competitividade e reduzirem custos, as empresas do sector tiveram de se reestruturar de modo a conseguirem ganhar sinergias em termos de I&D, vendas, marketing e distribuição (secção 3.1.2). Actualmente, o mercado dos fitofarmacêuticos é

constituído por dois grandes grupos de produtos: o primeiro é constituído pelos produtos genéricos, que são produzidos por empresas que apostam fortemente na produção em escala e o segundo grupo é constituído pelos produtos patenteáveis que são desenvolvidos em empresas que apostam fortemente em I&D.

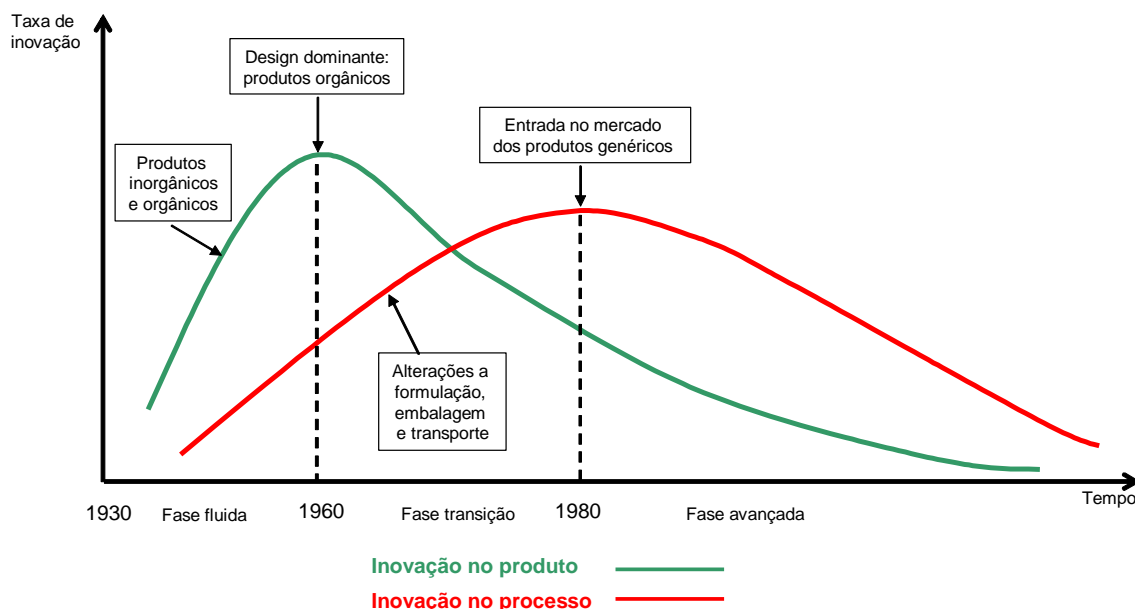


Figura 9: Ciclo de vida tecnológico do sector fitofarmacêutico

Para além do Ciclo de Vida Tecnológico de Utterback e Abernathy (1975), que permite relacionar a evolução da tecnologia química, com a evolução do sector fitofarmacêutico e das empresas que o constituem (Figura 9), pode-se também utilizar a *Curva S* de Foster (1986) para compreender como evoluiu a performance da tecnologia química utilizada pelo sector fitofarmacêutico (Figura 10).

Segundo Foster (1986), a evolução da performance de uma tecnologia está relacionada com o investimento em I&D que nela é efectuado (secção 2.2.2). No sector fitofarmacêutico, as empresas aproveitaram as pesquisas militares que haviam realizado antes e durante a II Guerra Mundial para adquiriram o conhecimento necessário para desenvolver os PF. Até 1960, o investimento que as empresas efectuaram em I&D originou um aumento gradual da performance tecnológica dos PF. A partir de 1960, com a definição do *Design Dominante* e encontrando-se a tecnologia química já madura e próxima do seu limite máximo em termos dos benefícios que dela podem ser retirados, verificou-se um abrandamento da evolução da performance tecnológica (Figura 10).

Neste momento, como a tecnologia química que é utilizada para desenvolver PF já se encontra numa fase de maturidade (final da primeira Curva S da Figura 10), o desenvolvimento de produtos patenteáveis é extremamente exigente em termos de investimentos em I&D. Para conseguirem continuar a colocar no mercado produtos patenteáveis, as empresas começaram a efectuar pequenas inovações incrementais nos produtos já existentes (alterações no tipo de formulação ou mistura de várias substâncias activas), de modo a diferenciá-los e torná-los mais orientados para as necessidades específicas de cada cultura (Tait *et al.*, 2001). Estes produtos apresentam uma performance superior aos seus antecessores, e representam novas *Curvas S*, que sucedem a *Curva S* original (Figura 10).

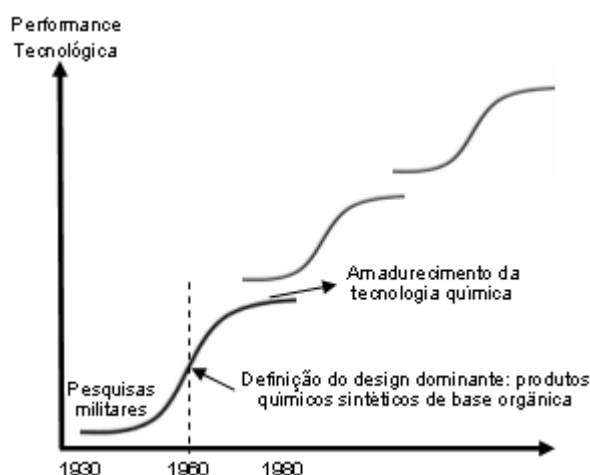


Figura 10: *Curva S* representativa da evolução do sector fitofarmacêutico entre 1930 e 1980 e *Curvas S* sucessoras que representam os novos produtos resultantes de pequenas inovações incrementais

## 3.2 As Sementes Geneticamente Modificadas

### 3.2.1 A utilização da Engenharia Genética pela Agricultura

As primeiras intervenções genéticas na agricultura foram efectuadas 10 000 a.C. através da selecção das melhores espécies de vegetais, e 3000 a.C. através da fermentação do vinho, cerveja e pão. Estas duas técnicas foram classificadas por Van der Walt (2000, em FAO, 2004) como *Tecnologias Tradicionais* (Tabela 2).

Em 1865, com a descoberta das leis da transmissão hereditária, entra-se na era das *Tecnologias Convencionais* (Tabela 2). Começaram-se a colher as sementes manualmente, com o objectivo de se escolherem aquelas que apresentavam melhor qualidade, e que seriam posteriormente utilizadas na época de cultivo seguinte. As características mais resistentes de cada espécie eram assim transmitidas de geração em geração.

Em 1953, com a descoberta da estrutura do ADN e com o início da transferência de genes mediante técnicas de recombinação (1970), dá-se a *Revolução Genética*. As *Tecnologias Convencionais* foram então substituídas por *Tecnologias Modernas* (Tabela 2).

Tabela 2: Intervenções genéticas na tecnologia agrícola (adaptado de Van der Walt (2000) e FAO (2002a), ambos em FAO (2004))

|                           | Era                 | Intervenções Genéticas  |
|---------------------------|---------------------|---|
| Tecnologia tradicional    | 10 000 anos a.C.    | As civilizações domesticam plantas e começam a seleccionar determinados espécies vegetais para conseguirem o seu melhoramento.  |
|                           | 3 000 anos a.C.     | Inicia-se a produção de cerveja e queijo, fermenta-se o vinho.  |
| Tecnologias convencionais | Final do Século XIX | Mendel identifica em 1865 os princípios da hereditariedade  |
|                           | Decénio de 1930     | Inicia-se a comercialização de culturas híbridas  |
|                           | Decénios 1940-1960  | Inicia-se a cultura de tecidos e regeneração de plantas. Watson e Crack descobrem em 1953 a estrutura do ADN.   |
| Tecnologias modernas      | Decénio de 1970     | Inicia-se a transferência de genes mediante técnicas de recombinação de ADN.  |
|                           | Decénio de 1980     | Insulina - primeiro produto comercial a ser obtido através da transferência de genes.   |
|                           | Decénio de 1990     | Aplica-se a caracterização genética a uma grande variedade de organismos. Realizam-se os primeiros ensaios de campo a variedades de plantas obtidas através de engenharia genética e inicia-se a sua comercialização em 1992. |
|                           | Decénio de 2000     | Aparecem a bioinformática, a genómica, proteómica e a metabolómica  |

Os dados da Tabela 2 permitem verificar que as tecnologias genéticas utilizadas pela agricultura passaram por duas transições tecnológicas: (1) transição de *Tecnologias Tradicionais* para *Tecnologias Convencionais* e (2) transição de *Tecnologias Convencionais* para *Tecnologias Modernas*.

Analisando estas duas transições tecnológicas segundo o modelo desenvolvido por Tushman e Anderson (1986) (secção 2.2.3), constata-se que ambas podem ser

classificadas como descontinuidades tecnológicas intensificadoras, pois originaram produtos ou processos novos que não tornaram os seus antecessores obsoletos. Ou seja, apesar de já existirem as *Tecnologias Modernas*, as *Tecnologias Tradicionais* e as *Tecnologias Convencionais* continuam a ser utilizadas, pois continuam a utilizar-se processos de fermentação para produzir alimentos (*Tecnologias Tradicionais*) e continuam a comercializar-se sementes e plantas híbridas (*Tecnologias Convencionais*).

Segundo o *Transilience Map* de Abernathy e Clark (1985) (secção 2.2.4), quer as inovações que resultaram das *Tecnologias Convencionais*, quer as que resultaram das *Tecnologias Modernas*, podem ser classificadas como inovações revolucionárias. Ambas as tecnologias (*Convencionais* e *Modernas*) exigem capacidades tecnológicas distintas das que eram utilizadas anteriormente, mas os clientes que adoptarem as inovações, e que neste caso são os agricultores, mantêm-se os mesmos.

Uma das maiores potencialidades das *Tecnologias Modernas* é permitirem, através da recombinação do ADN, introduzir novas características em microorganismos, plantas e animais. Os microorganismos, plantas e animais aos quais é aplicada esta técnica da engenharia genética passam então a ser designados por organismos geneticamente modificados (OGM).

A principal utilização das *Tecnologias Modernas* pela agricultura tem sido feita no campo das sementes. Os OGM agrícolas que se encontram mais desenvolvidos são as sementes geneticamente modificadas (SGM), tais como o milho, a soja, a colza e o algodão. Na sua grande maioria, estas sementes são modificadas geneticamente de modo a tornarem-se resistentes a insectos ou tolerantes a herbicidas:

- A utilização de SGM resistentes a insectos origina um aumento da eficiência produtiva e uma redução da necessidade de aplicação insecticidas.
- A utilização de SGM tolerantes a um herbicida permite que esse herbicida seja utilizado para remover todas as espécies infestantes, sem destruir a cultura que é desenvolvida a partir da SGM. A utilização de SGM tolerantes a herbicidas, por um lado reduz a necessidade de aplicação de herbicidas específicos que apenas destroem um número reduzido de espécies infestantes, mas por outro provoca um aumento no consumo de herbicidas totais.

As SGM descritas no parágrafo anterior são consideradas a primeira geração de OGM agrícolas. São particularmente atractivas para os produtores de sementes e agricultores, pois permitem obter culturas mais saudáveis e mais rentáveis. Para tornar as SGM também atractivas para os consumidores finais, e apesar de as empresas ainda não terem conseguido atingir os lucros desejados com a primeira geração de SGM, a segunda geração está já a ser desenvolvida. Com esta segunda geração pretende-se melhorar a aceitação dos produtos geneticamente modificados pela opinião pública, apostando-se fundamentalmente na produção de alimentos de qualidade, enriquecidos em nutrientes específicos (vitaminas, ferro, etc), e com melhorias também ao nível da aparência e sabor. Entretanto, uma terceira geração de SGM encontra-se também já prevista, para daqui a 10/15 anos, e terá como principal objectivo a produção de produtos químicos e farmacêuticos a partir de plantas (Tait *et al*, 2001).

### 3.2.2 Evolução da Área de Culturas Geneticamente Modificadas

As culturas geneticamente modificadas resultantes da utilização de SGM existem há mais de dez anos. A sua área está a aumentar em todos os continentes, de ano para ano. Entre 2004 e 2005, o aumento da área de culturas geneticamente modificadas foi de 11%, atingindo os 90 milhões de hectares em 2005 (Figura 11).



Figura 11: Evolução da área mundial de culturas geneticamente modificadas de 1996 a 2005 (fonte: James, 2005)

Entre 1996 e 2005, o número de países a cultivarem SGM aumentou de 6 para 21. De 2004 para 2005, quatro países iniciaram as suas actividades em culturas geneticamente

modificadas: Portugal, França, República Checa e Irão. Portugal e França reiniciaram o cultivo de milho geneticamente modificado após uma interrupção de 5 e 4 anos, respectivamente.

Na Tabela 3 apresentam-se os 21 países que possuem culturas geneticamente modificadas e as áreas de cultivo. Segundo os dados desta tabela, na Europa, a área de culturas geneticamente modificadas é apenas 50 mil hectares, o que representa menos de 0,1% da área mundial cultivada (James, 2005).

Tabela 3: Área mundial de culturas biotecnológicas por país, em 2005 (fonte: James, 2005)

| Ranking | País            | Área<br>(milhões de hectares) | Culturas                                      |
|---------|-----------------|-------------------------------|---|
| 1       | EUA             | 49,8                          | Soja, milho, algodão, abóbora, canola, papaia |
| 2       | Argentina       | 17,1                          | Soja, milho, algodão                          |
| 3       | Brasil          | 9,4                           | Soja  |
| 4       | Canadá          | 5,8                           | Soja, milho, canola                           |
| 5       | China           | 3,3                           | Algodão                                       |
| 6       | Paraguai        | 1,8                           | Soja  |
| 7       | Índia           | 1,3                           | Algodão                                       |
| 8       | África do Sul   | 0,5                           | Milho, soja, algodão                          |
| 9       | Uruguai         | 0,3                           | Soja, milho                                   |
| 10      | Austrália       | 0,3                           | Algodão                                       |
| 11      | México          | 0,1                           | Soja, algodão                                 |
| 12      | Roménia         | 0,1                           | Soja  |
| 13      | Filipinas       | 0,1                           | Milho   |
| 14      | Espanha         | 0,1                           | Milho   |
| 15      | Colômbia        | <0,1                          | Algodão                                       |
| 16      | Irão            | <0,1                          | Arroz   |
| 17      | Honduras        | <0,1                          | Milho   |
| 18      | Portugal        | <0,1                          | Milho   |
| 19      | Alemanha        | <0,1                          | Milho   |
| 20      | França          | <0,1                          | Milho   |
| 21      | República Checa | <0,1                          | Milho   |

A soja é a principal cultura geneticamente modificada a ser desenvolvida, ocupando cerca de 54,4 milhões de hectares. Segue-se o milho (21,2 milhões de hectares), o algodão (9,8 milhões de hectares) e a canola (4,6 milhões de hectares).

Entre 1996 e 2005, a tolerância a herbicidas foi a característica dominante nas culturas geneticamente modificadas existentes, seguindo-se a resistência a insectos. Estas culturas estão a ser desenvolvidas por cerca de 8,5 milhões de agricultores (dados de 2005), dos quais 90% pertencem a países em vias de desenvolvimento. O exame mais recente sobre o impacto económico global das culturas geneticamente modificadas, na

última década (1996 a 2005), estima que os benefícios para os agricultores foram de 6,5 biliões de dólares em 2005 e 27 biliões de dólares durante a década em análise (1996 a 2005) (Van Beuzekom e Arundel, 2006).

### 3.2.3 Resposta do sector fitofarmacêutico à nova trajectória Biotecnológica

Nas décadas de 1960, 1970 e 1980 o investimento das empresas fitofarmacêuticas em investigação sobre SGM foi bastante reduzido, principalmente devido à falta de legislação e de mecanismos de protecção dos direitos de propriedade intelectual sobre os produtos geneticamente modificados (ver Secção 2.4.5).

Entretanto, devido à maturidade da tecnologia química e à necessidade de se encontrarem novas soluções tecnológicas, as empresas começaram a investir em I&D na área da biotecnologia. Depois de terem identificado o potencial das novas soluções biotecnológicas, como é o caso das SGM, as empresas do sector fitofarmacêutico começaram rapidamente a desenvolver as suas actividades comerciais no sector das sementes, através da aquisição de empresas deste sector. Assim, enquanto que até há poucos anos o sector das sementes era dominado por pequenas empresas, num espaço de duas décadas este sector passou a ser dominado por empresas multinacionais fitofarmacêuticas, pertencentes aos grandes grupos da indústria química. É, por exemplo, o caso da Monsanto que em 1997 adquiriu a Holdens Foundation Seeds, empresa produtora de sementes de milho híbrido; e o caso da Du Pont que em 1999 adquiriu a Pioneer Hi-Bred, a maior companhia de sementes do Mundo (Agroanalysis, 1999, em Martins, 2000). Este tipo de aquisições é conveniente, tanto para as empresas fitofarmacêuticas como para as empresas produtoras de sementes, pois resulta numa economia de gama: a empresa produtora de sementes desenvolve uma semente que é tolerante a um herbicida total; este herbicida total é por sua vez comercializado pela empresa fitofarmacêutica. Para o consumidor final, esta integração poderá não ser assim tão vantajosa, pois ao ser confrontado com duas soluções diferentes, que pertencem à mesma empresa, este consumidor poderá ver o seu poder negocial diminuir.



### 3.3 Transição tecnológica de produtos químicos fitofarmacêuticos para produtos biotecnológicos

#### 3.3.1 Transição Tecnológica ou Coexistência entre Tecnologias?

Actualmente, a tecnologia química utilizada pelo sector fitofarmacêutico encontra-se numa fase de maturidade. Segundo o modelo de Christensen (Bower e Christensen 1995), quando uma tecnologia (Curva S1 da Figura 12) atinge esta fase de maturidade haverá, mais tarde ou mais cedo, uma nova tecnologia (Curva S2 da Figura 12), disruptiva ou sustentada, para substituir a actual. No caso do sector fitofarmacêutico, a biotecnologia é uma possível solução tecnológica para substituir a tecnologia química actualmente utilizada. Na Figura 12 apresentam-se duas *Curvas S* (Curva S1 e Curva S2), que representam a trajectória química e a trajectória biotecnológica do sector fitofarmacêutico.

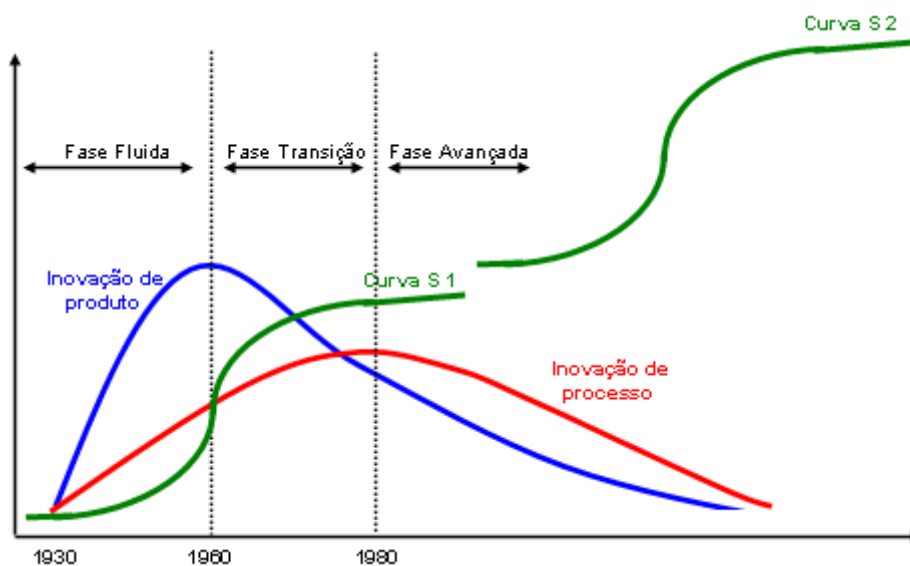


Figura 12: Representação da trajectória química (Curva S1) e biotecnológica (Curva S2) do sector fitofarmacêutico

As SGM podem ser classificadas como tecnologia sustentada, pois as suas funcionalidades são as mesmas dos PF de base química (defesa das culturas e da produção agrícola), o seu custo é mais elevado, a sua performance é superior e os mercados/clientes serão os mesmos que actualmente utilizam os PF.

Se for feita uma comparação entre o consumo de PF de base química, o consumo de sementes convencionais e o consumo de SGM, entre 1995 e 2005, verifica-se que

actualmente os três tipos de produtos continuam a ser utilizados em simultâneo (Figura 13).

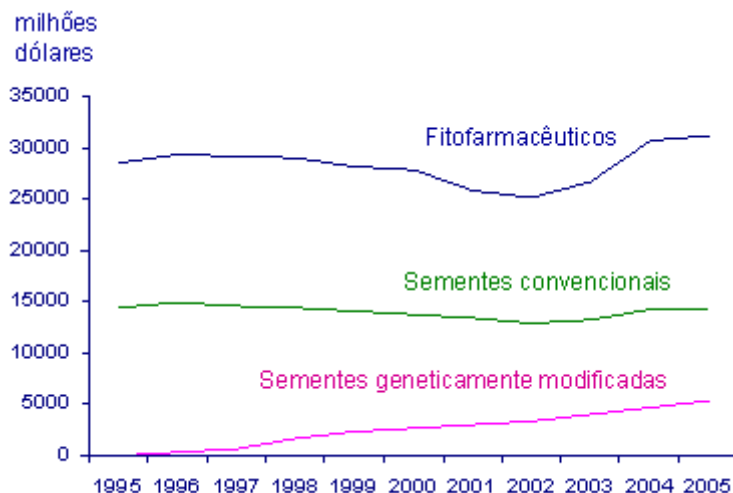


Figura 13: Evolução do mercado dos produtos fitofarmacêuticos, sementes convencionais e SGM, a partir 1994 (fonte: adaptado de McDougall, 2006)

Ou seja, apesar de as tecnologias utilizadas nos três tipos de produtos representados na Figura 13 serem distintas, até agora, ainda não é possível confirmar se a tecnologia química irá ser completamente substituída pela biotecnologia. Esta situação de coexistência entre as tecnologias química e biotecnológica deve-se a vários motivos, entre os quais se podem nomear os seguintes:

- Como as SGM estão ainda no início do seu ciclo de vida, a percentagem de adoptantes ainda é muito baixa;
- Apesar de as SGM poderem ser consideradas uma tecnologia sustentada, pois originam melhores níveis de performance agrícola, o facto de serem mais caras faz com que os consumidores prefiram continuar a utilizar as sementes convencionais;
- Com as parcerias que têm vindo a ser estabelecidas entre as empresas fitofarmacêuticas e as empresas que comercializam sementes têm-se alcançado economias de gama, que permitem que os dois tipos de produto (fitofarmacêuticos e SGM) se complementem entre si.

### 3.3.2 Categorização das SGM como inovação tecnológica

Sendo as SGM uma nova solução tecnológica para o sector fitofarmacêutico, importa enquadrá-las numa das categoria de inovação definidas pelos autores estudados na secção 2.2. Esta categorização permite que tanto as empresas que já pertencem ao sector fitofarmacêutico, como as empresas que pretendem iniciar as suas actividades neste sector, possam adequar a sua estratégia de modo transitarem para a nova tecnologia e adoptarem as SGM com sucesso.

Enquanto que à luz do modelo de Tushman e Anderson (1986) (secção 2.2.3) as SGM resistentes a insectos e as SGM tolerantes a herbicidas são classificadas de forma distinta, segundo os modelos de Abernathy e Clark (1985) (secção 2.2.4) e de Henderson e Clark (1990) (secção 2.2.5) ambos os tipos de SGM são incluídas na mesma categoria de inovação (Tabela 4)

Tabela 4: Categorização das SGM como inovação

| Modelo                    | SGM resistentes a insectos   | SGM tolerantes a herbicidas  | Estratégia das empresas fitofarmacêuticas face à nova solução tecnológica   |
|---------------------------|--|--|---|
| Tushman e Anderson (1986) | <b>Descontinuidade destrutiva:</b><br>as SGM resistentes a insectos substituem os insecticidas que são utilizados no combate aos insectos  | <b>Descontinuidade intensificadora:</b><br>as SGM tolerantes a herbicidas não tornam obsoletos os herbicidas e podem mesmo provocar um aumento da sua utilização | As empresas fitofarmacêuticas incumbentes terão maior interesse e mais facilidade em adoptar as SGM tolerantes a herbicidas, pois as suas competências na área dos produtos químicos tradicionais serão fortalecidas;<br><br>As empresas que queiram iniciar as suas actividades no sector fitofarmacêutico terão mais vantagens em comercializar as SGM resistentes a insectos, que destroem as competências químicas das empresas fitofarmacêuticas incumbentes   |
| Abernathy e Clark (1985)  | <b>Inovação revolucionária:</b><br>a tecnologia utilizada para produzir SGM (biotecnologia) é diferente da que era utilizada na produção de fitofarmacêuticos (química), mas mantêm-se os mesmos clientes (agricultores) |  | As empresas novas terão mais facilidade em adoptar as SGM, visto a tecnologia biotecnológica utilizada para as produzir ser distinta da tecnologia química utilizada para produzir os PF.<br><br>As empresas fitofarmacêuticas incumbentes terão de procurar estabelecer ligações ou parcerias com empresas novas, que tenham iniciado as suas actividades na área da biotecnologia e que tenham já ultrapassado a fase de risco e incerteza que caracteriza a fase inicial do desenvolvimento de uma nova tecnologia |
| Henderson e Clark (1990)  | <b>Inovação radical:</b><br>os componentes das SGM e as suas interligações são totalmente distintos dos componentes dos PF e suas interligações  |  |   |

## 4 A TRANSIÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS PARA BIOTECNOLÓGICOS NO SECTOR FITOFARMACÊUTICO PORTUGUÊS

Na primeira secção deste capítulo caracteriza-se o sector fitofarmacêutico em Portugal em termos de empresas que o constituem, evolução do mercado e procedimentos para a introdução de novos produtos fitofarmacêuticos. Na segunda secção, faz-se um levantamento da situação da biotecnologia em Portugal e sua aplicação ao sector agrícola. Por último, faz-se um levantamento das principais barreiras que as empresas fitofarmacêuticas vão sentir na transição tecnológica de produtos fitofarmacêuticos para sementes geneticamente modificadas

### 4.1 O Sector Fitofarmacêutico em Portugal

Em Portugal as empresas que fabricam e comercializam PF são representadas pela Associação Nacional da Indústria para a Protecção das Plantas (ANIPLA). No conjunto dos seus associados, a ANIPLA representa mais de 95% do mercado nacional de PF. Parte das empresas que constituem o sector fitofarmacêutico português pertence a grupos multinacionais da indústria química e outra parte pertence a grupos nacionais (Tabela 5). As empresas que pertencem a grupos multinacionais apostam fundamentalmente em produtos patenteáveis resultantes de actividades de I&D que realizam nas suas filiais estrangeiras; as empresas nacionais dedicam-se fundamentalmente à produção e comercialização de produtos genéricos.

Tabela 5: Empresas Nacionais e Multinacionais que produzem e comercializam fitofarmacêuticos em Portugal, representadas pela ANIPLA

| <b>Empresas integradas em grupos Nacionais</b> | <b>Empresas integradas em grupos Multinacionais</b> |
|--|---|
| – Agroquisa Agroquímicos, S.A.                 | – Bayer CropScience Portugal, Lda                   |
| – Fitoquímica, Lda                             | – BASF Espanhola S.A.                               |
| – Sapec Agro, S.A.                             | – Dow AgroSciences Ibérica, S.A.                    |
| – Selectis, S.A.                               | – Du Pont Portugal, Lda.                            |
|  | – IQV Agro Portugal S.A.                            |
|  | – Monsanto Agricultura Espanha, S.A.                |
|  | – Nufarm Portugal, Lda.                             |
|  | – Syngenta Crop Protection, Lda.                    |

A distribuição do mercado pelas empresas da Tabela 5 tem sofrido bastantes alterações nos últimos 10 anos devido às fusões, aquisições e alianças estratégicas que têm sido realizadas e que foram mencionadas na secção 3.1.2. Estas reestruturações, resultaram numa maior concentração da oferta e numa diminuição das empresas existentes.

O mercado fitofarmacêutico português, tal como o mercado mundial (secção 3.1.2), tem apresentado um crescimento muito reduzido, chegando mesmo a verificar-se em alguns anos a sua estagnação ou decréscimo. Por exemplo, no ano agrícola de 2005 verificou-se uma quebra de 21,4% nas vendas do sector fitofarmacêutico (-25 milhões € do que em 2004), devido à seca. Analisando a evolução do mercado nos últimos 7 anos por segmento (fungicidas, insecticidas e herbicidas), verifica-se que enquanto o mercado dos herbicidas cresceu (à excepção do ano 2005), o mercado dos fungicidas e insecticidas decresceu. Na Tabela 6 apresenta-se a evolução do mercado fitofarmacêutico, por segmento e na totalidade, em Portugal, nos últimos 7 anos.

Tabela 6: Vendas de fitofarmacêuticos em milhões de euros, nos últimos 7 anos, em Portugal 5

| Segmento            | Vendas de fitofarmacêuticos em milhões euros |              |              |              |              |              |             |
|---------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
|                     | 1999   | 2000         | 2001         | 2002         | 2003         | 2004         | 2005        |
| <b>Fungicidas</b>   | 57,0   | 53,3         | 52,0         | 49,4         | 46,1         | 45,3         | 34,1        |
| <b>Insecticidas</b> | 23,2   | 21,9         | 19,6         | 22,0         | 20,4         | 22,5         | 20,9        |
| <b>Herbicidas</b>   | 37,8   | 35,3         | 39,1         | 41,1         | 42,7         | 43,0         | 31,7        |
| <b>Diversos</b>     | 6,3  | 6,0          | 5,9          | 5,8          | 5,8          | 5,8          | 4,9         |
| <b>Total</b>        | <b>124,3</b>                                 | <b>116,5</b> | <b>116,5</b> | <b>118,3</b> | <b>115,1</b> | <b>116,5</b> | <b>91,6</b> |

A introdução dos PF no mercado português, tal como nos restantes Estados-Membros da União Europeia, assenta no princípio base de que estes produtos, quando utilizados de acordo com as condições aprovadas, não causarão efeitos prejudiciais para a saúde humana e animal, e não exercerão qualquer influência inaceitável para o ambiente.

Nesta perspectiva, para que um PF seja autorizado é necessário que as empresas interessadas na sua comercialização apresentem à autoridade nacional competente - DGPC - um conjunto de dados e estudos técnico-científicos. A DGPC procede à

<sup>5</sup> Para mais detalhes consultar <http://www.anipla.com> (acedido em 15/12/2006)

avaliação dos dados apresentados pela empresa e concede autorização de colocação no mercado aos produtos que considera seguros. Actualmente, o quadro regulamentar que define os procedimentos para a introdução de PF no mercado português assenta em duas avaliações:

- a avaliação das substâncias activas, que tem por base um procedimento comunitário coordenado pela Comissão Europeia, e que termina na inclusão das substâncias activas numa Lista Positiva Comunitária;
- a avaliação dos PF, que é da responsabilidade de cada Estado-Membro e culmina na concessão de uma autorização de venda nacional.

As fases por que passa uma substância activa, desde a sua invenção até ao momento em que lhe é concedida autorização de venda sob a forma de PF, podem enumerar-se e hierarquizar-se em sete etapas (algumas delas coincidentes no tempo): (1) síntese química da substância activa; (2) avaliação das potencialidades biológicas para diversos inimigos através de pequenos ensaios de laboratório, estufa e campo; (3) ensaios de campo, estudos de toxicologia, metabolismo e ecotoxicologia; (4) processo de fabrico; (5) estudos económicos; (6) patentes e (7) homologação. Desde a descoberta de uma nova substância activa, até ao momento em que é concedida autorização de venda nacional ao PF produzido à base dessa substância activa, decorrem normalmente cerca de 8 a 10 anos. Durante este período de tempo, as empresas podem ter de investir montantes na ordem dos 150 milhões de euros (Amaro, 2003 em Simões, 2005).

Actualmente, segundo o relatório da DGPC (DGPC, 2006), existem em Portugal 854 produtos fitofarmacêuticos com autorização de venda, que abrangem um total de 263 substâncias activas. Destas 263 substâncias activas, 26% têm acção fungicida, 27% têm acção insecticida, 27% têm acção herbicida e as restantes têm outras funções (Vieira, 2005).

## 4.2 Utilização de Sementes Geneticamente Modificadas em Portugal

Portugal começou a desenvolver actividades na área da Biotecnologia em 1980. A partir desta década, e com a ajuda de Fundos Comunitários que começaram a ser distribuídos a partir de 1988, a biotecnologia tornou-se uma das principais prioridades estratégicas das políticas de inovação. No final da década de 1980 começaram a ser criadas em Portugal as primeiras empresas exclusivamente dedicadas à biotecnologia.

Segundo os dados do estudo recentemente publicado pela INTELI (2005), Portugal tem cerca de 30 empresas de biotecnologia, correspondendo a mais de 1400 colaboradores. Dessas 30 empresas, 38% são de biotecnologia da saúde, 25% são de biotecnologia agro-alimentar, 4% são de biotecnologia industrial e ambiental. Compilando os dados dos estudos elaborados por Costa (2001) e pela INTELI (2005) verifica-se que das 30 empresas existentes em 2005, 15 foram criadas na década de 90 e 11 foram criadas entre 2001 e 2004. Praticamente, duas em cada três dessas empresas foram fundadas por doutorados.

Mas enquanto que nos EUA as empresas que desenvolvem actividades na área da biotecnologia se dedicam fundamentalmente à I&D de produtos próprios que possam patentear, em Portugal apenas 25% das empresas realizam I&D internamente. As restantes empresas adquirem a tecnologia através de transferências de tecnologia de filiais estrangeiras (37%), recorrem à I&D realizada por outras empresas (19%), ou adquirem a tecnologia através de transferências parciais de outras empresas (19%) Costa (2001).

Tal como já foi referido anteriormente (secção 3.2.1), uma das principais aplicações da biotecnologia ao sector agrícola consiste na produção de SGM (nomeadamente de milho, soja, colza e algodão), que dão origem a culturas de elevada qualidade e rendimento. Em Portugal, apenas se encontra autorizada a cultura de milho geneticamente modificado, para utilização em rações de animais, desde que a variedade cultivada se encontre registada no Catálogo Nacional de Variedades<sup>6</sup>. Ou seja, actualmente, os consumidores finais do milho geneticamente modificado que é

---

<sup>6</sup> Relação das variedades de espécies agrícolas e hortícolas, estudadas e aprovadas, com base em ensaios de Distinção, Homogeneidade e Estabilidade (DHE), de Valor Agronómico e de Utilização (VAU)

produzido em Portugal, e que consiste na única SGM autorizada a nível nacional, são os produtores de rações para animais.

Em 1999, Portugal iniciou a sua primeira cultura de milho geneticamente modificado, cuja duração foi de 1 ano e cuja área era de 1000 hectares. Após uma interrupção de 5 anos (em 2004), foram novamente cultivados 1000 hectares de milho geneticamente modificado (Van Beuzekom e Arundel, 2006). Em 2005, existiam em Portugal cerca de 1250 hectares de milho geneticamente modificado, distribuídos por cinco regiões agrícolas (Tabela 6).

Tabela 7: Área de cultura de milho geneticamente modificado (hectares) (fonte: DGPC, 2006)

| Região Agrícola     | Área (ha)   |
|---------------------|-------------|
| Entre Douro e Minho | 8           |
| Alentejo            | 688         |
| Ribatejo e Oeste    | 451         |
| Beira Interior      | 26          |
| Beira Litoral       | 83          |
| <b>Total</b>        | <b>1256</b> |

Com vista a assegurar que as culturas geneticamente modificadas não prejudicam nem a saúde humanas, nem o bem-estar e saúde dos animais, nem a qualidade do ambiente, a legislação comunitária relativa aos OGM (onde se incluem as SGM) tem vindo a ser ajustada desde o início da década de 90. Em Portugal, a Directiva Comunitária 2001/18/CE, que define o processo de aprovação dos OGM, foi transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei 72/2003<sup>7</sup>. Na Tabela 8 apresentam-se as etapas que definem o processo nacional de colocação no mercado de produtos que contenham ou sejam constituídos por OGM, processo este que pode demorar cerca de 10 anos.

---

<sup>7</sup> O Decreto-Lei n.º 72/2003, de 10 de Abril, regula a libertação deliberada no ambiente de organismos geneticamente modificados (OGM) e a colocação no mercado de produtos que contenham ou sejam constituídos por OGM, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2001/18/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de Março



Tabela 8: Etapas que constituem o processo de colocação no mercado de produtos que contenham ou sejam constituídos por OGM<sup>8</sup>

|   |   |
|---|---|
| 1 | Notificação ao Instituto do Ambiente por parte do interessado (notificador) na libertação ou colocação no mercado de tais produtos em território nacional.  |
| 2 | O Instituto do Ambiente verifica a conformidade da notificação  |
| 3 | O Instituto do Ambiente envia à Comissão Europeia um resumo ou cópia de cada notificação, consoante se trate de um processo de libertação ou colocação no mercado, respectivamente. O Instituto do Ambiente pode ter de solicitar informação adicional ao notificador. Relativamente à colocação no mercado, o Instituto do Ambiente terá de elaborar um relatório de avaliação, a enviar ao notificador, no qual indica o seu parecer, a remeter à Comissão Europeia.                                    |
| 4 | A Comissão Europeia recebe as observações dos Estados-Membros e pareceres da Direcção Geral de Saúde (DGS) e da Direcção Geral de Protecção das Culturas (DGPC). A DGPC estuda, no domínio dos OGM, a possível inscrição das SGM no Catálogo Nacional de Variedades, sendo igualmente responsável pela qualidade e certificação das SGM. Se existirem na Comissão indicações contrárias ao parecer favorável do Instituto do Ambiente, o processo de notificação é suspenso até nova decisão da Comissão. |
| 5 | Comunicação da decisão do Instituto do Ambiente e das informações dos Estados-Membros e da Comissão, ao notificador, quer seja dada autorização ou não, devendo a decisão de recusa de autorização ser devidamente fundamentada.  |
| 6 | Publicação em Diário da República da autorização de colocação no mercado de produtos que contenham ou sejam constituídos por OGM (válida por um período que pode atingir os 10 anos).   |

### 4.3 Barreiras à Transição de Produtos Fitofarmacêuticos para Sementes Geneticamente Modificadas

Tal como foi visto na secção 2.3.2, o sucesso da adopção de uma nova tecnologia depende das barreiras que surgem no processo de transição tecnológica, entre o abandono da antiga tecnologia e adopção da nova tecnologia. Assim, para que uma transição tecnológica ocorra com sucesso, é necessário garantir que as barreiras inerentes à descontinuidade tecnológica são minimizadas e ultrapassadas. A utilização de SGM em substituição ou como complemento dos PF exige que sejam ultrapassadas

<sup>8</sup> <http://www.confagri.pt/PoliticaAgricola/Temas/Biotecnologia/Documentos/doc52.htm> (acedido em 04.04.2007)

algumas barreiras, que surgem na transição de tecnologias químicas para biotecnológicas.

#### 4.3.1 O início da actividade comercial

A dimensão do mercado ao qual se dirigem as SGM é uma das principais barreiras que as empresas do sector fitofarmacêutico terão de ultrapassar. Actualmente, como a área de culturas geneticamente modificadas é ainda muito reduzida, poderá não ser financeiramente compensatório para as empresas fitofarmacêuticas, introduzirem as SGM na sua gama de produtos. Ou seja, como a dimensão do mercado é ainda muito reduzida e instável, será mais vantajoso para as empresas fitofarmacêuticas continuarem a comercializar PF, que já possuem um mercado conhecido e assegurado, e para os quais não são necessários novos investimentos.

Apesar de ser possível as empresas fitofarmacêuticas conseguirem utilizar na comercialização de SGM parte dos recursos que utilizam na comercialização de PF (imagem de marca, pessoal, estrutura comercial), será sempre necessário fazer investimentos em infra-estruturas, equipamentos específicos e recursos humanos especializados. O custo associado a estas infra-estruturas, equipamentos e recursos humanos, pode constituir uma barreira que retarda e dificulta a adopção das SGM pelas empresas fitofarmacêuticas.

#### 4.3.2 A qualificação dos recursos humanos

A qualificação dos recursos humanos de uma empresa é um factor de grande importância no sucesso da introdução de novas tecnologias no mercado. Nos últimos anos, tem sido feito um grande investimento na formação de mestres e doutores em diversas áreas científicas. No entanto, como as empresas portuguesas têm dificuldade em suportar os seus salários e inseri-los nos seus quadros, estes recursos humanos altamente qualificados acabam por permanecer ligados à investigação universitária, ou optam por sair do país para empresas estrangeiras. Esta situação faz com que as empresas fitofarmacêuticas portuguesas tenham dificuldade em aceder a recursos humanos qualificados, que são extremamente importantes para a introdução das SGM, que são produzidas à base das novas tecnologias biotecnológicas. E, se por um lado a

falta de recursos humanos especializados em biotecnologia pode impedir as empresas fitofarmacêuticas de adoptarem as SGM, por outro, dar formação aos empregados na área da biotecnologia de modo a torná-los aptos a trabalharem com este tipo de produtos, pode também constituir uma barreira difícil de ultrapassar, devido à resistência dos empregados à mudança. Se os recursos humanos existentes nas empresas fitofarmacêuticas não forem convenientemente envolvidos no processo de transição de PF para SGM, poderá surgir resistência à adopção e introdução no mercado desta nova tecnologia. Esta resistência existe porque os empregados se sentem ameaçados pelo processo de mudança, e normalmente vêem a inovação como uma ameaça à sua estabilidade e conhecimentos que já possuíam sobre a tecnologia antiga. Para minimizar este tipo de resistência, que se cria dentro da própria empresa, é necessário gerir a inovação como uma tarefa ampla, incorporada em todos os departamentos da empresa.

#### 4.3.3 A necessidade de informação

A informação é, hoje em dia, uma das ferramentas mais importantes para o desenvolvimento de actividades de inovação. A elevada rapidez com que a tecnologia evolui, obriga as empresas a renovarem continuamente as suas fontes e canais de distribuição de informação acerca de produtos, processos e mercados. Assim, a existência de informação clara e acessível é fundamental, tanto para as empresas que pretendem inserir a nova tecnologia no mercado, como para os consumidores que vão ter de decidir se adoptam ou não essa nova tecnologia.

No caso específico da biotecnologia, a partir da década de 1980, começaram a surgir inúmeros grupos de investigação que publicam constantemente nova informação sobre os desafios que esta tecnologia enfrenta. Toda esta informação, se por um lado é crucial para quem pretende adoptar a nova tecnologia, por outro, se for em excesso e mal organizada, poderá tornar-se extremamente confusa, contraditória e dispersa.

Para que as SGM sejam uma inovação com sucesso, é fundamental divulgar de uma forma clara e concisa, por toda a cadeia de valor<sup>9</sup> desde a produção até à utilização, um vasto conjunto de informação acerca dos seus benefícios e riscos:

- (1) as empresas fitofarmacêuticas só irão adoptar as SGM e introduzi-las na sua gama de produtos se possuírem informações claras e precisas relativamente ao mercado/clientes deste tipo de produtos;
- (2) os agricultores, só irão cultivar as SGM se possuírem informação acerca dos benefícios e riscos da sua utilização;
- (3) os consumidores finais só irão consumir alimentos geneticamente modificados se forem informados sobre a influência que este tipo de produtos pode exercer na sua saúde e bem estar, assim como nos animais e ambiente.

A opinião dos consumidores finais relativamente aos alimentos geneticamente modificados pode constituir uma forte barreira à introdução das SGM no mercado. As empresas fitofarmacêuticas só irão iniciar a comercialização de SGM se verificarem que a opinião pública não irá constituir uma barreira ao negócio. A população Europeia tem, na generalidade, uma opinião mais negativa relativamente à utilização deste tipo de tecnologia, do que a população Americana, Asiática e da Oceânia. Se bem que haja excepções, normalmente as atitudes face à biotecnologia agrícola relacionam-se também com o nível de riqueza do país em causa, sendo as opiniões dos países mais pobres mais positivas do que as dos países mais ricos. Um estudo efectuado pela FAO demonstrou que a taxa de aceitação dos produtos geneticamente modificados seria maior caso estes produtos trouxessem maiores benefícios aos consumidores (como é o caso dos produtos de 2º e 3ª geração, já mencionados no Capítulo 3.2.1). Neste estudo verificou-se que mais de 75% dos consumidores da China e do Brasil comprariam alimentos geneticamente modificados; enquanto que os consumidores europeus demonstraram serem os menos receptivos à compra deste tipo de produtos. Os resultados destes estudos devem ser cuidadosamente avaliados e analisados pelas empresas fitofarmacêuticas, pois a fraca aceitação pública acerca dos alimentos que derivam das culturas geneticamente modificadas, pode constituir uma forte barreira à introdução de

---

<sup>9</sup> A cadeia de valor designa uma série de actividades relacionadas e desenvolvidas pela empresa a fim de satisfazer as necessidades dos clientes, desde as relações com os fornecedores e ciclos de produção e venda até a fase da distribuição para o consumidor final.

SGM no mercado. Para minimizar esta barreira, é necessário informar os consumidores, de forma clara e concisa, através dos diversos meios de comunicação que existem actualmente.

#### 4.3.4 Problemas de regulação

Uma das principais barreiras que se colocam às empresas fitofarmacêuticas portuguesas é a regulamentação e o processo que é necessário desenvolver para introduzir SGM no mercado. Como foi visto na secção 4.2, para se introduzirem SGM no mercado, é necessário desenvolver um processo que passa por uma série de etapas, que envolve várias organizações e instituições distintas e que é extremamente moroso. A dificuldade em finalizar este processo e os recursos que são necessários para o desenvolver, poderão fazer com que as empresas fitofarmacêuticas retardem a adopção das SGM. As próprias entidades reguladoras, como a biotecnologia é ainda uma tecnologia pouco madura e em fase inicial de desenvolvimento, podem sentir dificuldade em realizar todos os testes e ensaios que são necessários, para que uma autorização para colocação no mercado de um produto geneticamente modificado seja concedida. Assim, para se minimizar a morosidade dos processos de autorização de colocação no mercado de produtos geneticamente modificados, é necessário dotar as entidades reguladoras de equipamentos e infra-estruturas apropriadas, de modo a que estas possam prestar serviços rápidos e eficientes às empresas fitofarmacêuticas.

Um outro factor externo às empresas fitofarmacêuticas, que pode influenciar fortemente a adopção de SGM, é a política de propriedade intelectual em vigor. As empresas só irão tomar a decisão de produzir e comercializar SGM se tiverem garantias de direito exclusivo da exploração industrial da sua invenção, de forma a impedir que terceiros fabriquem, importem ou vendam a SGM que tiverem patenteado.

Nos últimos anos, têm sido feitas algumas alterações ao sistema de Protecção Industrial, nomeadamente a aprovação do novo Código da Propriedade Industrial (CPI), em 2003, que materializa mais uma etapa do processo de revisão do enquadramento legislativo a que estão sujeitas as novas tecnologias, nomeadamente as invenções biotecnológicas. Hoje em dia, já podem ser patenteadas invenções novas e que impliquem actividade

inventiva mesmo quando incidem sobre um produto composto de matéria biológica<sup>10</sup>, ou que contenha matéria biológica, ou sobre um processo (que não poderá ser essencialmente biológico<sup>11</sup>) que permita produzir, tratar ou utilizar matéria biológica. À medida que as novas tecnologias vão sendo desenvolvidas, é fundamental rever as Políticas de Propriedade Intelectual, actualizando-as, de modo garantir que os benefícios da inovação recaem sobre o inovador (INPI, 2003)

---

<sup>10</sup> Entende-se por matéria biológica qualquer matéria que contenha informações genéticas e seja auto-replicável ou replicável num sistema biológico

<sup>11</sup> Entende-se por processo essencialmente biológico de obtenção de vegetais ou de animais qualquer processo que consista, integralmente, em fenómenos naturais, como o cruzamento ou a selecção.

## 5 EVIDÊNCIA EMPÍRICA

Na primeira secção deste capítulo explica-se a metodologia utilizada na investigação, nomeadamente as técnicas de recolha de informação usadas e o processo de definição da amostra. Nas secções seguintes apresentam-se e interpretam-se os resultados obtidos.

### 5.1 Metodologia da Investigação

Com o objectivo de se definir concisamente a hipótese e as questões às quais esta tese procura responder, realizaram-se duas entrevistas exploratórias a especialistas de uma das empresas fitofarmacêuticas pertencentes à amostra. Com estas duas entrevistas, identificou-se a situação desta empresa face às SGM e obteve-se uma visão mais abrangente da problemática em estudo. Ainda com base na informação obtida, estabeleceu-se como hipótese que as empresas fitofarmacêuticas já adoptaram ou vão adoptar as SGM em Portugal, e construiu-se um questionário (Anexo 1) com o qual se procurou identificar:

- o estado actual da comercialização, desenvolvimento e produção de SGM em Portugal;
- as características que diferenciam as empresas que comercializam apenas PF, das empresas que já comercializam também SGM;
- as barreiras à transição tecnológica de PF para SGM;
- as políticas públicas para promover esta transição.

Para além das entrevistas exploratórias acima mencionadas, a elaboração do questionário teve também em conta:

- Questionários semelhantes desenvolvidos pela Agencia Nacional de Estatística do Canadá (McNiven, 2001), que incidem sobre a utilização e difusão da biotecnologia no Canadá;
- Inquéritos Comunitários à Inovação (CIS III e CIS IV), que são o principal instrumento de medição e caracterização estatística da inovação empresarial, no espaço europeu, nomeadamente em Portugal.

O universo estudado é constituído pelas empresas que fazem parte do sector fitofarmacêutico em Portugal. Como amostra deste universo seleccionaram-se todas as empresas pertencentes à ANIPLA (12 empresas), que representam 95% do sector fitofarmacêutico (secção 4.1). Nas duas entrevistas já mencionadas anteriormente, identificaram-se também quais os especialistas das 12 empresas da amostra mais indicados para fornecerem as informações necessárias à investigação.

Com o objectivo de se efectuarem os questionários e recolherem outras informações/documentação também necessárias à investigação, foram endereçados convites aos especialistas de cada uma das empresas pertencentes à amostra. Conseguiu-se uma taxa de resposta de 75%, ou seja, das 12 empresas pertencentes à amostra, apenas 3 não quiseram participar no questionário, alegando falta de disponibilidade para o fazer. Todos os questionários (à excepção de um que foi enviado e recebido por e-mail) foram respondidos em entrevistas pessoais, por directores gerais, de marketing ou comerciais, durante os meses de Julho e Agosto de 2006. Com o elevado conhecimento e experiência profissional dos entrevistados, tanto acerca do sector fitofarmacêutico como acerca das novas soluções biotecnológicas, conseguiram-se recolher dados representativos para a investigação em curso. Todos os especialistas entrevistados foram informados de que nem a sua identificação nem a da empresa para a qual trabalham seriam reveladas.

## **5.2 Caracterização da Amostra**

A amostra é constituída por 9 empresas, pertencendo 6 delas a grupos multinacionais da indústria química (que na generalidade actuam também no sector da química fina e farmacêutico) e 3 a grupos nacionais. Das 9 empresas que responderam ao questionário, 5 apenas desenvolvem actividades comerciais (todas elas multinacionais) e 4 desenvolvem actividades comerciais e produtivas em Portugal (nas quais se incluem as 3 empresas nacionais). Todas as filiais comerciais e produtivas estão localizadas na região de Lisboa e Vale do Tejo. Das 6 empresas multinacionais, 3 possuem sede nos EUA, 2 na Europa e 1 na Austrália.



A análise do número de empregados das empresas permitiu verificar o seguinte:

- as empresas com menor número de empregados ( $N < 5$ ) pertencem a grupos multinacionais que apenas têm em Portugal uma representação das vendas, sendo a maioria das actividades realizadas em filiais estrangeiras ou através da subcontratação de serviços a empresas externas;
- as empresas com maior número de empregados ( $N > 40$ ) desenvolvem actividades comerciais e produtivas em Portugal.

Quanto à qualificação dos empregados, verifica-se que 57% têm Curso Profissional/Ens.Secundário e 43% têm Bacharelato/Licenciatura. Se a qualificação dos empregados for analisada tendo em conta as funções que estes desempenham (Tabela 9), verifica-se que:

- as funções de I&D/Marketing são as que possuem mais empregados com qualificação superior (Bacharelato/Licenciatura),
- as funções Logística/Armazém e Produção/Manutenção são as que possuem mais empregados com menor qualificação (Curso Profissional/Ens.Secundário).

Tabela 9: Qualificação dos empregados por actividade desempenhada (N = 298)

| Actividade                       | Curso Profissional<br>Ens.Secundário | Bacharelato<br>Licenciatura  |
|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Gestão / Administração / RH      | 50%                                  | 50%                          |
| I&D / Marketing                  | 16%                                  | 84%                          |
| Qualidade / Ambiente / Segurança | 53%                                  | 47%                          |
| Logística / Armazém              | 91%                                  | 9%                           |
| Produção / Manutenção            | 91%                                  | 9%                           |
| Vendas / Distribuição            | 35%                                  | 65%                          |
| <b>Total (N = 298)</b>           | <b>N<sub>CP/ES</sub> = 171</b>       | <b>N<sub>B/L</sub> = 127</b> |

### 5.3 O Estado Actual da Comercialização e Desenvolvimento de SGM em Portugal

A análise da situação das empresas fitofarmacêuticas face à comercialização de SGM em Portugal permitiu verificar o seguinte (Figura 14):

- das 9 empresas da amostra, 3 já comercializam SGM e 6 ainda não o fazem;
- das 6 empresas que ainda não comercializam SGM, 2 empresas multinacionais consideram que vão começar a comercializar nos próximos 5 anos, 3 empresas nacionais ainda não sabem quando irão comercializar, e 1 empresa considera que nunca irá comercializar.

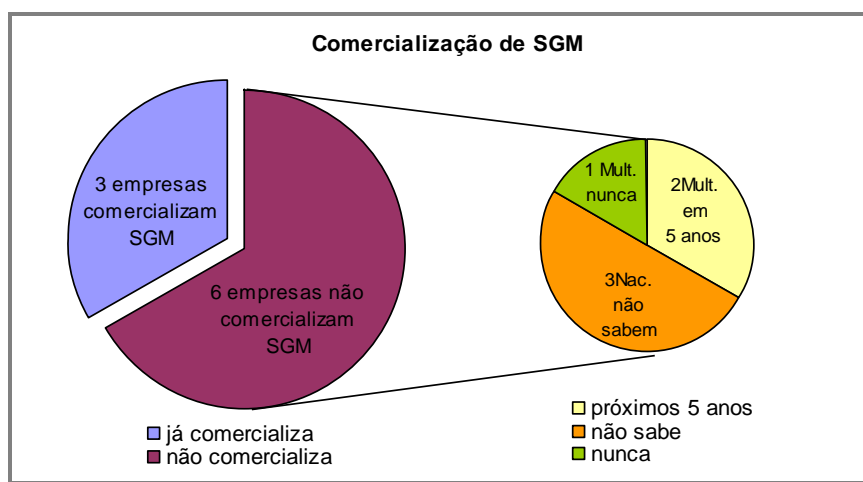


Figura 14: Situação das empresas fitofarmacêuticas relativamente à comercialização de SGM em Portugal

Analisando estes resultados, parece haver uma relação entre o tipo de empresa (multinacional ou nacional) e a sua situação face à comercialização de SGM. Para se analisar esta relação, classificou-se a amostra segundo estes dois atributos o tipo de empresa e a sua situação face à comercialização de SGM (Tabela 10):

Tabela 10: Relação entre o tipo de empresa e a sua situação face à comercialização de SGM

|   |  | Tipo de empresa |          |
|---|--|-----------------|----------|
|   |  | Multinacional   | Nacional |
| Situação da empresa face à comercialização de SGM | Já comercializam                           | 3               | 0        |
|   | Irão comercializar <b>dentro de 5 anos</b> | 2               | 0        |
|   | <b>Não sabem</b> quando irão comercializar | 0               | 3        |
|   | <b>Nunca</b> irão comercializar            | 1               | 0        |

Os resultados da Tabela 10 parecem sugerir que existe uma relação entre o tipo de empresa e a rapidez de introdução de SGM no mercado: as empresas multinacionais já comercializam ou irão comercializar SGM dentro de 5 anos, enquanto que as empresas nacionais ainda não sabem se, e quando, irão comercializar SGM. Dada a reduzida dimensão da amostra<sup>12</sup>, que impede a utilização de qualquer teste estatístico, não é possível saber se a relação obtida na Tabela 10 é fruto do acaso, ou se corresponde de facto a uma relação entre o tipo de empresa e a rapidez de introdução de SGM no mercado. Assim, pode-se apenas sugerir que as empresas multinacionais parecem planear a comercialização de SGM em Portugal num prazo mais curto, do que as empresas nacionais.

Os resultados da Figura 14 podem também ser interpretados através da teoria desenvolvida por Rogers (1962, em Rogers e Shoemaker, 1971), segundo a qual a representação gráfica da percentagem de adopção de uma inovação ao longo do tempo origina uma curva com distribuição normal (Secção 2.3.1). Se a amostra em estudo fosse constituída por um número suficientemente grande de empresas (de acordo com a Lei dos Grandes Números), poderia possivelmente obter-se evidência de que a situação das empresas face à comercialização de SGM segue uma distribuição normal, conforme proposto por Rogers (1962, em Rogers e Shoemaker, 1971). No entanto, como a amostra é apenas constituída por 9 empresas, apenas se pode conjecturar o seguinte:

- as 3 empresas que já comercializam SGM pertencem ao grupo dos *Pioneiros e Adoptantes de 1ª hora*,
- as 2 empresas que pensam vir a comercializar em 5 anos pertencem à *Maioria Inicial*,
- as 3 empresas que não sabem quando irão iniciar a comercialização pertencem à *Maioria Tardia*,
- a empresa que nunca irá comercializar pertence aos *Retardatários*.

---

<sup>12</sup> Por exemplo, o teste do qui-quadrado exige no mínimo 5 resultados por cada categoria da Tabela 10

Passamos agora a analisar a situação das empresas fitofarmacêuticas no que respeita às actividades de desenvolvimento de SGM que são realizadas localmente. Ou seja, pretende-se analisar as actividades de desenvolvimento que as empresas têm de efectuar em Portugal, para moldar as SGM às condições específicas do local onde estas vão ser utilizadas (ver Secção 2.1, teoria de Bell e Pavitt (1993)). Os resultados do questionário foram os seguintes (Figura 15):

- das 9 empresas da amostra, 1 já desenvolve SGM e 8 ainda não o fazem;
- das 8 empresas que ainda não desenvolvem SGM, 3 consideram que irão iniciar o desenvolvimento de SGM nos próximos 5 anos, 4 ainda não sabem quando o irão fazer, e 1 considera que nunca o irá fazer.

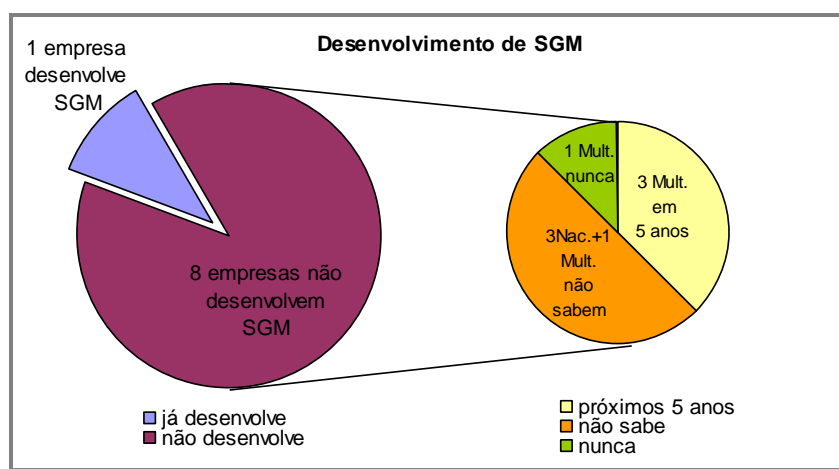


Figura 15: Situação das empresas fitofarmacêuticas relativamente ao desenvolvimento de SGM em Portugal

Como foi visto atrás (Figura 14: Situação das empresas fitofarmacêuticas relativamente à comercialização de SGM em Portugal), das 9 empresas que constituem a amostra, 3 já comercializam SGM em Portugal. Portanto, seria de esperar que estas 3 empresas já tivessem realizado actividades de desenvolvimento de SGM em Portugal, de modo a responderem às necessidades específicas de adaptação aos mercados locais. Porém, os resultados do questionário (ilustrados na Figura 15) identificaram apenas 1 empresa com actividades de desenvolvimento de SGM em Portugal (que é também uma das empresas que já comercializa SGM). Estes resultados podem sugerir que as outras 2 empresas, ou não necessitam de realizar actividades de desenvolvimento locais pois estes são feitos noutras filiais ou por empresas externas, ou consideraram que as actividades de desenvolvimento mencionadas no questionário se referiam à I&D fundamental e aplicada, que é também necessária para o desenvolvimento de novos

produtos. Para se poderem tirar conclusões, teria de se voltar a contactar estas 2 empresas, e procurar esclarecer qual o sentido da sua resposta.

#### 5.4 Características que diferenciam as empresas que só comercializam PF das que já comercializam SGM

Porque os recursos humanos das empresas são um dos factores fundamentais para que uma transição tecnológica ocorra com sucesso, fez-se uma comparação entre a qualificação dos empregados das empresas que apenas comercializam PF e a qualificação dos empregados das empresas que já comercializam SGM. Verifica-se que os empregados das empresas que já comercializam SGM são mais qualificados do que os empregados das empresas que apenas comercializam PF (Figura 16).

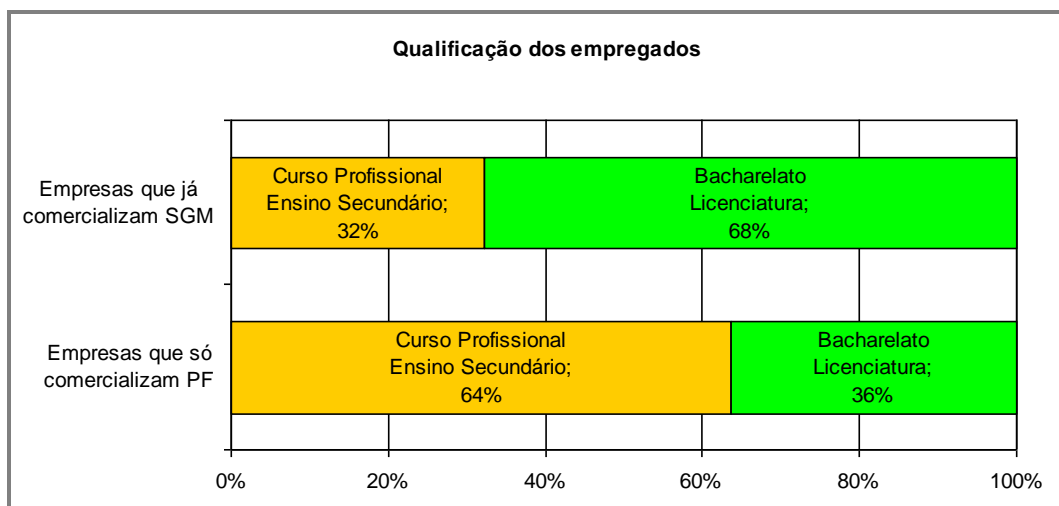


Figura 16: Qualificação dos empregados das empresas fitofarmacêuticas que só comercializam PF (N = 239) e das empresas que já comercializam SGM (N = 59)

Se a qualificação dos empregados for analisada tendo em conta as funções que estes desempenham (Tabela 11), verifica-se que os empregados da I&D/Marketing das empresas que já comercializam SGM são mais qualificados (89% tem bacharelato/licenciatura), do que os empregados da I&D/Marketing das empresas que só comercializam PF (80% tem bacharelato/licenciatura).

Tabela 11: Qualificação dos empregados por actividade desempenhada

| Actividade                       | Qualificação dos empregados          |                          |                                      |                          |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
|                                  | Empresas que só comercializam PF     |                          | Empresas que já comercializam SGM    |                          |
|                                  | Curso Profissional Ensino Secundário | Bacharelato Licenciatura | Curso Profissional Ensino Secundário | Bacharelato Licenciatura |
| Gestão / Administração / RH      | 48%                                  | 52%                      | 55%                                  | 45%                      |
| I&D / Marketing                  | 20%                                  | 80%                      | 11%                                  | 89%                      |
| Qualidade / Ambiente / Segurança | 53%                                  | 47%                      | ---                                  | ---                      |
| Logística / Armazém              | 93%                                  | 7%                       | 83%                                  | 17%                      |
| Produção / Manutenção            | 91%                                  | 9%                       | ---                                  | ---                      |
| Vendas / Distribuição            | 35%                                  | 65%                      | 36%                                  | 64%                      |

Portanto, quer os resultados da Figura 16 quer os da Tabela 11 parecem demonstrar que as empresas que já transitaram tecnologicamente para as SGM têm empregados mais qualificados, do que as empresas que continuam apenas a comercializar PF. Estes resultados permitem confirmar a importância que a qualificação dos recursos humanos tem nos processos de inovação e transição tecnológica.

Seguidamente, tentou-se verificar se existe alguma diferença entre os motivos que levam uma empresa que só comercializa PF a inovar, e os motivos que levam uma empresa que já comercializa SGM a inovar. Em primeiro lugar, pediu-se a cada empresa que seleccionassem, de uma lista de motivos, aqueles que a fariam inovar na área dos PF; em segundo lugar pediu-se a cada empresa que seleccionassem, da mesma lista de motivos, aqueles que a fariam inovar na área das SGM<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> Como os motivos *melhorar o serviço aos clientes* e *melhorar a posição de mercado* foram seleccionados pelas 9 empresas que constituem a amostra (por serem objectivos que qualquer empresa pretende alcançar quando realiza inovação), de modo a conseguir-se estabelecer uma diferenciação entre as empresas que só comercializam PF e as que já comercializam SGM, estes dois motivos não foram contabilizados nas análises e interpretações que se seguem

Os resultados obtidos mostram que o principal motivo que leva as empresas fitofarmacêuticas a fazer inovação na área dos PF é (Figura 17):

- Para as empresas que só comercializam PF ⇒ melhorar os produtos existentes
- Para as empresas que, para além de PF, comercializam também SGM ⇒ colocar no mercado produtos diferenciados

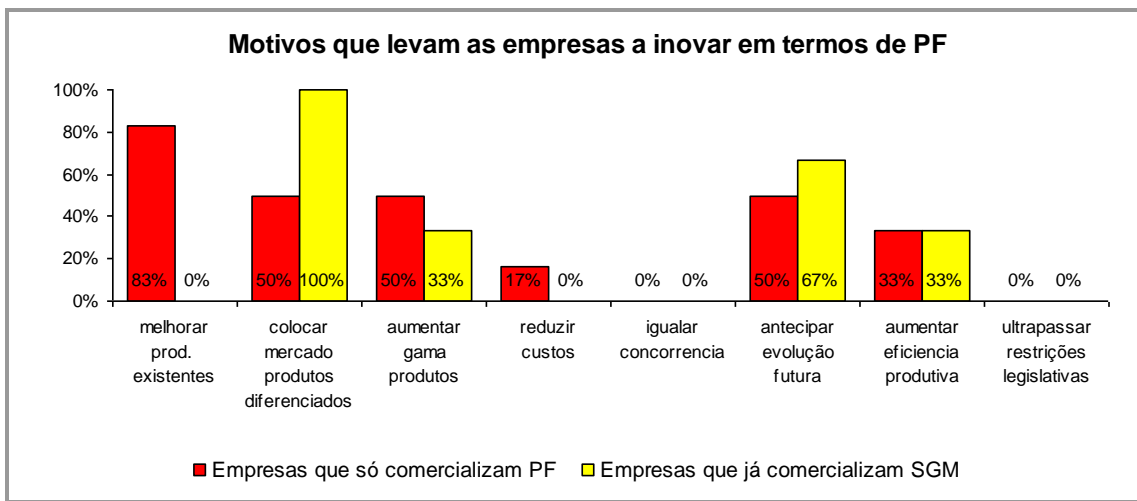


Figura 17: Motivos que levam as empresas que só comercializam PF (N=6) e as empresas que já comercializam SGM (N=3), a inovar em termos de PF

O principal motivo que leva (ou levará) as empresas fitofarmacêuticas a fazer inovação na área das SGM é, quer para as empresas que só comercializam PF quer para as que já comercializam SGM, colocar no mercado produtos diferenciados (Figura 18).

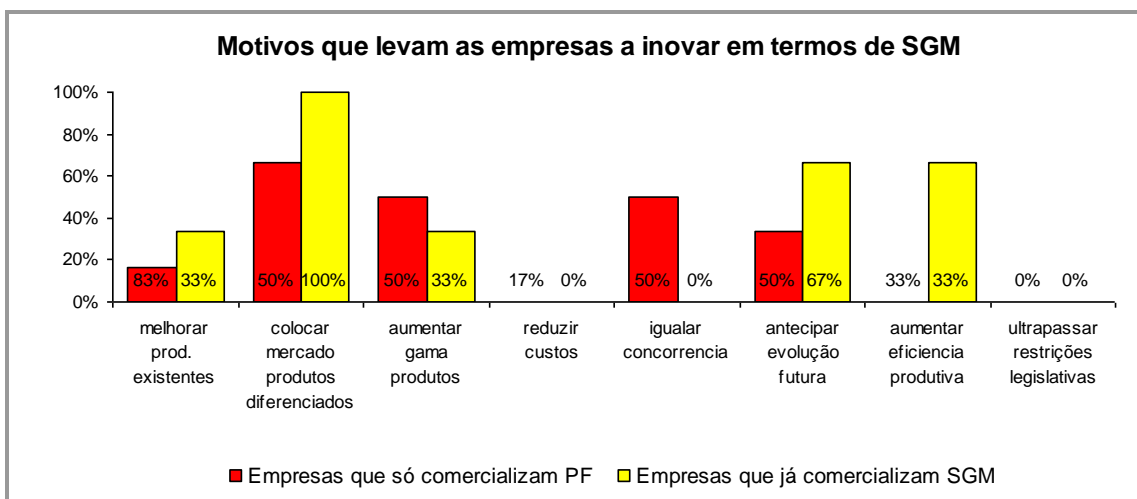


Figura 18: Motivos que levam as empresas que só comercializam PF (N=6) e as empresas que já comercializam SGM (N=3), a inovar em termos de SGM

Fazendo a interpretação dos resultados da Figura 17 e Figura 18 à luz do modelo de Utterback e Abernathy (1975) (Secção 2.2.1) e com base na *Curva S* de por Foster (1986) (Secção 2.2.2), pode-se sugerir o seguinte (Figura 19):

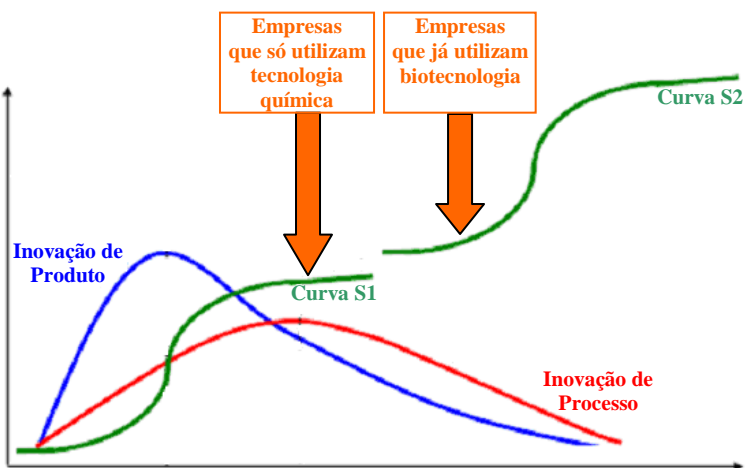


Figura 19: Ciclo de vida tecnológico e representação da trajectória química (Curva S1) e trajectória biotecnológica do sector fitofarmacêutico (Curva S2)

- empresas que só comercializam PF (só utilizam tecnologia química): encontram-se no final da curva S1 da Figura 19, e por isso as actividades de inovação que desenvolvem têm como principal objectivo melhorar os PF que já possuem na sua gama, fundamentalmente através de inovações incrementais de processo; para este tipo de empresas, a realização de actividades de inovação relacionadas com SGM significará uma transição tecnológica para a curva S2, que terá como principal objectivo colocar no mercado produtos diferenciados. Estas empresas que ainda não transitaram para a nova tecnologia, caso o venham a fazer, serão adoptantes retardatários da tecnologia.
- empresas que já comercializam SGM (já utilizam biotecnologia): já transitaram para a nova tecnologia, ou seja, já se encontram no início da curva S2 da Figura 19, e por isso o principal objectivo das actividades de inovação que desenvolvem é colocar no mercado produtos diferenciados, fundamentalmente através de inovações mais radicais e de produto. São normalmente empresas interessadas na mudança e, caso sejam dos primeiros a adoptar a nova tecnologia, podem actuar como líderes, desempenhando um papel fundamental na persuasão de outros adoptantes na adopção de uma nova tecnologia.



## 5.5 Barreiras à Transição Tecnológica entre PF e SGM

A decisão de adoptar ou não uma inovação tecnológica é um processo complexo para qualquer empresa. Envolve uma série de comparações entre as vantagens e desvantagens dessa inovação e exige que sejam previamente identificadas as barreiras ou dificuldades que terão de ser ultrapassadas.

Para as empresas fitofarmacêuticas, a decisão de iniciarem a comercialização de SGM exige que se ultrapassem as barreiras inerentes à transição tecnológica de PF para SGM. Para se identificarem estas barreiras, pediu-se a cada uma das empresas da amostra para indicarem, de uma lista de barreiras (financeiras, de recursos humanos, de informação, tecnológicas e externas), quais as que consideravam relevantes e quais as que consideravam não relevantes para o processo de transição tecnológica em estudo (Tabela 12).

Tabela 12: Numero de empresas que consideraram a barreira relevante (N=9)

| Barreira   | % de empresas que consideram a barreira relevante |
|--|---|
| Regulamentação governamental                         | 89%   |
| Mercado insuficiente                                 | 56%   |
| Resistência dos clientes                             | 56%   |
| Desconhecimento dos benefícios dos produtos          | 56%   |
| Tecnologia pouco desenvolvida no país                | 56%   |
| Desconhecimento dos efeitos secundários dos produtos | 33%   |
| Dificuldade em conseguirem-se economias de escalas   | 22%   |
| Falta de pessoal especializado                       | 22%   |
| Elevados custos dos equipamentos                     | 11%   |
| Falta de informação sobre potenciais mercados        | 11%   |
| Falta de informação científica                       | 11%   |
| Falta de serviços técnicos e de suporte              | 11%   |
| Falta de apoios financeiros do estado                | 11%   |
| Fraca protecção de patentes                          | 11%   |
| Aumento dos custos de produção                       | 0%  |
| Resistência dos empregados                           | 0%  |
| Dificuldade em dar formação aos empregados           | 0%  |
| Dificuldade em mudar organização da empresa          | 0%  |

A *regulamentação governamental* foi considerada relevante por 89% das empresas. Este resultado confirma que o processo que regula a colocação no mercado de produtos que contenham ou sejam constituídos por OGM (ver descrição deste processo na Secção

4.2) é demasiado moroso e complexo, tornando-se numa barreira difícil de ultrapassar. A complexidade deste processo deve-se, quer ao facto de envolver várias instituições distintas, nacionais e internacionais, que se têm de coordenar entre si, quer ao facto de não ser possível realizar as fases do processo em simultâneo, ou seja, cada instituição tem de aguardar que a instituição que a precede termine a sua fase do processo. Outro factor que deriva também da *regulamentação governamental* é a política de propriedade intelectual em vigor. Em Portugal, só em 2003 é que foi revisto o enquadramento legislativo a que estão sujeitas as novas invenções biotecnológicas, tendo sido aprovado o novo Código da Propriedade Industrial (CPI) que permite que sejam patenteados produtos que sejam produzidos através de processos biotecnológicos. Isto significa que as empresas só começaram a ter garantias da apropriabilidade dos benefícios das SGM a partir de 2003.

O *mercado insuficiente* foi também uma das barreiras mais assinaladas (56% das empresas). A maioria das empresas fitofarmacêuticas considera que não há mercado suficiente que justifique a comercialização simultânea dos dois tipos de produtos, PF e SGM. Existem mesmo alguns dados que indicam que a utilização de SGM resistentes aos insectos provoca uma diminuição no volume e frequência com que são utilizados os insecticidas. Esta diminuição de consumo de insecticidas já foi detectada em culturas de algodão, nos EUA, México, China, Austrália e África do Sul (FAO, 2002).

A *resistência dos clientes* e o *desconhecimento dos benefícios das SGM*<sup>14</sup> foram também consideradas relevantes por 56% das empresas. Estas duas barreiras podem estar relacionadas com a barreira *Mercado insuficiente*, pois se não houver uma correcta divulgação dos benefícios e efeitos secundários das SGM os clientes (que neste caso são os agricultores) não as vão adoptar, tornando o mercado insuficiente para as empresas fitofarmacêuticas.

Em relação às barreiras de recursos humanos, apenas foi considerada relevante (e por apenas 22% das empresas) a *falta de pessoal especializado*. Dada a importância da qualificação dos recursos humanos para um processo de adopção de uma nova

---

<sup>14</sup> Talvez tivesse sido vantajoso agrupar o desconhecimento dos benefícios e o desconhecimento dos efeitos secundários das SGM numa só barreira, dada a interligação que existe entre ambas

tecnologia, seria de esperar que houvessem mais empresas a considerarem esta barreira importante. Estes resultados poderão revelar que a gestão de topo das empresas fitofarmacêuticas em Portugal ainda não está totalmente consciente do impacto que a qualificação dos recursos humanos tem no processo de adopção de uma nova tecnologia.

## **5.6 Políticas Públicas para promover a Transição Tecnológica**

Depois de se terem determinado as principais barreiras ao processo de transição tecnológica de PF para SGM, pediu-se às empresas da amostra para identificarem algumas medidas públicas que pudessem impulsionar esta transição. Estabeleceram-se cinco grupos de medidas: (1) financiamento, (2) recursos humanos, (3) conhecimento científico, (4) parcerias, (5) propriedade intelectual & regulamentação. As medidas de cada um destes grupos foram avaliadas com uma escala de 1 a 4 (1- pouco importante, 4 – muito importante). Na Tabela 13 apresenta-se a frequência de empresas que classificaram cada medida com importante (3) e muito importante (4).

Tabela 13: Frequência de empresas que classificaram cada medida com importante (3) e muito importante (4) (N=9)

| Medida  | Frequência |
|---|------------|
| Aprovar rapidamente os produtos avaliados como seguros pelos comités científicos internacionais, de modo a que estes possam ser comercializados nacionalmente | 100%       |
| Divulgar a biotecnologia agrícola através de rádio, televisão, palestras  | 100%       |
| Fomentar parcerias entre empresas dedicadas ao desenvolvimento de produtos biotecnológicos agrícolas  | 89%        |
| Criar programas de parcerias entre empresas e universidades   | 89%        |
| Estruturar programas para obtenção de benefícios fiscais sobre a I&D e aquisição de tecnologia, relacionadas com biotecnologia                                | 78%        |
| Promover a comunicação entre todos os que trabalham na área da biotecnologia (empresas e universidades)   | 78%        |
| Consolidar e coordenar todos os grupos de investigação que trabalhem sobre temas relacionados com biotecnologia agrícola                                      | 78%        |
| Criar fundos específicos, que suportem projectos de I&D sobre biotecnologia   | 56%        |
| Estimular o investimento de fundos estrangeiros nas empresas fitofarmacêuticas  | 44%        |
| Incentivar os académicos a formarem as suas próprias empresas e a trabalharem para outras empresas  | 44%        |
| Organizar “dias abertos” para o público visitar os laboratórios de empresas e instituições de I&D, a trabalhar em biotecnologia agrícola                      | 44%        |
| Aprovar legislação clara, eficiente e célere que tenha em conta as características do sector biotecnológico agrícola  | 44%        |
| Promover e incentivar a formação dos quadros das empresas do sector fitofarmacêutico  | 33%        |
| Criar regulamentação universitária que permita aos universitários “venderem” o seu trabalho às empresas   | 33%        |
| Manter actualizada a transposição da legislação comunitária para nacional   | 33%        |
| Incentivar as empresas fitofarmacêuticas a exportarem os seus produtos biotecnológicos  | 22%        |
| Criar uma associação de empresas ligadas à biotecnologia agrícola   | 22%        |
| Definir uma política de propriedade intelectual clara, que estabeleça regras da propriedade do conhecimento criado e sua exploração comercial                 | 22%        |
| Reformular o estatuto da carreira docente, permitindo que cada docente gira melhor o rácio aulas/investigação   | 11%        |
| Fomentar a participação nacional em reuniões, feiras e congressos internacionais sobre biotecnologia agrícola   | 0%         |

Uma das medidas que mais frequentemente foi classificada com importante (3) ou muito importante (4) foi *Aprovar rapidamente os produtos avaliados como seguros pelos comités científicos internacionais, de modo a que estes possam ser comercializados nacionalmente*. Este resultado vem confirmar que o processo para colocar no mercado produtos que contenham OGM (ver descrição deste processo na Secção 4.2) é realmente uma barreira à transição tecnológica de PF para SGM (que já tinha sido identificada na secção anterior) sendo por isso necessário tomarem-se medidas que facilitem/agilizem este processo. Como o processo envolve instituições

nacionais e internacionais, é necessário evitar que seja feito trabalho em duplicado e deveria tentar-se simplificar as fases que têm de ser efectuadas em Portugal.

A medida *Divulgar as novas soluções da biotecnologia agrícola através da rádio, televisão e palestras* foi também considerada importante ou muito importante por todas as empresas da amostra. Esta medida poderá ajudar a minimizar a falta de conhecimento que existe sobre os benefícios e efeitos secundários das novas soluções biotecnológicas, que foi apontada na secção anterior como uma das barreiras mais relevantes para o processo de transição tecnológica de PF para SGM. Se os riscos e benefícios dos novos produtos, produzidos com recurso à biotecnologia, forem divulgados de uma forma clara, será também mais fácil ultrapassar as barreiras *Resistência dos clientes e Mercado insuficiente*

As medidas *Fomentar parcerias entre empresas dedicadas ao desenvolvimento de produtos biotecnológicos agrícolas* e *Criar programas de parcerias entre empresas e universidades* foram também classificadas como importantes. Estes resultados confirmam que o estabelecimento de redes de relações entre os vários actores com competências e recursos na área da biotecnologia agrícola são um elemento fundamental para o processo de inovação e transição tecnológica em estudo. É fundamental fomentarem-se relações, colaborações e associações entre empresas nacionais, públicas e privadas, que permitam criar sinergias técnicas e produtivas. A comercialização de SGM envolve uma série de actividades distintas (descoberta, produção, ensaios de campo, entre outras), e apesar de não existir nenhuma empresa em Portugal com capacidade de as realizar a todas, existem várias empresas com capacidades diferentes, em área específicas, que associadas conseguirão criar sinergias e responder mais eficazmente às expectativas do mercado.

Do grupo das Medidas de Financiamento, aquela que mais frequentemente foi classificada como importante ou muito importante foi *Estruturar programas para obtenção de benefícios fiscais sobre a I&D e aquisição de tecnologia, relacionadas com biotecnologia*. Este resultado revela que as empresas fitofarmacêuticas consideram mais importante a existência de benefícios fiscais sobre as actividades de I&D, do que a atribuição de fundos de apoio financeiro directos. Isto pode dever-se ao facto de a amostra ser parcialmente constituída por empresas multinacionais, nas quais os

projectos de inovação e os investimentos que são necessários para esses projectos são decididos e financiados pela gestão de topo da organização multinacional. Assim, como o financiamento dos planos de inovação provem do grupo multinacional a que pertencem, é mais vantajoso para as filiais fitofarmacêuticas em Portugal receberem benefícios fiscais sobre as actividades de inovação que desenvolvem, do que receberem apoio financeiro para realizarem projectos de inovação.

Destacaram-se também como importantes as medidas *Promover a comunicação entre todos os que trabalham na área da biotecnologia (nomeadamente entre empresas e universidades)* e *Consolidar e coordenar todos os grupos de investigação que trabalhem sobre temas relacionados com biotecnologia agrícola*. Isto revela que as empresas consideram que existe um distanciamento entre as universidades, onde é produzido o conhecimento científico, e as empresas, que têm interesse em utilizar esse conhecimento. Este distanciamento reflecte-se nas estatísticas já apresentadas na Secção 2.4.2, que indicam que enquanto nos EUA apenas 20% dos investigadores exercem funções nas universidades, em Portugal temos 90% dos investigadores a exercerem funções em universidades.

## 6 CONCLUSÕES

Neste capítulo, na primeira secção, apresentam-se os principais conceitos e conclusões do estudo. Na segunda secção, dão-se algumas sugestões para futuras investigações.

### 6.1 Resumo dos Conceitos e Conclusões sobre a Transição Tecnológica no Sector Fitofarmacêutico

No primeiro capítulo deste estudo, identificou-se a importância da transição de tecnologia química para biotecnologia, para o sector fitofarmacêutico. A tecnologia química foi a grande aposta do século XX e é utilizada na produção de fitofarmacêuticos; a biotecnologia irá seguramente dominar o século XXI e é utilizada na produção de SGM.

No segundo capítulo fez-se uma revisão bibliográfica sobre os principais conceitos em análise neste estudo: inovação, difusão, transição tecnológica, barreiras à transição tecnológica e medidas públicas minimizadoras dessas barreiras:

- Primeiro analisou-se a importância dos processos de inovação para a competitividade das empresas e apresentou-se uma perspectiva histórica de alguns modelos de inovação. Identificou-se ainda a interligação existente entre os processos de inovação e de difusão. Em segundo, para se poder interpretar a transição tecnológica de produtos químicos para biotecnológicos no sector fitofarmacêutico, efectuou-se uma revisão selectiva da literatura existente sobre evolução tecnológica e categorização dos resultados dos processos de inovação.
- Como o processo de inovação inclui não só a introdução de novos produtos/processos, mas também a sua adopção e implementação, na terceira secção deste capítulo efectuou-se uma descrição do processo de adopção de uma inovação e dos factores e barreiras que afectam este processo. Para o presente estudo, a análise do processo de adopção de uma inovação e das barreiras que afectam a transição tecnológica é particularmente importante, pois no caso do sector fitofarmacêutico, as inovações são primeiramente introduzidas noutros países e só depois são adoptadas em Portugal.

- Por último, e tendo em conta as barreiras que podem dificultar um processo de transição tecnológica, propuseram-se algumas políticas públicas que podem promover a inovação.

No terceiro capítulo deste estudo, exploraram-se as características do sector fitofarmacêutico a nível mundial, procurando-se identificar de que forma é que a tecnologia química e a biotecnologia são utilizadas por este sector:

- A tecnologia química é utilizada na produção de PF, que são constituídos por moléculas químicas, que actuam sobre pragas, ervas infestantes ou fungos que danificam as culturas. Analisando o mercado mundial dos fitofarmacêuticos, verifica-se que na última década tem-se assistido à sua estagnação, o que é consequência do estado de maturidade em que se encontra a tecnologia química utilizada. Em termos de estrutura concorrencial, verifica-se que as principais empresas que fazem parte do sector pertencem geralmente a grupos globais da indústria química, com forte presença também na indústria farmacêutica. Nos últimos dez anos, assistiu-se também a uma diminuição do número de empresas a operarem no sector, resultante de uma série de fusões e aquisições. O principal objectivo destas fusões e aquisições é, fundamentalmente, a procura de sinergias, visando aumentar a capacidade em I&D e reduzir os custos, principalmente com vendas, marketing e distribuição.
- Uma das principais aplicações da biotecnologia tem sido feita no campo das sementes. As SGM produzidas com recurso à biotecnologia resultam de alterações genéticas precisas em sementes, através das quais lhes são introduzidos genes, que as beneficiam. Na sua grande maioria, estas sementes são modificadas de modo a tornarem-se ou resistentes a insectos ou tolerantes a herbicidas: (1) a utilização de SGM resistentes a insectos origina um aumento da eficiência produtiva e uma redução da necessidade de aplicação insecticidas; (2) a utilização de SGM tolerantes a um herbicida permite que esse herbicida seja utilizado para remover todas as espécies infestantes, sem destruir a cultura que é desenvolvida a partir da SGM. Depois de terem identificado o potencial das SGM, as empresas do sector fitofarmacêutico começaram também a desenvolver as suas actividades comerciais no sector das sementes, através da aquisição de empresas deste sector.



Este tipo de aquisições é conveniente, quer para as empresas fitofarmacêuticas quer para as empresas produtoras de sementes: a empresa produtora de sementes desenvolve uma semente que é tolerante a um herbicida total; este herbicida total é por sua vez comercializado pela empresa fitofarmacêutica. As SGM até agora mais desenvolvidas são o milho, a soja, a colza e o algodão, e ao final de 10 anos de comercialização deste tipo de produto atingiram-se 90 milhões de hectares de culturas geneticamente modificadas.

- Apesar do consumo de PF se encontrar numa fase de estagnação e a área de culturas geneticamente modificadas se encontrar a aumentar de ano para ano, actualmente ambos os produtos continuam a ser utilizados. Ou seja, apesar de cada um dos produtos representar uma tecnologia distinta, até agora, ainda não é possível confirmar se a tecnologia química irá ou não ser completamente substituída pela biotecnologia. A actual coexistência das duas tecnologias deve-se a vários motivos, entre os quais se podem nomear:
  - As SGM estão ainda no início do seu ciclo de vida, pelo que a percentagem de adoptantes ainda é muito baixa;
  - Apesar de as SGM poderem ser consideradas uma tecnologia sustentada, pois originam melhores níveis de performance agrícola, o facto de serem mais caras faz com que os consumidores prefiram continuar a utilizar as sementes convencionais;
  - Com as parcerias que têm vindo a ser estabelecidas entre as empresas fitofarmacêuticas e as empresas que comercializam sementes, têm-se alcançado economias de gama, que permitem que os dois tipos de produto (PF e SGM) se complementem entre si.

No quarto capítulo deste estudo, caracterizou-se o sector fitofarmacêutico e o estado actual da biotecnologia, em Portugal. Foram ainda identificadas as principais barreiras que podem surgir em Portugal, no decorrer da transição tecnológica de PF para SGM.

- Em Portugal, 95% do mercado dos fitofarmacêuticos é representado por 12 empresas, que maioritariamente pertencem a grupos multinacionais da indústria química. O mercado fitofarmacêutico português, tal como o mercado mundial, tem apresentado um crescimento muito reduzido, chegando mesmo a verificar-se,

em alguns anos, a sua estagnação ou decréscimo. Para se iniciar a comercialização de um novo PF, é necessário desenvolver um processo de aprovação, que é constituído por diversas fases e que exige um conjunto de dados e estudos técnico-científicos. Desde a descoberta de uma nova substância activa, até ao momento em que é concedida autorização de venda nacional ao PF produzido à base dessa substância activa, decorrem normalmente cerca de 8 anos.

- Em 2005, existiam em Portugal cerca de 1250 hectares de milho geneticamente modificado, que apenas se encontra autorizado para utilização em rações de animais. Actualmente, as etapas que definem o processo nacional de colocação no mercado de produtos que contenham ou sejam constituídos por OGM, como é o caso das SGM (ou seja, sem ter em conta o tempo que é necessário para as desenvolver), leva cerca de 10 anos.

No quinto capítulo fez-se uma descrição da metodologia empregue, uma caracterização da amostra em estudo e por ultimo a apresentação e interpretação dos resultados da investigação. Admitiu-se como hipótese que as empresas fitofarmacêuticas portuguesas vão comercializar SGM, e procurou-se identificar as principais motivações e dificuldades que estas empresas irão, ou já estão a sentir, ao transitarem da tecnologia química para a biotecnologia. Adicionalmente, identificaram-se políticas públicas que ajudem a promover esta transição. Para atingir estes objectivos, foram realizados questionários às empresas fitofarmacêuticas portuguesas. Conseguiu-se uma taxa de resposta de 75%, ou seja, das 12 empresas pertencentes à amostra, apenas 3 não quiseram participar no questionário, alegando falta de disponibilidade para o fazer.

A situação actual e expectativas futuras das empresas fitofarmacêuticas face às SGM foram analisadas segundo duas vertentes distintas: (1) situação em termos de comercialização de SGM em Portugal e (2) situação em termos de desenvolvimento de SGM em Portugal.

Relativamente à comercialização de SGM em Portugal, procurou avaliar-se a possível existência de uma relação entre o tipo de empresa (nacional ou multinacional) e a rapidez de introdução de SGM no mercado português. No entanto, dada a reduzida dimensão da amostra, não foi possível obter resultados estatisticamente significativos,

que permitam tirar conclusões. Face aos resultados obtidos, apenas se pode conjecturar que as empresas multinacionais parecem planear a comercialização de SGM em Portugal num prazo mais curto, do que as empresas nacionais.

Ainda relativamente à comercialização de SGM em Portugal, se a amostra em estudo fosse maior, poderia obter-se evidência de que a situação das empresas fitofarmacêuticas face à comercialização de SGM segue uma distribuição normal, conforme proposto por Rogers (1962, em Rogers e Shoemaker, 1971). No entanto, como a amostra é apenas constituída por 9 empresas, apenas se pode conjecturar o seguinte:

- as 3 empresas que já comercializam SGM pertencem ao grupo dos *Pioneiros e Adoptantes de 1ª hora*,
- as 2 empresas que pensam vir a comercializar em 5 anos pertencem à *Maioria Inicial*,
- as 3 empresas que não sabem quando irão iniciar a comercialização pertencem à *Maioria Tardia*,
- a empresa que nunca irá comercializar pertence aos *Retardatários*.

Relativamente ao desenvolvimento de SGM em Portugal, seria de esperar que as empresas que já comercializam este tipo de produto, já tivessem também realizado actividades de desenvolvimento, de modo a adaptarem-nas às condições específicas do local onde estas vão ser comercializadas. No entanto, os resultados obtidos não reflectem esta situação: existem 3 empresas a comercializar e apenas 1 a desenvolver SGM em Portugal. Estes resultados podem sugerir ou as empresas não necessitam de efectuar processos de desenvolvimento locais, pois estes são feitos noutras filiais ou por empresas externas, ou as empresas consideraram que as actividades de desenvolvimento mencionadas no questionário se referiam à I&D fundamental e aplicada, que é também necessária para o desenvolvimento de novos produtos. Para se poderem tirar conclusões, seria necessário voltar a contactar as empresas, no sentido de se esclarecer qual o sentido da sua resposta.

Depois de se avaliar a situação actual e expectativas futuras das empresas fitofarmacêuticas face às SGM, procurou-se identificar diferenças entre as empresas que

já comercializam SGM e as empresas que só comercializam PF, no que respeita aos recursos humanos e aos motivos que as levam a inovar.

- Em termos de recursos humanos, os resultados obtidos permitem concluir que as empresas que já comercializam SGM têm empregados mais qualificados, do que as empresas que apenas comercializam PF.
  
- Relativamente aos motivos que levam as empresas fitofarmacêuticas a inovar, pode-se concluir o seguinte:
  - As empresas que só comercializam PF (só utilizam tecnologia química) desenvolvem actividades de inovação com o objectivo de melhorarem os PF que já possuem na sua gama, fundamentalmente através de inovações incrementais de processo. A realização de actividades de inovação no campo das sementes terá como principal objectivo colocar no mercado produtos diferenciados, mas exigirá uma transição tecnológica, de tecnologia química para biotecnologia. Estas empresas que ainda não transitaram para a nova tecnologia, e caso o venham a fazer, serão adoptantes retardatários da tecnologia.
  - As empresas que já comercializam SGM (já utilizam biotecnologia), já transitaram para a nova tecnologia, e por isso os principais objectivos das actividades de inovação que realizam são conseguirem colocar no mercado produtos diferenciados, fundamentalmente através de inovações mais radicais e de produto. São normalmente empresas interessadas na mudança e, se tiverem sido os primeiros a adoptar a nova tecnologia, podem actuar como líderes, desempenhando um papel fundamental na persuasão dos futuros adoptantes.

Um dos objectivos principais deste estudo era a identificação das barreiras que as empresas fitofarmacêuticas irão, ou já estão a sentir, ao transitarem da tecnologia química para a biotecnologia. Os resultados do questionário foram bastante evidentes relativamente a esta questão: concluiu-se que a *regulamentação governamental* é a principal dificuldade sentida pelas empresas que pretendem comercializar SGM. A *regulamentação governamental* é percebida como uma barreira, por um lado devido ao complexo processo que regula a colocação no mercado de produtos que contenham ou sejam constituídos por OGM, e por outro devido ao facto de o novo

Código da Propriedade Industrial, que permite que produtos produzidos através de processos biotecnológicos sejam patenteados, só ter sido aprovado em 2003.

Relativamente às políticas públicas que podem ser implementadas de modo a promover a transição tecnológica de PF para SGM, verificou-se as mais importantes para as empresas fitofarmacêuticas são:

- *Aprovar rapidamente os produtos avaliados como seguros pelos comités científicos internacionais, de modo a que estes possam ser comercializados nacionalmente;*
- *Divulgar as novas soluções da biotecnologia agrícola através da rádio, televisão e palestras.*

Sintetizando as conclusões a retirar deste estudo, e em resposta aos objectivos propostos, temos:

- as empresas fitofarmacêuticas ou já comercializam, ou planeiam comercializar SGM em Portugal, umas num prazo mais curto e outras apenas a longo prazo,
- a principal barreira à comercialização de SGM é a regulamentação governamental,
- de modo a promover a transição tecnológica de PF para SGM é necessário desenvolver políticas públicas que garantam a aprovação rápida dos produtos avaliados como seguros pelos comités internacionais e que promovam e divulguem, os riscos e benefícios das novas soluções biotecnológicas aos futuros consumidores.

## **6.2 Sugestões para investigações futuras**

A reduzida dimensão da amostra não permitiu tirar conclusões acerca da existência (ou não) de uma relação entre o tipo de empresa (multinacional ou nacional) e a velocidade de adopção das SGM. Assim, sugere-se a realização de um novo estudo, a nível Europeu ou Mundial, que permita verificar a existência ou não desta relação.

No final deste estudo, conseguiu-se determinar que a principal barreira à comercialização de SGM em Portugal é a regulamentação governamental. Seria pertinente investigar se noutros países existem as mesmas barreiras. Sugere-se ainda que se efectue um estudo, em que se verifique a existência (ou não) de uma relação entre a

área de culturas geneticamente modificadas e as barreiras identificadas nesse país. Provavelmente, nos países onde as culturas geneticamente modificadas já se encontram mais desenvolvidas, as barreiras não serão as mesmas.

Para se poder agilizar o processo que regula a colocação de SGM no mercado, será necessário realizar uma investigação mais detalhada sobre as fases que constituem este processo, de modo a identificarem-se os seus pontos fracos.

## 7 BIBLIOGRAFIA

ABERNATHY, W. e CLARK, K. (1985), *Innovation: Mapping the Winds of Creative Destruction*, em: Tushman, M. e Moore, W. (1988), *Readings in the Management of Innovation*, Harper Collins Publishers, USA, págs. 25-36

ABERNATHY, W. e UTTERBACK, J. (1978), *Patterns of Industrial Innovation*, em: Tushman, M. e Moore, W. (1988), *Readings in the Management of Innovation*, Harper Collins Publishers, USA, págs. 55-78

ANDERSON, P. e TUSHMAN, M. (1990), *Technological discontinuities and dominant design: a cyclical model of technological change*, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35 pp.604-633

ANDERSON, P. e TUSHMAN, M. (1991), *Managing through cycles of technological change*, em *Managing Strategic Innovation and Change*, eds. Tushman, M. e Anderson, P. (1987), Oxford University Press, New York

ARNOLD, E., BELL, M., BESSANT, J. e BRIMBLE, P. (2000), *Enhancing Policy and Institutional Support for Industrial Technology Development in Thailand: The Overall Policy Framework and the Development of the Industrial Innovation System*, Technopolis, SPRU, Centrim, and Broker Group, [www.technopolis-group.com/downloads/201vol1.pdf](http://www.technopolis-group.com/downloads/201vol1.pdf).

BARATA, J. M. (1995), *Inovação, “Captura” de Valor e Vantagem Competitiva: a Formulação de Estratégias Tecnológicas*, ISEG/UTL, Lisboa

BELL, M. e PAVITT, K. (1993), *Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts between Developed and Developing countries*, em: Archibugi, D. e Michie J. (1997), *Technology, globalizations and Economic Performance*, Cambridge University Press, págs. 83-137

BOWER, J e CHRISTENSEN, C (1995), *Disruptive Technologies: Catching the Wave*, Harvard Business Review, Jan/Fev. 1995, págs. 43-53

BRIDGES, W. e MITCHELL, S. (2000), *Leading Transition: A New Model for Change*, Leader to Leader, No. 16

CHALLAPALLI, S., CHU M., KUO A., LIU E., SINGH A. e TSENG E. (2000), *Solving the Innovator's Dilemma: Teradyne's Aurora Project*, MIT

OCES (2003), *Inquérito Comunitário à Inovação 1998-2000 (CIS III), Resultados Definitivos*, Ministério da Ciência e da Tecnologia

OCES (2006), *4º Inquérito Comunitário à Inovação*, Ministério da Ciência e da Tecnologia

COSTA, C. (2001), *Development Policies for the Biotechnology Industry in Portugal*, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior técnico

DGPC (2006), *Guia dos Produtos Fitofarmacêuticos – Lista dos Produtos com Venda Autorizada*, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

FAO (2004), *The State of Food and Agriculture 2003-2004, Agricultural Biotechnology, Meeting the needs of the poor?*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

FERREIRA, P. e CONCEIÇÃO, P. (1999), *Inovação Tecnológica em Portugal: Que papel para os Doutorados nos EUA*, FLAD

FOSTER, R. (1986), *Timing Technological Transitions*, em: Tushman, M. e Moore, W. (1988), *Readings in the Management of Innovation*, Harper Collins Publishers, USA, págs. 215-228

HAYES, R., PISANO, G., UPTON, D. e WHEELWRIGHT, S. (2005), *Operations, Strategy and Technology, Pursuing the Competitive Edge*, Wiley, USA



HENDERSON, R. e CLARK, K. (1990), *Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and The Failure of Established Firms*, Administrative Science Quarterly, Vol 35 pp.9-30

INPI (2003), *Proteger as Invenções — PATENTES E MODELOS DE UTILIDADE: Guia do Requerente*, Lisboa

INTELI (2005), *Biotech Portugal 2005: Empresas e opções estratégicas no sector da Biotecnologia*, Inteli

JAMES, C. (2005), *Global status of commercialized transgenic crops: 2005*, ISAAA Briefs No. 34., Nueva York,

JASINSKI, A. (2005), *Barriers for Technology Transfer in Transition Economies: results of empirical studies*, School of Management, Warsaw University

KLINE, S. e ROSENBERG N. (1986), *An overview of innovation*, em: Landau, R. e Rosenberg, N. (1986), *The positive sum strategy*, National Academy Press, Washington, págs. 275-305

LARANJA, M. (2006), *A Inovação que não necessita de I&D: Sugestões para uma Política de Inovação Tecnológica Centrada na Difusão e na Procura*, *Análise Social*, vol.XI (175), Instituto de Ciências Sociais, Lisboa

LOTZ, P. (1998), *Industry Structure Dynamics and the Nature of Technology in the Hearing Instrument Industry*, BRIE Working Papers Series

MALERBA, F. e ORSENIGO, L. (1995), *Schumpeterian patterns of innovation*, em: Archibugi, D. e Michie, J. (1997), *Technology, Globalization and Economic Performance*, Cambridge University Press, págs. 241-267

MARTINELLI, O. (2005), *Relatório Setorial Final – Agroquímicos*, Finep, Brasil

MARTINS P., (2000), *Trajetórias Tecnológicas e Meio Ambiente: a indústria de Agroquímicos/Transgênicos no Brasil*, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo

MCDUGALL, P. (2006), *The Global Crop Protection Market –Industry Prospects*, Vineyard Business Centre, Saughland, UK

OCES (2003), *Inquérito Comunitário à Inovação 1998-2000 (CIS III), Resultados Definitivos*, Ministério da Ciência e da Tecnologia

OCES (2006), *4º Inquérito Comunitário à Inovação*, Ministério da Ciência e da Tecnologia

OECD (2004), *Patents and Innovation: Trends and Policy Challenges*, OECD Publications

PISSARRA, P., AMADO, L., (2005), *Estratégia Nacional para a Biotecnologia*, Associação Portuguesa de Bioindústrias (APBio)

PLANO TECNOLÓGICO NACIONAL (2005), Republica Portuguesa, XVII Governo Constitucional

ROGERS, E. (1986), *Communication technology : the new media in society*, The Free Press, New York

ROGERS, E. e SHOEMAKER, F. (1971), *Communication of Innovations: A Cross-Cultural Approach*, 2nd Ed., The Free Press, New York, págs. 18-40 e 174-96, em *Technology transfer and business enterprise*, ed. Jeremy D. (1994), Manchester Metropolitan University, UK

ROTHWELL, R. (1994), *Industrial Innovation: Success, Strategy, Trends*, em *The Handbook of Industrial Innovation*, eds. Dodgson, M. e Rothwell, R. (1994), Edward Elgar, Brookfield

SATO, C. (2006), *Managing Innovation and Capabilities in the Transition to the Telecommunications Next Generation Networks*, PRIME 2006 PhD Conference, Copenhagen

SIMÕES, J., (2005), *Utilização de produtos fitofarmacêuticos na agricultura*, SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto

SCHUMPETER, J. (1934), *The Theory of Economic Development*, Harvard University Press, Cambridge

SCHUMPETER, J. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper, New York

MCNIVEN, C. (2001), *Biotechnology Use and Development*, Statistics Canada

TAIT, J., CHATAWAY, C. AND WIELD, D. (2001), *Final report PITA Project - Policy Influences on Technology for Agriculture: Pesticides, Biotechnology and Seeds*, TSER Programme, European Commission, UK

TIDD, J., BESSANT J. e PAVITT K. (2003), *Managing Innovation: Integrating technological, market & organizational change*, 3rd edition , Wiley, West Sussex

TUSHMAN, M. e ANDERSON, P. (1986), *Technological discontinuities and organizational environments*, Administrative Science Quarterly, vol 31, págs. 439-65

UNCTAD Secretariat (2006), *Tracking the Trends towards Market Concentration: the case of the Agricultural Input Industry*, United Nations Conference on Trade and Development

UTTERBACK, J. e ABERNATHY, W. (1975), *A Dynamic Model of Process and Product Innovation*, OMEGA, vol 3, Nº 6, págs. 639-656

VAN BEUZEKOM, B. e ARUNDEL, A. (2006), *OECD Biotechnology Statistics - 2006*, OECD Organization for Economic Co-operation and Development

VIEIRA, M. (2005), *Venda de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2005*, DGPC, Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

## 8 ANEXOS

### 8.1 Questionário

O questionário foi dividido em três secções, a saber:

- Caracterização da empresa: nesta Secção faz-se um levantamento das principais características da empresa, nomeadamente a sua localização, constituição e composição em termos de recursos humanos. É também questionada a situação actual e as perspectivas das empresas em termos de comercialização, produção e desenvolvimento de SGM.
- Actividades de I&D: nesta Secção efectua-se uma análise sobre os recursos utilizados (próprios ou externos) e o local onde cada empresa realiza as suas actividades de I&D. De seguida, pede-se a cada uma das empresas que indique os principais motivos que a levam a inovar, em termos de PF.
- Introdução e comercialização de produtos biotecnológicos pelo sector fitofarmacêutico: nesta última secção, faz-se um levantamento das motivações e barreiras que cada uma das empresas fitofarmacêuticas tem de ultrapassar para transitar de PF para SGM. Por último pede-se às empresas da amostra para avaliarem a importância de uma série de medidas de acção pública, promotoras de processo de transição tecnológica em estudo.

## QUESTIONÁRIO PARA TESE DE MESTRADO

*Este questionário destina-se à elaboração de uma Tese de Mestrado em Gestão e Estratégia Industrial, no Instituto Superior de Economia e Gestão, da Universidade Técnica.*

Pretende-se com este trabalho identificar as principais barreiras, vantagens e desvantagens da comercialização de produtos biotecnológicos (ex.: sementes geneticamente modificadas) pelas empresas do sector fitofarmacêutico em Portugal. Pretende-se ainda propor acções públicas que possam promover uma estratégia de mercado para estas empresas, baseada na geração de sinergias com a trajectória biotecnológica.

Toda a informação será mantida confidencial e a identificação das empresas não será revelada. Se assim o desejar, poderá mencionar o seu contacto por forma a ter acesso aos resultados condensados do questionário.

Agradeço, desde já, a sua disponibilidade e colaboração.

Nome e contacto da pessoa inquirida:

---

---

---

## 1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

1.1. Denominação \_\_\_\_\_

1.2. Localização \_\_\_\_\_

1.3. Relações jurídicas da empresa (assinale com um X a opção correcta)

1.3.1. Integrada em grupo nacional  Localização da sede: \_\_\_\_\_

1.3.2. Integrada em grupo estrangeiro  Localização da sede: \_\_\_\_\_

1.3.3. Independente

1.4. Indique a distribuição percentual de vendas da empresa, por segmento:  
insecticidas, herbicidas, fungicidas, raticidas, sementes, adubos, etc

|       |         |
|-------|---------|
| _____ | _____ % |
| _____ | _____ % |
| _____ | _____ % |
| _____ | _____ % |
| _____ | _____ % |

1.5. Indique qual a percentagem do volume de vendas que é feita para:

1.5.1. Mercado Nacional \_\_\_\_\_ %

1.5.2. Mercado Estrangeiro \_\_\_\_\_ %

1.6. A empresa comercializa produtos de origem biotecnológica, em Portugal?

Não  Daqui a quantos anos planeiam comercializar? \_\_\_\_\_

Sim  Identifique alguns desses produtos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1.7. A empresa produz produtos através de técnicas biotecnológicas, em Portugal?

Não  Daqui a quantos anos planeiam produzir? \_\_\_\_\_

Sim  Identifique alguns desses produtos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1.8. A empresa encontra-se a desenvolver produtos através de técnicas biotecnológicas, em Portugal?

Não  Daqui a quantos anos planeiam desenvolver? \_\_\_\_\_

Sim  Identifique alguns desses produtos: \_\_\_\_\_

1.9. Indique o número de empregados da empresa em 2005: \_\_\_\_\_

1.10. Indique (aproximadamente) o número de empregados por departamento e nível médio de qualificação (em %).

|   | Nº médio de empregados | Ensino secundário ou curso profissional (%) | Bacharelato ou licenciatura (%) | Mestrado ou doutoramento (%) |
|---|------------------------|---|---------------------------------|------------------------------|
| Gestão/Administração/<br>Recursos humanos   |                        |   |                                 |                              |
| Investigação/<br>Desenvolvimento/Marketing  |                        |   |                                 |                              |
| Qualidade/Ambiente &<br>Higiene & Segurança |                        |   |                                 |                              |
| Logística/Armazém                           |                        |   |                                 |                              |
| Produção/Manutenção                         |                        |   |                                 |                              |
| Vendas/Distribuição                         |                        |   |                                 |                              |
| Outros                                      |                        |   |                                 |                              |

## 2. ACTIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO

2.1. Indique onde são realizadas as actividades de Investigação, desenvolvimento e Inovação:

2.1.1. Pela própria empresa, no país

2.1.2. Pela própria empresa, no estrangeiro

2.1.3. Por uma empresa exterior

2.1.4. Através de parcerias com:

2.1.4.1. Centro de investigação de Instituição Privada

2.1.4.2. Centro de investigação Público

2.1.4.3. Outro organismo de investigação do estado

2.1.4.4. Outro organismo de investigação estrangeiro

2.1.5. Outras \_\_\_\_\_



2.2. Da lista seguinte assinale as cinco principais razões que levam a empresa a inovar:

- 2.2.1. Melhorar os produtos existentes
- 2.2.2. Melhorar o serviço prestado aos clientes
- 2.2.3. Colocar no mercado produtos diferenciados
- 2.2.4. Aumentar a gama de produtos existentes
- 2.2.5. Reduzir custos
- 2.2.6. Melhorar a posição de mercado
- 2.2.7. Igualar a concorrência
- 2.2.8. Antecipar evolução futura
- 2.2.9. Aumentar eficiência produtiva
- 2.2.10. Para ultrapassar restrições legislativas
- 2.2.11. Outras \_\_\_\_\_

2.3. Indique o número de novos produtos lançados pela empresa, nos últimos 5 anos

| 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|------|------|------|------|------|
|      |      |      |      |      |

### 3. INTRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS BIOTECNOLÓGICOS PELO SECTOR FITOFARMACÊUTICO

3.1. Indique se as seguintes barreiras tiveram (ou irão ter) impacto na introdução e comercialização de produtos biotecnológicos pelo sector fitofarmacêuticos (assinale com um X uma das colunas: sim, não ou não responde).

| Barreiras Financeiras                                     | Impacto |     | Não responde |
|---|---------|-----|--------------|
|   | sim     | não |              |
| Mercado insuficiente                                      |         |     |              |
| Dificuldade em conseguir economias de escala              |         |     |              |
| Elevados custos dos equipamentos/implementação/integração |         |     |              |
| Aumento dos custos de produção e de mão-de-obra           |         |     |              |

| Barreiras de Recursos Humanos                 | Impacto |     | Não responde |
|---|---------|-----|--------------|
|   | sim     | não |              |
| Falta de pessoal especializado                |         |     |              |
| Resistência dos empregados                    |         |     |              |
| Dificuldade em dar formação aos empregados    |         |     |              |
| Dificuldade em mudar a organização da empresa |         |     |              |

| Barreiras de informação                              | Impacto |     | Não responde |
|--|---------|-----|--------------|
|  | sim     | não |              |
| Falta de informação sobre potenciais mercados        |         |     |              |
| Falta de informação científica e tecnológica         |         |     |              |
| Desconhecimento dos efeitos secundários dos produtos |         |     |              |
| Desconhecimento dos benefícios dos produtos          |         |     |              |

| Barreiras tecnológicas                  | Impacto |     | não responde |
|---|---------|-----|--------------|
|   | sim     | não |              |
| Tecnologia pouco desenvolvida no país   |         |     |              |
| Falta de serviços técnicos e de suporte |         |     |              |

| Barreiras externas           | Impacto |     | Não responde |
|------------------------------|---------|-----|--------------|
|                              | sim     | não |              |
| Falta de apoios do estado    |         |     |              |
| Regulamentação governamental |         |     |              |
| Resistência dos clientes     |         |     |              |
| Fraca protecção de patentes  |         |     |              |

3.2. Da lista seguinte, assinale as cinco principais razões que levaram (ou levarão) a empresa a introduzir produtos biotecnológicos no mercado:

- 3.2.1. Melhorar os produtos existentes
- 3.2.2. Melhorar o serviço prestado aos clientes
- 3.2.3. Colocar no mercado produtos diferenciados
- 3.2.4. Aumentar a gama de produtos existentes
- 3.2.5. Reduzir custos
- 3.2.6. Melhorar a posição de mercado
- 3.2.7. Igualar a concorrência
- 3.2.8. Antecipar evolução futura
- 3.2.9. Aumentar eficiência produtiva
- 3.2.10. Para ultrapassar restrições legislativas
- 3.2.11. Outras \_\_\_\_\_

3.3. Ordene, por grau de importância, as seguintes acções públicas de apoio à introdução e comercialização de produtos biotecnológicos pelo sector fitofarmacêuticos

(classifique de 1 a 4, em que 1 corresponde a uma acção pouco importante e 4 corresponde a uma acção muito importante)

| <b>Financiamento</b>   |  |
|--|--|
| Estimular o investimento de fundos estrangeiros nas empresas do sector fitofarmacêutico  |  |
| Incentivar as empresas portuguesas do sector fitofarmacêuticos a exportarem os seus produtos biotecnológicos                                 |  |
| Estruturar programas para obtenção de benefícios fiscais sobre as actividades de I&D e aquisição de tecnologia relacionada com biotecnologia |  |
| Criar fundos específicos, que suportem projectos levados a cabo por instituições de I&D ou empresas, sobre biotecnologia                     |  |

| <b>Recursos Humanos</b>   |  |
|---|--|
| Promover e incentivar a formação dos quadros das empresas do sector fitofarmacêutico  |  |
| Incentivar os académicos a formarem as suas próprias empresas e a trabalharem para outras empresas  |  |
| Promover a comunicação entre todos os que trabalham na área da biotecnologia (empresas e universidades) através de programas de intercâmbio |  |
| Criar regulamentação universitária que permita aos universitários “venderem” o seu trabalho às empresas                                     |  |

| <b>Conhecimento Científico</b>   |  |
|--|--|
| Consolidar e coordenar todos os grupos de investigação que trabalhem sobre temas relacionados com biotecnologia agrícola                 |  |
| Reformular o estatuto da carreira docente, permitindo que cada docente gira melhor o rácio aulas/investigação                            |  |
| Divulgar a biotecnologia agrícola através de rádio, televisão, palestras, etc  |  |
| Organizar “dias abertos” para o público visitar os laboratórios de empresas e instituições de I&D, a trabalhar em biotecnologia agrícola |  |

| <b>Parcerias</b>   |  |
|--|--|
| Fomentar parcerias entre empresas dedicadas ao desenvolvimento de produtos biotecnológicos agrícolas e empresas do ramo fitofarmacêutico |  |
| Criar programas de parcerias entre empresas e universidades  |  |
| Criar uma associação de empresas ligadas à biotecnologia agrícola  |  |
| Fomentar a participação nacional em reuniões, feiras e congressos internacionais sobre biotecnologia agrícola                            |  |

| <b>Propriedade intelectual (patentes) e legislação</b>  |  |
|---|--|
| Definir uma política de propriedade intelectual clara que estabeleça regras da propriedade do conhecimento criado e da sua exploração comercial               |  |
| Aprovar legislação clara, eficiente e célere, que tenha em conta as características do sector biotecnológico agrícola   |  |
| Manter actualizada a transposição da legislação comunitária para nacional   |  |
| Aprovar rapidamente os produtos avaliados como seguros pelos comités científicos internacionais, de modo a que estes possam ser comercializados nacionalmente |  |