

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO
MESTRADO EM ECONOMIA E GESTÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**DIFUSÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NOS SECTORES DOS
MOLDES E DO VESTUÁRIO EM PORTUGAL**

CRISTINA MARIA PAIXÃO DE SOUSA

ORIENTADOR: PROFESSOR DOUTOR MANUEL FERNANDO CÍLIA MIRA GODINHO

JÚRI:

PRESIDENTE: PROFESSOR DOUTOR JOSÉ MANUEL MONTEIRO BARATA

VOGAIS: PROFESSOR DOUTOR ANTÓNIO PAULO BRANDÃO MONIZ

PROFESSOR DOUTOR MANUEL FERNANDO CÍLIA MIRA GODINHO

LISBOA

FEVEREIRO DE 1997

Ec. I. ^{BIBLIOTECA}
669-6. 44500

X-96-0525 39-3 RESERVADO



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO

MESTRADO EM ECONOMIA E GESTÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

HE394.S.T4.S68 1997

DIFUSÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NOS SECTORES DOS MOLDES E DO VESTUÁRIO EM PORTUGAL

CRISTINA MARIA PAIXÃO DE SOUSA

ORIENTADOR: PROFESSOR DOUTOR MANUEL FERNANDO CÍLIA MIRA GODINHO

JÚRI:

PRESIDENTE: PROFESSOR DOUTOR JOSÉ MANUEL MONTEIRO BARATA

VOGAIS: PROFESSOR DOUTOR ANTÓNIO PAULO BRANDÃO MONIZ

PROFESSOR DOUTOR MANUEL FERNANDO CÍLIA MIRA GODINHO

LISBOA

FEVEREIRO DE 1997



ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	7
INTRODUÇÃO	9
1. IMPORTÂNCIA DA TEMÁTICA DA DIFUSÃO DAS INOVAÇÕES	9
2. PRINCIPAIS PREOCUPAÇÕES DO TRABALHO	10
3. ESTRUTURA DO TRABALHO	12
PARTE I - ECONOMIA DA INOVAÇÃO E TEORIAS DA DIFUSÃO	15
CAPÍTULO I.1. ECONOMIA DA INOVAÇÃO: ALGUNS CONCEITOS E PRINCIPAIS TEORIAS	16
I.1.1. TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA ECONOMIA NEOCLÁSSICA	17
I.1.2. NOVA ABORDAGEM DA TECNOLOGIA E DA INOVAÇÃO: A ECONOMIA DA INOVAÇÃO	19
CAPÍTULO I.2. DIFUSÃO DA INOVAÇÃO	30
I.2.1. IMPORTÂNCIA DA DIFUSÃO DAS INOVAÇÕES	30
I.2.2. PRINCIPAIS PREOCUPAÇÕES DA TEORIA DA DIFUSÃO	31
CAPÍTULO I.3. TEORIAS DA DIFUSÃO DA INOVAÇÃO	40
I.3.1. ABORDAGEM EPIDÉMICA	41
I.3.1.1. Características gerais da abordagem epidémica	41
I.3.1.2. Alguns estudos no âmbito da abordagem epidémica	42
A) Modelo de Griliches (1957)	42
B) Modelo de Mansfield (1961)	44
C) Modelo de Romeo (1977)	46
I.3.1.3. Críticas à abordagem epidémica	47
I.3.2. ABORDAGEM PROBIT	48
I.3.2.1. Aspectos gerais da abordagem probit	48
I.3.2.2. Alguns estudos no âmbito da abordagem probit	49
A) Modelo de David (1969)	49



B) Modelo de Davies (1979)	57
C) Modelo de Stoneman e Ireland (1983)	57
I.3.2.3. Méritos e limitações da abordagem proibit	58
I.3.3. ABORDAGEM BASEADA NA TEORIA DOS JOGOS	59
I.3.3.1. Modelos Estratégicos	59
A) Aspectos gerais dos Modelos Estratégicos	59
B) Modelos de Reinganum	61
C) Modelo de Fudenberg e Tirole (1985)	62
I.3.3.2. Abordagem das Tecnologias Concorrentes	63
A) As externalidades de rede	63
B) Os factores ambientais	66
I.3.3.3. Comentários finais sobre a abordagem baseada na teoria dos jogos	67
I.3.4. ABORDAGEM EVOLUCIONISTA	67
I.3.4.1 Características gerais da abordagem evolucionista	67
I.3.4.2. Modelo Silverberg-Dosi-Orsenigo (1988)	69
A) Apresentação do modelo	70
B) Méritos e limitações do modelo S-D-O	72
CAPÍTULO I.4 - CONCLUSÕES	74
<u>PARTE II - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS</u>	79
CAPÍTULO II.1. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO EMPÍRICO E CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS RESPONDENTES	80
II.1.1. METODOLOGIA DA PARTE EMPÍRICA	80
A) Delimitação do objecto de estudo	80
B) Elaboração do questionário	82
C) Aplicação do questionário	84
II.1.2. CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS RESPONDENTES	84
II.1.2.1. Caracterização geral das empresas	85
A) Ano de fundação	85
B) Forma jurídica	86
C) Capital estrangeiro	86
D) Grupos de Empresas	87

E) Dimensão das empresas	87
F) Produtividade	89
G) Vertente financeira	90
II.1.2.2. Caracterização do potencial científico e técnico das empresas	93
A) Indicadores de Recursos Humanos: Pessoal técnico e com ensino superior	94
B) Indicadores de Despesa/Receita em Actividades Técnicas	96
II.1.3. DIFUSÃO DAS INOVAÇÕES	99
II.1.3.1. Padrões de Difusão nos Sectores dos Moldes e do Vestuário	99
A) Padrões de Difusão no Sector do Moldes	101
B) Padrões de Difusão no Sector do Vestuário	103
II.1.3.2. Alguns Factores Associados à Difusão das Inovações: fontes de informação, razões de adopção ou de não adopção e benefícios e problemas resultantes da adopção.	105
II.1.3.3. Conclusões	112
II.1.4. MODELO EXPLICATIVO DOS PADRÕES DE ADOPÇÃO DETECTADOS	114
CAPÍTULO II.2: ESTIMAÇÃO DOS MODELOS DE DIFUSÃO	123
II.2.1. MODELOS CRONOLÓGICOS	124
II.2.1.1. Resultados das estimações no sector dos Moldes	126
A) Modelo Epidémico	126
B) Modelo Logit	127
C) Modelo probit cronológico - curva cumulativa normal	129
D) Modelo probit - curva cumulativa lognormal	129
II.2.1.2. Resultados das estimações no sector do Vestuário	130
A) Modelo epidémico	130
B) Modelo logit	131
C) Modelo probit cronológico- curva cumulativa normal	131
D) Modelo probit - curva cumulativa lognormal	132
II.2.1.3. Conclusões	132
II.2.2. MODELOS SECCIONAIS	136
CAPÍTULO II.3. ADOPÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS E PRODUTIVIDADE	138
II.3.1. OS FACTORES DE PRODUTIVIDADE	138
II.3.1.1. Metodologia da análise factorial	139

II.3.1.2. Resultados da análise factorial	142
II.3.2. GRAU DE INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE	144
II.3.2.1. Metodologia da análise discriminante	144
II.3.2.2. Resultados obtidos na análise discriminante	145
CONCLUSÕES FINAIS	148
BIBLIOGRAFIA	153
ANEXOS	160
ANEXO 1 - CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR DOS MOLDES	161
ANEXO 2 - CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR DO VESTUÁRIO	168
ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO ENVIADO ÀS EMPRESAS DO SECTOR DOS MOLDES	178
ANEXO 4 - QUESTIONÁRIO ENVIADO ÀS EMPRESAS DO SECTOR DO VESTUÁRIO	186
ANEXO 5 - ESTRUTURA DE HABILITAÇÕES E DE QUALIFICAÇÕES NA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA, DO VESTUÁRIO E DE PRODUTOS METÁLICOS, MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E MATERIAL DE TRANSPORTE	194
ANEXO 6 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO MODELO EXPLICATIVO DO PADRÃO DE ADOÇÃO	195
ANEXO 7 - RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES DOS MODELOS	197
ANEXO 8 - MATRIZ DE CORRELAÇÕES DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS NA ANÁLISE FACTORIAL	199
ANEXO 9 - TESTE À NORMALIDADE DOS FACTORES	201
ANEXO 10 - PADRÕES SECTORIAIS DE MUDANÇA TECNOLÓGICA DE ACORDO COM PAVITT	203
ANEXO 11 - REPARTIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE DIMENSÃO EM ESCALÕES	207

AGRADECIMENTOS

Agradece-se aqui a colaboração das seguintes pessoas e entidades:

- Praxis XXI pelo apoio financeiro atribuído para a realização deste trabalho;
- ao Dr. Rui Marques e à Dr^a Fátima Suleman, da Comissão para a Inovação na Formação;
- ao Eng^o Fernando Vicente da CEFAMOL;
- à Dr^a Rosário Ricou da APIV;
- ao Eng^o Herculano Felizardo, da Investrónica;
- a todas as empresas que amavelmente responderam ao questionário, tornando assim possível a realização da análise empírica.

Finalmente, uma palavra de agradecimento especial ao Professor Doutor Manuel Mira Godinho pelo acompanhamento realizado ao longo de todo o trabalho e pelas sugestões e críticas que permitiram melhorar as versões anteriores.

Ao João Carlos



INTRODUÇÃO

1. Importância da temática da difusão das inovações

A inovação e a tecnologia são factores centrais para o processo de transformação das economias contemporâneas e para o aumento da competitividade das empresas. Este papel fucral da inovação tecnológica na transformação das economias nem sempre foi reconhecido pela teoria económica. Contudo, actualmente, a vertente desta teoria conhecida por Economia da Inovação tem como principal preocupação o estudo e compreensão dos processos de mudança tecnológica, que ocorrem nas economias contemporâneas a um ritmo crescente.

A Economia da Inovação considera a tecnologia como um aspecto central da competitividade das empresas e do desenvolvimento económico dos países, dando especial relevo ao estudo de fenómenos como a inovação tecnológica, as actividades de Investigação e Desenvolvimento (I&D) e Outras Actividades Científicas e Técnicas, bem como ao Capital Humano, e em geral aos aspectos intangíveis, com potencial económico, associados ao conhecimento humano.

O trabalho que aqui se inicia enquadra-se num contexto específico da Economia da Inovação, ao concentrar-se no estudo da difusão das inovações tecnológicas. Esta temática parece-nos ser de extrema importância, já que os efeitos do aparecimento de uma inovação só são visíveis quando essa inovação começa a ser utilizada, ou seja, depois de ser adoptada e portanto difundida, pelos seus potenciais utilizadores.

2. Principais preocupações do trabalho

O **objectivo central** deste trabalho é descrever e compreender os padrões de difusão de um conjunto de tecnologias em dois sectores industriais, em Portugal. Este objectivo pode ser decomposto em objectivos mais específicos, sendo cada um destes objectivos desenvolvidos no trabalho, através da utilização dos métodos que se consideraram mais apropriados.

O primeiro dos objectivos específicos é compreender as teorias de difusão das inovações tecnológicas, através da análise dos modelos de difusão existentes e da sua evolução ao longo do tempo. A prossecução deste objectivo passou pela análise documental de diversos textos teóricos relacionados com aquelas teorias e pela tentativa de síntese e comparação das diferentes teorias e modelos considerados.

O segundo objectivo diz respeito à compreensão dos padrões de difusão das tecnologias consideradas nos sectores em estudo, tendo passado pelo lançamento de um inquérito e pela aplicação de diversas técnicas de análise dos dados recolhidos com esse inquérito.

Assim, faz-se de uma análise descritiva dos dados do questionário, numa tentativa de caracterização das empresas que responderam aos inquéritos, sendo aqui de salientar a tentativa de caracterização do potencial científico e técnico dessas empresas.

Posteriormente, procede-se à definição e teste de um modelo econométrico, com uma metodologia “empiricista”, que relaciona os padrões de difusão detectados com diversas variáveis ao nível das empresas, de forma a compreender quais as variáveis empresariais que moldaram o processo de difusão detectado.

Em seguida, utiliza-se a técnica de análise de regressão (mínimos quadrados e máxima verosimilhança) para estimar os modelos logístico, logit e probit, de forma a determinar a qualidade do ajustamento dos dados recolhidos no inquérito àqueles modelos teóricos de difusão cronológica.

O terceiro objectivo específico assenta na compreensão da relação entre a adopção das novas tecnologias consideradas e a produtividade das empresas inquiridas, a partir de três técnicas de análise: a análise de regressão, a análise factorial e a análise discriminante.

Em relação ao **objecto de estudo** deste trabalho é importante referir **quatro aspectos**. Em primeiro lugar é importante salientar que o trabalho foca apenas a inovação tecnológica. Contudo, não nos esqueçamos que nem todas as inovações são tecnológicas e que o conceito mais lato de inovação engloba as inovações ao nível da gestão, ao nível da matérias primas e dos factores intermédios e ao nível do mercado.

Em segundo lugar, é importante referir que o nível de análise privilegiado é o da difusão inter-empresa ou intra-indústria, ou seja, que se analisa a difusão de inovações no seio dos sectores de actividade.

Em terceiro lugar, para a realização do trabalho foram escolhidos dois sectores distintos em termos da sua “capacidade tecnológica”, de forma a permitir comparações inter-sectoriais mais ricas. Os sectores escolhidos foram: i) o sector do vestuário, um sector tradicional, mão-de-obra intensivo e é um sector “dominado pelos fornecedores” em termos tecnológicos; e ii) o sector dos moldes para injeção de plástico, que desde a década de oitenta atravessa em Portugal um forte movimento de modernização tecnológica que o está a transformar num sector capital intensivo, e se trata de um sector de “fornecedores especializados” em termos tecnológicos.

Por fim, em quarto lugar, é útil fazer referência às inovações escolhidas para a análise em cada um dos sectores anteriormente referidos. No sector dos moldes as tecnologias analisadas são o Desenho Assistido por Computador (CAD), o Fabrico Assistido por Computador (CAM) e o Controlo Numérico Computorizado (CNC). No sector do vestuário a análise recai sobre o Desenho Assistido por Computador (CAD) e sobre o Corte Automático (CA).

3. Estrutura do trabalho

Este trabalho é constituído por **duas grandes partes**, que são complementadas por esta introdução, pelas conclusões finais, pela bibliografia e pelos anexos. A primeira dessas partes designa-se por “Economia da Inovação e Teorias da Difusão” e a segunda por “Apresentação e Análise dos Dados Recolhidos”.

A **primeira parte** é dedicada à apresentação das principais teorias da difusão de inovações tecnológicas, encontrando-se dividida em quatro capítulos distintos.

No primeiro capítulo da parte I efectua-se o enquadramento do processo de difusão na teoria económica, nomeadamente na teoria Neoclássica e na Economia da Inovação.

No segundo capítulo da parte I salienta-se a importância do estudo da difusão da inovação e sintetizam-se as principais preocupações que a teoria da inovação tem revelado ao longo do tempo.

No terceiro capítulo da parte I efectua-se a análise documental das principais teorias da difusão da inovação, procurando-se salientar as suas características

gerais, os contributos individuais mais importantes dentro de cada uma delas e as críticas e méritos que lhes podem ser apontados.

No quarto capítulo são apresentadas as principais conclusões da primeira parte, que passam pela comparação das teorias apresentadas, pela compreensão das limitações actuais da teoria da difusão e consequente necessidade de futuros desenvolvimentos.

A **segunda parte** deste trabalho é uma parte eminentemente empírica e encontra-se dividida em três capítulos distintos.

No primeiro capítulo da parte II apresentamos e analisamos a informação recolhida através dos inquéritos. Este capítulo é constituído pela apresentação dos procedimentos subjacentes ao lançamento do inquérito postal, pela caracterização das empresas respondentes e dos padrões de difusão detectados para cada uma das tecnologias, e pela construção do modelo econométrico que relaciona os padrões de adopção com as características das empresas inquiridas.

No segundo capítulo da parte II aplicamos os dados recolhidos no inquérito a modelos teóricos de difusão analisados na parte I, de forma a saber quais os modelos que melhor se adequam aos padrões detectados, a testar empiricamente alguns dos pressupostos teóricos desses modelos e a fazer previsões sobre a evolução dos processos de difusão que ainda estão por concluir.

No terceiro capítulo da parte II procuramos detectar a relação entre diversos aspectos condicionantes da produtividade das empresas e a sua propensão a inovar, vista de acordo com o momento do processo de difusão que elas escolheram para adoptar. Isto permite-nos, através da aplicação das técnicas de análise factorial e discriminante, detectar se os factores que condicionam a

produtividade das empresas que inovam mais cedo são distintos (ou não) aos que condicionam a produtividade das empresas que inovam mais tarde.

A estas duas partes seguem-se as **conclusões finais**, onde serão expostas as principais ilações a retirar deste trabalho, com especial atenção para as que advieram da análise empírica dos dados por nós recolhidos.

PARTE I - ECONOMIA DA INOVAÇÃO E TEORIAS DA DIFUSÃO

Com esta primeira parte procura-se apresentar as principais teorias e tendências teóricas relacionadas com a difusão de inovações tecnológicas, concentrando a nossa atenção na difusão inter-empresas de inovações de processo.

Antes de passarmos à revisão das principais teorias da difusão da inovação achamos conveniente proceder, no capítulo 1, a um enquadramento da questão da mudança tecnológica na teoria económica, nomeadamente na economia neoclássica e na economia da inovação.

No segundo capítulo destacamos a importância do estudo da difusão das inovações no actual contexto de acelerada mudança tecnológica e referimos as principais preocupações gerais da teoria da difusão da inovação.

Finalmente no terceiro capítulo procedemos à revisão das principais abordagens da problemática da difusão e dentro de cada abordagem dos principais modelos teóricos. Alguns desses modelos serão posteriormente aplicados na segunda parte deste trabalho.

No quinto capítulo são apresentadas as principais conclusões desta parte, dando-se especial atenção às diferentes abordagens teóricas da difusão, sua comparação, méritos e limitações.

Capítulo I.1. Economia da Inovação: alguns conceitos e principais teorias

O mundo actual é caracterizado por uma elevada quantidade de mudança e pela incorporação cada vez maior de elementos imateriais no processo produtivo. A rapidez das mudanças traduz-se no ritmo acelerado do surgimento de inovações e na sua difusão por um número crescente de indivíduos. (Caraça, 1993).

A tecnologia e a inovação tecnológica são, actualmente, elementos centrais no funcionamento das economias e das empresas. Em particular, estes elementos afectam todas as actividades da empresa e a sua capacidade para criar e reter valor, condicionando desta forma a sua competitividade.

Se actualmente a teoria económica reconhece a importância da tecnologia e da mudança tecnológica no funcionamento das economias, tal nem sempre se verificou. Com efeito, como iremos ver na primeira secção deste capítulo, as versões convencionais da economia neoclássica, corrente económica dominante desde a primeira metade do século XIX até às primeiras décadas do século XX, e cujas ideias ainda têm um grande peso ao nível da microeconomia, consideram a tecnologia como um factor exógeno ao sistema económico, negligenciando o seu tratamento, ou seja, não a incorporando nos seus modelos explicativos da realidade económica.

Na segunda secção deste capítulo iremos apresentar as principais ideias, conceitos e modelos da economia da inovação, vertente da economia que procura estudar e compreender os processos de mudança tecnológica com que as economias são confrontadas a um ritmo crescente.



I.1.1. Tecnologia e Inovação na Economia Neoclássica

Segundo a teoria neoclássica a empresa é um mecanismo que se situa entre o mercado de factores produtivos e o mercado de produtos finais e que tem como função a transformação de inputs em outputs. Neste processo, o objectivo do empresário, supostamente racional, é maximizar o lucro. Em geral, as análises de optimização fixam-se num horizonte temporal de curto prazo.

Apesar da importância da tecnologia e da inovação para o processo produtivo das empresas e para sua competitividade, estes elementos são considerados, pela versão mais simples da teoria neoclássica, como exógenos às empresas e aos próprios sistemas económicos. Daqui a célebre constatação que aquela teoria considera a tecnologia como “uma caixa negra” (Rosenberg, 1982), não oferecendo capacidade explicativa para a importância da tecnologia e da sua transformação (em parte porque este não é o seu objectivo, mas sim a explicação da eficiência na afectação de recursos através das orientações provenientes dos mercados, em condições de informação perfeita).

Por outro lado a teoria neoclássica não reflecte a variedade nas fontes e na utilização das inovações. Com efeito, para aquela teoria existe uma homogeneidade na forma como as empresas utilizam a tecnologia, o que faz com que não sejam contemplados fenómenos de especificidade tecnológica.

A um nível mais macro, a visão neoclássica da tecnologia como um bem público livremente disponível leva à argumentação que não é necessário, nem eficiente que todos os países possuam capacidades de desenvolvimento e produção de tecnologias avançadas. Isto porque essa tecnologia pode ser adquirida a preços mais baixos no mercado internacional e porque o comércio internacional conduz a uma divisão internacional do trabalho mais eficiente. Nessa divisão, os países mais desenvolvidos produzem as tecnologias

avanzadas e os países menos desenvolvidos produzem tecnologias maduras e tradicionais.

Esta concepção da tecnologia ignora o facto de o desenvolvimento de países atrasados, em busca da convergência, através da adopção de novas tecnologias ser condicionado pelas suas capacidades de absorção, adaptação e criação de especificidades e vantagens relativamente a países mais avançados.

Estas limitações da teoria neoclássica fazem com que ela seja insuficiente se pretendermos estudar ou compreender a natureza e o impacto da mudança tecnológica ao nível das diferentes empresas e sectores, ou da política científica e tecnológica a nível das empresas, dos sectores, ou dos países (Pavitt, 1984).

Actualmente, como veremos de seguida, a tecnologia é encarada, pela Economia da Inovação, como o principal factor determinante da competitividade das empresas e do desenvolvimento económico dos países¹, dando-se especial atenção à inovação tecnológica, à difusão da inovação, à I&D e a outras despesas científicas e técnicas, bem como ao capital humano.

Por outro lado, a tecnologia tende a não ser encarada como um bem público sendo vista como um fenómeno complexo em que existem elementos que circulam de uma forma relativamente livre e outros que requerem aprendizagem local, conhecimento tácito e fortes interdependências entre produtores e utilizadores da tecnologia.

¹ Ao contrário da teoria neoclássica que considera que o crescimento económico é fundamentalmente determinado pela acumulação de capital.

I.1.2. Nova Abordagem da Tecnologia e da Inovação: a Economia da Inovação

A economia da inovação considera que a tecnologia e a inovação são aspectos essenciais na competitividade das empresas e das economias, não podendo por isso ser tratadas de forma exógena ao funcionamento do sistema económico.

Esta vertente da análise económica, cujos fundamentos podem ser atribuídos a Schumpeter, defende que o desenvolvimento das sociedades é uma consequência da introdução de inovações, a que se sucede um fenómeno de “destruição criativa”. O autor parte de um sistema económico em equilíbrio², onde é introduzida uma inovação pelo empresário inovador (que é o agente de mudança). A introdução bem sucedida de uma inovação quebra a situação de equilíbrio e concede à empresa inovadora uma posição de monopólio temporário, que lhe proporciona lucros extraordinários. O sucesso da inovação leva outras empresas a imitarem o inovador, iniciando-se o processo de difusão, que de forma gradual, conduz ao desaparecimento progressivo dos lucros e ao surgimento de uma nova situação de equilíbrio.

Schumpeter divide o processo de mudança em três grandes fases: a invenção, a inovação e a difusão. A invenção é o processo de geração de novas ideias, por via científica ou empírica, sobre a criação de novos ou melhores processos ou produtos. A inovação é a primeira introdução de uma invenção no sistema económico através da sua comercialização, sendo geralmente a expressão de duas oportunidades - a tecnológica e a de mercado. A difusão é o processo de

² Um sistema económico em equilíbrio é caracterizado por uma situação em que “ano após ano temos os mesmos tipos, qualidades e quantidades de bens de consumo e de produção, cada empresa emprega o mesmo tipo e quantidade de bens e serviços de produção e esses bens e serviços são comprados e vendidos ao mesmo preço” (Schumpeter, 1939).

alastramento da inovação pelo sistema económico, através da transferência da inovação do primeiro utilizador para os outros potenciais utilizadores.

Esta trilogia schumpeteriana fornece-nos um quadro teórico muito útil para a compreensão dos principais conceitos utilizados pela economia da inovação. Assim, no desenvolvimento desta secção iremos utilizar aquela trilogia para introduzir os principais conceitos e modelos da economia da inovação.

Schumpeter utiliza o termo inovação para descrever uma das fases do processo de mudança tecnológica, mas o termo inovação é geralmente utilizado para descrever o próprio processo de mudança tecnológica. Utilizando este conceito mais amplo de inovação podemos distinguir vários tipos de inovações tecnológicas.

Primeiramente, de acordo com o seu objecto, é possível distinguir entre inovações de produto e inovações de processo, sendo as primeiras constituídas pela geração, introdução e difusão de novos ou melhores produtos e as segundas pela geração, introdução e difusão de novos ou melhores processos produtivos.

Seguidamente é possível distinguir as inovações em função da extensão dos seus efeitos. Assim, de acordo com a taxinomia de inovação de Freeman e Perez³ temos:

1. inovações incrementais: são inovações de natureza contínua, associadas à melhoria das características de produtos e processos já existentes. Estão geralmente associadas a processos de aprendizagem: *learning by doing* (Arrow, 1962), *learning by using* (Rosenberg, 1976), *learning by interacting* (Andersen e Lundval, 1988) e *learning by searching*. Segundo alguns autores (sobretudo na

³ Freeman e Perez (1988).

abordagem evolucionista), as inovações incrementais têm uma lógica cumulativa ao longo das designadas trajectórias naturais (Nelson e Winter, 1977) ou dos designados paradigmas tecnológicos (Dosi, 1982).

2. inovações radicais: têm um carácter descontínuo, no sentido em que não resultam da modificação de produtos ou processos existentes, traduzindo-se sim no aparecimento, intermitente no tempo, de novos produtos ou processos.
3. novos sistemas tecnológicos: traduzem-se em mudanças tecnológicas profundas que afectam simultaneamente diversos sectores económicos, podendo inclusive dar origem ao aparecimento de novos sectores. Em períodos de mudança de sistema tecnológico surgem inovações radicais e incrementais que dão origem a novas constelações tecnológicas (ex.: CIM).
4. paradigmas tecnológicos: dizem respeito a inovações que afectam o funcionamento global dos sistemas sócio-económicos. Os novos paradigmas tecnológicos são compostos por constelações de novos sistemas tecnológicos que resultam em profundas mudanças estruturais (não só o aparecimento de novos produtos e processos mas também na alteração dos modos de organização económica e social e dos comportamentos dos agentes económicos) com consequentes crises de desajustamento.

É importante referir que nem toda a inovação é inovação tecnológica⁴, no sentido de derivar de conhecimentos predominantemente associados à engenharia. O conceito de inovação abarca as mudanças nos métodos de gestão (ex.: introdução do *just in time*), alterações nas matérias primas (ex.: substituição do aço por plástico) e nos factores intermédios (ex.: passagem dos

⁴ Já Schumpeter se refere a este facto, ao considerar como inovações a abertura de um novo mercado, o acesso a uma nova fonte de matérias primas ou de produtos semi-transformados e a implementação de uma nova organização (para além das já referidas inovações de produto e de processo).

componentes mecânicos para os electrónicos) utilizados e mudanças ao nível do mercado (venda de um produto existente em novos mercados, por exemplo a passagem para a utilização generalizada dos computadores) (Stoneman, 1995).

Ainda sob a temática da inovação, é importante considerar que segundo a abordagem evolucionista⁵, o processo de mudança tecnológica tem uma natureza cumulativa e dinâmica. Neste contexto assume especial importância o conceito de trajetória tecnológica, ou seja, a noção de que a direcção do desenvolvimento tecnológico é cumulativa e auto-geradora: “a mudança tecnológica é um processo cumulativo específico às empresas; o que elas podem fazer no futuro no campo tecnológico é fortemente condicionado pelo que fizeram nesse campo no passado” (Pavitt, 1984).

Segundo os autores desta abordagem, a diversidade sectorial encontra-se presente em todos os ambientes industriais⁶. Esta diversidade pode estar associada a três factores⁷:

- diferenças tecnológicas associadas a diferentes capacidades para inovar, diferentes graus de sucesso na adopção e eficiência na utilização das tecnologias e diferentes custos de produção; este factor é definido por Dosi (1984) como “assimetria tecnológica”;
- diferenças nos procedimentos de pesquisa, combinação de inputs e produtos, mesmo quando os custos de produção são semelhantes; este factor pode ser designado por “variedade tecnológica”;
- diferenças nas estratégias empresariais ao nível do investimento, preços, I&D, etc; este factor pode ser designado por “diversidade comportamental”.

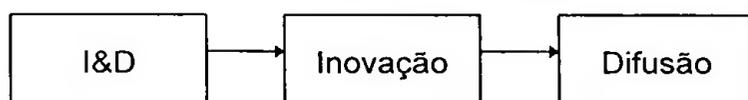
5 Ver nomeadamente Dosi (1982), Freeman et al (1982) e Nelson e Winter (1982).

6 Este facto era, como se viu, ignorado pela teoria neoclássica, que considerava ambientes essencialmente homogéneos.

7 Ver Silverberg et al (1988).

Regressando à perspectiva schumpeteriana do processo de mudança tecnológica, é possível afirmar que ela serviu de inspiração ao modelo linear da inovação, onde o processo de inovação é encarado de forma mecanicista, como uma sucessão de três fases distintas. Segundo este modelo existe um conjunto de actividades, do qual se destacam as actividades de I&D, cujos resultados afectam directa e sequencialmente as fases posteriores do processo - a inovação e a difusão. Na sua versão mais simples o modelo apresenta a seguinte forma:

Figura I.1 - Modelo linear do processo de inovação



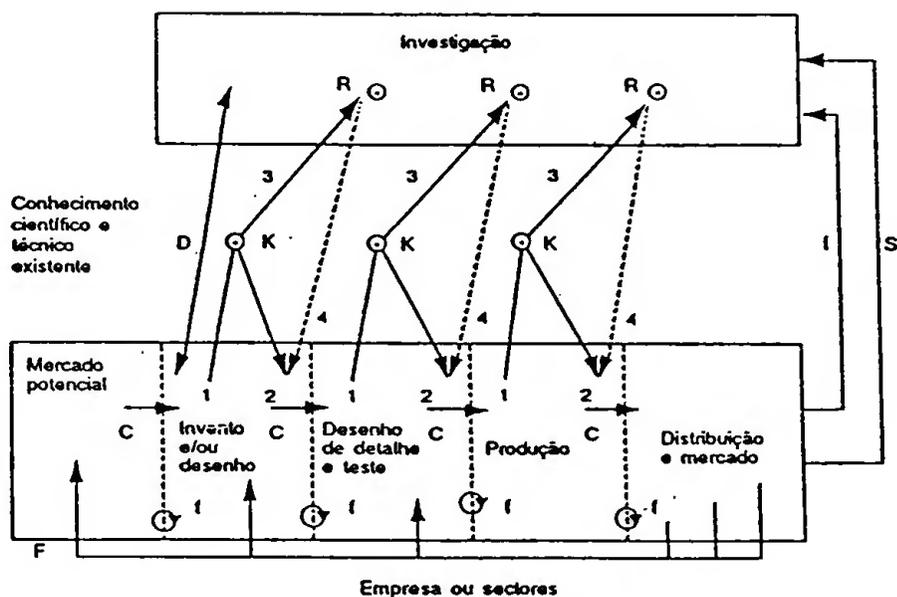
Este modelo tem sido sujeito a inúmeras críticas que levaram ao aparecimento de novas conceptualizações do processo de inovação. As principais críticas que lhe são dirigidas são as seguintes:

1. O modelo considera o processo de inovação como uma progressão de estágios isolados, ignorando que na realidade o processo de inovação engloba interacções e retroacções entre as diferentes funções inovadoras.
2. O modelo ignora que em cada fase existe um processo de selecção: só algumas invenções chegam ao mercado e destas só algumas se difundem com sucesso.
3. O modelo sobrevaloriza as actividades de I&D e ignora a contribuição de inputs não I&D no processo de inovação, nomeadamente as outras actividades científicas e técnicas como o *design*, o controlo de qualidade, os ensaios e testes de rotina e normalização, o marketing e a formação profissional.

4. O modelo pode parecer adequado para a descrição de inovações radicais, mas não para a descrição das inovações incrementais que constituem o dia-a-dia do sistema económico.

Actualmente, a visão do processo de inovação que exerce mais influência é a presente no modelo de inovação ligada em cadeia de Kline e Rosenberg (1990), que se encontra representado na figura I.2.

Figura I.2 - Modelo do processo de inovação de Kline e Rosenberg



Legenda da figura:

C: cadeia central de inovação

f: short feedback loops

F: long feedback loops

K-R: linhas de conhecimento para a investigação e retorno; se o problema é resolvido no ponto K a linha três não é accionada

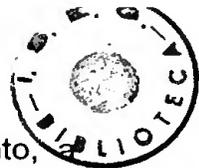
D: linha directa entre investigação e invenção/desenho

I: contribuição da indústria com instrumentos científicos

S: suporte financeiro da indústria para a investigação

Fonte: Barata (1992).

Segundo este modelo o processo de inovação começa com a identificação de uma oportunidade de mercado ou com a emergência de novos dados científicos ou tecnológicos. Seguem-se actividades no interior da empresa



como a concepção de novos produtos e processos, o desenvolvimento, produção e o marketing. Aquelas actividades constituem a “cadeia central de inovação”, nível onde são possíveis dois tipos de efeitos retroactivos: ligações contínuas e sistemáticas com a fase anterior (short feedback loops) e ligações entre o mercado e as fases a montante (long feedback loops).

No decurso do processo de inovação, quando surgem problemas técnicos, os engenheiros e tecnólogos recorrem primeiramente ao conhecimento científico e técnico existente (fora ou dentro da empresa). Quando este conhecimento não produz os resultados desejados a empresa financia actividades de investigação (fora ou dentro da empresa).

A principal diferença deste modelo em relação ao linear é o facto de a I&D não ser concebida como uma mera fonte de ideias mas sim como uma forma de resolver os problemas que vão surgindo e que não podem ser resolvidos no quadro do conhecimento existente. Desta forma, a I&D não é uma pré-condição para a inovação (como no modelo linear) mas um processo ligado ao processo de inovação.

Este modelo tem o mérito de acomodar a existência de uma grande variedade inter-sectorial de fontes de inovação. Isto porque nalguns sectores a inovação resulta da acumulação de experiências na área da produção, noutros da acumulação de conhecimentos no departamento de projectos, noutros na detecção de necessidades de mercado pelo departamento de *marketing*, noutros ainda da realização de actividades científicas (I&D interna à empresa ou vigilância activa da I&D realizada noutros locais) (Godinho, 1994).

Por outro lado conjuga as abordagens “*demand/market pull*” e “*technology push*” do processo de inovação, que nos fornecem duas visões distintas, mas complementares, sobre os impulsos subjacentes ao aparecimento de inovações.

Nas teorias *demand/market pull*, entre as quais se salienta o modelo de Schmokler, o impulso para a inovação provém fundamentalmente do mercado. O empresário detecta sinais no mercado, que transporta para a empresa, criando inovações que respondam aos sinais detectados. Neste contexto, a área de *marketing* é o local de excelência para a apreensão dos sinais favoráveis ao aparecimento da inovação.

Segundo as teorias *technology push* o impulso fundamental para a inovação vem do sistema científico e tecnológico. O principal modelo desta abordagem é o de Schumpeter que pode ser dividido em duas versões. Na primeira versão o autor considera que as ideias para o aparecimento da inovação são detectadas no sistema científico e técnico pelo empresário. Este apercebe-se da existência de uma ideia ainda não explorada de forma comercial e leva-a para dentro da sua empresa. Na segunda versão, Schumpeter reconhece que o empresário não se limita a adquirir ideias no exterior mas que também investe em I&D de forma a criar o seu portfólio tecnológico.

Assim, o modelo de inovação ligada em cadeia faz a ponte entre estes dois modelos, ao considerar que o processo de inovação pode ser iniciado ou com a identificação de uma oportunidade de mercado, ou com a emergência de novos dados do sistema científico e tecnológico.

Em terceiro lugar é possível conjugar a trilogia schumpeteriana com outros conceitos da economia da inovação como os de ciência, tecnologia, investigação e desenvolvimento.

No âmbito da economia da inovação é usual frisar-se a distinção entre ciência e tecnologia. A ciência pode ser entendida como o "conjunto de conhecimentos organizado sobre os mecanismos de causalidade dos factos observáveis, obtido através do estudo objectivo dos fenómenos empíricos." (Caraça, 1993). Por seu lado, a tecnologia é "o conjunto de conhecimentos científicos ou

empíricos directamente aplicáveis à produção, à melhoria ou à utilização de bens e serviços.” (Caraça, 1993). Fazendo a ponte com a trilogia schumpeteriana, alguns autores consideram que a ciência está mais associada à invenção e que a tecnologia está mais ligada à inovação (Stoneman, 1995).

São várias as diferenças entre ciência e tecnologia, começando desde logo pelo grau de disponibilização pública de cada um desses tipos de conhecimento. Os cientistas apresentam o resultado do seu trabalho através de publicações científicas, livremente disponíveis, podendo esse trabalho ser considerado um bem público. Por seu lado, a tecnologia está associada a uma apropriação privada, visto implicar conhecimentos que geram ganhos no mercado. Assim, a tecnologia é essencialmente constituída por conhecimento tácito, pessoal ou institucional, que não é facilmente transferível. A sua transferência, faz-se sobretudo através de processos de aprendizagem.

Esta aprendizagem pode estar associada a três tipos processos (Silverberg et al, 1988):

- externalidades intra e inter-indústria: incluem a difusão da informação e do conhecimento, os contactos entre diferentes empresas na mesma indústria e em indústrias diferentes e entre utilizadores e fornecedores da tecnologia (*learning by interacting*), a mobilidade de recursos humanos entre empresas e a utilização de serviços especializados;
- processos informais de acumulação tecnológica: incluem os processos de aprendizagem resultantes da repetição das actividades (*learning by doing*) e da repetição da utilização das tecnologias (*learning by using*);
- processos de investigação formal, onde se inclui a I&D (*learning by searching*).

Outra distinção entre ciência e tecnologia advém do facto de a ciência ter como objectivo o conhecimento da natureza, ao passo que a tecnologia pretende actuar sobre essa mesma natureza. Por fim o conhecimento tecnológico não

se limita ao conhecimento científico, recorrendo também ao conhecimento empírico.

Apesar das distinções, a “ciência e tecnologia são dois conceitos intimamente ligados” (Caraça, 1993). Assim, vários avanços científicos traduzem-se em avanços tecnológicos e alguns progressos da ciência dependem de progressos tecnológicos (por exemplo através da criação de instrumentos para a pesquisa científica).

Em relação à investigação e desenvolvimento (I&D), geradora de conhecimento científico e tecnológico, é possível distinguir três actividades diferentes: investigação fundamental, investigação aplicada e desenvolvimento experimental. A investigação fundamental “consiste nos trabalhos experimentais ou teóricos, empreendidos com a finalidade de obtenção de novos conhecimentos científicos sobre os fundamentos de fenómenos e factos observáveis, sem objectivos específicos de aplicação prática” (Caraça, 1993). Esta definição permite-nos concluir que a maioria da ciência é feita através de investigação fundamental.

A investigação aplicada consiste nos trabalhos “efectuados com vista à aquisição de novos conhecimentos, mas para uma finalidade ou objectivo predeterminados” (Caraça, 1993), embora por vezes esse objectivo possa ser muito vago.

Por seu lado, o desenvolvimento experimental “consiste na utilização de conhecimentos existentes, obtidos através da investigação e/ou da experiência prática, com vista à fabricação de novos materiais, produtos ou dispositivos, ao estabelecimento de novos processos, sistemas ou serviços, ou à melhoria significativa dos já existentes” (Caraça, 1993). É difícil precisar o ponto em que se passa da investigação para o desenvolvimento, mas geralmente considera-se que essa viragem se dá no momento da prototipagem.

Voltando à trilogia de Schumpeter é possível considerar que a investigação fundamental está mais associada à invenção e que a investigação aplicada e o desenvolvimento experimental estão mais associados à inovação.

É importante referir que a inovação é o resultado de processos lentos e complexos de acumulação e apropriação de tecnologia, que para além das actividades inovadoras levadas a cabo pela própria empresa (I&D e outras actividades científicas e técnicas) incluem a assimilação e a apropriação de conhecimento gerado no exterior da empresa.

Assim, as empresas podem adquirir tecnologia através de processos de imitação ou *reverse engineering*, recorrendo à admissão de quadros técnicos, à aquisição de equipamentos, à aquisição de outras empresas, à aquisição de conjuntos industriais completos, à subcontratação, à utilização de serviços de consultoria, a contratos de licença, a acordos de cooperação com outras empresas e instituições, a *joint-ventures* e a contratos de investigação no exterior.

Não nos devemos, contudo esquecer que a aquisição de tecnologia ao exterior pressupõe um esforço tecnológico e uma base de conhecimento que permitam que as empresas efectuem uma boa assimilação dessa tecnologia.



Capítulo I.2. Difusão da Inovação

Este capítulo procura sintetizar as principais ideias presentes na teoria da difusão da inovação, chamando a atenção para a importância da difusão das inovações (e do seu estudo) nas economias contemporâneas, em geral e na portuguesa, em particular (secção 1), bem como para as preocupações genéricas dessa teoria (secção 2).

I.2.1. Importância da Difusão das Inovações

Como se viu, segundo Schumpeter o processo de mudança tecnológica é composto por três fases distintas - a invenção, a inovação e a difusão. Apesar de a inovação ser o elemento chave (Rosegger, 1986) deste processo, o impacto económico (geração de vantagens comparativas, aumento da produtividade e do bem-estar) da inovação depende sobretudo da velocidade com que ela se difunde pelos seus potenciais utilizadores. Isto significa que a mudança tecnológica só ocorre verdadeiramente quando as inovações são adoptadas por empresas e consumidores.

A competitividade de um país ou de uma indústria só é reforçada pelo aparecimento de uma inovação se esta se difundir e for utilizada pelas empresas do seu tecido produtivo.

A questão da difusão da inovação assume especial importância no contexto de economias de desenvolvimento intermédio, como é o caso da economia portuguesa. Estes países têm geralmente uma proporção de despesa em I&D no PIB reduzida e podem aproveitar as tecnologias disponíveis para realizarem a sua modernização industrial, procurando desenvolver e acumular competências tecnológicas a partir dessas tecnologias.

A economia portuguesa é uma economia essencialmente especializada em sectores tradicionais, como é o caso do têxtil e vestuário e do calçado, e com uma estrutura industrial fortemente baseada em PME, factos que condicionam a sua propensão à realização de actividades científicas e técnicas, sobretudo ao nível das actividades de I&D formal.

Estas especificidades da economia portuguesas, a par com outros factores (culturais, mentalidade empresarial, etc.) fazem com que não seja de prever que ela se torne, a médio prazo, uma “economia intensiva em conhecimento”. No entanto, ela pode aumentar a sua competitividade aproveitando inovações desenvolvidas noutros locais, estimulando a sua difusão nas empresas portuguesas e criando uma base tecnológica que lhe permita um rejuvenescimento da sua indústria e a médio prazo o desenvolvimento de produtos e serviços diferenciados e com uma maior complexidade tecnológica.

Por outro lado, o aumento da competitividade de Portugal, dada a natureza do sistema produtivo existente, não dependerá principalmente dos esforços de I&D formais. As empresas devem recorrer a actividades inovativas informais, em domínios tecnológicos e não tecnológicos, introduzindo melhorias organizativas, melhorando a qualidade dos seus produtos, apostando no design, explorando de forma mais eficaz as cadeias de distribuição e estimulando a qualificação dos seus trabalhadores.

1.2.2. Principais Preocupações da Teoria da Difusão

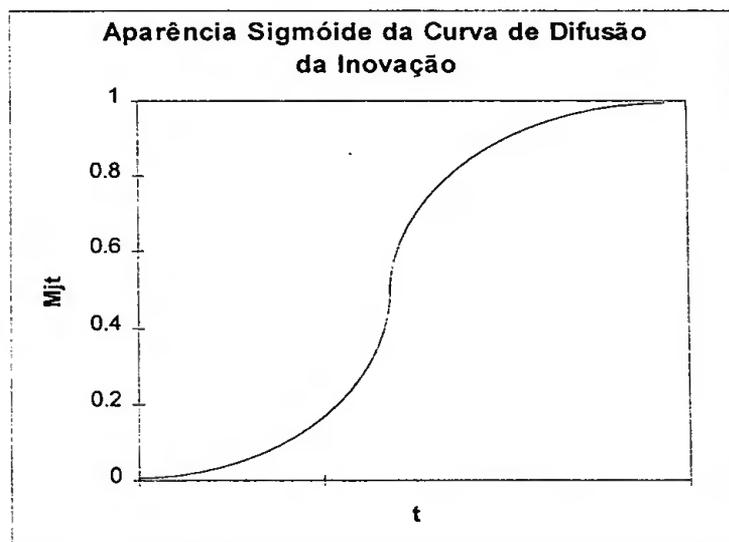
Os primeiros estudos de difusão de inovações deveram-se ao trabalho de sociólogos, geógrafos, antropólogos e psicólogos, recaindo sobretudo sobre inovações agrícolas, médicas e educacionais (Lissoni e Metcalfe, 1994).

O estudo da difusão na economia remonta a Schumpeter, mas o estudo “moderno” deste fenómeno começa com as teorias epidémicas. Estas teorias

utilizaram as ferramentas analíticas desenvolvidas pelas outras ciências que já estudavam fenómenos de difusão. Os trabalhos realizados eram eminentemente empíricos e estavam direccionados para a confirmação e explicação de certas regularidades empíricas detectadas (Lissoni e Metcalfe, 1994). As regularidades mais referidas nesses trabalhos são:

a) aparência sigmóide da curva de difusão: considerando m_{jt} como o número de utilizadores da nova tecnologia na indústria j no momento t e n_{jt} como o número de empresas na indústria j no momento t , constata-se que $M_{jt} = m_{jt} / n_{jt}$ segue um comportamento sigmóide (ou em S) quando representado graficamente contra o tempo (Karshenas e Stoneman, 1995), com se pode ver na figura I.3.

Figura I.3 - Aparência Sigmóide da Curva de Difusão da Inovação



O comportamento sigmóide traduz-se no seguinte: de início M_{jt} cresce devagar mas a uma taxa crescente até se atingir o ponto de inflecção; a partir desse momento a taxa de crescimento de M_{jt} passa a ser decrescente até se aproximar do seu máximo. Este comportamento sigmóide resulta do facto de as inovações não serem adoptadas imediatamente, após o seu aparecimento. Existem lapsos temporais entre:

i) o aparecimento da inovação e a sua adopção por um grupo consistente de utilizadores; ii) e entre esse momento e a sua adopção por todos os agentes relevantes (Lissoni e Metcalfe, 1994).

b) a velocidade de difusão apresenta diferenças se considerarmos diferentes inovações, diferentes indústrias ou diferentes países/regiões.

O estudo destas regularidades empíricas tem passado pela tentativa de resposta a algumas questões. A questão geral que frequentemente é colocada é: porque é que produtos e processos novos e presumivelmente superiores não são imediatamente adoptados por todas as empresas (os adoptantes potenciais) que deles podem beneficiar?

Neste sentido a teoria da difusão procura identificar quais os factores que influenciam as taxas de difusão das inovações, retardando a adopção instantânea de novos processos. Esses factores podem ser agrupados em três categorias: características da inovação, características dos adoptantes e características do ambiente, que se encontram especificadas de forma sintética nos quadros I.1, I.2 e I.3, que se apresentam nas páginas seguintes.

Quadro I.1 - Características das Inovações

Característica	Comentários
Custo de aquisição	As inovações com menor custo de aquisição têm maior probabilidade de serem adoptadas do que as que envolvem grandes montantes de recursos.
Rentabilidade da inovação	Uma inovação que apresenta potencialidades de lucro elevado para uma empresa é adoptada mais cedo por essa empresa.
Origem da inovação	Corresponde ao síndrome do "não inventado aqui"; algumas empresas com tradição de inovação mostram-se relutantes em adoptar tecnologia criada noutros locais.
Efeitos ao nível dos inputs	As inovações podem ser classificadas em função das poupanças relativas de factores que proporcionam; a taxa de difusão de uma inovação pode ser afectada pelas condições nos mercados dos inputs que são poupados (ou mais solicitados) com a adopção da inovação. Este item está também associado às características do ambiente
Impacto na estrutura produtiva	É de esperar que inovações que não afectem o fluxo de produção sejam adoptadas mais rapidamente do que as que tenham implicações para esse fluxo.
Gradualismo	As inovações que podem ser introduzidas de forma gradual, permitindo a recolha de informação ao longo do processo de adopção, apresentam uma difusão mais rápida do que aquelas que requerem confiança total na informação existente antes da adopção
Modificações na inovação	Durante a sua difusão as inovações sofrem alterações; cada empresa adequa o novo processo ou produto à sua estrutura produtiva, o que permite a criação de informação que será utilizada pelos adoptantes posteriores. As mudanças qualitativas nas inovações podem contribuir para a sua difusão inter-sectorial, já que podem permitir a sua aplicação a tipos de produção completamente diferentes dos originais. A expectativa de ocorrência de mudanças rápidas numa inovação pode retardar a sua difusão, já que as empresas podem preferir esperar pela nova geração tecnológica ou talvez por um <i>standard</i> .
Complementaridade entre inovações	Em certos casos os adoptantes só podem beneficiar totalmente de uma inovação se simultaneamente adoptarem inovações complementares. Neste sentido o que aparentemente é um conjunto de inovações distintas passa a ser entendido como um "pacote" tecnológico pelos potenciais adoptantes. Quanto maior a complexidade e ou novidade desse "pacote" maior a pré disposição para o decisor acumular informação e logo mais lenta será a adopção

Fontes: Quadro construído a partir de Godinho (1993), Rogers (1983) e Rosegger (1986)

Quadro I.2 - Características dos Adoptantes

Característica	Comentários
Dimensão da empresa	O efeito desta característica é algo polémico. No entanto geralmente considera-se que as empresas maiores podem ter uma propensão a inovar superior por três razões: i) possuem mais equipamento, pelo que em qualquer momento existe uma maior probabilidade de terem equipamento a necessitar de ser substituído; ii) têm um maior conjunto de operações pelo que a probabilidade de possuírem uma operação onde se utilize a inovação é superior; e iii) têm mais recursos financeiros pelo que têm uma maior capacidade de financiamento e de absorver as perdas se o investimento falhar.
Especificidade tecnológica do sistema produtivo	A especificidade tecnológica de cada sistema produtivo - conjunto mais ou menos integrado de técnicas, escala de actividade e métodos de organização e controlo - influencia fortemente a receptividade face a certas inovações.
Estrutura etária do stock de capital	Quando surge uma nova geração tecnológica, a empresa pode enfrentar duas situações distintas: i) pode ter adquirido há pouco tempo a tecnologia da geração anterior, não estando por isso interessada em adquirir a nova; ou ii) a empresa já amortizou a tecnologia da geração anterior estando disposta a adquirir a nova.
Situação financeira da empresa	Mesmo quando as inovações possuem atractividade técnica e económica a sua adopção pode ser impedida pela falta dos fundos necessários à sua aquisição e implementação.
Capacidade tecnológica	A adopção de uma inovação envolve mais do que a simples imitação, tendo a empresa que a adaptar ao seu sistema produtivo. A capacidade de adaptação da inovação por parte da empresa influencia a avaliação dos decisores sobre os custos de adopção e logo sobre o momento de adopção. Por outro lado, muitas inovações apresentam, quando surgem, uma elevada complexidade tecnológica, que afasta a maioria das empresas que não dispõem da capacidade necessária.
Posição no mercado e estratégias empresariais	Cada empresa ocupa uma posição no espaço competitivo da indústria a que pertence. A manutenção dessa posição está dependente de um portfólio de estratégias. A empresa deverá ter presente que estratégia de adopção de uma inovação nem sempre é a melhor estratégia - podem-se obter melhores resultados com a aquisição de outra empresa, com um aumento do esforço de <i>marketing</i> , ou com a melhoria de uma tecnologia antiga, por exemplo.
Atitudes dos gestores	As características pessoais dos gestores de topo são fundamentais no processo de decisão de adopção de uma inovação. Contudo, é extremamente difícil determinar e medir os atributos pessoais dos gestores que são relevantes em cada caso.
Maturidade das indústrias	É uma questão que tem despertado muito interesse mas ainda não se chegou a um acordo sobre o sentido da relação entre as atitudes dos potenciais adoptantes de uma inovação e o grau de maturidade da indústria a que eles pertencem.

Fontes: Quadro construído a partir de Godinho (1993), Rogers (1983), Romeo (1975) e Rosegger (1986)

Quadro I.3 - Características do Ambiente

Estrutura de Mercado	O efeito desta variável é controverso. Alguns economistas afirmam que as indústrias menos competitivas as velocidades de difusão são menores do que nas indústrias mais competitivas; outros afirmam precisamente o contrário.
Sistema de patentes	Por um lado espera-se que exista um sistema forte para impedir a difusão "abusiva" da inovação enquanto a sua protecção legal estiver em vigor; por outro lado, a ausência dessa protecção conduz, presumivelmente, a uma rápida adopção por parte das outras empresas (pelo menos no caso de inovações bem sucedidas). É de salientar que nalguns casos os detentores da patente pretendem licenciar ou vender a sua tecnologia.
Leis e regulamentos	As leis e regulamentos podem acelerar ou retardar a difusão de uma inovação. Quando as leis obrigam ou proíbem a utilização da inovação os seus efeitos são óbvios, mas existem casos em que esses efeitos são secundários.
Instituições não governamentais	Em certas indústrias a aplicação de um novo produto ou processo depende da aprovação por parte de uma instituição que pode retardar o processo de difusão, até que determinados testes tenham sido efectuados. Por outro lado as companhias de seguros podem retardar o processo de difusão através da recusa de elaboração de apólices até que todos os aspectos importantes para a avaliação do risco tenham sido analisados.
Sindicatos	As atitudes sindicais, e dos trabalhadores em geral, em relação à inovação variam de acordo com o país, com a indústria e com o momento temporal. Daqui que não exista uma única opinião sobre a influência deste factor no processo de difusão: alguns autores consideram que os sindicatos retardam o processo de difusão; outros autores consideram que os sindicatos não têm um efeito retardador sobre o processo de difusão.
Condições macro-económicas para o investimento	Evolução das taxas de juro, expectativas em relação à evolução da situação económica nacional e internacional, livre circulação de mercadorias e incentivos governamentais (programas co-financiados).
Sistema financeiro	Taxas de juro, capital de risco e linhas especiais de crédito.
Mercado de trabalho/sistema formativo	Existência de qualificações na empresas ou no mercado de trabalho, necessária para a implementação bem sucedida da inovação que a empresa pretende adquirir.

Fontes: Quadro construído a partir de Godinho (1993), Rogers (1983) e Rosegger (1986)

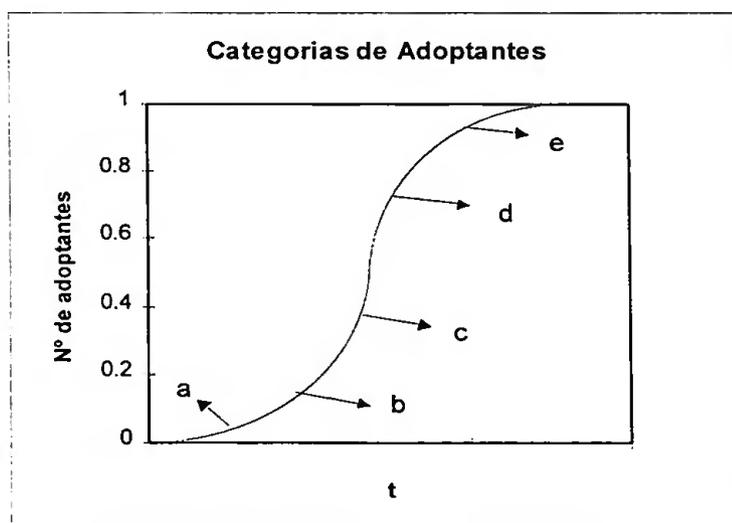
Outra questão frequentemente colocada concerne à explicação das razões de umas empresas adoptarem mais cedo do que outras. A este respeito, Rogers (1983) considera diferentes categorias de adoptantes, de acordo com grau de inovação, ou seja o grau em que uma empresa é pioneira na adopção da inovação em causa, face às outras empresas do sector. As categorias consideradas pelo autor são:

- a) inovadores: são activos na procura de informações sobre a inovação, enfrentam elevados níveis de incerteza, não dependem das avaliações realizadas pelos outros. Os pré requisitos para se ser inovador, segundo o autor são: i) controlo de um montante substancial de recursos financeiros que permita absorver perdas de inovações não rentáveis; ii) capacidade para compreender e aplicar conhecimentos técnicos complexos; e iii) capacidade para lidar com níveis de incerteza elevados. Os inovadores desempenham um papel crucial no processo de difusão já que são eles que lançam a inovação no sistema.
- b) adoptantes iniciais: não estão muito longe do indivíduo médio do sistema. São respeitados pelas outras empresas que os procuram para obterem informação sobre a inovação. Têm um papel importante na redução da incerteza (transmitem a sua avaliação subjectiva aos seus pares através de redes interpessoais).
- c) primeira maioria: tem um papel importante na ligação entre os primeiros e os últimos adoptantes. O período de decisão é mais longo do que o das categorias anteriores. Seguem facilmente os adoptantes iniciais, mas raramente lideram o processo de decisão.
- d) maioria tardia: segundo Rogers, nesta categoria, a adopção pode ser o resultado da necessidade económica e/ou a resposta a pressões crescentes das redes interpessoais. A escassez relativa de recursos significa que a incerteza deve ser quase toda eliminada antes dos membros desta categoria se sentirem aptos a adoptar.
- e) retardatários: são os últimos a adoptar. Muitos encontram-se numa situação isolada nas redes interpessoais. Geralmente interagem com outros

membros com valores tradicionais. Quando finalmente adoptam a inovação ela já pode ter sido ultrapassada por outra mais recente que já está a ser utilizada pelos inovadores. A resistência à mudança destas empresas pode ser “racional”, já que dado os seus recursos serem limitados elas devem estar relativamente certas que a ideia não irá falhar. Geralmente, a sua situação financeira força-as a serem cuidadosas.

A distribuição de cada uma destas categorias de Rogers na curva de difusão encontra-se ilustrada na figura I.4.

Figura I.4 - Categorias de Adoptantes segundo a propensão a adoptar a Inovação



Outras questões que são frequentemente colocadas pelos teóricos de difusão de inovações, estão associadas a questões como as razões da variação das taxas de difusão entre inovações, indústrias e regiões. Estas questões serão abordadas, posteriormente, no decorrer do *survey* das diversas teorias da difusão da inovação, realizado no próximo capítulo.

É importante salientar dois desenvolvimentos recentes na teoria da difusão. O primeiro consistiu na compreensão que o fenómeno da difusão não é apenas

uma reacção às forças da procura, reflectindo igualmente o lado da oferta das tecnologias. Assim, no caso das inovações de processo tem que se considerar que existem indústrias que produzem bens de capital que incorporam a nova tecnologia e que são adquiridas pela indústria utilizadora de bens de capital. O segundo desenvolvimento teórico consistiu na compreensão da importância das expectativas, nomeadamente sobre os preços e evolução da tecnologia.

Capítulo I.3. Teorias da Difusão da Inovação

Neste trabalho, referimo-nos sobretudo à difusão de novos processos tecnológicos, contexto em que se podem considerar quatro níveis de análise: difusão intra-empresa, difusão intra-indústria ou inter-empresas, difusão inter-indústrias e difusão internacional de tecnologia. Este último nível de análise cai fora do âmbito deste trabalho, e de uma forma geral iremo-nos ocupar sobretudo da difusão intra-indústria (que na parte empírica tem a ver com a consideração dos sectores dos moldes e do vestuário).

Este capítulo está organizado em quatro secções diferentes, cada uma das quais respeitante a uma abordagem da problemática da difusão. As quatro abordagens analisadas são a epidémica ou logística, a probit, a baseada na teoria dos jogos e a evolucionista (ver a este respeito o quadro I.4). Em cada uma destas abordagens são indicadas as suas características gerais, alguns dos modelos mais importantes e algumas das críticas e méritos que mais frequentemente lhes são apontados.

Quadro I.4 - Abordagens e Modelos na Teoria da Difusão

ABORDAGEM	MODELOS TRATADOS	OUTROS MODELOS
EPIDÉMICA	Griliches (1957) Mansfield (1961) Romeo (1977)	Romeo (1975) Mansfield (1989) Mansfield (1993)
PROBIT	David (1969) Davies (1979) Stoneman e Ireland (1983)	David e Olsen (1984) Metcalf (1984) Bresnahan e David (1986)
TEORIA DOS JOGOS: A) Modelos Estratégicos B) Tecnologias Concorrentes	Reinganum (1981a,b) Reinganum (1983) Fudenberg e Tirole (1985) Beath, Katsoulacos e Ulph (1995) Arthur (1988)	Quirnbach (1986) Flaherty (1980b) Jensen (1982) Arthur (1989)
MODELOS EVOLUCIONÁRIOS	S-D-O (1988)	Nelson e Winter (1982) Gibbons e Metcalfe (1986) Metcalf (1989) Soete e Turner (1984) Arcangeli (1990a, b)

I.3.1. Abordagem Epidémica

I.3.1.1. Características gerais da abordagem epidémica

Esta abordagem é desenvolvida a partir da analogia entre difusão de uma inovação e o alastramento de uma epidemia por uma dada população. Assim, o processo de difusão de uma inovação está dependente do contacto pessoal entre adoptantes (os indivíduos infectados) e não adoptantes (os indivíduos que ainda não foram infectados).

A doença corresponde à informação sobre a inovação, ou seja, é devido ao alastramento da informação que as empresas que ainda não adoptaram tomam conhecimento da inovação e das suas vantagens e a adoptam.

“No caso da difusão de uma inovação tecnológica o que se difunde é a informação sobre a própria inovação. As empresas têm pouca, ou nenhuma, informação sobre uma inovação que ainda não foi adoptada de forma generalizada e que, portanto, está associada a um elevado grau de risco. À medida que mais empresas adoptam a inovação a base informacional à disposição dos potenciais adoptantes aumenta e o risco associado à inovação diminui.”
(Coombs, Saviotti e Walsh, 1987)

Assim, o modelo epidémico considera que a utilização de uma nova tecnologia se restringe às empresas que têm conhecimento da existência dessa tecnologia e que as empresas a adoptam em momentos diferentes devido à distribuição assimétrica da informação. As empresas que tomam conhecimento da inovação mais cedo adoptam mais cedo e as que tomam conhecimento da inovação mais tarde adoptam mais tarde. Desta forma, é esta distribuição assimétrica da informação que dá à curva de difusão o seu padrão sigmóide.

1.3.1.2. Alguns estudos no âmbito da abordagem epidémica

A) Modelo de Griliches (1957)

O estudo da difusão na tradição epidémica remonta ao trabalho de Griliches de 1957, que tratava a difusão do milho híbrido entre os agricultores dos diferentes Estados dos EUA.

Griliches considera a existência de uma curva logística para descrever a evolução do processo de difusão, partindo da seguinte expressão:

$$[1] \quad N_t = N^* / [1 + \exp(-a - bt)],$$

onde, N_t representa o número cumulativo de empresas que já adoptaram e N^* representa a população de potenciais adoptantes.

A expressão [1] linearizada dá origem a:

$$[2] \quad \ln [N_t / (N^* - N_t)] = a + bt.$$

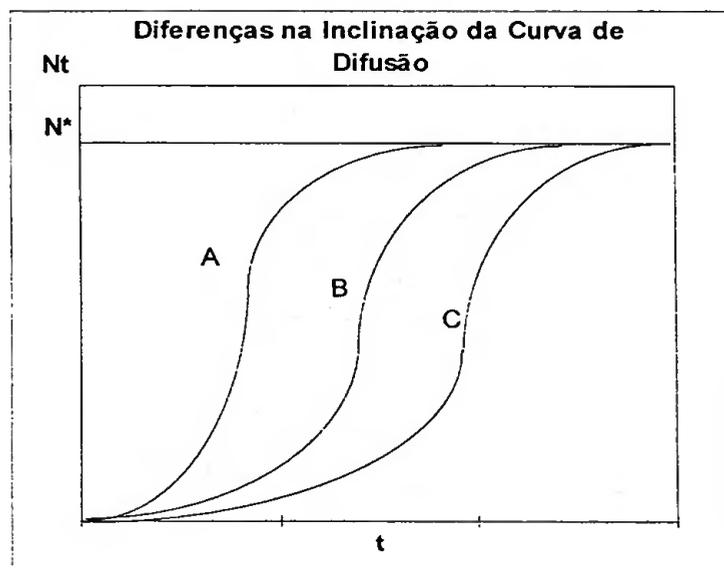
A expressão [2] dá-nos uma perspectiva cronológica do processo de difusão, já que qualquer alteração no logaritmo da relação entre adoptantes e não adoptantes é explicada pela variável tempo.

A partir da expressão [2] é possível estimar os valores de a e b , dadas as séries de valores para N_t e N^* , o que nos permite determinar quais as variáveis que estão mais fortemente correlacionadas com os referidos parâmetros e prever o comportamento do processo de difusão em períodos posteriores ao da nossa análise.

Griliches interessou-se sobretudo pelas diferenças obtidas para o valor do parâmetro b nos diferentes Estados dos EUA. Este parâmetro representa a velocidade de difusão (ou grau de infecciosidade na linguagem epidemiológica), sendo geralmente designado por coeficiente de difusão.

O parâmetro b reflecte a inclinação da curva de difusão, sendo que quanto maior for b mais inclinada será a curva e mais rápido será o processo de difusão.

Figura I.5 - Diferenças na inclinação da curva de difusão



A figura I.5 mostra-nos três curvas de difusão com inclinações diferentes associadas a três valores distintos do parâmetro b . Assim, apesar de os três processos de difusão terem sido iniciados no mesmo momento, o processo representado pela curva A (a mais inclinada) atingiu primeiro o total da população potencial (N^*), estando portanto associado a um parâmetro b com um valor mais elevado. A curva C representa o processo de difusão mais lento (é a curva menos inclinada) estando portanto associada a um valor mais reduzido para o parâmetro b .

Griliches associou o coeficiente de difusão a uma variável de rentabilidade da inovação e a uma variável de dimensão da propriedade agrícola, afastando-se assim da abordagem sociológica, por considerar que, subjacentes ao processo de adoção, estão variáveis económicas e não apenas o relacionamento entre as empresas do sector e as atitudes dos respectivos líderes.

B) Modelo de Mansfield (1961)

Mansfield (1961) no seguimento da abordagem de Griliches de ajustamento da curva logística, investigou a difusão de doze inovações na indústria transformadora dos EUA.

Mansfield (1961) parte da expressão

$$[3] \quad W_t = (N_{t+1} - N_t) / (N^* - N_t)$$

onde W_t representa a proporção de empresas que não tendo adoptado até ao momento t se tornam adoptantes em $t+1$.

Como o ritmo de difusão é condicionado por uma série de factores, W_t é uma função de vários elementos:

$$[4] \quad W_t = f (...)$$

Escrevendo [3] na forma diferencial e considerando [4] temos:

$$[5] \quad d N_t / d t = f (...)(N^* - N_t)$$

Mansfield considera que a proporção de não adoptantes em t que irá adoptar em $t+1$ (W_t) é maior à medida que a proporção de adoptantes (N_t / N^*)

aumenta, pelo que considera $f(\dots) = b N_t / N^*$ (com $b > 0$). Esta relação entre W_t e N_t / N^* pode ser explicada por três factores:

- a acumulação de experiência e informação gerada pelas adopções contribui para a diminuição do risco de adopção;
- ocorrência de efeitos de pressão competitiva entre adoptantes e não adoptantes;
- em situações em que a rentabilidade da inovação é difícil de estimar, o facto de uma grande proporção de empresas concorrentes já ter adoptado pode levar as restantes a adoptarem.

Substituindo a expressão de $f(\dots)$ em [5] obtemos a expressão:

$$[6] \quad d N_t / d t = b (N_t / N^*) (N^* - N_t)$$

A solução da equação [6] é dada pela expressão [1], que depois de linearizada dá origem à equação [2].

A equação [6] consubstancia a teoria epidémica. Ela mostra-nos que o ritmo a que se processa a difusão ao longo do tempo depende do facto de os indivíduos que já adoptaram (N_t / N^*) contactarem com indivíduos que ainda não adoptaram ($N^* - N_t$). A probabilidade desse contacto ocorrer é dada pelo coeficiente de difusão b , que segundo Mansfield reflecte as características da inovação e da indústria consideradas. Assim, b será maior quanto maior for a rentabilidade da inovação e quanto menor for a dimensão relativa do investimento necessário à implementação da inovação.

Desta forma, e de acordo com os testes empíricos realizados por Mansfield, a probabilidade de uma empresa adoptar a inovação é uma função crescente da proporção de empresas que já adoptaram e da rentabilidade da inovação e uma função decrescente da dimensão relativa do investimento que a adopção

implica. Mansfield conclui ainda que, *ceteris paribus*, a difusão é mais rápida em indústrias menos concentradas, conclusão que está relacionada com o argumento de que a pressão competitiva é superior em mercados menos concentrados.

A vertente empírica do modelo de Mansfield é criticada em dois aspectos: por um lado, o ajustamento e a análise inter-sectorial possuem poucos graus de liberdade para que os resultados sejam convincentes; por outro lado, o autor só utiliza dados sobre grandes empresas, o que introduz um elemento de homogeneidade na amostra contribuindo para o aumento das hipóteses de obtenção de um bom ajustamento da curva logística.

C) Modelo de Romeo (1977)

No seguimento dos trabalhos de Mansfield, Romeo (1977) estudou a difusão de máquinas-ferramenta com controlo numérico em 10 indústrias. Este autor concluiu que a difusão segue um padrão logístico em todas as indústrias e que existem diferenças inter-industriais na velocidade de difusão, que são em grande parte explicadas pelas características da inovação e das indústrias consideradas.

Neste modelo a variável em análise é a taxa de difusão e os objectivos do autor são detectar e explicar diferenças inter-industriais nessa variável. Para tal Romeo considera as seguintes variáveis independentes: o número de empresas na indústria, a variância da distribuição do logaritmo natural da dimensão das empresas da indústria, uma variável que reflecte a escala de operações da indústria (investimento médio em equipamento com controlo numérico na indústria), a média despesas em I&D como percentagem das vendas na indústria, o ano da primeira adopção de equipamento com controlo numérico na indústria e a taxa média de rentabilidade do investimento neste tipo de equipamento na indústria.

A partir dos resultados obtidos, Romeo considera que daquelas variáveis, a única que está longe de ser significativa é a relacionada com as despesas em I&D. As variáveis rentabilidade do investimento em máquinas com controlo numérico, número de empresas na indústria e ano da primeira adopção de equipamento com controlo numérico na indústria estão positivamente correlacionadas com a taxa de adopção, estando as restantes negativamente correlacionadas.

As variáveis número de empresas na indústria e variância do logaritmo da dimensão das empresas da indústria permitem ver qual o efeito da concentração industrial na difusão das inovações. Neste estudo Romeo conclui que o coeficiente de difusão está positivamente correlacionado com o número de empresas da indústria e negativamente correlacionado com a variância do logaritmo da dimensão das empresas. Assim, conclui-se que a pressão competitiva conduz ao aumento da velocidades de difusão, resultado que é compatível com os de Mansfield.

1.3.1.3. Críticas à abordagem epidémica

O modelo epidémico é geralmente criticado por ser um modelo estático, no sentido em que não considera variações na população, na inovação ou no ambiente durante o processo de difusão.

É um modelo que produz bons resultados econométricos, mas que possui uma base teórica muito fraca. Isto porque o acesso à informação sobre a inovação, considerado o factor impulsionador de todo o processo, é apenas o primeiro passo de um complexo processo, que implica que seja tomada uma decisão em função de determinados critérios, nomeadamente de rentabilidade.

De uma forma mais específica são feitas as seguintes críticas a hipóteses básicas do modelo:

1. A população é considerada homogénea excepto em relação à detenção de informação sobre a inovação.
2. O número de potenciais adoptantes pode não corresponder à população total. (Esta limitação foi ultrapassada por Metcalfe, 1984, que endogeniza o número máximo de adoptantes).
3. A probabilidade de adoptar a inovação depois de ter conhecimento da sua existência não é independente de considerações económicas como a rentabilidade ou as perspectivas de mercado.
4. Não existe uma justificação teórica para a escolha da curva logística para representar o processo de difusão. Mais, as condições necessárias à obtenção da curva logística são demasiado restritivas (rentabilidade de adopção constante e probabilidades de adopção iguais para todas as empresas).
5. Não entra em linha de conta com variações na rentabilidade em função de processos de aprendizagem, do aparecimento de inovações incrementais e do reflexo da difusão nos preços relativos da inovação.
6. O modelo não considera o papel da selecção nem os efeitos da difusão na estrutura de mercado, na competitividade relativa das empresas e no crescimento económico (fraquezas que são colmatadas com a teoria evolucionista).

I.3.2. Abordagem Probit

I.3.2.1. Aspectos gerais da abordagem probit

Esta abordagem parte do princípio que uma característica, influente no processo de decisão de adopção, se encontra assimetricamente distribuída pela população de adoptantes. Tal característica, geralmente a dimensão, tem implicações sobre os benefícios que cada empresa retira da adopção da

inovação. Torna-se então possível hierarquizar as empresas em função dos benefícios que elas podem obter com a inovação.

Paralelamente, a informação sobre a inovação encontra-se livremente disponível e está homogeneamente distribuída pela população. Assim, ao contrário do que acontece na abordagem epidémica as empresas adoptam em momentos distintos por razões de natureza objectiva (incapacidade de retirar benefícios “suficientes” da inovação) e não por razões de ordem cognitiva (desconhecimento da inovação ou das suas características).

Segundo esta abordagem as empresas possuem um comportamento racional, são maximizadoras do lucro. As empresas só adoptam no momento em que os benefícios de adopção ultrapassam um certo limiar.

Durante o processo de difusão ocorrem dois efeitos: o preço da nova tecnologia diminui, o que contribui para o aumento do número de empresas que utilizam a inovação; paralelamente, diminuem os riscos de adopção dessa inovação, pois o facto de outras empresas já terem utilizado, com sucesso, a inovação actua como efeito de demonstração, transmitindo confiança aos potenciais adoptantes.

1.3.2.2. Alguns estudos no âmbito da abordagem probit

A) Modelo de David (1969)

Em 1969 David realizou um estudo sobre a difusão das ceifeiras mecánicas (McCornick), nos EUA no século XIX. O autor constrói um modelo relativamente simples mas que contempla um mecanismo de adopção análogo ao posteriormente sugerido nos modelos Probit (é de salientar que David ainda não utiliza a técnica Probit neste estudo).

David considera que a principal vantagem da introdução das ceifeiras mecânicas é a poupança de trabalho que elas permitem. Assim, sendo a_0 e a_1 as necessidades de trabalho por unidade de terra sem e com mecanização, respectivamente, e W o nível geral de trabalho temos que os benefícios de adoção (poupança de trabalho) por unidade de terra são dados por $w(a_0 - a_1)$, com $a_0 > a_1$.

Considerando que a dimensão da exploração agrícola i é S_i e que os benefícios de adoção são proporcionais a essa dimensão, então os benefícios de adoção para essa exploração i são dados por $S_i w(a_0 - a_1)$.

David considera que o preço da inovação (p) é o único elemento do custo de adoção, pelo que sendo r a taxa de juro o custo anual de adoção é rp .

O agricultor adopta a ceifeira mecânica logo que os benefícios de adoção compensem os custos de adoção, ou seja, quando:

$$[1] \quad S_i w(a_0 - a_1) > rp$$

Da expressão [1] retira-se que a dimensão crítica (S_c) para a introdução de ceifeiras mecânicas é dada por:

$$[2] \quad S_i \geq rp / [w(a_0 - a_1)] \equiv S_c$$

Ao considerar que os agricultores sabem quais são os benefícios da adoção, David elimina a incerteza deste modelo. Os agricultores conhecem os benefícios que retiram da introdução das ceifeiras mecânicas mas não as adquirem enquanto considerarem que esses benefícios são insuficientes.



O processo de adopção desenrola-se devido a três factores:

1. o aumento do preço do trabalho (w);
2. a diminuição do preço da inovação (p);
3. a eventual diminuição da taxa de juro (r).

Em 1969 Paul David apresenta, num *Working Paper* da Universidade de Stanford, uma formalização do modelo probit aplicado à análise da difusão de inovações tecnológicas, sem proceder, contudo, a testes empíricos.

B) Modelo de Davies (1979)

Em 1979, dez anos após a publicação do trabalho de David, e aparentemente sem conhecimento dele, S. Davies publica em Inglaterra um livro em que apresenta uma formalização do modelo probit, com aplicação a diversas indústrias do Reino Unido.

Neste modelo a característica chave para a adopção de uma inovação é a dimensão das empresas, sendo que a decisão de adopção se baseia na comparação entre o *pay-back* esperado para o investimento (ER) e um *pay-back* desejado (R^*). ER e R^* são específicos de cada empresa sendo dependentes de vários factores, de entre os quais Davies só considera explicitamente a dimensão (os restantes factores são considerados como um resíduo aleatório).

As hipóteses básicas deste modelo são:

1. Existe uma indústria de bens de capital que oferece uma inovação incorporada num equipamento;
2. Na indústria utilizadora desse equipamento existem N potenciais adoptantes;
3. Todas as empresas têm informação sobre a inovação desde o seu aparecimento.

Paralelamente Davies considera que:

1. A dimensão e o resíduo aleatório variam entre os potenciais adoptantes. A este respeito o autor sugere que geralmente as inovações de processo envolvem economias de escala, o que se traduz no facto de a rentabilidade dessas inovações ser mais elevada para as empresas maiores. Adicionalmente, considera que a rentabilidade de adopção varia de empresa para empresa por um conjunto de razões técnicas, nomeadamente a natureza dos produtos e a geração tecnológica existente.

2. ER diminui com o passar do tempo, o que significa que as expectativas sobre a nova tecnologia se tornam mais favoráveis, devido a dois factores:

i) a informação sobre a tecnologia vai-se “clarificando” à medida que os não adoptantes constatarem que os seus concorrentes adoptaram a inovação com êxito;

ii) são introduzidas melhorias na nova tecnologia em resultado de processos de aprendizagem (learning by doing).

Davies formaliza o seu modelo em duas fases: num primeiro momento apresenta um modelo de tipo cronológico e num segundo momento um modelo seccional.

1) Modelo Cronológico

Assumindo que R^* e ER são uma função multiplicativa da dimensão, do tempo e de outras variáveis aleatórias (resíduo), a decisão de adopção baseia-se na seguinte expressão:

$$[1] \quad S_i > S_i^*,$$

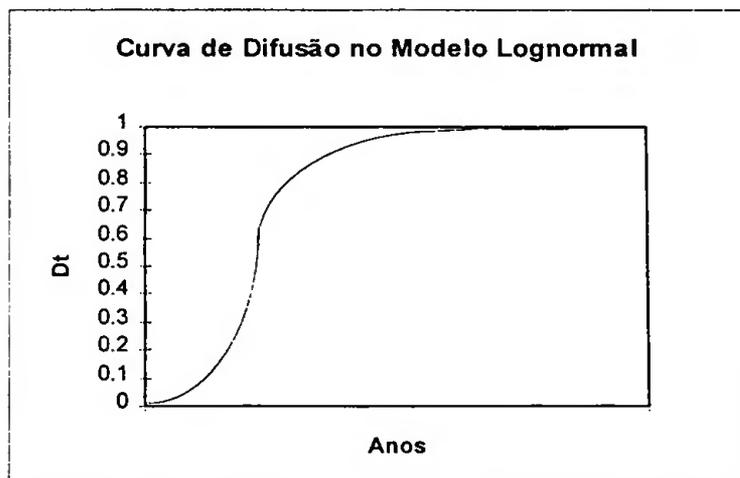
o que significa que a empresa i adota a inovação quando a sua dimensão efectiva (S_i) for superior ao limiar de adopção ou “dimensão crítica” (S_i^*).

Davies agrega [1] ao nível da indústria para mostrar que a difusão segue um padrão em S. Afirma que a forma exacta da curva depende da evolução temporal de ER e R^* e logo de S^* . Neste ponto o autor formula duas alternativas:

- Inovações do Grupo A:

Neste caso considera que a dimensão das empresas segue uma distribuição lognormal, o que dá origem a uma curva de difusão com um aspecto semelhante ao da figura I.6.

Figura I.6 - Curva de difusão no modelo lognormal



As inovações do Grupo A são relativamente simples e baratas. São significativamente melhoradas nos primeiros anos mas posteriormente sofrem poucas melhorias. Estas características fazem com que as inovações sejam adoptadas de forma rápida desde o início do processo de difusão, o que significa que o ponto de inflexão da curva de difusão ocorre com uma reduzida proporção de adoptantes.

O modelo A é estimado a partir da expressão:

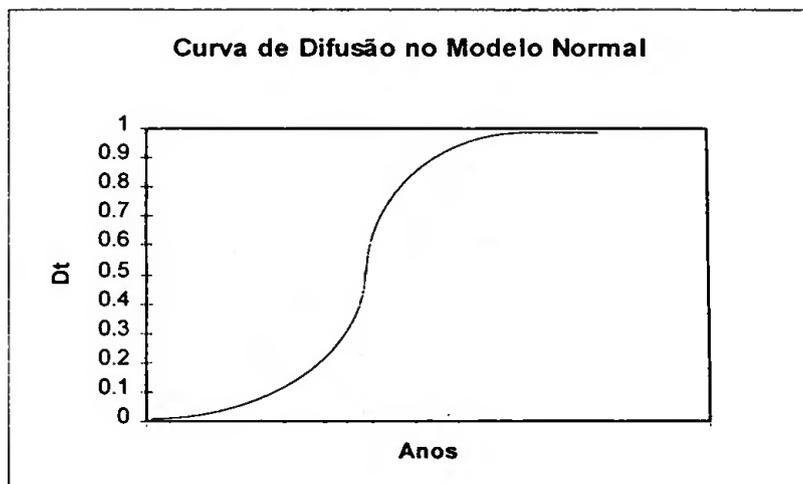
$$[2] \quad Z_{ta} = a_1 + b_1 \log t$$

sendo Z_{ta} o desvio equivalente normal, ou Probit, da proporção cumulativa de adoptantes, ou seja de D_t .

- Inovações do Grupo B:

Aqui o autor considera que o logaritmo da dimensão das empresas segue uma distribuição normal, o que dá origem a uma curva de difusão com uma forma semelhante à da figura I.7.

Figura I.7 - Curva de distribuição normal



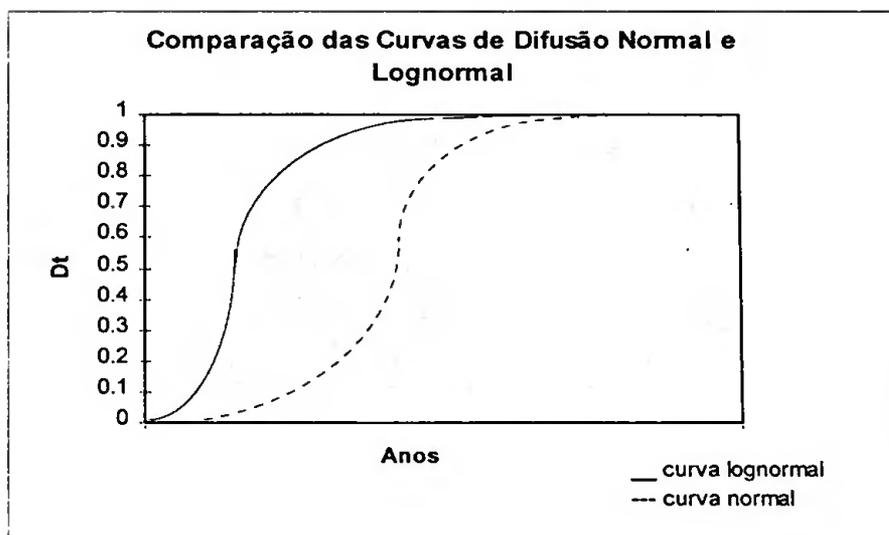
As inovações do Grupo B são mais caras e tecnicamente mais complexas. São alvo de melhorias sistemáticas durante vários anos após a sua introdução. Daqui que o processo de difusão seja mais lento no início, dando-se o ponto de inflexão mais ao menos a meio desse processo.

O modelo B é estimado a partir da equação:

$$[3] \quad Z_{tb} = a_2 + b_2 t$$

A figura I.8 mostra-nos que a principal diferença entre as curvas cumulativas lognormal e normal reside no facto de a primeira apresentar um ponto de inflexão mais cedo. A curva cumulativa normal é muito semelhante à curva logística do modelo epidémico, sendo praticamente simétrica.

Figura I.8 - Comparação das curvas de difusão normal e lognormal



A velocidade de difusão do modelo de Davies é influenciada por factores de aprendizagem, por melhorias de informação e por outros determinantes de ER e R^* . É também influenciada pelas diferenças dimensionais nas empresas. Assim, nas indústrias em que a dimensão das empresas é mais homogénea a adopção é mais rápida, já que as empresas estão próximas de S^* , desde o início do processo de difusão, sendo necessárias alterações reduzidas em ER e R^* para que as empresas ultrapassem a dimensão crítica.

O mecanismo de decisão utilizado por Davies não considera o preço relativo das tecnologias. Os empresários analisam os projectos de investimento e seleccionam os que têm um *payback* inferior ao crítico.

2) Modelo Seccional

Com este modelo Davies procura explicar as diferenças inter-sectoriais nas velocidades de difusão, sendo que a adopção da inovação continua relacionada com a dimensão da empresa.

Para ajustar este modelo constroem-se intervalos (S_k) de acordo com a dimensão média das empresas desse intervalo. De seguida determina-se, em cada intervalo, a proporção de adoptantes. Esta proporção corresponde à probabilidade de uma empresa no intervalo de dimensão k já ter adoptado. A partir dessa probabilidade obtém-se o valor Probit (Z_k), que é utilizado na estimação do modelo:

$$[4] \quad Z_k = a + b \log S_k$$

Davies conclui que a velocidade de difusão está:

- i) positivamente relacionada com a rentabilidade de difusão, o que está de acordo com as conclusões de Mansfield;
- ii) negativamente associada com o número de empresas na indústria, o que está contra os resultados de Romeo;
- iii) negativamente associada à variância do logaritmo da dimensão das empresas, o que vai ao encontro das conclusões de Romeo.

Da conjugação de i) e ii) conclui-se que o resultado da concentração industrial não é claro, dependendo da situação que se está a estudar.



C) Modelo de Stoneman e Ireland (1983)

Este modelo ultrapassa uma limitação do modelo de Davies, que se concentrava no lado da procura do mercado da inovação, ao considerar o papel da oferta das inovações na determinação do padrão de difusão.

À semelhança de Davies, os autores consideram que determinada empresa adopta em t se nesse momento a sua dimensão efectiva for superior ao nível crítico (S^*).

O modelo parte da hipótese que a introdução da nova tecnologia requer a aquisição de um bem de capital com preço p . Esse bem de capital irá permitir uma redução da mão de obra empregue no processo produtivo no montante L^S por unidade de produção.

Sendo r a taxa de juro, w a taxa de salário, ignorando a taxa de depreciação do capital e considerando que o nível de produção da empresa corresponde à sua dimensão (S), temos que a empresa tem vantagem em adoptar quando as poupanças salariais compensarem o custo da nova tecnologia, ou seja quando:

$$[1] \quad S w L^S = p r$$

Assim a dimensão crítica é dada por:

$$[2] \quad S^* = p r / w L^S$$

A introdução do lado da oferta da inovação é feita pela consideração que os fornecedores da nova tecnologia têm uma curva de custos que reflecte o processo de aprendizagem. Assim, à medida que a produção acumulada

aumenta os custos unitários de produção da nova tecnologia diminuem (learning by doing). Esta diminuição dos custos repercute-se na diminuição do preço da inovação, o que se traduz na diminuição da dimensão crítica e logo no aumento da proporção de adoptantes.

Os autores concluem que a estrutura de mercado da indústria fornecedora do bem de capital influencia o processo de difusão: a velocidade de difusão é maior quanto mais competitiva for essa indústria. Outros factores, do lado da oferta, que influenciam o processo de difusão são os objectivos das empresas fornecedoras, o grau em que ocorre o processo de aprendizagem e as restrições financeiras.

A consideração do preço da inovação de forma explícita abre o caminho para a introdução das expectativas das empresas sobre a evolução desse preço. É frequente considerarem-se duas situações extremas: a miopia e a previsão perfeita (a introdução das expectativas, encontra-se, por exemplo, presente nos trabalhos de Antonelli, et al (1992) e de Karshenas e Stoneman (1995)).

1.3.2.3. Méritos e limitações da abordagem probit

A abordagem probit tem sido alvo de diversos elogios e críticas, de entre os quais destacamos⁸:

- a abordagem baseia o processo de difusão em regras comportamentais (escolha da curva cumulativa normal ou lognormal), denotando assim um considerável avanço conceptual no estudo da difusão. Apesar deste esforço, a variável independente considerada nas regressões dos modelos probit é a mesma dos modelos epidémicos: a variável tempo.
- o mesmo quadro conceptual permite a construção de modelos temporais e seccionais, não sendo necessário utilizar estimativas do parâmetro b obtidas

⁸ Esta secção foi elaborada com base em Godinho (1993)

no modelo temporal num modelo seccional. No entanto, os modelos seccionais têm a limitação de considerarem todas as empresas iguais em todos os aspectos, excepto na dimensão. A dimensão funciona aqui como o factor assimétrico que gera o padrão de difusão.

- outro mérito desta abordagem é a integração do lado da oferta das inovações. Contudo, os processos de inovação e de difusão são separados do ponto de vista conceptual: os utilizadores não inovam, a tecnologia não é melhorada e os pioneiros não retiram benefícios de terem sido os primeiros a adoptar. Este aspecto está associado à não consideração de ganhos dinâmicos de apropriabilidade que resulta da não inclusão de elementos de comportamento estratégico: os agentes económicos têm acesso a toda a informação importante e maximizam o lucro de curto prazo.
- outra limitação desta abordagem é a forte ênfase em aspectos estruturais, já que a dimensão (ou seja um factor estrutural) é responsável pela geração do padrão de difusão.

1.3.3. Abordagem baseada na teoria dos jogos

1.3.3.1. Modelos Estratégicos

A) Aspectos gerais dos Modelos Estratégicos

O traço distintivo destes modelos é o pressuposto de que em determinadas condições não é necessário considerar a hipótese de heterogeneidade estrutural entre empresas para se obter um processo de difusão, o que se consegue com a introdução de elementos de comportamento estratégico por parte das empresas.

Estes modelos consideram que à medida que a tecnologia é utilizada por mais empresas os benefícios resultantes da adopção variam. Nesta relação entre benefícios de adopção e número de utilizadores da tecnologia é possível

considerar dois tipos de efeitos [ver Karshenas e Stoneman (1993) e Karshenas e Stoneman (1995)]:

- efeitos *stock* que se baseiam no facto de o benefício de adopção do adoptante marginal decrescer com o aumento do número de adoptantes (este tipo de efeitos está presente nos modelos de Reinganum).
- efeitos *order* que se baseiam na consideração que os benefícios de adopção de uma empresa dependem da sua posição na ordem de adopção. As empresas que adoptam primeiro (as primeiras na ordem) têm um benefício superior ao das que adoptam mais tarde. Estes efeitos podem ser justificados pelas vantagens dos primeiros na obtenção das melhores localizações ou na captação de mão de obra qualificada (este tipo de efeitos está presente no modelo de Fudenberg e Tirole (1985)).

Paralelamente, estes modelos consideram que à medida que o processo de difusão se desenrola, os custos de adopção da nova tecnologia (preço da inovação e custos de ajustamento) diminuem.

Assim, adiar a data de adopção pode significar a redução do fluxo de lucros se a concorrência adoptar a inovação durante esse período de espera. Por outro lado, esperar pode significar a diminuição dos custos de adopção devido à aprendizagem ou à introdução de melhorias incrementais. No processo de decisão da data de adopção cada empresa tem que ponderar quais os custos e benefícios de atrasar a adopção, bem como a estratégia de adopção das empresas concorrentes.

Vai-se de seguida fazer uma breve descrição de dois modelos estratégicos baseados na teoria dos jogos.

B) Modelos de Reinganum

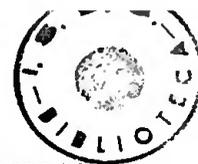
O modelo de Reinganum (1981a) parte das seguintes hipóteses:

1. existem duas empresas idênticas num jogo com equilíbrio de Nash;
2. existe um pré-compromisso das empresas em adoptarem numa certa data;
3. a informação é perfeita;
4. o ambiente da indústria é estacionário, excepto quando surge a nova tecnologia, não sendo posteriormente antecipados outros avanços técnicos;
5. cada empresa é caracterizada por uma função de *pay-off* que depende da data de adopção dessa empresa e do comportamento do seu rival.

Num primeiro momento é anunciada uma inovação que possibilita a redução dos custos de produção e cada empresa pondera a data da sua adopção com base na comparação dos custos actualizados com os benefícios actualizados e no comportamento da empresa concorrente.

A autora mostra que na presença de um comportamento de Nash existem dois equilíbrios. Em cada um desses equilíbrios uma empresa adopta relativamente cedo e a outra relativamente mais tarde, sendo que os *pay-offs* diminuem com a ordem de adopção. Desta forma existe difusão, mesmo considerando que as empresas são idênticas e que a informação é perfeita (condições em que segundo os modelos epidémico e probit a adopção seria instantânea, não existindo portanto um processo de difusão ao longo do tempo).

Posteriormente a autora procede à extensão deste modelo, considerando *n* empresas - Reinganum (1981b), obtendo como resultado tantos equilíbrios pré-compromisso quantas as permutações de empresas. A autora conclui que se



mantém a existência de um processo de difusão na presença de n empresas idênticas e de informação perfeita.

Assim, segundo estes modelos, o factor que impulsiona e dá forma ao processo de difusão são as diferentes estratégias das empresas quando confrontadas com a decisão de adopção.

C) Modelo de Fudenberg e Tirole (1985)

Estes autores desenvolvem o modelo de Reinganum (nas suas versões 1981a e 1981b) a partir de uma nova formalização de espaços de estratégia e *pay-offs* para jogos contínuos no tempo, em que a única decisão de um jogador é escolher apenas uma data para agir.

Fudenberg e Tirole consideram que as empresas podem observar e responder às acções dos seus rivais, tendo incentivos para assumirem um comportamento de adopção dissuasiva. A dissuasão significa que as empresas adoptam mais cedo do que se as datas de adopção dos rivais fossem fixas. Desta forma os autores eliminam a hipótese de pré-compromisso de Reinganum, incompatível com a hipótese de dissuasão.

Os autores demonstram que:

1. a ameaça de dissuasão igualiza os lucros em duopólio (não existindo por isso incentivo à adopção em datas diferentes por parte de empresas em situação de duopólio). Em oligopólio a igualização dos lucros não tem necessariamente que ocorrer.
2. se o ganho da dissuasão for relativamente reduzido (isto é, se não permitir a captação da quota de mercado da empresa rival) o resultado é a adopção tardia por parte das duas empresas.

3. se ser o primeiro é muito rentável, como num novo mercado, o equilíbrio é caracterizado por uma adopção “cedo” e por um padrão de difusão.

Desta forma, os autores concluem que nem todos os equilíbrios obtidos são caracterizados por um padrão de difusão. Para que seja desencadeado um processo de difusão é necessário que o primeiro adoptante obtenha ganhos de mercado, de forma a “provocar” os seus rivais a imitarem-no.

1.3.3.2. Abordagem das Tecnologias Concorrentes

A) As externalidades de rede

A consideração das redes no processo de difusão de tecnologias concorrentes remete-nos para um conceito mais vasto de inovação do que aquele que é tradicionalmente considerado (Lissoni e Metcalfe, 1994). A inovação deixa de ser considerada como um dado equipamento e passa a ser considerada como um conjunto inter-relacionado de elementos: máquinas, *software* e aptidões humanas. Esta nova concepção de inovação permite analisar problemas de compatibilidade e estandardização.

Uma rede é um esquema em que a utilidade da filiação depende do número total de membros. As redes são geralmente caracterizadas por externalidades positivas, o que neste contexto significa que o benefício da adopção de uma inovação aumenta com o número de empresas que anteriormente a adoptaram.

Assim, ao contrário do que se considera nos modelos estratégicos, quanto mais generalizada estiver a nova tecnologia, maiores são os benefícios para o adoptante marginal, em parte porque o risco de adoptar uma tecnologia não compatível se vai tornando menor.

Segundo Beath, Katsoulacos e Ulph (1995), as externalidades positivas levantam problemas de bens públicos a dois níveis:

- os primeiros adoptantes suportam o risco de terem perdas consideráveis se forem seguidos por poucas empresas, o que os coloca num dilema: ou adoptam cedo e servem de catalisador ao processo de difusão, ou esperam que outra empresa desempenhe esse papel. O bem público fornecido pelos primeiros adoptantes é o “impulso fundamental do processo de difusão”;
- depois da rede estar estabelecida pode surgir outro problema: a existência de empresas que não adoptam com base na ponderação dos custos e benefícios privados, mas cuja presença na rede poderia ser vantajosa do ponto de vista social (da rede). Assim, pode surgir uma falha de mercado que justifique a intervenção pública, nomeadamente através da atribuição de subsídios a essas empresas para a adopção.

Beath, Katsoulacos e Ulph apresentam vários modelos baseados na teoria dos jogos para esclarecer estas questões.

Primeiramente consideram um jogo em que existem duas tecnologias (uma nova e outra antiga) e duas empresas que têm que escolher simultaneamente se mudam ou não para a nova tecnologia. Concluem que existem duas estratégias puras de equilíbrio de Nash: ou ambas as empresas adoptam a nova tecnologia ou ambas não adoptam. Se ambas adoptam e se a tecnologia antiga for melhor (gera um maior *pay-off*) estamos perante um “impulso excessivo” em direcção à nova tecnologia. Se ambas as empresas não adoptam e se a nova tecnologia é melhor existe uma “inércia excessiva” por parte das empresas. Nas duas situações existe uma falha de mercado que pode justificar a intervenção pública.

Seguidamente os autores prolongam este jogo ao caso em que as empresas têm uma forte preferência por uma das tecnologias. Nesta situação concluem

que as empresas escolhem utilizar a sua tecnologia preferida, independentemente da escolha efectuada pela outra empresa. Assim:

- aqueles que têm uma forte preferência pela tecnologia antiga preferem utilizá-la sozinhos a estarem numa rede da nova tecnologia;
- aqueles que preferem a nova tecnologia privilegiam a sua adopção, mesmo sendo os únicos utilizadores, em alternativa à situação de pertencerem à rede da tecnologia antiga.

Por fim, os autores apresentam um jogo em que cada jogador tem que escolher na presença de informação imperfeita sobre as preferências do outro. O jogo disputa-se em dois momentos, em cada um dos quais cada jogador tem que decidir se muda ou não de tecnologia, caso ainda não o tenha feito. Este jogo tem três estratégias essenciais: i) nunca mudar de tecnologia; ii) mudar em $t=2$ se a outra empresa mudar em $t=1$; iii) mudar em $t=1$.

Num dos equilíbrios deste modelo existe um excesso de inércia. É o caso em que nenhum dos jogadores quer dar o primeiro passo, embora esteja disposto a seguir o outro na mudança de tecnologia (sendo que os benefícios são superiores no caso de ambas as empresas adoptarem). Estamos então na presença de um bem público - relacionado com o dar o primeiro passo - que justifica a intervenção do poder público no mercado.

Até aqui consideramos apenas o caso em que uma nova tecnologia substitui uma antiga (ver ainda Farrel e Saloner, 1986). No entanto, o conceito de externalidades de rede tem aplicações muito interessantes ao caso de duas ou mais tecnologias concorrentes, nomeadamente quando no início do processo de difusão de uma inovação existem vários desenhos/concepções diferentes, de entre os quais irá emergir um que é dominante.

Quando duas tecnologias inovadoras competem, as externalidades de rede podem acelerar ou travar o processo de difusão (Antonelli et al, 1992). Assim as externalidades de rede podem:

- conduzir a uma excessiva estandardização que atrasa a introdução de outras inovações, sobretudo se forem radicais;
- afectar grandemente os custos de adopção (diferentes dos custos de aquisição) através da redução dos custos de inputs complementares, de qualificação da mão de obra , de manutenção, etc.

B) Os factores ambientais

Arthur (1988) introduziu os efeitos do ambiente em que a empresa opera na problemática da concorrência entre tecnologias. O autor considera que uma tecnologia não é escolhida por ser a mais eficiente mas que se torna a mais eficiente por ter sido a escolhida, devido à existência de rendimentos crescentes na adopção.

Arthur refere cinco causas para a existência desses rendimentos crescentes:

- *learning by using*;
- externalidades de rede;
- economias de escala na produção;
- inter-relação tecnológica;
- rendimentos informacionais crescentes.

Qualquer tecnologia pode ganhar face às tecnologias que concorrem com ela, mesmo que no início ela seja inferior. O resultado final dessa disputa depende de pequenos acontecimentos na evolução do processo de difusão.

Arthur utiliza o termo *lock-in* para descrever a situação em que uma tecnologia inferior vence e impede a difusão de tecnologias superiores. Esta situação de *lock-in*, ou de "impasse tecnológico" pode prevalecer indefinidamente se a

fonte de rendimentos crescentes for o *learning by doing*⁹. Se esses rendimentos crescentes resultarem de externalidades de rede então o impasse pode ser quebrado, passando-se a uma tecnologia superior.

1.3.3.3. Comentários finais sobre a abordagem baseada na teoria dos jogos

A abordagem da difusão baseada na teoria dos jogos é bastante recente, pelo que ainda necessita de alguns desenvolvimentos. O grande método desta abordagem é considerar que são as diferentes estratégias das empresas que moldam os padrões de difusão, complementando desta forma as abordagens anteriormente referidas: a epidémica, que considera que o processo de difusão é condicionado pelo processo de aprendizagem de cada um dos potenciais adoptantes e a *probit* que considera que o principal factor impulsionador do processo de difusão são as diferenças estruturais existentes entre as empresas, nomeadamente ao nível da sua dimensão.

1.3.4. Abordagem Evolucionista

1.3.4.1 Características gerais da abordagem evolucionista

Esta abordagem representa a difusão como um processo de desequilíbrios em condições de incerteza e racionalidade limitada, utilizando uma definição de tecnologia que inclui, para além dos artefactos humanos, elementos organizacionais e culturais.

É uma abordagem que parte de dois pressupostos. O primeiro baseia-se no facto de a adopção de uma inovação não ser considerada como um acto isolado, mas sim como um passo de um processo de mudança mais vasto: "A

⁹ Ver David (1985).

introdução de uma inovação é um passo numa sequência de inovações dentro de um regime tecnológico” (Dosi et al, 1988).

O segundo pressuposto assenta na ideia de que o processo de difusão é um processo de selecção de tecnologias que resulta num processo de selecção das empresas que concorrem no mercado. Assim, afasta-se do tratamento da difusão enquanto mero processo de confronto entre uma tecnologia antiga e uma tecnologia nova, considerando-se que em cada momento existe uma variedade de tecnologias disponíveis, sendo a difusão o resultado de um processo de selecção entre essas tecnologias. Algumas das tecnologias seleccionadas são rentáveis e outras não; as rentáveis geram lucros que podem ser reinvestidos pelas empresas e as não rentáveis acabam por sair do mercado. Com o passar do tempo existe uma tendência para que a melhor prática se torne a dominante.

A abordagem evolucionista teve a sua origem no trabalho de Nelson (1968), posteriormente desenvolvido por Nelson e Winter (1982). De acordo com estes autores as empresas funcionam com rotinas e possuem aptidões que condicionam a sua adaptação a determinadas trajectórias “naturais”. Estas trajectórias tecnológicas ocorrem no contexto de um paradigma tecnológico. Daqui resulta que a mudança tecnológica é uma sucessão de novas técnicas alternativas, mais ou menos inter-relacionadas.

Alguns modelos desta abordagem (como Nelson e Winter (1982), Gibbons e Metcalfe (1986) e Metcalfe (1989)), simplificam a análise considerando que durante o processo de difusão não ocorre imitação, mas apenas selecção.

Estes modelos consideram o seguinte mecanismo de selecção: as empresas com tecnologia superior obtêm lucros adicionais que reinvestem, o que provoca uma alteração, em seu favor, das quotas de mercado; as empresas com tecnologia inferior têm perdas e desinvestem ou saem do mercado. Assim,



o processo de difusão é acompanhado do aumento das quotas de mercado dos adoptantes da nova tecnologia. Estes modelos reproduzem os padrões de difusão observados e explicam as mudanças subjacentes na estrutura de mercado.

Outros modelos desta abordagem combinam selecção e imitação (lenta), chegando a resultados semelhantes. É o caso de Gibbons e Metcalfe (1986) e de Soete e Turner (1984). Nestes modelos considera-se que as tecnologias podem ser melhoradas continuamente pelos seus utilizadores. A introdução destas melhorias a taxas diferentes pelas várias empresas pode alterar as vantagens relativas das várias tecnologias, donde resulta que a hierarquização das tecnologias deve considerar, para além das suas vantagens estáticas, o seu potencial de desenvolvimento.

Outro conjunto de modelos desta abordagem considera ainda que as empresas podem ser diferenciadas de acordo com a sua capacidade imitadora/innovadora. A modelização de situações em que coexistem a variedade tecnológica, a capacidade imitadora/innovadora e a propensão a investir é muito complexa, sendo geralmente impossível encontrar soluções analíticas. Em tais modelos é comum recorrer à simulação computacional, tal como acontece no modelo Silverberg-Dosi-Orsenigo que iremos aprofundar na secção seguinte.

1.3.4.2. Modelo Silverberg-Dosi-Orsenigo (1988)

Este modelo segue a tradição evolucionista ao considerar a existência de processos de desequilíbrio e a endogeneização das estruturas de mercado. No entanto, também incorpora elementos da abordagem Probit (diferenças entre as empresas, importância das expectativas), bem como elementos da abordagem epidémica (informação imperfeita e assimetria do conhecimento tecnológico).

A) Apresentação do modelo

O modelo de Silverberg-Dosi-Orsenigo (S-D-O) é um modelo extremamente complexo, encontrando-se organizado de acordo com oito grupos de equações respeitantes a: estrutura de mercado, competitividade, investimento, factor trabalho, nível de produção, política de preços, potencial de aprendizagem tecnológica e mecanismo de decisão. A solução do modelo é obtida por simulação computacional, podendo-se simular várias situações através de alterações sucessivas de parâmetros considerados importantes.

Este modelo permite considerar que as empresas são, no início do processo de difusão, distintas em relação a um conjunto de aspectos: dimensão, custos unitários, “prazos de entrega”, taxas de utilização da capacidade, níveis de aptidão, idade do *stock* de capital e capacidades de inovação/imitação.

O processo de difusão gera dois tipos de benefícios, cujo peso se vai alterando ao longo do processo de difusão. Estes benefícios são:

- benefícios públicos, que são ganhos de produtividade que se registam tanto nas empresas adoptantes como nas não adoptantes; estes benefícios resultam do extravasamento da experiência adquirida pelas empresas para o resto da indústria (através, por exemplo de movimentos de trabalhadores qualificados e gestores entre empresas, de publicações científicas, do sistema de ensino e mesmo da espionagem industrial),
- benefícios privados, que são ganhos de produtividade que apenas se registam nas empresas adoptantes.

A escolha da tecnologia a adoptar envolve, para além da escolha do equipamento, as aptidões na utilização das várias tecnologias e as expectativas de desenvolvimento das várias trajectórias concorrentes. As aptidões podem ser criadas através de processos internos de aprendizagem (*learning by using*) ou do aproveitamento da experiência de outras empresas

(externalidades resultantes da divulgação dos resultados obtidos pelas outras empresas).

Os autores integram a questão da difusão na problemática da transição de trajectória tecnológica ao considerarem uma trajectória “antiga” onde o potencial de desenvolvimento das aptidões já foi esgotado e uma “nova” trajectória onde ainda existe um forte potencial de desenvolvimento das aptidões. Quando a nova trajectória emerge, as empresas, com diferentes expectativas, procuram antecipar o seu potencial económico.

A difusão resulta do ajustamento contínuo das expectativas das empresas, em função das suas quotas de mercado e da introdução da inovação, sendo que a empresa utiliza um mecanismo de decisão em que compara as poupanças que espera que a tecnologia lhe venha a proporcionar com o investimento que tem que realizar para introduzir essa tecnologia. O facto de a empresa adoptar com base em expectativas levanta dois tipos de riscos: o de adoptar demasiado cedo ou de adoptar demasiado tarde.

No artigo de Silverberg, Dosi e Orsenigo são realizadas três simulações do modelo, considerando hipóteses distintas. Desta forma:

- Na primeira simulação considera-se que as empresas são iguais excepto na propensão a inovar. Como resultado a empresa vencedora é a quarta empresa (entre dez) que adoptou a inovação.
- Na segunda simulação todas as empresas têm a propensão a inovar utilizada para a empresa vencedora da primeira simulação. Como resultado, os autores obtêm uma situação em que nenhuma empresa adopta a inovação, porque nenhuma quer suportar os custos de desenvolvimento da nova tecnologia. É uma situação em que existe um conflito entre os ganhos privados e os ganhos públicos.
- Na terceira simulação todos os parâmetros são semelhantes aos da primeira simulação com excepção do parâmetro associado à taxa de aprendizagem

interna e à apropriabilidade dinâmica da inovação (que é considerado superior para os primeiros adoptantes). Neste caso as empresas vencedoras são as duas primeiras a adoptar.

Os autores concluem que os primeiros adoptantes nem sempre são os que retiram os maiores benefícios da adopção. Na ausência da hipótese da existência de informação perfeita não há garantias que os pioneiros sejam os vencedores, já que a decisão de adoptar cedo se pode revelar errada. Assim, os “primeiros imitadores” podem ganhar aproveitando uma melhor combinação de preço e ganhos de produtividade.

O facto de não se saber quem vence no processo de difusão coloca as empresas numa situação de dilema de prisioneiro: os empresários mais conservadores preferem evitar substituições aceleradas e elevadas despesas de desenvolvimento de tecnologia; contudo, os primeiros a inovar podem obter ganhos irreversíveis de quotas de mercado e capturar lucros avultados. Face a esta ameaça os empresários vêm-se obrigados a antecipar as suas decisões.

A decisão de adopção seria facilitada se se soubesse à partida que a nova tecnologia é potencialmente superior, mas este facto é desconhecido no início do processo de difusão. A decisão é ainda dificultada pela existência de externalidades, o que nos remete para a questão da apropriabilidade dos benefícios: quando a apropriabilidade é elevada, compensa ser o primeiro a adoptar, caso contrário convém ocupar uma posição intermédia na ordem de adopção.

B) Méritos e limitações do modelo S-D-O

Segundo os seus autores o modelo ultrapassa o quadro estático comum na análise da difusão, ao introduzir uma associação dinâmica entre o comportamento dos agentes individuais e o ambiente em que eles operam.

Este modelo tem o mérito de endogeneizar a determinação das estruturas de mercado, que surgem como resultado das diferentes propensões das empresas para inovar.

Como limitações deste modelo podemos apontar¹⁰:

- o *learning by doing* do lado da oferta da inovação é considerado como exógeno às tendências da procura, ignorando-se o *learning by interacting*;
- não pode ser submetido a testes empíricos pelo que não pode ser validado;
- explica o fulcro do processo de difusão mas não considera os factores que conduzem à adopção e que são cruciais para a compreensão dos padrões de difusão.

¹⁰ Baseado no trabalho de Godinho (1993).

Capítulo 1.4 - Conclusões

Os diferentes modelos teóricos de difusão apresentados têm uma característica comum: o padrão de difusão é gerado porque existe pelo menos uma característica que se encontra assimetricamente distribuída pela população de potenciais adoptantes. Esta constatação permite-nos distinguir as diferentes teorias de acordo com a natureza da característica assimetricamente distribuída.

Por outro lado, é possível distinguir os modelos com base na forma como eles encaram os procedimentos de decisão subjacentes à adopção, a introdução de melhorias na tecnologia ao longo da sua difusão, o ambiente em que o processo de difusão se desenrola, os processo de aprendizagem das empresas e o jogo entre a oferta e a procura das inovações. Com base na constatação da existência destas diferenças foi construído um quadro resumo dos principais traços distintivos das teorias consideradas ao longo desta parte do trabalho (ver quadro 1.5).

Quadro I.5 - Principais traços distintivos das teorias de difusão apresentadas

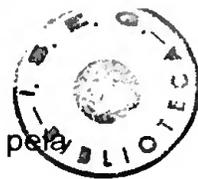
	Epidémica	Probit	Estratégicos	Tecnologias concorrentes	Evolucionista
Preocupação central	Comprovar a existência de um padrão logístico e explicar as diferenças industriais na taxa de difusão	Explicar a existência de padrões de difusão com base em factores não cognitivos	Escolha da melhor data para adoptar	Enquadrar o processo de difusão num processo de escolhas tecnológicas	Enquadrar o processo de difusão na problemática da transição entre trajetórias tecnológicas
Factor(es) assimétricamente distribuídos	Informação sobre a inovação	Dimensão das empresas	Decisões estratégicas das empresas	Não é explicitado	As empresas são diferentes em vários aspectos estruturais e cognitivos
Procedimentos de decisão	Informação imperfeita	Informação perfeita e racionalidade (maximização do lucro)	Informação perfeita e racionalidade (comparação dos custos e benefícios)	Não é explicitado	Informação imperfeita e racionalidade limitada
Introdução de melhorias	A tecnologia não sofre alterações durante o seu processo de difusão	São introduzidas melhorias pelos produtores da tecnologia	Este aspecto não é considerado	Considera-se que as tecnologias vão sendo melhoradas	As tecnologias são melhoradas do lado da oferta e dos utilizadores
Consideração do ambiente	O ambiente é estático	O ambiente é estático	O ambiente é estático	O ambiente influencia a difusão	O ambiente condiciona e é condicionado pelo processo de difusão
Processos de aprendizagem	Não são considerados processos de aprendizagem	<i>learning by doing</i>	Não são considerados processos de aprendizagem	<i>learning by doing</i>	<i>learning by doing, learning by using</i>
Oferta e procura	Só é considerado o lado da procura	Alguns modelos consideram o lado da oferta	Só é considerado o lado da procura	Considera a oferta e a procura	Considera a oferta e a procura

É possível considerar que as teorias epidémicas, probit, de comportamento estratégico e das tecnologias concorrentes são complementares, no sentido em que cada uma delas salienta um aspecto relevante para o processo de difusão. Assim a abordagem epidémica salienta a importância dos potenciais adoptantes conhecerem a tecnologia e as suas características. A abordagem probit salienta a importância das diferenças estruturais ao nível das empresas nos benefícios que elas retiram da adopção das inovações. Os modelos estratégicos salientam a importância que as estratégias das diferentes empresas têm na escolha do momento da adopção. Finalmente, a teoria das tecnologias concorrentes considera que a difusão ocorre num ambiente em que concorrem diversas tecnologias já instaladas e em desenvolvimento.

Por seu lado a abordagem evolucionista é mais abrangente, o que fica bem patente no modelo S-D-O, onde os próprios autores referem que tentam integrar elementos de diferentes abordagens.

As tentativas de reduzir a problemática da difusão à existência de uma característica assimetricamente distribuída constituem uma visão demasiado simplista do processo de difusão das inovações. É então necessário desenvolver uma teoria abrangente da difusão que utilize simultaneamente vários aspectos estruturais e cognitivos¹¹.

11 A este respeito é de louvar o trabalho de Karshenas e Stoneman (1993), que elaboraram um modelo que incorpora os principais factores considerados nas diferentes teorias de difusão, com especial atenção para a teorias epidémica, probit e baseada na teoria dos jogos. Os autores concluem que os principais factores que afectam a difusão da tecnologia CNC no Reino Unido são: a aprendizagem endógena, a dimensão das empresas, a taxa de crescimento da indústria a que as empresas pertencem, o custo da tecnologia e as variações esperadas nesse custo.



A construção de uma teoria abrangente da difusão passaria pela consideração dos seguintes elementos¹²:

- comportamento dos agentes económicos: a perspectiva de Simon (1955,1956) e de Cyert e March (1963) do paradigma da racionalidade dá-nos uma boa visão do comportamento das empresas ao supor que elas tem um comportamento que não visa a optimização mas sim a satisfação. É também interessante considerar a distinção entre comportamento “rotineiro” e comportamento “extraordinário”, que levanta a questão da escolha estratégica quando os agentes são confrontados com situações que fogem à rotina.
- capacidades e formas de aprendizagem: é importante que a teoria da difusão contemple diferentes formas de aprendizagem (*learning by doing, using, interacting, seaching*) dos diferentes agentes envolvidos no processo. A consideração destas formas de aprendizagem levanta a questão do *trade-off* entre a apropriabilidade do conhecimento e as externalidades geradas pela aprendizagem e pelas interacções dos diferentes agentes envolvidos no processo de difusão.
- estrutura da empresa: a integração da estrutura da empresa na teoria da difusão passa pela consideração da dimensão, estrutura de custos, quota de mercado, potencialidades de economias de escala, gama, etc.
- ambiente em que as empresas operam: é importante considerar os diversos elementos que compõem o ambiente que envolve as empresas, ao nível económico, institucional, social, cultural, ecológico e geográfico.
- representação do processo de mudança tecnológica: a análise da difusão deve considerar a natureza evolucionista da mudança tecnológica. Todas as inovações são objecto de melhorias incrementais, que podem conduzir a inovações radicais que se traduzam pela sua substituição por novas gerações tecnológicas.

¹² Esta exposição foi inspirada em Godinho (1993).

- grau de inter-relação entre inovações: muitas vezes várias inovações constituem um pacote tecnológico, estando a sua difusão dependente deste facto.
- capacidades de utilização e adaptação dos utilizadores da nova tecnologia: temos que considerar diversas situações que vão desde a utilização passiva da inovação, até à situação da empresa que é simultaneamente a produtora e a única utilizadora da nova tecnologia.

Por fim, é importante salientar a existência de oportunidades de desenvolvimento no estudo da difusão, que passam por¹³:

- a um nível geral pela maior integração do lado da oferta das inovações, já que ainda existe um desfazamento entre o tratamento da oferta e da procura e pela tentativa de endogeneização da natureza das novas tecnologias nos modelos de difusão.
- ao nível teórico, pelo tratamento de questões como o aprovisionamento e a aquisição da informação nos modelos, pela compreensão da natureza exacta dos custos de aquisição da informação, por uma melhor articulação com as questões da I&D, dos *spillovers* e das externalidades, pela introdução de considerações sobre a obsolescência das tecnologias anteriores e pela integração de questões relacionadas com a diferenciação de produtos, com a compatibilidade tecnológica e com os *standards*.
- ao nível empírico, pela análise de novos conjuntos de dados, pelo desenvolvimento de modelos multi-tecnologia, pela comparação empírica de vários modelos a partir do mesmo conjunto de dados e pela investigação do impacto das novas tecnologias na performance da empresa e no crescimento do bem estar (estas preocupações foram tidas em conta na próxima parte deste trabalho).

¹³ A este respeito ver Karshenas e Stoneman (1995).

PARTE II - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS

Esta parte do trabalho é composta por quatro capítulos distintos e tem como objectivo genérico a apresentação e análise da informação recolhida através de questionários postais realizados aos sectores dos moldes para injeção de plástico e do vestuário.

No primeiro capítulo apresentam-se os objectivos e a metodologia do trabalho empírico e procede-se a uma breve caracterização das empresas que responderam ao questionário e do processo de difusão das tecnologias em estudo. Procede-se ainda à construção de um modelo econométrico de explicação dos padrões de difusão detectados, a partir de variáveis contempladas nos questionários que foram enviados às empresas.

No segundo capítulo aplicam-se alguns dos modelos teóricos anteriormente referidos aos dados recolhidos, nomeadamente através do ajustamento dos modelos epidémico, logit e probit.

No terceiro capítulo utilizam-se as técnicas de análise de regressão, factorial e discriminante para compreender as principais diferenças entre os adoptantes iniciais e os adoptantes tardios, nomeadamente no que se refere aos factores que afectam a produtividade das empresas.

Capítulo II.1. Apresentação do trabalho empírico e caracterização das empresas respondentes

Este capítulo está estruturado em quatro secções distintas. Na primeira secção apresentamos a metodologia da parte empírica. A segunda secção tem como objectivo a caracterização das empresas que responderam ao inquérito. Na secção 3 descrevem-se os padrões de difusão das inovações detectados com o inquérito. Por fim, a secção 4 contempla a construção de um modelo interpretativo do padrão de difusão detectado, com base em variáveis retiradas do inquérito.

II.1.1. Metodologia da parte empírica

A) Delimitação do objecto de estudo

Foram escolhidos dois sectores distintos em termos de “capacidade tecnológica” e que à partida pensamos que se enquadram em tipos diferentes da taxinomia de Pavitt¹⁴; o sector do vestuário é um sector tradicional, mão-de-obra intensivo e considerado como um sector pouco dinâmico do ponto de vista tecnológico. Este sector é segundo Pavitt, um sector dominado pelos fornecedores. O sector do moldes é um sector que apesar de pouco publicitado, se encontra desde a década de 80 num processo de modernização tecnológica, tendo vindo a passar de mão de obra intensivo para capital intensivo. É um sector que se encontra mais perto daquilo que Pavitt designa como sector de fornecedores especializados.

O sector dos moldes em Portugal produz diversos produtos, nomeadamente: caixas de fundição, caixas de fundo para moldes, moldes para metais ou

14 Ver Anexo 10.

carbonetos metálicos, moldes para vidro, moldes para matérias minerais, moldes para borracha ou plástico, outro tipo de moldes e ainda ferramentas especiais, cunhos e cortantes. De entre estes produtos assumem especial importância, quer em termos de produção quer em termos de exportação, os moldes para borracha ou plástico. Assim, este estudo debruça-se apenas sobre este subsector, que por razões práticas passará a ser designado por sector dos moldes.

Em relação ao sector do vestuário, ele dedica-se à fabricação de vestuário de tecido e de malha¹⁵, num processo que começa com a criação da colecção e termina na confecção de um produto de vestuário interior ou exterior.

Em termos estatísticos estes sectores são delimitados, em Portugal, como se encontra no quadro 5.

Quadro II.1.- Delimitação estatística dos sectores

	CAE-Rev.1 (1973)	CAE-Rev.2 (1992)	Posições Pautais
Vestuário	322 - Fabricação de artigos de vestuário	182 - Confecção de outros artigos e acessórios de vestuário	61 - Vestuário em tecido 62 - Vestuário em malha
Moldes	381990 - Fabricação de outros produtos metálicos não especificados ¹⁶	29563 - Fabricação de moldes metálicos	84.80.71/84.80.79 - Moldes para borracha e plástico

A caracterização socioeconómica e tecnológica de cada um destes sectores encontra-se nos Anexos 1 e 2.

¹⁵ É importante salientar que as peças de vestuário fabricadas nas empresas produtoras dos têxteis que lhe dão origem são imputadas à produção do sector têxtil e não à do sector do vestuário.

¹⁶ A inexistência até 1993, de uma CAE específica para a produção de Moldes, limitou a obtenção de valores fiáveis para indicadores considerados importantes.



Em relação às empresas seleccionadas para construir a amostra, no sector dos moldes o objecto de estudo foram as empresas produtoras de moldes para injeção de plástico, filiadas da CEFAMOL e sediadas no distrito de Leiria. No sector do vestuário foram consideradas as empresas associadas da APIV, sediadas no distrito de Lisboa e com mais de 20 trabalhadores¹⁷.

B) Elaboração do questionário

A elaboração do questionário passou por várias fases distintas. Na primeira destas fases foi constituída pela "listagem" dos objectivos da parte empírica e destinou-se à elaboração de um modelo teórico de referência de forma a que as perguntas do questionário reflectissem os objectivos propostos. Entre esses objectivos encontravam-se os seguintes:

- detectar padrões de difusão de novas tecnologias relativamente aos sectores em estudo;
- relacionar os padrões de difusão detectados com diversas variáveis ao nível da empresa, criando um modelo explicativo desses padrões;
- aplicar os modelos teóricos de difusão da inovação, a partir dos dados recolhidos;
- compreender em que medida a produtividade das empresas é afectada pela adopção de novas tecnologias.

Seguidamente procurou-se obter uma compreensão da evolução e tendências dos sectores em estudo (que deu origem aos Anexos 1 e 2), o que envolveu:

- o estudo socio-económico dos sectores em análise a partir da leitura de alguns estudos sectoriais e análise de outras fontes secundárias (estatísticas, etc.);

¹⁷ A consideração desta restrição dimensional prende-se com a constatação que as empresas com menos de 20 trabalhadores, no sector do vestuário, têm uma reduzida propensão para responder a inquéritos e a qualidade das respostas é, por vezes, duvidosa.

- o estudo da evolução tecnológica dos sectores através da leitura de livros e outras publicações técnicas, o que permitiu a compreensão do processo de evolução tecnológica dos sectores e a selecção das tecnologias a contemplar nos inquéritos.

As tecnologias seleccionadas para o sector dos moldes foram o Desenho Assistido por Computador (CAD), o Fabrico Assistido por Computador (CAM) e o Controlo Numérico Computorizado (CNC). Quanto ao sector do vestuário foram seleccionadas o Desenho Assistido por Computador (CAD) e o Corte Automático (CA).

A tecnologia CAD foi escolhida para ser estudada de forma mais exaustiva por duas razões: é actualmente uma tecnologia central no processo de modernização das empresas de cada um dos sectores em análise e é comum aos dois sectores, permitindo a realização de comparações inter-sectoriais.

Foi então elaborada uma versão preliminar do questionário para cada um dos sectores (versões essas que são muito semelhantes), que foi discutida com técnicos de cada uma das associações empresariais. Desta discussão resultou a versão definitiva do inquérito.

A estrutura dos inquéritos (que se encontram nos Anexos 3 e 4) é a seguinte:

1. Dados gerais sobre a empresa
2. Dados relativos à adopção de novas tecnologias
3. Vantagens competitivas da empresa
4. Estrutura do pessoal, qualificações e mercado de trabalho
5. Dados Contabilísticos

C) Aplicação do questionário

Os inquéritos foram enviados por via postal a 73 empresas do sector de moldes e a 71 empresas do sector das confecções.

Depois de várias insistências telefónicas e do envio, nalguns casos, de segundas vias dos inquéritos os resultados foram bastante diferentes para os dois sectores em análise:

- No sector dos moldes foram obtidas 25 respostas, o que representa uma taxa de resposta razoável (34,2%).
- No sector do vestuário recebemos 15 respostas, das quais constavam quatro inquéritos parcialmente preenchidos (sem dados contabilísticos e sem o quadro dos pontos fortes e pontos fracos), duas eram provenientes de empresas que entretanto faliram e uma era proveniente de uma empresa que abandonou o sector.

Dada esta reduzida taxa de resposta (16.9%), tentamos obter, por via telefónica, dados sobre a data efectiva/esperada de introdução das tecnologias em causa ou, caso fosse essa a situação, as razões para a não adopção. Após estes contactos telefónicos obtivemos aquele tipo de dados para mais 6 empresas. Como resultado, obtivemos dados parciais para 10 empresas e totais para 8 (correspondente a uma taxa global de resposta de 25.4%).

II.1.2. Caracterização das empresas respondentes

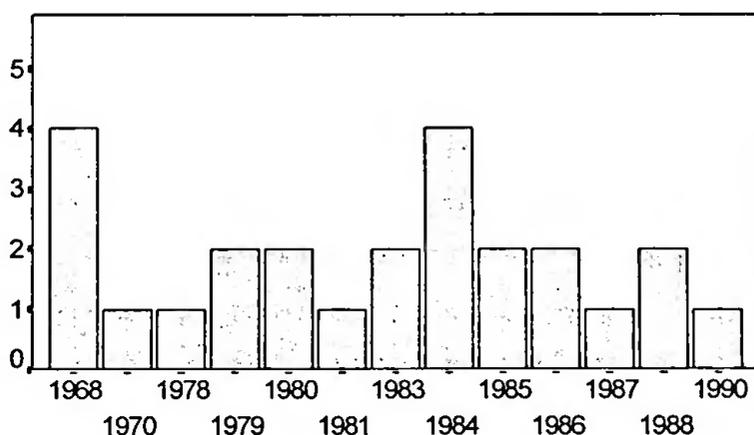
Nesta secção iremos proceder a uma caracterização geral das empresas que responderam ao questionário. Os aspectos caracterizados são a idade e a forma jurídica das empresas, a existência de capital estrangeiro, a existência de grupos empresariais, a dimensão das empresas, a produtividade e a vertente financeira.

II.1.2.1. Caracterização geral das empresas

A) Ano de fundação

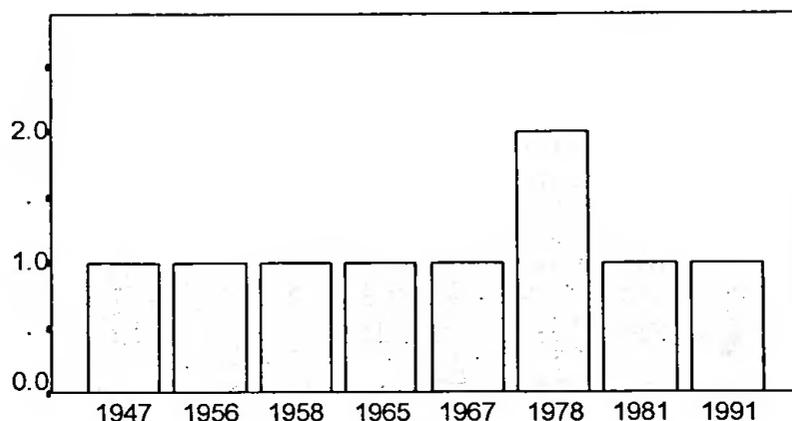
A figura II.1 mostra-nos que a maioria das empresas de moldes inquiridas (64%) teve a sua fundação na década de oitenta. Estamos perante um conjunto de empresas extremamente novas: a idade média das empresas é de 15 anos e 80% das empresas tem menos de 20 anos. As empresas inquiridas mais antigas foram fundadas em 1968, tendo portanto vinte e oito anos.

Figura II.1 - Distribuição do Ano de Fundação no sector dos moldes



No sector do vestuário (figura II.2) verificamos que as empresas inquiridas são mais antigas. Assim, a idade média das empresas de vestuário inquiridas é de 26 anos sendo que apenas 44% das empresas tem menos de 20 anos. Neste sector, na década de oitenta, apenas se assistiu à fundação de uma das empresas inquiridas. Por outro lado, o aparecimento das empresas é muito mais difuso do que no sector dos moldes: a empresa mais antiga foi fundada em 1947 e a mais recente em 1991.

Figura II. 2 - Distribuição do Ano de Fundação no sector do vestuário



B) Forma jurídica

Como se vê no quadro II.2 a forma jurídica predominante nas empresas inquiridas no sector dos moldes é a sociedade por quotas. No sector do vestuário, verifica-se mesmo que todas as empresas respondentes são sociedades por quotas. A predominância desta forma jurídica pode indiciar que as empresas têm uma gestão familiar.

Quadro II.2 - Forma jurídica das empresas respondentes

	Moldes		Vestuário	
	número	%	número	%
Sociedade por Quotas	23	92	10	100
Sociedade Anónima	2	8	0	0

C) Capital estrangeiro

Relativamente ao capital verificamos que a quase totalidade das empresas respondentes tem um capital 100% nacional. No sector dos moldes foi detectada uma empresa com 30% de capital estrangeiro e no sector do

vestuário uma empresa cuja totalidade do seu capital é estrangeiro (ver quadro II.3).

Quadro II.3 - Capital nacional e estrangeiro nas empresas respondentes

Tipo de Capital	Moldes		Vestuário	
	número	%	número	%
Só capital nacional	24	96	9	90
Capital nacional e estrangeiro	1	4	0	0
Só capital estrangeiro	0	0	1	10

D) Grupos de Empresas

O quadro II.4 mostra-nos que a maioria das empresas inquiridas não pertence a grupos empresariais. Estão nesta situação 92% das empresas de moldes inquiridas e 90% das empresas de vestuário inquiridas.

Quadro II.4 - Existência de grupos de empresas

Tipo de Empresa	Moldes		Vestuário	
	número	%	número	%
Empresa autónoma	23	92	9	90
Empresa pertencente a um grupo	2	8	1	10

E) Dimensão das empresas

A observação do quadro II.5 permite-nos concluir que, em ambos os sectores, as empresas inquiridas são em termos médios pequenas e médias empresas (PME), quer se considere o critério de emprego, quer se considere o critério de volume de vendas.¹⁸

¹⁸ Para uma empresa ser PME têm que ser satisfeitos pelo menos dois critérios: a empresa tem que ter menos de 500 trabalhadores e um volume de vendas inferior a 2.4 milhões de contos.

Do quadro II.5 é ainda possível concluir que as vendas por trabalhador¹⁹ obtidas pelas empresas inquiridas do sector dos moldes em 1994 é muito superior (2.7 vezes) à das empresas inquiridas do sector do vestuário, sendo de 8 607 contos no primeiro caso e de 3 193 contos no segundo.

Quadro II. 5 - Dimensão média das empresas respondentes, em 1994

Indicadores	Moldes	Vestuário
Nº Empresas	25	18
Vendas Totais (contos)	7 780 374 ^a	2 442 367 ^b
Emprego Total	1047	1288
Vendas Médias (contos)	389 018.7	267 795.9
Nº Médio de Trabalhadores	42.0	71.6
Vendas por Trabalhador (contos)	8 606.6 ^a	3 192.8 ^b

Notas:

(a) valor relativo a 20 empresas.

(b) valor relativo a 8 empresas.

No sector dos moldes todas as empresas inquiridas têm menos de 99 trabalhadores e apenas uma delas tem um volume de vendas superior a 1 milhão de contos (mas inferior a 2.4 milhões), sendo portanto todas PME (ver quadros II.6 e II.7). Isto vai de encontro à realidade do sector dos moldes ser muito fragmentado, constituído quase, se não exclusivamente, por PME.

No sector do vestuário, todas as empresas inquiridas tinham, em 1994, menos de 500 trabalhadores e apenas duas delas apresentaram volumes de vendas superiores a um milhão de contos (mas inferior a 2.4 milhões), sendo igualmente todas PME (ver quadros II.6 e II.7). Este facto também vai ao encontro da estrutura empresarial existente no sector, onde a maioria das empresas tem uma dimensão pequena ou média.

¹⁹ Que podem ser consideradas uma proxy da produtividade.

Quadro II.6 - Distribuição das empresas por escalões de dimensão - número de trabalhadores (dados de 1994)

	1-9	10-19	20-49	50-99	100-199	200-499	> 500
Moldes: Nº de empresas percentagem	1 4%	1 4%	15 60%	8 32%	0 0%	0 0%	0 0%
Vestuário: Nº de empresas percentagem	a)	a)	13 72.22%	1 5.56%	2 11.11%	2 11.11%	0 0%

Notas:

a) as empresas com menos de 20 trabalhadores não foram consideradas na amostra.

Quadro II.7 - Distribuição das empresas por escalões de dimensão - volume de vendas (dados de 1994, em milhares de contos)

	<100	100-199	200-299	300-499	500-999	> 1000
Moldes: Nº de empresas percentagem	2 8%	4 16%	5 20%	5 20%	3 20%	1 4%
Vestuário: Nº de empresas percentagem	1 12.5%	3 37.5%	1 12.5%	1 12.5%	0 0	2 25%

F) Produtividade²⁰

Segundo os dados presente no quadro II.8 a produtividade média das empresas inquiridas no sector dos moldes foi, nos três anos considerados, superior à média da indústria transformadora. A superioridade das empresas do sector dos moldes nesta área intensificou-se entre 1992 e 1993, já que a produtividade cresceu a uma taxa superior no sector dos moldes: cresceu 8.1% na indústria transformadora e 18.5% nas empresas de moldes inquiridas. Entre 1993 e 1994 as empresas inquiridas voltaram a registar ganhos de produtividade consideráveis: a produtividade média cresceu a uma taxa de 12.17%.

²⁰ Esta análise só foi efectuada para o sector dos moldes devido à falta de dados para as empresas de vestuário.

Quadro II.8 - Produtividade

	1992	1993	1994
Produtividade média da Indústria Transformadora (contos/trabalhador) a)	2 111	2 282	n.d.
Produtividade média das empresas inquiridas b)	2832	3356	3761

Fontes:

a) Gepie (1995).

b) Dados recolhidos no questionário referentes a 20 empresas.

G) *Vertente financeira*²¹

Na caracterização financeira das empresas de moldes inquiridas consideramos os seguintes indicadores:

- **liquidez geral:** é obtida pela divisão do activo corrente pelo passivo corrente. Mede a capacidade da empresa para satisfazer o seus compromissos de curto prazo. Para que se verifique um equilíbrio financeiro mínimo é necessário que este indicador seja, pelo menos, igual a 1.
- **autonomia financeira:** é obtida através do rácio entre o capital próprio e o activo líquido. Dá-nos a contribuição do capital próprio para o financiamento das actividades da empresa.
- **solvabilidade:** é a relação entre o capital próprio e o passivo, medindo a capacidade para a empresa satisfazer os seus compromissos de longo prazo e simultaneamente manter a sua autonomia financeira. Se o seu valor for inferior a 1 a empresa tem que gerar lucros ou os accionistas têm que injectar capitais na empresas, para que esta possa satisfazer as suas obrigações.
- **taxa de crescimento da vendas:** corresponde ao aumento percentual das vendas de um ano para outro. Este indicador dá-nos uma noção do

²¹ Só foi possível efectuar esta análise para as empresas de moldes, devido à falta de dados para as empresas de vestuário.

dinamismo da empresa e da sua capacidade para manter ou aumentar as suas quotas de mercado.

- resultado líquido: corresponde ao lucro (se o seu valor for positivo) ou ao prejuízo (se o seu valor for negativo) apresentado no balanço do ano correspondente.
- rentabilidade do capital próprio: obtém-se dividindo o resultado líquido pelo capital próprio. Dá-nos a taxa de retorno dos capitais investidos na empresas, permitindo concluir se esse capital está bem aplicado, quando comparado com outras taxas de remuneração do capital.
- rentabilidade do activo: resulta da divisão do resultado líquido pelo activo dando-nos outra taxa de retorno dos capitais investidos na empresas.
- rentabilidade das vendas: é a divisão entre o resultado líquido e as vendas correspondentes a esse resultado. Dá-nos o lucro ou prejuízo por cada escudo de vendas.

O quadro II.9 dá-nos uma ideia das situação financeira das empresas inquiridas:

Quadro II.9- Indicadores financeiros das empresas inquiridas, em termos médios

Indicador	Valores Médios (a)		
	1992	1993	1994
Liquidez geral	1.570	1.168	1.102
Autonomia financeira	0.237	0.290	0.284
Solvabilidade	0.381	0.605	0.491
Crescimento das vendas	--	0.066 (b)	0.187 (c)
Res. Líquido (contos)	-2148	-2838	1520
Rentabilidade do capital próprio	-0.119	-0.443	0.434
Rentabilidade do activo	-0.009	-0.006	-0.006
Rentabilidade das Vendas	-0.010	-0.016	-0.007

Notas:

(a) valores respeitantes a 19 empresas.

(b) taxa de crescimento 1992/93.

(c) taxa de crescimento 1993/94.

O quadro II.9 permite-nos concluir que:

- em termos médios as empresas apresentam uma liquidez geral superior a 1, o que significa que têm um equilíbrio financeiro mínimo que lhes permite fazer face aos seus compromissos de curto prazo. Das empresas inquiridas, em 1994, apenas sete apresentaram este rácio com um valor inferior a 1. Entre 1992 e 1994 nota-se uma degradação deste indicador, tendo o seu valor diminuído aproximadamente 30%.
- o valor médio da autonomia financeira revela que menos de 30% do capital utilizado no financiamento das empresas é capital próprio, o que indica um elevado índice de endividamento por parte das empresas. Apenas quatro empresas apresentam, em 1994, um valor para este rácio superior a 0.5. Em termos de evolução constata-se que a autonomia financeira cresceu, entre 1992 e 1993, 22% para no ano seguinte sofrer uma pequena quebra de 2%.
- os valores médios obtidos para a solvabilidade indicam que as empresas se encontram numa situação de incapacidade de manterem os seus compromissos de longo prazo, sem afectarem a sua autonomia, já que o indicador apresenta valores médios inferiores a 1. Isto significa que as empresas estão necessitadas de novos capitais, que podem ser obtidos ou pelo aumento dos seus lucros ou pela injeção de capital por parte dos accionistas. Em 1994, apenas cinco empresas apresentavam indicadores de solvabilidade superiores a 1. A evolução deste indicador no período considerado foi a seguinte: entre 1992 e 1993 apresentou um aumento significativo (59%) e em 1994 uma quebra de 19%.
- o crescimento médio das vendas foi positivo entre 1992 e 1993 (6.6%) e entre 1993 e 1994 (18.7%), o que mostra um maior dinamismo na actividades das empresas. Em 1994 apenas 6 empresas viram as suas vendas decrescer (no entanto algumas das quebras foram consideráveis, tendo-se assistido a diminuições das vendas superiores a 40%).
- em relação aos resultados líquidos verifica-se que em média as empresas tiveram prejuízos em 1992 e 1993 e que em 1994 já apresentaram um lucro médio de 1 520 contos. Em 1994 treze empresas tiveram lucros



(sendo o valor máximo de 46 506 contos) e seis empresas tiveram prejuizos (sendo o valor máximo de 35 420 contos).

- em termos de rentabilidade do capital próprio, ele foi em média negativa em 1992 e 1993 (-11.9% e -44.3%) passando a apresentar um valor positivo em 1994 (43.4%).
- o activo apresenta uma rentabilidade negativa nos três anos, em termos médios. Apesar deste facto, em 1994, onze empresas apresentavam valores positivos para este indicador.
- as vendas apresentam igualmente uma rentabilidade negativa para os três anos, em termos médios, indicando que as empresas estão a perder dinheiro em cada escudo vendido. Contudo, em termos individuais, em 1994, treze empresas apresentavam uma rentabilidade positiva para as suas vendas.

A observação dos dados individuais das empresas, não divulgados aqui por razões de confidencialidade, mostra-nos que seis empresas apresentam sistematicamente resultados muito bons para os indicadores considerados, o que indica que têm estruturas financeiras equilibradas que lhes permitem satisfazer os seus compromissos de curto e longo prazo, taxas significativas de crescimento das vendas e de rentabilidade.

II.1.2.2. Caracterização do potencial científico e técnico das empresas

O potencial científico e técnico das empresas condiciona não só o processo de adopção de inovações, mas também os benefícios que as empresas retiram dessa adopção. Isto porque a adopção de novas tecnologias não se resume à aquisição dessas tecnologias; as empresas têm que possuir capacidades de escolher e adaptar as inovações e de interiorizarem os avanços tecnológicos que elas incorporam. Essas capacidades de escolha, adaptação e assimilação das novas tecnologias por parte das empresas estão intimamente associadas ao nível de conhecimentos técnicos dos seus

trabalhadores e à realização de investimento imateriais, ou seja, ao potencial científico e técnico.

Nesta secção procuramos caracterizar, de forma sintética, o potencial científico e técnico das empresas inquiridas recorrendo a dois tipos de indicadores: indicadores de recursos humanos e indicadores de despesas/receitas em actividades técnicas.

A) Indicadores de Recursos Humanos: Pessoal técnico e com ensino superior

Os indicadores de recursos humanos (ver quadro II.10) dão-nos uma ideia da “massa cinzenta” existente no interior das empresas de cada um dos sectores, factor que condiciona a capacidade da empresa internalizar o progresso técnico e diversas funções indispensáveis à sua competitividade, como as que estão associadas à concepção e desenvolvimento de produtos e processos e à comercialização e marketing dos produtos.

Quadro II.10 - Pessoal técnico e com ensino superior

	Moldes	Vestuário
1) Trabalhadores com bacharelato/politécnico	42	2
2) Trabalhadores com licenciatura	23	5
3) Trabalhadores com ensino superior [1+2]	65	7
4) Empresas com 3)	19	4
5) Percentagem de empresa com 3) na amostra	76	22.22
6) Nº de trabalhadores nas empresas com 3)	882	599
7) Total de trabalhadores nas empresas da amostra	1047	1288
8) Percentagem de trabalhadores com ensino superior nas empresas da amostra [3/7]	6.21	0.31
9) Número médio de trabalhadores das empresas com 3) [6/4]	46	150
10) Técnicos superiores	63	9
11) Técnicos médios	83	14
12) Técnicos [9+10]	146	23
13) Empresas com técnicos	21	7
14) Percentagem de empresas com 12) na amostra	84	38.9
15) Percentagem de técnicos nas empresas da amostra [12/7]	13.94	1.79
16) Nº trabalhadores nas empresas com 12)	920	672
17) Número médio de trabalhadores das empresas com 12) [16/13]	44	96

A percentagem de trabalhadores com ensino superior nas empresas de moldes que compõe a amostra é francamente superior à média da indústria transformadora portuguesa²², sendo os valores respectivamente, 6.21% e 2.9%. Se considerarmos a indústria de produtos metálicos, máquinas, equipamento e material de transporte, onde está inserido o sector dos moldes, a diferença não é tão acentuada, já que aquela percentagem assume o valor de 4.9%.

Em relação à percentagem de técnicos nas empresas de moldes inquiridas (13.94%), o valor é igualmente bastante superior à média da indústria transformadora (4.4%) e à da indústria de produtos metálicos, máquinas, equipamento e material de transporte (8.4%).

É ainda interessante notar que 76% das empresas de moldes inquiridas possui pelo menos um trabalhador com ensino superior, subindo esse valor para 84% quando consideramos o nível de qualificação de técnico.

No sector do vestuário a situação é bem diferente. A percentagem de trabalhadores com ensino superior nas empresas inquiridas é muito inferior à registada pelo total da indústria transformadora (0.31% contra 2.9%), sendo igualmente inferior ao valor registado para o sector no seu conjunto (1.6%). É importante referir que apenas 22.22% das empresas da amostra possui pelo menos um trabalhador com este nível de habilitação.

Em relação ao número de técnicos, a percentagem de trabalhadores com este nível de qualificação nas empresas de vestuário inquiridas (1.79%) também é claramente inferior ao valor assumido pela indústria transformadora (4.4%), isto apesar de ser superior ao valor registado na

²² Os dados que irão ser referidos que digam respeito à indústria transformadora, à indústria de vestuário e à indústria de produtos metálicos, máquinas, equipamento e material de transporte encontram-se no Anexo 5).

totalidade do sector de vestuário (0.7%). Detectou-se ainda que apenas 38.9% das empresas da amostra possui pelo menos um técnico.

Em relação à dimensão média crítica necessária para as empresas possuírem trabalhadores com ensino superior ou com nível de qualificação de técnico, chegou-se aos seguintes valores:

- a dimensão média das empresas de moldes com trabalhadores com ensino superior é de 46 trabalhadores; se o indicador considerado for o relacionado com o número de técnicos esse valor desce para 44. Estes limiares críticos de existência de pessoal com elevadas habilitações e com qualificação técnica encontra-se muito perto da dimensão média das empresas inquiridas (42 trabalhadores).
- a dimensão média das empresas de vestuário com trabalhadores com ensino superior é de 150 trabalhadores e a das empresas com técnicos é de 96 trabalhadores, valores estes estão algo acima da dimensão média das empresas inquiridas (72 trabalhadores).

Estes dados permitem a conclusão que o potencial científico e técnico associado aos recursos humanos é superior no sector dos moldes, o que vai em principio ir afectar os padrões de difusão que serão detectados para os dois conjuntos de empresas.

B) Indicadores de Despesa/Receita em Actividades Técnicas

Estes indicadores permitem-nos ver qual a importância das actividades científicas e técnicas no total das actividades das empresas. Como já foi referido, estas actividades são essenciais para a competitividade da empresa, no sentido em que lhe permitem gerar e acumular conhecimento tecnológicos, que lhe permitem obter ganhos de mercado face aos seus concorrentes.

Quadro II.11 - Despesas/Receitas com actividades técnicas (média dos 3 anos considerados, valores em contos)

	Moldes	Vestuário
1) Despesas em actividades de I&DE	0.0	0.0
2) Pagamentos a consultores técnicos	3 258.0 (n=2)	1 318.0 (n=1)
3) Pagamentos a empresas de consultoria de negócios	2 688.0 (n=1)	1 470.0 (n=2)
4) Pagamentos pela aquisição de modelos	753.5 (n=2)	0.0
5) Pagamentos pela utilização de marcas comerciais de terceiros	--	0.0
6) Despesas em formação profissional	12 546.0 (n=6)	4 120.0 (n=1)
7) Total das Despesas Técnicas [1+2+3+4+5+6]	19 245.5	6 908.0
8) Receitas pela prestação de apoio técnico a outras empresas	0.0	0.0
9) Receitas pela cedência de marcas ou modelos exclusivos	0.0	0.0
10) Receitas relativas a patentes detidas pela empresa	0.0	0.0
11) Receitas pela prestação de serviços de formação profissional	0.0	0.0
12) Total das Receitas Técnicas [8+9+10+11]	0.0	0.0
13) Nº de empresa com actividades técnicas (em pelo menos um ano)	7	2
14) Despesa Técnica média por empresa (com act. Técnicas) [7/13]	3 454.0	2 749.4
15) Total das vendas das empresas com actividades técnicas	4 488 328	4 483 420
16) Total das vendas das empresas da amostra	20 999 962 (n=21)	6 304 089 (n=5)
17) Despesas técnicas/vendas das empresas com act. Técnicas	0.428%	0.154%
18) Despesas técnicas/vendas das empresas da amostra	0.305%	0.110%
19) Total de trabalhadores das empresas com actividades técnicas	286	404
20) Total de trabalhadores das empresas da amostra	1047 (n=25)	1288 (n=18)
21) Despesas técnicas/trabalhadores das empresas com act. Técnicas [7/19]	67.292	17.099
22) Despesas técnicas/trabalhadores das empresas da amostra [7/20]	18.382	5.363
23) Vendas médias das empresas com act. técnica (anuais) [15/13]	213 730	747 237
24) Nº médio de trabalhadores das empresas com act. Técnicas [19/13]	41	202

O quadro II.11 permite-nos contactar o seguinte:

- nenhuma das empresas inquiridas realiza actividades de I&DE em termos formais;

- nas despesas técnicas a rubrica com maior relevância é a Formação Profissional, que representa 65.2% das despesas técnicas no sector dos moldes e 59.6% no sector do vestuário;
- a percentagem de empresas que realiza actividades técnicas é de 28% no sector dos moldes e de 25% no sector do vestuário;
- nenhuma das empresas inquiridas obtém receitas provenientes da realização de actividades técnicas;
- a despesa técnica média das empresas de moldes entre as empresas que a realizam, é de 3 454 contos e nas empresas de vestuário é de 2 749.4 contos;
- o esforço em actividades técnicas (medido pelo rácio entre as despesas técnicas e o volume de vendas) é superior no sector dos moldes: 0.428% para as empresas de moldes contra 0.154% nas empresas de vestuário, considerando apenas as empresas com actividades técnicas, e 0.305% contra 0.110% considerando o total das empresas inquiridas. Apesar de os valores encontrados no sector dos moldes serem superiores aos do sector de vestuário, era de esperar que as empresas de moldes apresentassem valores para a despesa em actividades técnica. A possível subvalorização deste valor pode estar associada a dois factos: por um lado, o questionário não cobre todas as actividades técnicas, por outro lado, estas despesas não são explicitamente contabilizadas como as outras despesas, o que contribui para uma certa inexactidão nas respostas.
- a despesa média por trabalhador é superior no sector dos moldes: 67.292 contos nas empresas de moldes contra 17.099 contos nas empresas de vestuário, considerando apenas as empresas que realizam actividades técnicas, e 18.382 contos contra 5.363 contos considerando a totalidade das empresas;
- a dimensão média das empresas com actividades técnicas é inferior no sector dos moldes: o volume de vendas e o número de trabalhadores médios das empresas com actividades técnicas no sector dos moldes são, respectivamente, 213 730 contos e 41 trabalhadores; no sector do vestuário esses valores são de 747 237 contos e 202 trabalhadores.

Estas constatações reforçam a ideia de que o potencial científico e técnico das empresas de moldes é superior ao das empresas de vestuário que responderam ao questionário, o que, em princípio, influenciará os padrões de adopção.

II.1.3. Difusão das Inovações

O objectivo desta secção é caracterizar de uma forma geral o processo de difusão das tecnologias consideradas nos dois sectores. Para tal procuraremos descrever o padrão de difusão das tecnologias, nomeadamente recorrendo a gráficos (secção II.1.3.1), bem como compreender as razões subjacentes à adopção e à não adopção das tecnologias, os problemas que advieram da sua introdução e as fontes de informação utilizadas pelas empresas (secção II.1.3.2).

Na secção II.1.3.3. serão apresentadas algumas conclusões associadas às secções anteriores.

II.1.3.1. Padrões de Difusão nos Sectores dos Moldes e do Vestuário

Esta secção destina-se à realização de uma breve descrição dos padrões de difusão das tecnologias CAD, CAM e CNC nos sectores dos moldes e das tecnologias CAD e CA no sector do vestuário. Os padrões detectados serão retomados no capítulo 2 onde serão objecto de ajustamento aos modelos teóricos da difusão da inovação.

Começamos por examinar os dados relativos ao número de empresas que constituem a população potencial, ao número de empresas que adoptaram e às taxas de adopção para cada uma das inovações (ver quadro II.12).

Quadro II.12 - População potencial, número de adoptantes e taxa de adopção no sector dos Moldes

Tecnologia	Nº de Empresas (a)	População Potencial (b)	Nº de Adoptantes (c)	Taxa de Adopção (d)
Moldes:				
CAD	25	25	25	100%
CAM	25	24	24	100%
CNC	25	23	23	100%
Vestuário:				
CAD	18	7	3	42.9%
CA	18	6	3	50%

Notas do quadro II.12:

(a) Número de empresas que forneceram dados relativos à adopção das inovações.

(b) A população potencial integra as empresas que já adoptaram a tecnologia ou que fazem intenções de a vir a adoptar no futuro. Para identificar a população potencial foi inquirido no questionário se a empresa fazia intenções de adoptar a respectiva tecnologia. As empresas que declararam que nunca iriam utilizar a tecnologia foram eliminadas da população potencial.

(c) Número de empresas que declararam já ter adoptado a tecnologia

(d) A percentagem de adoptantes ou taxa de adopção, foi calculada através da divisão entre o número de empresas que declararam já ter adoptado a tecnologia e a respectiva população potencial.

A análise do quadro II.12 permite-nos concluir que, para as três inovações em estudo, todas as empresas de moldes da população potencial adoptaram, pelo que se atingiu uma taxa de adopção de 100%. No que diz respeito às empresas de vestuário as taxas de adopção são mais reduzidas - 50% no caso do Corte Automático e 42.9% no caso do CAD.

A) Padrões de Difusão no Sector do Moldes

Os gráficos que se seguem (figuras II.3, II.4 e II.5), dão-nos uma ideia clara da forma como se processou a difusão de cada uma das inovações (CAD, CAM e CNC), ao longo do tempo. Estes gráficos apresentam no eixo vertical o número cumulativo de adoptantes de cada uma das tecnologias e no eixo horizontal a variável tempo, medida em anos.

Figura II.3 Difusão da tecnologia CAD no sector dos Moldes:

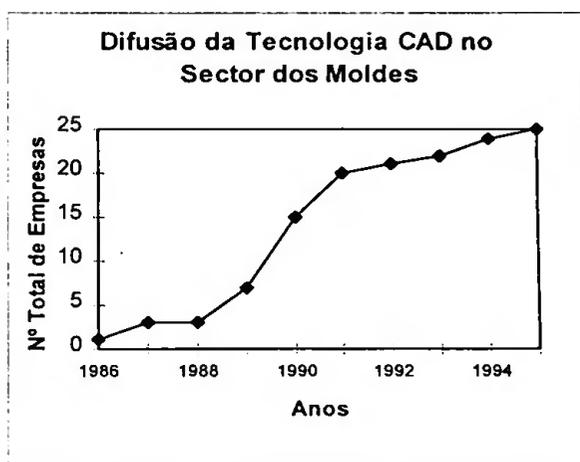


Figura II.4 Difusão da tecnologia CAM no sector dos Moldes:

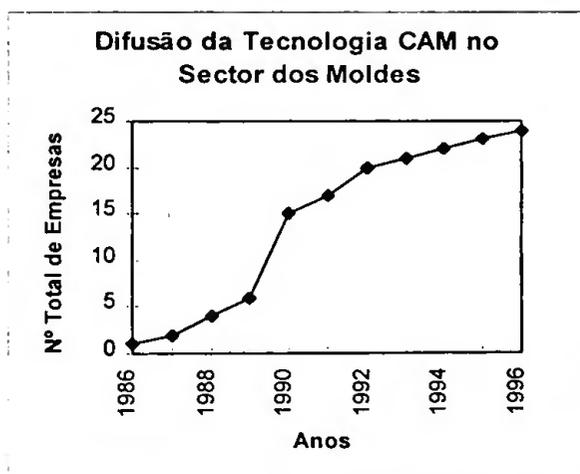
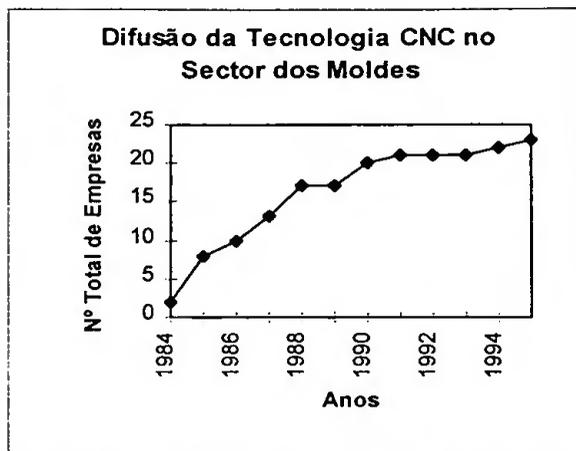


Figura II.5 Difusão da tecnologia CNC no sector dos Moldes:

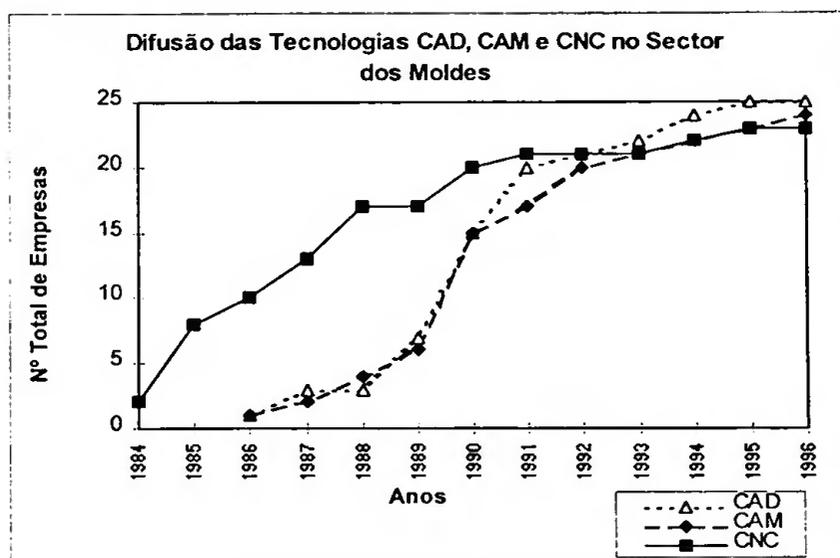


Os gráficos anteriores mostram-nos que as curvas de difusão do CAD e CAM apresentam, de uma forma bem visível, uma aparência em S, indo ao encontro da forma das curvas logistica e probit normal. A curva de difusão do CNC apresenta uma forma mais semelhante à da curva probit cumulativa lognormal.

Na figura II.6 é possível observar que, de acordo com os dados obtidos, a inovação que começou primeiro o seu processo de difusão foi o CNC, sendo esta também a que teve um processo de difusão mais lento (foram necessários onze anos para que todas as empresas da amostra a adoptassem). As tecnologias CAD e CAM começaram a ser adoptadas no mesmo ano (1986) e tiveram um processo de difusão semelhante até 1990, ano a partir do qual o CAD se passou a difundir mais depressa (como consequência o CAD atingiu a taxa adopção de 100% um ano mais cedo do que o CAM). A semelhança das curvas de difusão do CAD e do CAM sugere-nos que as empresas optam pela adopção conjunta destas tecnologias, que acabam por constituir um "pacote tecnológico"²³.

²³ A este respeito convém referir que de acordo com algumas opiniões manifestadas no primeiro congresso do sector dos moldes, o CAD só é rentabilizado se for utilizado em conjunto com o CAM.

Figura II.6 Difusão das tecnologias CAD, CAM e CNC no sector dos Moldes



B) Padrões de Difusão no Sector do Vestuário

As figuras II.7 e II.8 representam o processo de difusão das tecnologias CAD e CA nas empresas de vestuário que responderam ao inquérito. A sua observação permite-nos concluir que o processo de difusão está ainda no início, em termos do número de adoptantes, isto apesar de no CAD a primeira adopção se ter verificado em 1989 e no CA em 1988. Devido ao facto de ter sido detectado um reduzido número de adoptantes, as duas curvas obtidas estão longe de ter o padrão em S, comum nas curvas de difusão de inovações.

Figura II.7 - Difusão da tecnologia CAD no sector do vestuário

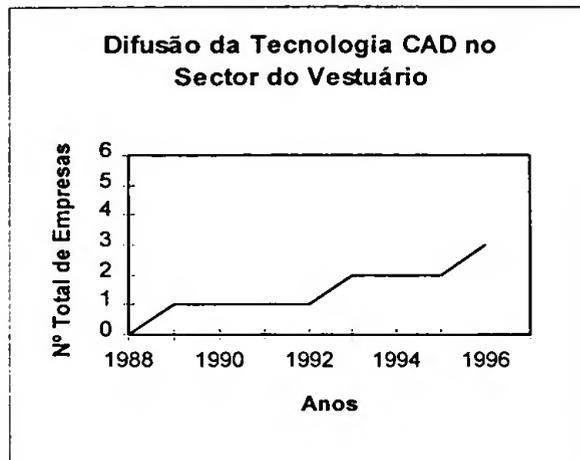
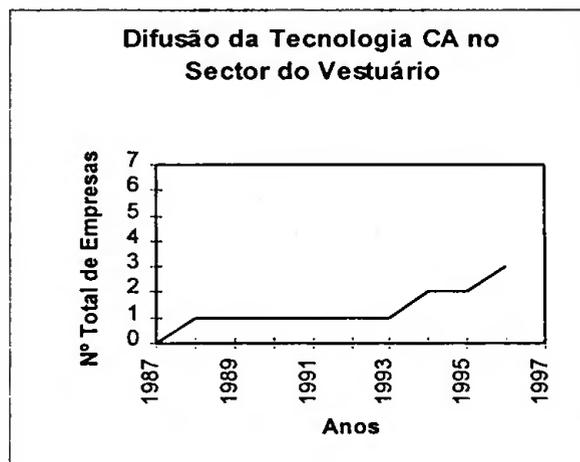
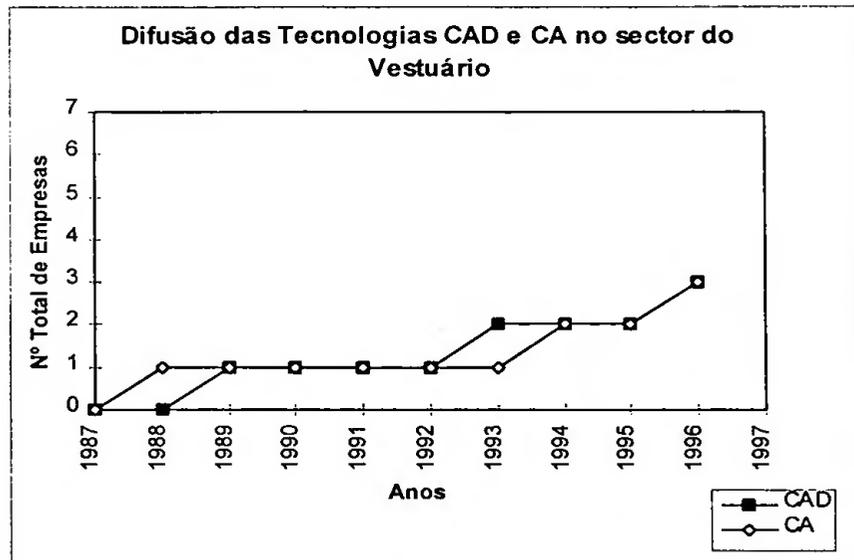


Figura II.8- Difusão da tecnologia CA no sector do vestuário



Na figura II.9 está representado, de forma conjunta, o processo de difusão das duas tecnologias. O gráfico mostra-nos que as duas tecnologias se têm difundido de forma muito semelhante. A este respeito é importante referir que duas das três empresas que constituem o número total de adoptantes, introduziram ambas as tecnologias, o que está relacionado com o facto de existir uma certa inter-relação tecnológica entre elas.

Figura II.9 - Difusão das tecnologias CAD e CA no sector do vestuário



II.1.3.2. Alguns Factores Associados à Difusão das Inovações: fontes de informação, razões de adopção ou de não adopção e benefícios e problemas resultantes da adopção.

A compreensão dos padrões de difusão detectados passa pela análise de vários factores, entre os quais se encontram as fontes de obtenção de informação utilizadas pelas empresas, as razões que contribuíram para a adopção das diversas tecnologias, os benefícios que as empresas retiraram da adopção e os problemas que enfrentaram depois da sua introdução. Para analisar cada um destes factores foram introduzidas várias questões no inquérito²⁴, passando-se de seguida à análise dos resultados obtidos.

²⁴ Estas questões, por razões de ordem prática, referem-se apenas à tecnologia CAD, devendo-se ter este facto presente na interpretação dos resultados.



No que diz respeito às fontes de obtenção de informação e conhecimentos técnicos (Quadro II.13), as empresas de moldes recorrem de forma mais intensa aos seus técnicos (22.1% das respostas), aos fornecedores de equipamento (17.9%) e aos clientes (16.8%). Em relação às empresas de vestuário (apesar do número reduzido de respostas), a fonte de informação que se destaca são os fornecedores de equipamento, com 42.8% das respostas.

Quadro II.13 - Fontes de obtenção de informação e conhecimento técnico

Resposta	Moldes		Vestuário	
	Nº de Respostas	%	Nº de Respostas	%
Técnicos da empresa	21	22.1	1	14.3
Actividades de pesquisa da empresa	8	8.4	1	14.3
Fornecedores de equipamento	17	17.9	3	42.8
Fornecedores de materiais	1	1.1	0	0
Clientes da empresa	16	16.8	0	0
Consultores externos	0	0	1	14.3
Observação de outras empresas	10	10.5	1	14.3
Associações empresariais	2	2.1	0	0
Organismos públicos, autoridades locais	0	0	0	0
Centros de formação	3	3.2	0	0
Universidades	0	0	0	0
Feiras, conferências e seminários	11	11.6	0	0
Imprensa e publicações técnicas	6	6.3	0	0
	95	100	7	100

As razões que levaram à adopção da tecnologia CAD (quadro II.14), mais citadas pelas empresas de moldes, são a necessidade de melhorar a qualidade (19.59%) e a complexidade dos produtos (17.53%), de aumentar a capacidade produtiva (16.5%) e de responder de forma rápida aos clientes (16.49%). Nas empresas de vestuário destacam-se duas razões: a rapidez de resposta aos clientes (42.8% das respostas) e a diminuição dos custos de produção (28.6%)

Quadro II.14 - Razões de adopção

Resposta	Moldes		Vestuário	
	Nº de Respostas	%	Nº de Respostas	%
Aumento da complexidade dos produtos	17	17.53	0	0
Diminuição dos custos de produção	13	13.4	2	28.6
Aumento da capacidade produtiva	16	16.50	1	14.3
Melhoria de qualidade	19	19.59	1	14.3
Rapidez de resposta aos clientes	16	16.49	3	42.8
Imposição dos clientes	11	8.25	0	0
Actualização tecnológica	2	2.06	0	0
Aumento da produtividade	2	2.06	0	0
Satisfação dos clientes	1	1.03	0	0
Aumento da precisão	1	1.03	—	—
Reforço da imagem da empresa	1	1.03	0	0
Aumento da eficiência	1	1.03	0	0
	97	100	7	100

Os principais benefícios resultantes da adopção do CAD, para as empresas de moldes (quadro II.15)²⁵, são a maior qualidade dos produtos (28.26% das respostas), a maior rapidez (19.57%) e o aumento de capacidade (8.7%).

Quadro II.15- Benefícios da adopção para as empresas do sector dos moldes

Resposta	Nº de Respostas	%
Maior rapidez	9	19.57
Maior qualidade	13	28.26
Actualização tecnológica	1	2.17
Aumento da capacidade	4	8.70
Melhores condições sócio-laborais	2	4.35
Aumento da competitividade	1	2.17
Aumento da Precisão	2	4.35
Foram idênticos às razões de adopção	3	6.52
Maior facilidade na introdução de alterações	2	4.35
Aumento da produtividade	2	4.35
Melhor cumprimento dos prazos	2	4.35
Aumento da complexidade dos produtos	1	2.17
Diminuição dos custos	2	4.35
Produção para mercados mais exigentes	1	1.17
	46	100

²⁵ Não foi possível obter esta informação nas empresas do sector de vestuário.

No sector dos moldes constata-se que os benefícios resultantes da adopção do CAD vão ao encontro das razões que levaram à sua adopção detectadas no quadro II.14, colocando-se assim a questão de saber se as expectativas que existiam em relação à nova tecnologia foram ou não cumpridas. Quando interrogadas sobre o facto de os benefícios de adopção serem ou não iguais aos benefícios esperados as empresas de moldes²⁶ responderam da seguinte forma:

- 18 empresas (75%) responderam que os benefícios verificados foram iguais aos esperados;
- 5 empresas (20.83%) responderam que os benefícios verificados foram inferiores aos esperados;
- 1 empresa respondeu que os benefícios verificados foram superiores aos esperados.

donde se conclui que as expectativas face à nova tecnologia foram satisfeitas para 79.17% das empresas de moldes que adoptaram sistemas CAD.

Relacionada com esta questão surge a dos problemas com que as empresas de moldes se depararam em consequência da introdução de sistemas CAD (quadro II.16)²⁷. Os mais referidos são a falta de formação do pessoal (44.45% das respostas), a dificuldade de adaptação ao sistema (11.11%) e problemas relacionados com o software (11.11%). É de salientar que os problemas relacionados com a adaptação dos recursos humanos totalizam 62.97% das respostas. É curioso notar que três empresas referiram não ter tido qualquer tipo de problemas associados à introdução de sistemas CAD.

²⁶ Não foi possível obter esta informação nas empresas do sector de vestuário.

²⁷ Não foi possível obter esta informação nas empresas do sector de vestuário.

Quadro II.16 - Problemas na adopção

Resposta	Nº de Respostas	%
Falta de formação do pessoal	12	44.45
Falta de conhecimentos	2	7.41
Rápida obsolescência dos sistemas	2	7.41
Dificuldade de adaptação	3	11.11
Necessidade de investimentos posteriores	1	3.70
Incompatibilidade Hardware/Software	1	3.70
Software	3	11.11
Nenhum Problema	3	11.11
	27	100

A observação do quadro II.12 permite-nos concluir que as populações potenciais são muito reduzidas no caso do sector do vestuário²⁸. Quando inquiridas sobre as razões para a não utilização definitiva do CAD (a tecnologia contemplada de forma mais exaustiva no questionário) as respostas das empresas distribuíram-se da seguinte forma apresentada no quadro II.17.

Quadro II.17 - Razões para a não adopção (definitiva) pelas empresas de vestuário

Resposta	Nº de Respostas	%
Características da produção (pequenas séries ou peças por medida)	7	38.9
Reduzida liquidez da empresa	4	22.2
Falta de interesse	2	11.1
Escassez de técnicos qualificados na empresa/no mercado de trabalho	1	5.56
Custos da mão de obra não justificam a aquisição do equipamento	1	5.56
Investimento muito elevado	1	5.56
Falta de espaço	1	5.56
Falta de incentivos do Governo	1	5.56
	18	100

²⁸ No caso dos moldes a população potencial é muito semelhante ao número de empresas que responderam ao inquérito; o maior desvio verifica-se no CNC, tecnologia que é substituída pelo CAM nas empresas que declararam que não a viriam a adoptar.

Desta forma, as razões mais fortes para a não introdução (definitiva) de sistemas CAD na empresas de vestuário estão associadas a características da produção (38.9%), a questões financeiras (22.2%) e à simples falta de interesse (11.1%).

Por outro lado, a principal razão apresentada pelas empresas de vestuário, que ainda não adoptaram mas que tencionam vir a adoptar no futuro, para ainda não terem introduzido o sistema CAD foi o facto de fabricarem séries reduzidas e terem expectativas de aumento de dimensão de séries, o que as levaria a adoptarem aquela tecnologia (ver quadro II.18).

Quadro II.18 - Razões para a não adopção (momentânea) pelas empresas de vestuário

Resposta	Nº de Respostas	%
Reduzida dimensão das séries	3	50
Inexistência de verbas	1	16.6(6)
Existem outros investimentos prioritários	1	16.6(6)
Instalações reduzidas	1	16.6(6)
	6	100

A detecção de um número reduzido de empresas de vestuário com sistemas CAD e CA levou-nos a contactar duas grandes empresas fornecedoras deste tipo de equipamento para o sector de vestuário, de forma a obtermos uma ideia da percepção dos fornecedores sobre as tendências de mercado e a sua explicação para os dados obtidos neste trabalho.

Os representantes das empresas contactadas afirmaram-nos que existem cerca de 500 sistemas CAD instalados em empresas de vestuário, em Portugal, enquanto que o número sistemas de corte automático se situa entre 50 e 100. No entanto, a maioria dessas empresas encontra-se no Norte do País, daí que não tenham sido detectadas no nosso questionário.

Segundo estes técnicos as questão das pequenas séries já não é uma razão para as empresas de vestuário não adoptarem a tecnologia CAD. Pelo

contrário, as empresas que produzem séries pequenas são das que mais beneficiam deste tipo de equipamento pois ele permite-lhe maior rapidez na criação das suas colecções (constituídas por um maior número de versões de peças do que as das empresas que fabricam grandes séries) e um maior cumprimento nos prazos de entrega (factor crítico de sucesso nas empresas produtoras de séries reduzidas).

Por outro lado, a diminuição que se deu no preço dos sistemas CAD tornou este equipamento acessível às empresas produtoras de pequenas séries (que geralmente são empresas de dimensão reduzida). A diminuição dos preços do CAD deu um grande impulso à procura destes sistemas: em 1986 um sistema de CAD médio custava entre 15 000 e 20 000 contos, a partir de 1989/90 os preços começaram a descer devido à diminuição dos preços dos equipamentos informáticos e actualmente o custo de um sistemas médio ronda os 7 000 contos.

Assim, segundo os representantes das empresas contactadas as principais razões para a não adopção são mais de natureza financeira ou de falta de visão estratégica. Um desses representantes afirmou mesmo que “o factor preço tem tendência para passar para segundo plano, já que só as empresas que adquiram um sistema CAD se podem manter competitivas; algumas das empresas que inicialmente estavam mais relutantes na aquisição do sistema já se convenceram que esta é a única forma de se manterem competitivas”.

Em relação à tecnologia do Corte Automático a situação é um pouco diferente. Segundo os representantes das empresas consultadas o custo destes sistemas ainda é elevado, rondando os 50/70 mil contos. O preço destes sistemas não tem diminuído, ao contrário do que acontece com o CAD, porque a componente informática de um sistema de corte automático é muito reduzida. Por outro lado, a procura ainda não é muito elevada porque a rentabilização de um sistema de CA passa pela existência de elevados volumes de corte, ou seja, pelo aproveitamento de economias de escala,

situação que não ocorre nas empresas que fabricam séries reduzidas e que têm um reduzido volume de produção (que são a maioria das empresas por nós inquiridas).

II.1.3.3. Conclusões

O processo de difusão de novas tecnologias foi mais rápido no sector dos moldes, onde já se atingiu a taxa de 100% de adopção para as três tecnologias consideradas - o CAD, o CAM e o CNC. Destas três tecnologias, o CAD foi a que se difundiu mais rapidamente, seguida muito próxima pelo CAM. Devido à semelhanças dos padrões de difusão destas duas tecnologias podemos concluir que elas estão muito relacionadas, fazendo mesmo parte do mesmo “pacote tecnológico”. A tecnologia com difusão mais lenta foi o CNC.

No sector do vestuário o processo de difusão das novas tecnologias iniciou-se mais tarde (o CA em 1988 e o CAD em 1989), ainda se encontrando no início em termos da percentagem de adoptantes (o CAD ainda nem atingiu uma taxa de adopção de 50%).

Os dados apresentados nas secções 3.2. e 3.3. sugerem que o sector dos moldes é um “sector fornecedor especializado”, segundo a taxinomia de Pavitt²⁹. Verifica-se assim, neste sector, uma concordância com essa taxinomia, que passa por:

- as fontes de informação tecnológica mais utilizadas estão associadas aos departamentos de engenharia de produção (os técnicos da empresa) e à interacção com os clientes, o que é visível no quadro II.13.
- a trajectória tecnológica está intimamente ligada à procura de melhorias da *performance* do produto, o que se encontra patente no quadro II.14.

²⁹ Pavitt (1984). A explicitação desta taxinomia encontra-se no Anexo 10

- o sucesso competitivo baseia-se na melhoria contínua do desenho e da fiabilidade do produto e na capacidade de resposta rápida e adequada às necessidades dos clientes, o que pode ser observado nos quadros II.14 e II.15.
- as empresas inovadoras são relativamente pequenas (ver duas últimas linhas do quadro II.11).

Por outro lado, confirma-se a ideia que o sector do vestuário é um sector dominado pelos fornecedores, já que:

- nas fontes de tecnologia predominam os fornecedores, neste caso os fornecedores de equipamento (ver quadro II.13);
- as capacidades científicas e tecnológicas são muito reduzidas (ver quadros II.10 e II.11);
- a trajectória tecnológica está associada à redução de custos, o que está parcialmente patente no quadro II.14 (esta foi a segunda razão mais apontada pelas empresas inquiridas, tendo a primeira sido a satisfação rápida dos clientes).

É ainda importante salientar a ausência total de actividades de I&DE nas empresas respondentes. Este facto condiciona a capacidade das empresas para absorverem a tecnologia adquirida e retirarem maiores benefícios da aquisição de tecnologia ao exterior. Como defendem Patel e Pavitt a acumulação de conhecimento tácito, sobretudo a que provém das actividades de desenvolvimento, é tão importante nos processos de imitação como nos de inovação: “As pessoas continuam a cair das bicicletas quando começam a aprender, apesar de centenas de milhões terem conseguido andar de bicicleta no passado” (Patel e Pavitt, 1995).

II.1.4. Modelo explicativo dos padrões de adopção detectados

Nesta secção iremos proceder à construção de um modelo econométrico de explicação dos padrões de adopção detectados na secção anterior. Devido às dificuldades que se registaram na obtenção de dados respeitantes ao sector do vestuário esta análise será apenas realizada para o sector dos moldes, o que resulta num empobrecimento deste trabalho, já que deixam de ser possíveis comparações sectoriais.

A ideia da estimação deste modelo adveio da constatação de que os modelos teóricos identificam um reduzido número de variáveis como sendo relevantes para a explicação dos padrões de adopção, sendo que as variáveis geralmente utilizadas com sucesso são a dimensão da empresa, a rentabilidade da inovação e o esforço financeiro necessário para a aquisição dessa inovação.

Desta forma, procurámos construir um modelo interpretativo dos padrões de adopção detectados nos inquéritos, com base em cinco grupos de variáveis, considerados *a priori* como sendo relevantes na determinação desses padrões: os recursos humanos, as características gerais da empresa, investimento, indicadores de actividade e indicadores financeiros. A estimação deste modelo interpretativo da adopção para o sector dos moldes passou pelos seguintes passos:

- 1) inventariação das variáveis que podem estar associadas à adopção;
- 2) construção da matriz de correlações das variáveis consideradas;
- 3) estimação do modelo, com todas as variáveis;
- 4) afinação do modelo (estimações sucessivas até se obter o “melhor” modelo).

A utilização desta metodologia empiricista de afinação (tipo *stepwise*) do modelo deveu-se ao facto de algumas das variáveis utilizadas serem muito próximas umas das outras, sendo portanto possível considerá-las como substitutas. Esta análise permite, então, saber quais as variáveis que dão um maior contributo para a explicação dos padrões de difusão detectados.

Como resultado, obtivemos dois modelos - o original e o final - cujos resultados serão apresentados em quadros resumo com as variáveis utilizadas e a qualidade estatística de cada um dos modelos.

Em relação ao primeiro passo (inventariação das variáveis que podem estar associadas à adopção) foram consideradas inicialmente 20 variáveis, que podem ser agrupadas em 5 categorias:

1. Variáveis de recursos humanos:

- número de licenciados da empresa - LICENC;
- número de trabalhadores com ensino superior (inclui os licenciados e os bacharéis) - ENS_SUP;
- número de técnicos da empresa (inclui os técnicos médios e os técnicos superiores) - TECNICOS;
- número total de trabalhadores da empresas - TRAB
- dificuldade na contratação de pessoal - CONTRAT.

2. Variáveis de caracterização geral da empresa:

- ano de fundação - ANOFUND;
- forma jurídica - FJURID;
- existência de capital estrangeiro - KESTRANG.



3. Variáveis de Investimento:

- investimento intangível em actividades técnicas - DESP_TEC;
- esforço financeiro na aquisição das novas tecnologias - ESF_FIN (obtido através da construção do rácio entre o custo de aquisição das tecnologias e o valor do activo da empresa).

4. Variáveis de actividade:

- crescimento das vendas - CRESVEND;
- volume de vendas - VOLVEND;
- produtividade - PRODUTIV;
- montante de subcontratação - SUBCONTRAT.

5. Variáveis financeiras:

- autonomia financeira - AUTON;
- rentabilidade do capital próprio - RENT_KP;
- rentabilidade do activo - RENT_ACT;
- rentabilidade das vendas - RENT_VEN;
- liquidez geral - LIQUID;
- solvabilidade - SOLVAB.

A variável dependente utilizada nos modelos é o intervalo médio de tempo que cada uma das empresas levou a adoptar cada uma das três tecnologias consideradas, face à primeira adopção da respectiva tecnologia. A esta variável foi atribuída a abreviatura LAGMED. A construção desta variável passou por uma tentativa de construir uma medida agregada da dinâmica da difusão das inovações consideradas, considerando que cada uma dessas inovações dá um contributo idêntico para a medida global.

Esta medida agregada tem subjacente a ideia que as empresas que adoptam mais cedo possuem uma capacidade tecnológica superior, no sentido em que a adopção das novas tecnologias lhes permitiu desencadear processos de aprendizagem e de acumulação de conhecimentos tecnológicos. Neste

contexto é possível considerá-la como uma alternativa a alguns indicadores indirectos da capacidade tecnológica, tradicionalmente utilizados, como o número de patentes ou a despesa em I&D (que na realidade são indicadores da capacidade “inventiva” e não da tecnológica).

No segundo passo foi construída a matriz de correlação das variáveis independentes de forma a detectar possíveis e já esperadas correlações entre as várias variáveis que possam comprometer a qualidade do modelo inicial. Essa matriz de correlação encontra-se no Anexo 6 e mostra-nos que tal como era esperado existem variáveis que estão fortemente correlacionadas, facto que foi considerado nas estimações posteriores do modelo.

No terceiro passo estimámos o modelo, com todas as variáveis pelo método dos mínimos quadrados. Os quadros II.19 e II.20 resumem os principais resultados que foram obtidos com este procedimento.

O quadro II.19 mostra-nos que apenas duas variáveis são significativas (a um nível de 15%) para a explicação dos padrões de difusão detectados: a autonomia financeira e a rentabilidade do capital próprio. Os reduzidos valores obtidos para a estatística t podem estar associados ao facto de existir um grande número de variáveis correlacionadas e que neste sentido podem ser consideradas como alternativas.

Quadro II.19- Resultados ao nível das variáveis obtidos na estimação do modelo de adopção com todas as variáveis.

Variáveis	Coefficiente	Estatística t	Significância de t
Termo Independente	203.577	0.772	0.4832
AUTON	-23.592	-1.997	0.1165
DESP_TEC	-0.003	-0.296	0.7818
LICENC	1.579	0.824	0.4564
RENT_KP	-8.926	-2.221	0.0905
ESF_FIN	-13.333	-0.590	0.5870
ANOFUND	-0.096	-0.722	0.5101
CONTRAT	0.847	0.419	0.6968
CRESVEND	5.653	0.342	0.7498
ENS_SUP	-0.562	-0.625	0.5661
FJURID	-3.394	-0.421	0.6953
KESTANG	-2.538	-0.260	0.8075
LIQUID	0.592	0.154	0.8848
PRODUTIV	0.000	1.242	0.2819
RENT_ACT	-79.651	-0.379	0.7241
RENT_VEN	139.908	0.825	0.4557
SOLVAB	7.122	1.177	0.3045
SUBCONTR	0.000	0.823	0.4567
TECNICOS	0.031	0.127	0.9048
TRAB	-0.046	-1.044	0.3553
VOLVEND	0.000	-1.303	0.2624

O quadro II.20 mostra-nos que os resultados obtidos com a estimação de todas as variáveis apresentam alguns problemas:

- O valor do R^2 ajustado é negativo e encontra-se muito distante do valor obtido para o R^2 , o que indicia que não está a ser respeitado o princípio da parcimónia, ou seja que estão a ser utilizadas muitas variáveis que não adiantam muito para a explicação dos padrões de adopção detectados;
- A estatística F apresenta um valor muito reduzido associado a um elevado nível de significância, o que significa que não podemos rejeitar a hipótese de que todas as variáveis utilizadas não serem adequadas à explicação dos padrões de adopção;
- A estatística de Durbin Watson revela a existência de autocorrelação positiva.

Quadro II.20 - Resultados gerais obtidos na estimação do modelo de adopção com todas as variáveis.

Estatística	Valor obtido
R ²	0.822
R ² Ajustado	-0.06802
F	0.92358
Sign F	0.6085
Durbin Watson	1.44628

Dadas estas limitações do modelo com as 20 variáveis foram sendo eliminadas, de forma sucessiva, diversas variáveis (quarto passo), para se obter um modelo com as variáveis mais importantes para a explicação do padrão de adopção, ou seja do atraso médio de adopção das empresas em relação ao primeiro ano de adopção das tecnologias. Foram utilizados dois critérios de eliminação das variáveis: o facto de a variável estar fortemente correlacionada com outra ou outras variáveis e o facto de a variável ter um valor para a estatística t reduzido. Os resultados deste processo de afinação do modelo encontram-se nos quadros II.21 e II.22.

Quadro II.21 - Resultados, ao nível das variáveis, obtidos na estimação do modelo reduzido de adopção.

Variáveis	Coeficiente	Estatística t	Significância de t
Termo Independente	8.364	6.7	0.0001
AUTON	-6.814	-3.143	0.0104
DESP_TEC	-0.012	-2.469	0.0331
LICENC	-1.691	-3.612	0.0048
RENT_KP	-3.067	-2.598	0.0266
ESF_FIN	-13.089	-1.753	0.1101

O quadro II.21 mostra-nos que as variáveis que se mostraram mais significativas para a explicação do atraso médio de adopção das tecnologias consideradas foram: a autonomia financeira, a despesa em actividades técnicas, o número de licenciados da empresa, a rentabilidade do capital próprio e o esforço financeiro (sendo esta a variável que apresenta um menor poder explicativo).

Quadro II.22 - Resultados gerais obtidos na estimação do modelo de adopção depois do processo de selecção de variáveis.

Estatística	Valor obtido
R ²	0.685
R ² Ajustado	0.528
F	4.358
Sign F	0.0229
Durbin Watson	2.428

De acordo com os resultados que se apresentam no quadro II.22, o modelo final apresenta uma qualidade econométrica razoável: o valor do R² é 68.5% e o do R² ajustado de 52.8%. Por outro lado o valor obtido para a estatística F é significativo a um nível de significância de 2.29%.

Os resultados obtidos para o coeficientes das variáveis (quadro II.21) revelam que o atraso médio na adopção das tecnologias está:

- negativamente associado à autonomia financeira da empresa, o que significa que quanto maior a autonomia financeira da empresa mais cedo ela adopta as inovações;
- negativamente associado às despesas técnicas, significando que quanto maior for o investimento imaterial em actividades técnicas mais cedo a empresa adopta as inovações;
- negativamente associado ao número de licenciados, ou seja que quanto maior for o número de licenciados de uma empresa, menor será o seu atraso na adopção das inovações;
- negativamente associado à rentabilidade do capital próprio, indicando que quanto mais rentável for a empresa em termos do seu capital mais cedo ela adopta a inovação;
- negativamente associado ao esforço financeiro realizado pela empresa, o que significa que quanto maior for o esforço financeiro que a empresa realiza com a aquisição das tecnologias, mais cedo ela adopta.

Assim, verificamos que as variáveis que parecem condicionar a adopção das tecnologias consideradas nas empresas inquiridas podem ser agregadas em três categorias: variáveis financeiras, variáveis relacionadas com o potencial

científico e técnico das empresas e variáveis relacionadas com a dimensão relativa do investimento a ser realizado.

Em relação às variáveis financeiras a sua importância é clara: considerando que a aquisição de novas tecnologias implica investimentos avultados é importante que as empresas tenham estruturas financeiras que permitam a realização de tais investimentos. Os resultados deste trabalho revelam que as empresas com estruturas financeiras mais equilibradas (com maior autonomia financeira e com maior rentabilidade do capital próprio) adoptam mais cedo. Esta constatação pode estar associada ao facto de no início do processo de difusão as inovações terem associadas um maior risco e um preço mais elevado, pelo que só as empresas com uma situação financeira sólida as adoptam.

Relativamente à variáveis relacionadas com o potencial científico e técnico, neste caso o montante de investimento em actividades técnicas e o número de licenciados, detectou-se que quanto maior for o valor destas variáveis mais cedo as empresas adoptam as inovações³⁰. Este facto pode estar associado ao facto do potencial científico e técnico da empresa condicionar a capacidade da empresa para ter conhecimento das inovações e das suas vantagens, para absorver os efeitos vantajosos resultantes da adopção de tecnologias, e para aprender com essas tecnologias e desenvolve-las a seu proveito.

No que diz respeito à variável relacionada com esforço financeiro realizado pela empresa com a aquisição das novas tecnologias os resultados obtidos podem ter a seguinte interpretação: quanto maior for o esforço financeiro que o investimento implica mais cedo as empresas adoptam, o que pode parecer um contra-senso mas faz sentido se pensarmos que no início do processo de

³⁰ O que vai ao encontro das conclusões retiradas na secção anterior de que o facto de o potencial científico e técnico ser mais elevados nas empresas de moldes inquiridas conduziu a uma adopção mais rápida das novas tecnologias consideradas.

difusão as inovações são mais dispendiosas e conseqüentemente implicam a realização de maiores esforços financeiros (em relação ao activo da empresa).

Capítulo II.2: Estimação dos modelos de difusão

Este capítulo tem como principal objectivo a estimação de vários modelos teóricos apresentados na primeira parte, a partir dos dados recolhidos com os inquéritos.

Os resultados obtidos com tais estimações permitem-nos ver quais os modelos que se adequam melhor a cada uma das inovações dos dois sectores e ver se se verificam alguns dos pressupostos teóricos apresentados anteriormente (nomeadamente a melhor adequação do probit lognormal à explicação de inovações relativamente mais simples e baratas, face ao probit normal, que se adequa melhor a inovações relativamente mais caras e complexas). Permitem-nos ainda fazer previsões sobre a evolução do processo de difusão das diversas tecnologias.

Este capítulo está dividido em 2 secções. Na primeira ajustam-se as curvas associadas aos modelos cronológicos: logística (pelo método dos mínimos quadrados e pelo método da máxima verosimilhança), probit normal e probit lognormal (pelo método da máxima verosimilhança). Na segunda secção estima-se o modelo probit seccional.

É importante referir que a razão de não se estimarem modelos das restantes abordagens teóricas abordadas na primeira parte reside no facto de essas abordagens não permitirem estimações econométricas (caso da abordagem baseada na teoria dos jogos) ou no facto de essas estimações serem muito complexas (caso do modelo S-D-O), não havendo precedentes de aplicação a dados empíricos que demonstrem a exequibilidade de estimação econométrica. Aliás, as novas abordagens da difusão da inovação têm sido criticadas pelo facto de não permitirem a realização de trabalhos empíricos, o que significa que não se esclarece qual o seu contributo prático para a

explicação dos processos de difusão efectivamente ocorridos. Tal não invalida, obviamente, o contributo teórico de tais abordagens.

II.2.1. Modelos cronológicos

Nesta secção iremos apresentar os principais resultados das estimações efectuadas para os modelos cronológicos, procurando esclarecer algumas questões levantadas na ocasião da exposição teórica desse modelos.

Antes de se proceder à estimação dos modelos foi necessário tomar um conjunto de decisões sobre a forma a dar aos dados utilizados. Essas decisões focaram vários aspectos que são seguidamente referidos.

- Cálculo da população potencial: a população potencial para cada inovação foi calculada da seguinte forma: adicionou-se o número de adoptantes efectivo ao número de empresas que declararam ainda não terem adoptado inovação, mas que tinham intenções de o fazer. A população potencial assim obtida é o limite máximo para o processo de difusão. (As várias populações potenciais encontram-se no quadro II.12, apresentado na secção 3.1. do primeiro capítulo desta parte).

Em relação à forma exacta da variável independente - os anos, foram testadas duas versões. Na primeira dessas versões - ANOS1 - a variável assume valores entre 84 e 96 (por exemplo), sendo o primeiro valor referente a 1984 e o segundo referente a 1996. Na segunda versão - ANOS2 - a variável apresenta-se com valores entre 1 e 12 (por exemplo), sendo 1 o ano da primeira adopção e 12 o ano da última adopção detectada. Estas duas versões não apresentam diferenças significativas no caso dos modelos logístico e logit, pelo que será apenas apresentada a versão que utiliza a variável ANOS1 (a versão com ANOS2 encontra-se no Anexo 7). Nos modelos probit normal e lognormal, os resultados são por vezes diferentes, pelo que, quando tais diferenças se verificarem,

apresentaremos as duas versões (caso contrário a versão com ANOS2 será remetida para o Anexo 7).

- Relativamente aos anos considerados nas estimações, é importante referir que: i) o primeiro ano utilizado para cada uma das inovações foi o primeiro ano em que uma das empresas declarou ter adoptado; ii) foram utilizados os anos intermédios em que não se registou qualquer adopção; iii) o último ano considerado foi o de 1995, no caso do sector dos moldes (isto porque em 1996 se atingiu a taxa de 100% de adopção em todas as inovações o que tornava os cálculos inviáveis), e de 1996 no caso do sector do vestuário.
- Optou-se por focar cada uma das tecnologias de forma genérica, ou seja, não se considerou um processo de difusão para cada uma das gerações que foram aparecendo para essas tecnologias. Contudo não foi esquecido que cada uma das tecnologias genéricas sofreu diversas alterações ao longo do seu processo de difusão.

Os modelos utilizados nesta secção são o modelo epidémico ou logístico, estimado pelo método dos mínimos quadrados (dando origem à sua versão *standard*) e pelo método da máxima verosimilhança (dando origem ao modelo logit) e o modelo probit cronológico, utilizando as suas duas variantes - probit normal e probit lognormal - estimado pelo método de estimação da máxima verosimilhança (isto porque a variável dependente não é homocedástica, o que viola um dos pressupostos necessários à utilização do método dos mínimos quadrados).

Para estimar as curvas logísticas utiliza-se a expressão anteriormente apresentada:

$$\ln [N_t / (N^* - N_t)] = a + bt$$

onde N_t representa o número cumulativo de empresas que já adoptaram, N^* representa a população de potenciais adoptantes e t representa a variável tempo, neste caso medida em anos.



Esta curva é estimada pelo método dos mínimos quadrados (modelo epidémico *standard*) e pelo método da máxima verosimilhança (modelo logit). A utilização do método da máxima verosimilhança justifica-se pelo facto de os modelos epidémicos poderem ter problemas de autocorrelação, pelo que o método dos mínimos quadrados deixa de ser o mais adequado.

Para estimar o modelo probit utilizam-se as expressões seguintes:

$$\begin{aligned} Z_t &= a_1 + b_1 \log t && \text{para a curva cumulativa lognormal} \\ Z_t &= a_2 + b_2 t && \text{para a curva cumulativa normal} \end{aligned}$$

sendo Z_t o desvio equivalente normal, ou Probit, da proporção cumulativa de adoptantes.

II.2.1.1. Resultados das estimações no sector dos Moldes

A) Modelo Epidémico

Os resultados da estimação dos modelos epidémicos para o sector dos moldes encontram-se no quadro II.23.

Quadro II.23 - Resumo dos resultados da estimação do modelo epidémico

	Parâmetros		Estatísticas					
	a	b	t	R ²	R ² Ajust.	F	Sign. F	D.W.
CAD	-70.460	0.784	16.270	0.974	0.971	264.709	0.000	1.879
CAM	-63.557	0.705	19.054	0.978	0.976	363.048	0.000	1.299
CNC	-41.065	0.473	10.288	0.922	0.913	105.841	0.000	1.224

A observação deste quadro permite-nos concluir que nos três casos a qualidade geral do ajustamento é boa: os valores obtido para a estatística R^2 são elevados (e não têm um grande desfazamento em relação aos do R^2

ajustado); e a estatística F apresenta um valor muito elevado associado a um reduzido nível de significância.

Por outro lado, os três modelos apresentam valores elevados para a estatística t, o que nos permite rejeitar a hipótese de a variável independente utilizada (os anos) não ser relevante do ponto de vista estatístico para a explicação dos padrões de adoção.

Os três modelos construídos apresentam um problema de autocorrelação positiva, dado o valor obtido para a estatística de Durbin-Watson.

Assim, podemos concluir que os modelos nos fornecem, em termos econométricos uma boa explicação para a realidade detectada. Este resultado vai ao encontro do que se tinha afirmado aquando da apresentação teórica do modelo epidémico, de que ele permite ajustamentos econométricos de excelente qualidade, apesar de ter um fraco suporte teórico.

B)Modelo Logit

Para ultrapassar a limitação dos modelos anteriores, que apresentam sinais de autocorrelação, o modelo logístico foi estimado pelo método da máxima verosimilhança, dando origem ao modelo logit.

A utilização do método da máxima verosimilhança está associada a estatísticas de validação dos resultados obtidos diferentes das utilizadas na estimação pelo método dos mínimos quadrados. A estatística geralmente utilizada para validar os resultados obtidos pelo método da máxima verosimilhança é o coeficiente de Pearson. Contudo, neste trabalho não foi possível utilizar esta estatística, já que a sua utilização pressupunha que em cada momento de tempo considerado existissem pelo menos cinco

observações, o que não acontece, pelo menos no início do processo de difusão.

Para ultrapassar esta dificuldade Amemiya (1981), sugere a utilização de três estatísticas de validação dos resultados dos modelos logit e probit: o R^2 de Efron, o coeficiente quadrado de correlação (SCC) e a soma dos resíduos quadrados ponderada (WSSR). Estes valores, bem como os restantes resultados obtidos na estimação dos modelos logit para o sector dos moldes encontram-se no quadro II.24.

Quadro II.24 - Resumo dos resultados da estimação do modelo logit (ANOS1)

	Parâmetros		Estatísticas						Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L.	R^2 Efron	SCC	WSSR	
CAD	-72.601	0.808	8.123	3.480	7	0.980	0.980	0.139	16 Iter.
CAM	-65.782	0.731	8.353	3.434	8	0.979	0.979	0.143	16 Iter.
CNC	-42.910	0.495	7.492	4.959	9	0.964	0.965	0.216	Não Conv.

Estas estatísticas não são directamente comparáveis com as obtidas para os modelos estimados pelo método dos mínimos quadrados, mas dão-nos uma ideia da qualidade geral do modelo.

Os resultados do quadro II.24 mostram-nos que o modelo logit produz resultados econométricos muito bons: os valores para o R^2 de Efron e para o coeficiente quadrado de correlação são superiores a 96% e os valores para o WSSR são reduzidos (inferiores a 15% no CAD e no CAM e a 22% no CNC). Por outro lado, os valores das estatísticas t são todos significativos, indicando que a variável utilizada - o tempo - é relevante para o estudo do processo de difusão. Este modelo tem, face ao logístico *standard*, a vantagem de não ter autocorrelação.

C) Modelo probit cronológico - curva cumulativa normal

A estimação do modelo probit cronológico normal, para o sector dos moldes, pelo método da máxima verosimilhança, produziu os resultados que estão no quadro II.25.

Quadro II.25 - Resumo dos resultados da estimação do modelo probit cronológico normal (ANOS1)

	Parâmetros		Estatísticas						Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L.	R ² Efron	SCC	WSSR	
CAD	-41.272	0.459	9.269	4.213	7	0.974	0.975	0.169	14 lter.
CAM	-37.377	0.415	9.512	4.421	8	0.974	0.974	0.184	13 lter.
CNC	-24.278	0.280	8.143	6.308	9	0.955	0.956	0.274	14 lter.

Os resultados obtidos nesta estimação têm uma elevada qualidade econométrica, como se pode observar dos valores obtidos para o R² de Efron, para o SCC, para o WSSR e para a estatística t.

D) Modelo probit - curva cumulativa lognormal

Em relação ao modelo probit cronológico lognormal os resultados obtidos são diferentes consoante a forma atribuída à variável ANOS, pelo que se reproduzem ambas as versões (quadros II.26 e II.27).

Quadro II.26 - Resumo dos resultados da estimação do modelo probit cronológico lognormal (ANOS1)

	Parâmetros		Estatísticas						Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L.	R ² Efron	SCC	WSSR	
CAD	-185.890	41.326	9.272	4.079	7	0.970	0.975	0.163	7 lter.
CAM	-168.973	37.549	9.524	4.047	8	0.975	0.975	0.169	16 lter.
CNC	-110.954	24.864	8.188	5.770	9	0.959	0.960	0.251	15 lter.

Quadro II.27 - Resumo dos resultados da estimação do modelo probit cronológico lognormal (ANOS2)

	Parâmetros		Estatísticas						Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L.	R ² Efron	SCC	WSSR	
CAD	-2.733	1.863	8.505	17.840	7	0.952	0.955	0.716	15 Iter.
CAM	-2.741	1.835	8.832	16.029	8	0.968	0.969	0.665	15 Iter.
CNC	-1.402	1.238	8.340	1.868	9	0.983	0.983	0.081	11 Iter.

Estes dois quadros mostram-nos que o modelo com a variável ANOS1 produz melhores resultados para as tecnologias CAD e CAM e que o modelo com a variável ANOS2 produz melhores resultados para a tecnologia CNC.

II.2.1.2. Resultados das estimações no sector do Vestuário

A) Modelo epidémico

Os resultados da estimação do modelo epidémico para as duas inovações consideradas no sector do vestuário encontram-se no quadro II.28. Este quadro mostra que os resultados obtidos têm uma qualidade geral inferior à que é habitual neste modelo, sobretudo no caso do Corte Automático. Este facto pode ficar-se a dever ao reduzido número de observações que foi considerado, dada a baixa taxa de resposta das empresas deste sector.

Quadro II.28 - Resumo dos resultados da estimação do modelo epidémico

	Parâmetros		Estatísticas					
	a	b	t	R ²	R ² Ajust.	F	Sign. F	D.W.
CAD	-21.546	0.219	5.419	0.830	0.802	29.370	0.0016	2.035
CA	-18.123	0.184	3.904	0.685	0.640	15.243	0.0059	1.075

B) Modelo logit

Os resultados obtidos para o modelo logístico com a utilização do método da máxima verosimilhança parecem-nos melhores do que os obtidos para a versão *standard*, com a vantagem que este modelo não tem autocorrelação. Estes resultados encontram-se no quadro II.29.

Quadro II.29 - Resumo dos resultados da estimação do modelo logit (ANOS1)

	Parâmetros		Estatísticas						Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L.	R ² Efron	SCC	WSSR	
CAD	-22.468	0.229	1.554	0.448	6	0.861	0.549	0.064	19 Iter.
CA	-20.222	0.207	1.567	0.932	7	0.782	0.437	0.155	Não Conv.

C) Modelo probit cronológico- curva cumulativa normal

Em relação ao modelo probit cronológico normal verificamos que a utilização das duas versões da variável anos produzem resultados diferentes, pelo que são apresentados dois quadros resumo - o quadro II.30 e o quadro II.31.

Quadro II.30 - Resumo dos resultados da estimação do modelo probit cronológico normal (ANOS1)

	Parâmetros		Estatísticas						Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L.	R ² Efron	SCC	WSSR	
CAD	-11.942	0.120	1.424	0.647	6	0.795	0.526	0.092	Não Conv.
CA	-11.942	0.121	1.617	1.079	7	0.761	0.455	0.180	Não Conv.

Quadro II.31 - Resumo dos resultados da estimação do modelo probit normal (ANOS2)

	Parâmetros		Estatísticas						Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L.	R ² Efron	SCC	WSSR	
CAD	-1.356	0.131	1.571	0.473	6	0.853	0.540	0.068	9 Iter.
CA	-1.321	0.117	1.575	0.995	7	0.763	0.461	0.166	8 Iter.

A observação destes dois quadros permite-nos concluir que o modelo com a variável ANOS2 produz melhores resultados do ponto de vista estatístico: os valores para o R^2 de Efron e para o SCC são superiores e os valores para o WSSR são inferiores.

D) Modelo probit - curva cumulativa lognormal

No modelo probit cronológico lognormal a utilização das duas versões da variável anos também produziu resultados distintos, só que neste caso os melhores resultados foram obtidos com a utilização da variável ANOS1, como se pode ver nos quadros II.32 e II.33.

Quadro II.32 - Resumo dos resultados da estimação do modelo probit lognormal (ANOS1)

	Parâmetros		Estatísticas						Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L.	R^2 Efron	SCC	WSSR	
CAD	-55.736	12.143	1.567	0.485	6	0.850	0.536	0.069	Não Conv.
CA	-49.192	10717	1.563	1.030	7	0.755	0.469	0.171	Não Conv.

Quadro II.33- Resumo dos resultados da estimação do modelo probit lognormal (ANOS2)

	Parâmetros		Estatísticas						Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L.	R^2 Efron	SCC	WSSR	
CAD	-1.323	0.424	1.382	0.994	6	0.697	0.380	0.142	9 Iter.
CA	-1.264	0.377	1.274	1.866	7	0.546	0.743	0.311	9 Iter.

II.2.1.3. Conclusões

Nesta subsecção iremos comparar os resultados apresentados nas duas subsecções anteriores e fazer alguns comentários sobre os resultados obtidos, nomeadamente ao nível da sua compatibilidade com vários pressupostos teóricos apresentados anteriormente e ao nível dos valores obtidos para os parâmetros b.

Apresentaremos ainda os valores estimados pelos modelos para a evolução futura do processo de difusão³¹, o que nos permitirá ficar com uma ideia sobre os anos em que são atingidos certos patamares importantes no processo de difusão.

Em relação à comparação dos modelos estimados é possível tecer os seguintes comentários:

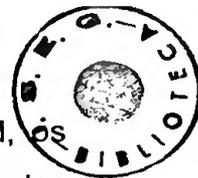
- no sector dos moldes, o modelo logit é o que melhor se ajusta ao processo de difusão detectado das tecnologias CAD e CAM. O modelo que melhor se adequa ao processo de difusão do CNC é o probit lognormal (na versão ANOS2);
- no sector do vestuário o modelo logit é o que mais se adequa à explicação do processo de difusão detectado para as duas tecnologias (CAD e CA).

Isto significa que apesar de o modelo probit ter um corpo teórico mais forte, na generalidade dos casos os melhores resultados econométricos são obtidos com a aplicação do modelo logit. A superioridade teórica do modelo probit só foi confirmada empiricamente neste trabalho para uma das tecnologias - o CNC no sector dos moldes.

Em relação à comparação entre os modelo probit normal e lognormal verifica-se que:

- no sector dos moldes na tecnologia CAD o modelo probit normal é o que produz melhores resultados, enquanto que nas tecnologias CAM e CNC é o modelo lognormal que se evidencia. Assim, verifica-se o pressuposto teórico de que o modelo probit normal é mais adequado para a explicação de tecnologias relativamente mais caras e complexas (o CAD) e que o modelo probit lognormal é mais adequado para a explicação de

³¹ Isto só para o sector do vestuário, já que no sector dos moldes já se atingiu uma taxa de adopção de 100%.



tecnologias mais simples e baratas (o CNC³²). Em relação ao CAM, os resultados indicam, que esta deve ser considerada uma tecnologia simples e barata, o que não corresponde totalmente à verdade, pelo que os resultados devem ser interpretados de forma cuidadosa (até porque a superioridade do modelo probit lognormal está longe de ser expressiva - ver quadros II.25 e II.26).

- no sector do vestuário o modelo probit normal apresenta uma qualidade superior face ao probit lognormal para as duas tecnologias, o que vai ao encontro do pressuposto teórico: ambas as tecnologias são caras e complexas.

No quadro II.34 temos os parâmetros b estimados nos modelos logit. Estes parâmetros são um indicador da velocidade de difusão de cada uma das tecnologias em cada um dos sectores.

Quadro II.34 - Resumo do parâmetros b estimados pelo modelo logit

	Valor do parâmetro b
Sector dos Moldes	
CAD	0.808
CAM	0.731
CNC	0.495
Sector do Vestuário	
CAD	0.229
CA	0.207

Para o sector dos moldes confirma-se a constatação anterior (secção II.1.3.1) que as velocidades de difusão são bastante elevadas para as tecnologias CAD e CAM, sendo mais reduzida para o CNC.

No sector do vestuário as tecnologias consideradas apresentam uma velocidade de difusão bastante mais reduzida e semelhante entre si.

³² Este facto vai ao encontro da aparência detectada para a curva de difusão do CNC no sector dos moldes na secção II.1.3.1, cuja forma se aproxima visualmente da forma de uma curva cumulativa lognormal, com o ponto de inflexão a ocorrer muito cedo.

Para o sector do vestuário é possível fazer previsões para a evolução do processo de difusão, com base nas estimativas obtidas. As previsões para as datas em que o processo de difusão atingirá 50, 75 e 90% da população potencial de adoptantes encontram-se no quadro II.35. Estas previsões foram efectuadas com base nos resultados do modelo logit (que como se viu produziu os melhores resultados do ponto de vista econométrico).

Quadro II.35 - Previsões para a evolução do processo de difusão no sector do vestuário.

	CAD	CA
1º ano de adopção	1987	1988
Ano em que se atinge 50% dos potenciais adoptantes	1998	1996
Ano em que se atinge 75% dos potenciais adoptantes	2003	2003
Ano em que se atinge 90% dos potenciais adoptantes	2008	2008

Assim, prevê-se que a tecnologia CAD atinja 50% da sua população potencial em 1998, sendo que o CA já atingiu este patamar em 1996. Devido ao facto de a velocidade de difusão ser superior para a tecnologia CAD (ver quadro II.34), esta irá alcançar a tecnologia CA e ambas atingirão simultaneamente os patamares de 75 e 90% da sua população potencial, nos anos de 2003 e 2008, respectivamente.

Os modelos cronológicos estimados produziram, como se viu resultados econométricos de boa qualidade, mas apresentam uma limitação teórica que advém do facto de a única variável explicativa utilizada ser a variável tempo. Assim explica-se um processo que se desenrola ao longo do tempo com base no próprio tempo. No entanto, tal não impede que os modelos sejam adequados para realizar previsões, dada a sua elevada qualidade econométrica.

II.2.2. Modelos seccionais

A estimação do modelo probit seccional foi realizada pelo método da máxima verosimilhança a partir da expressão seguinte (já apresentada na secção 2.2. do capítulo 3 da primeira parte):

$$Z_k = a + b \log S_k$$

Assim, o ajustamento deste modelo passa pela construção de intervalos de dimensão (S_k) de acordo com a dimensão média das empresas desse intervalo. De seguida determina-se, em cada intervalo, a proporção de adoptantes. Esta proporção corresponde à probabilidade de uma empresa no intervalo de dimensão k já ter adoptado. A partir dessa probabilidade obtém-se o valor Probit (Z_k), que é utilizado na estimação do modelo.

Os intervalos de dimensão podem ser construídos com base em diversas variáveis. Neste trabalho optamos por considerar três variáveis: o número de técnicos da empresa, o número total de trabalhadores da empresa e o volume de vendas. Em relação a estas duas últimas variáveis optamos por utilizar duas partições diferentes em intervalos³³.

A aplicação dos modelos seccionais visava inicialmente apenas o sector do vestuário, já que no sector dos moldes já se atingiu uma taxa de adopção de 100% e portanto a estimação do modelo não seria possível. No entanto, os dados obtidos no sector do vestuário, mostraram-se totalmente insuficientes para a estimação do modelo probit seccional. Esta insuficiência traduziu-se a dois níveis: nas partições das variáveis só foi possível considerar um número reduzido de classes, dado o número reduzido de empresas que constituem a população potencial de adoptantes; os resultados obtidos mostraram-se muito inconsistentes, com a obtenção de valores muito oscilantes para as

³³ As diferentes repartições em intervalos de cada uma das variáveis encontram-se no Anexo 11.

estatísticas de validação dos resultados e com a obtenção de sinais contrários ao que a lógica indica para os coeficientes de algumas das variáveis. Dado o facto de os resultados não apresentarem um nível mínimo de qualidade optou-se por não apresentar aqui os resultados obtidos que foram remetidos para o Anexo 7.

Capítulo II.3. Adopção de Novas Tecnologias e Produtividade

Neste capítulo³⁴ procuramos investigar a relação entre diversos aspectos que condicionam a produtividade das empresas e o seu grau de inovação, ou seja, o momento do processo de difusão em que adoptaram a inovação.

Segundo Harvey et al (1992), a introdução de novas tecnologias pode afectar favoravelmente a produtividade das empresas de diversas formas: aumento da qualidade com a consequente redução dos custos de reexecução das operações, redução dos custos com o trabalho directo, aumento da capacidade, aumento da eficiência produtiva e diminuição da duração do ciclo produtivo. Paralelamente, a introdução destas tecnologias pode contribuir para o aparecimento de certos problemas com efeitos na produtividade das empresas: “destruição criativa” das aptidões existentes, criação de problemas operacionais, repercursões negativas sobre os recursos humanos, ambiente de trabalho, relações laborais, gestão dos materiais, taxas de rejeição e paragens dos equipamentos. Estamos então perante uma relação dual entre a adopção das novas tecnologias e o seu efeito na produtividade das empresas.

II.3.1. Os factores de produtividade

O objectivo desta secção é proceder à criação de factores de produtividade. Para tal parte-se de um conjunto de 21 variáveis que supostamente condicionam a produtividade das empresas e aplica-se a técnica da análise factorial que nos permite reduzir a informação ao agrupar as variáveis em factores.

³⁴ Neste capítulo segue-se uma abordagem idêntica à de Harvey et al (1992). A análise é apenas realizada para o sector dos moldes, dada a falta de informação, quer sobre os valores da produtividade quer sobre os pontos fortes e fracos, para as empresas do sector do vestuário.

II.3.1.1. Metodologia da análise factorial

O ponto de partida da aplicação da análise factorial foi a consideração de 21 variáveis supostamente condicionantes da produtividade das empresas, que foram por elas classificadas numa escala de um a cinco, em função de uma auto-avaliação realizada pela empresa. Essas variáveis foram agrupadas em cinco categorias: recursos humanos; equipamentos e instalações; materiais e produção; produtos e clientes; e gestão, como se encontra patente no quadro II.36.

Quadro II.36 - Dimensões e variáveis inicialmente consideradas na análise factorial.

Dimensão:	Variáveis
Recursos Humanos:	a) grau de qualificação dos trabalhadores
	b) formação ministrada/disponível
	c) relações laborais
	d) absentismo
	e) pessoal existente
Equipamentos e Instalações:	a) máquinas e processos empregues
	b) layout
	c) manutenção
	d) flexibilidade produtiva
	e) capacidade produtiva
Materiais e Produção:	a) sistema de planeamento da produção
	b) confiança nos fornecedores (qualidade, prazos)
	c) controlo de qualidade
	d) duração do ciclo de produção
Produtos e Clientes:	a) gama de produtos
	b) capacidade de adaptar os produtos aos pedidos dos clientes
	c) rapidez de resposta às solicitações dos clientes
	d) acessibilidade aos clientes
Gestão:	a) comunicação entre departamentos
	b) relação entre a gestão e as actividades operativas
	c) participação do pessoal e técnicos na vida da empresa

De forma a ver até que ponto as variáveis consideradas afectam a produtividade das empresas inquiridas foi realizada uma análise de regressão, onde a variável independente é a produtividade das empresas (em 1994) e as variáveis explicativas são as variáveis que se encontram no quadro II.36. Os resultados desta análise encontram-se nos quadros II.37 e II.38.

Quadro II.37 - Resultados da análise de regressão ao nível das variáveis

Variável	Coeficiente	Estatística t	Significância de t
ABSENTIS	2383.057	0.570	0.5823
ACESSOCL	10935.181	1.100	0.2998
ADAPPROD	-10535.820	-1.468	0.1762
CAPAPROD	1929.408	0.404	0.6960
COMUNIC	678.190	0.064	0.9501
CONFFORN	6101.520	0.888	0.3975
CONTQUAL	7847.800	2.074	0.0679
DURAPROD	-9174.623	-1.553	0.1547
FLEXPROD	8428.792	2.011	0.0753
FORMACAO	2438.189	0.530	0.6089
GAMAPROD	-2318.629	-0.951	0.3666
LAYOUT	-10640.056	-2.030	0.0730
MANUTEN	5331.237	1.539	0.1582
MAQEPROC	-8826.244	-0.723	0.4879
NUMPESSO	-3304.364	-1.932	0.0854
PARTICIP	14100.981	3.719	0.0048
PLANPROD	2625.223	0.718	0.4912
QUALIFIC	2803.024	0.306	0.7667
RAPIDEZ	10662.552	1.368	0.2043
REL_LAB	6549.356	1.474	0.1744
REACT	-28206.784	-3.420	0.0076
(Constant)	-27753.893	-0.831	0.4274

Quadro II.38 - Resultados gerais do modelo

Estatística	Valor Obtido
R ²	84.4
R ² Ajustado	58.1
F	2.325
Significância de F	0.096
D.W	2.010

Os quadros II.37 e II.38 permitem-nos concluir que o modelo assim construído tem uma qualidade econométrica razoável: apresenta um valor elevado para o R², e uma estatística F significativa a um nível de 10%. Paralelamente, é um modelo sem autocorrelação, dado o valor obtido para a estatística de Durbin Watson. Ao nível das variáveis verificamos que existe um conjunto de seis variáveis com estatísticas t significativas a menos de 10%.

Dado o facto de o número de variáveis utilizadas (21) ser muito elevado para o número de casos considerados (25), a utilização de todas as variáveis presentes no quadro II.36 na análise factorial produziria resultados de baixa qualidade. Assim, optou-se por eliminar parte das variáveis. Para tal, construiu-se a matriz de correlação entre as variáveis (ver Anexo 8) e apenas foram integradas na análise factorial as variáveis que apresentassem um coeficiente de correlação superior a 0.5. (Isto porque a qualidade da análise factorial é melhor se existir uma forte correlação entre as variáveis.)

Depois do processo de eliminação ficámos apenas com onze variáveis, que se encontram presentes no quadro II.39:

Quadro II.39 - Dimensões e variáveis efectivamente utilizadas na análise factorial

Dimensão:	Variáveis	Sigla
Recursos Humanos	grau de qualificação dos trabalhadores	QUALIFIC
	peçoal existente (nº apropriado)	NUMPESSO
Equipamentos e Instalações	flexibilidade produtiva	FLEXPROD
Materiais e Produção	sistema de planeamento da produção	PLANPROD
	controlo de qualidade	CONTQUAL
Produtos e Clientes	capacidade de adaptar os produtos aos pedidos dos clientes	ADAPPROD
	rapidez de resposta às solicitações dos clientes	RAPIDEZ
	acessibilidade aos clientes	ACESSOCL
Gestão	comunicação entre departamentos	CUMUNIC
	relação entre a gestão e as actividades operativas	RELACT
	participação do pessoal e técnicos na vida da empresa	PARTICIP

Procedeu-se então à análise factorial, utilizando-se o método dos componentes principais, o método de rotação varimax e o critério de extração dos factores de Keiser.

II.3.1.2. Resultados da análise factorial

Os resultados gerais da análise factorial encontram-se no quadro II.40.

Quadro II.40 - Resultados gerais da análise factorial

Variáveis	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
ADAPPROD	0.08961	0.06022	0.27610	0.82563
CONTQUAL	0.19488	0.09912	0.03874	0.82776
FLEXPROD	0.16114	-0.19557	0.72237	0.14768
ACESSOCL	0.81225	0.09879	0.19233	0.18602
RAPIDEZ	0.83129	-0.17923	0.21882	0.05215
NUMPESSO	0.15727	0.57586	0.57204	-0.11208
COMUNIC	0.25725	0.68135	0.33944	0.38821
PLANPROD	0.65256	.031485	0.09480	0.14770
QUALIFIC	0.19812	0.14916	0.75286	0.24336
RELACT	0.42990	0.63943	-0.27687	0.30234
PARTICIP	-0.12301	0.83261	-0.07125	0.00149
% da variância explicada	34.9	15.6	10.7	10.1

Da análise factorial resultaram quatro factores que explicam 71.3% da variância das onze variáveis originais. É importante referir que os factores vão ser apresentados por ordem decrescente da percentagem da variância que explicam.

O factor 1, apelidado de **rapidez na resposta às solicitações do mercado** explica 34.9% da variância das variáveis e está fortemente associado à facilidade de acesso aos clientes, à rapidez na resposta às solicitações dos clientes e a um planeamento adequado da produção.

O segundo factor, designado por **relações formais e informais** é responsável pela explicação de 15.6% da variância das variáveis e está associado à boa comunicação entre departamentos, à adequação do número de pessoas à estrutura da empresa, à boa relação entre a gestão e as actividades operativas e à participação do pessoal na vida da empresa.

O terceiro factor, ao qual foi atribuído o nome de **flexibilidade** está relacionado com a flexibilidade produtiva, com a adequação do número de trabalhadores à estrutura da empresa e com o grau de qualificação dos trabalhadores. Este factor explica 10.7% da variância das variáveis consideradas.

O factor quatro, que foi designado por **características dos produtos** está fortemente relacionado com a adaptabilidade dos produtos aos pedidos dos clientes e com o controlo de qualidade realizado pela empresa, sendo responsável por 10.1% da explicação da variância das variáveis.

Esta análise é validada pelas seguintes estatísticas:

- o valor da estatística Keiser-Mayer-Olkin obtido é de 57.516% que, por ser superior a 50%, indica que a amostra tem uma adequação aceitável à aplicação da análise factorial;

- o teste de Bartlett assume um valor elevado (83.37912) associado a um baixo nível de significância (0.00807) o que nos leva a rejeitar a hipótese de a matriz de correlação ser uma matriz identidade (caso contrário esta técnica não deveria ser utilizada).

II.3.2. Grau de inovação e Produtividade

A partir dos resultados da análise factorial foi utilizada uma análise discriminante com o objectivo de determinar os factores que discriminam, com maior probabilidade, o perfil de produtividade dos dois grupos de empresas considerados - empresas inovadoras e empresas imitadoras.

II.3.2.1. Metodologia da análise discriminante

A variável dependente ou discriminante utilizada é uma variável binária que foi construída da seguinte forma:

- consideraram-se as empresas que adoptaram o conjunto das três tecnologias antes de ser atingido uma taxa média de adopção de 33.3%, como **inovadoras**. Estas empresas constituem o grupo 1.
- Consideraram-se as empresas que adoptaram o conjunto das três tecnologias depois de se ter atingido uma taxa média de adopção de 33.3% como **imitadoras**. Estas empresas constituem o grupo 2.

As variáveis independentes consideradas foram os quatro factores obtidos na análise factorial.

Foi utilizado o método directo em que todos os factores que passam o teste da tolerância³⁵ são incluídos na análise.

³⁵ Os critérios utilizados foram: percentagem mínima de variância cumulativa igual a 100 e significância máxima do lambda de Wilks igual a 1.



Antes de efectuarmos a análise discriminante procedemos à investigação de três pressupostos indispensáveis à sua validade: a independência dos factores, a existência de uma função de distribuição multi-normal e a igualdade entre as matrizes de covariância entre os dois grupos. Essa investigação conduziu-nos à conclusão de que os três pressupostos são cumpridos, pois:

- os factores estão pouco correlacionados, pelo que podemos dizer que são independentes;
- o teste à normalidade de cada um dos factores (Anexo 9) não nos leva à rejeição da hipótese de cada um deles isoladamente ser normalmente distribuído, não sendo portanto de supor que a sua distribuição conjunta não seja normal;
- o valor da estatística M de Box (13.96837) associada a uma estatística F de 1.11034 com dez graus de liberdade e com um nível de significância de 0.3503 permite-nos rejeitar a hipótese de as matrizes de covariância dos dois grupos serem diferentes.

II.3.2.2. Resultados obtidos na análise discriminante

Os resultados globais da análise discriminante encontram-se no quadro II.41.

Quadro II.41 - Resultados globais da análise discriminante

	Nº de casos efectivos	Nº de casos previstos	
		Grupo 1	Grupo 2
Grupo 1	10	7 (70.0%)	3 (30.0%)
Grupo 2	15	4 (26.7%)	11 (73.3%)

Das dez empresas pertencentes ao grupo 1 - empresas inovadoras, sete foram classificadas como inovadoras e três como imitadoras, o que equivale a uma taxa de classificação correcta de 70% dos casos para este grupo. Das quinze empresas pertencentes ao grupo 2 - empresas imitadoras, onze foram

correctamente classificadas e quatro incorrectamente classificadas, o que nos dá, para este grupo, uma taxa de classificação correcta de 73.3%. A taxa global de classificação correcta é de 72%.

Os coeficientes de Fisher obtidos (ver quadro II.42) permitem-nos concluir que:

- para as **empresas inovadoras** os factores de produtividade mais importantes são o factor 1 - rapidez na resposta às solicitações do mercado - e o factor 4 - características dos produtos;
- para as **empresas imitadoras** os factores mais relevantes são o factor 2 - relações formais e informais e o factor 3 - flexibilidade, onde a qualificação dos trabalhadores é essencial.

Quadro II.42 - Coeficientes discriminantes lineares de Fisher

	Grupo 1	Grupo 2
Factor 1	0.40395	-0.26930
Factor 2	-0.04456	0.06971
Factor 3	-0.43018	0.48678
Factor 4	0.35055	-0.23370
Constante	-0.88605	-0.77888

Isto permite-nos concluir que as empresas que adoptaram as três tecnologias no primeiro terço do processo de difusão têm, com maior probabilidade, como factores determinantes da sua produtividade factores associados ao mercado e às características dos seus produtos, sendo fundamentais variáveis como os canais de distribuição (acesso a clientes), a rapidez na resposta às solicitações dos clientes, planeamento da produção, adaptação dos produtos aos pedidos dos clientes e controlo de qualidade, que podem ser resumidos na expressão **satisfação do cliente, quer um termos de produto, quer em termos de prazos de entrega.**

Em relação às empresas que adoptaram mais tarde (depois de já ter sido atingida uma taxa de adopção de um terço) os factores mais importantes estão associados a características mais internas à empresa, com sejam a

comunicação entre departamentos, o número de trabalhadores, a relação entre a gestão e as actividades operativas, a participação do pessoal na vida da empresa, a flexibilidade produtiva e o grau de qualificação dos trabalhadores. São variáveis associadas à **flexibilidade organizacional, produtiva e dos recursos humanos**.

Esta análise parece-nos ter uma limitação - a de o número de casos considerados não ser muito elevados, o que traduziu numa estatística de Keiser-Mayer-Olkin que apesar de ser superior a 50% não é muito elevada. Esta limitação implica que a análise elaborada deve ser vista com algum cuidado, nomeadamente quando se conclui que a qualificação dos trabalhadores, variável com grande peso no factor designado por flexibilidade, é mais importante para as empresas imitadoras do que para as inovadoras.

Paralelamente, devemos ter em mente que a aplicação das técnicas de análise factorial e discriminante envolvem alguma subjectividade. Na análise discriminante essa subjectividade traduz-se ao nível da escolha das variáveis que integram a análise; ao nível da análise discriminante traduz-se na escolha da forma de divisão da população potencial em dois grupos distintos.

Contudo, apesar destas limitações, parece-nos interessante a aplicação destas técnicas à investigação dos efeitos da introdução das novas tecnologias na *performance* das empresas.

CONCLUSÕES FINAIS

Este capítulo vai ser dedicado à apresentação das principais conclusões que podem ser retiradas deste trabalho quer a nível teórico, quer a nível empírico.

A **nível teórico** a principal conclusão baseia-se na constatação que apesar dos avanços a que assistimos na formulação teórica no âmbito da teoria da difusão das inovações tecnológicas, ainda continuam a existir algumas lacunas e áreas de desenvolvimento potencial.

Com efeito, as abordagens da difusão mais influentes continuam a ser em termos de aplicação empírica, e apesar das suas limitações teóricas, a epidémica e a probit. Estas abordagens simplificam demasiado o processo de difusão ao reduzirem a sua explicação à existência da distribuição assimétrica de uma dada característica pela população dos potenciais adoptantes da difusão. Esta simplificação é inaceitável em teorias que pretendem explicar um fenómeno tão complexo como o da difusão de inovações tecnológicas.

Assim, apesar do aparecimento de abordagens teóricas mais complexas e abrangentes, como é o caso da evolucionista, é necessário que o estudo da difusão avance, quer ao nível teórico quer ao nível empírico, em direcção à criação de uma “teoria abrangente da difusão” e que possibilite a realização de testes empíricos.

A **nível empírico** é importante salientar quatro grupos de conclusões gerais, cada um deles associado a um dos objectivos que tinham sido inicialmente formulados.

O primeiro grupo de conclusões está associado à evolução tecnológica das empresas inquiridas em cada um dos sectores.

As empresas inquiridas no sector dos moldes efectuaram na última década um elevado esforço de modernização tecnológica, com a aquisição maciça das três tecnologias estudadas. Estas tecnologias atingiram, num curto espaço de tempo, uma taxa de adopção de 100% da amostra observada.

Contudo, este esforço financeiro de aquisição de novas tecnologias não foi acompanhado ao nível do investimento imaterial, já que o potencial científico e técnico detectado nas empresas que responderam ao inquérito, apesar de superior ao registado para as empresas de vestuário, fica aquém do que seria de esperar num sector com as características do sector dos moldes que, *inclusive*, está a atravessar um processo de reestruturação tecnológica.

Pode-se assim concluir que as empresas de moldes inquiridas colocaram os factores imateriais em segundo plano, o que pode ser exemplificado com a análise da evolução dos investimentos em formação profissional. Na verdade, seria de esperar que os investimentos em formação profissional fossem feitos antes da implementação das novas tecnologias na empresa, de forma a que à data da sua implementação os trabalhadores estivessem aptos a retirarem os maiores proveitos dos investimentos realizados. No entanto, tal parece não ter ocorrido nas empresas inquiridas, já que nas respostas aos questionários elas declararam que os principais problemas com que se depararam aquando da implementação das novas tecnologias (neste caso do CAD) estavam centrados na falta de formação e de conhecimento e na falta de adaptação dos trabalhadores. Estes problemas certamente que teriam sido minorados se as empresas tivessem planeado um programa de formação profissional dos seus trabalhadores antes de implementar a tecnologia.

Paralelamente, os valores dos investimentos em formação profissional para os anos de 1992, 1993 e 1994, não são muito elevados, o que nos leva a supor que os problemas a este nível ainda se mantêm. Esta análise poderia ser estendida às restantes actividades científicas e técnicas, já que todas apresentam valores mais reduzidos do que seria de esperar.

Este problema da subvalorização da componente imaterial dos investimentos é actualmente agravado pela situação financeira da maioria das empresas, que não sendo das mais favoráveis, condiciona a possibilidade de realização de fortes investimentos neste domínios, mesmo que actualmente as empresas estejam a despertar para a importância de reforçarem o seu potencial tecnológico como forma de reforçarem a sua competitividade.

Em relação às empresas inquiridas do sector de vestuário verifica-se que os investimentos são reduzidos, quer quando encarados sob a óptica material, quer, e sobretudo, quando encarados sob a óptica imaterial. Assim, a difusão das novas tecnologias ainda só atingiu aproximadamente metade da amostra observada, existindo muitas empresas que afirmam que não irão adoptar com base numa justificação que, nomeadamente no caso do CAD e de acordo com pessoas por nós entrevistadas, é uma falsa questão.

Este facto revela que os empresários não estão despertos para as potencialidades das novas tecnologias e utilizam argumentos que já foram válidos no passado para justificar um certo conservadorismo tecnológico. Paralelamente as empresas apresentam valores reduzidos ao nível dos indicadores do potencial científico e tecnológico, quer sob a vertente dos recursos humanos, quer sob a vertente das despesas em actividades científicas e técnicas.

Os dois factos anteriormente descritos, a manterem-se podem condicionar a evolução futura da competitividade destas empresas. Elas deverão fazer um esforço de modernização tecnológica e de aumento do seu potencial



científico e técnico, acompanhado de uma estratégia de *marketing* adequada, se pretenderem apostar em mercados onde os clientes são exigentes em termos de *design*, qualidade e prazos de entrega e onde a concorrência não se faz essencialmente pelo preço.

O segundo conjunto de conclusões da parte empírica está associado aos factores que, segundo o modelo econométrico por nós construído, afectam a adopção de novas tecnologias, no sector dos moldes. Este modelo passou pela utilização de uma medida composta de capacidade tecnológica, baseada no intervalo médio de tempo que as empresas levaram a adoptar cada uma das tecnologias desde a sua primeira utilização por uma das empresas do sector.

A aplicação de um método empiricista do tipo *stepwise* revelou um balanço entre os factores materiais e imateriais nas variáveis que emergiram como sendo importantes na explicação dos padrões de difusão detectados. Assim, entre as variáveis materiais, revelaram-se significantes algumas variáveis financeiras como a rentabilidade do capital próprio e a autonomia financeira, e uma variável que reflecte o esforço relativo do investimento nas novas tecnologias. As variáveis imateriais mais importantes estão associadas ao potencial científico e técnico das empresas, nomeadamente ao número de licenciados e à realização de despesas científicas e técnicas, confirmando-se assim, o pressuposto, referido na secção II.1.2.2., que o potencial científico e técnico condiciona fortemente o processo de adopção das novas tecnologias.

O terceiro conjunto de conclusões da análise empírica está associado à aplicação de um conjunto de dados a dois modelos teórico - o epidémico, nas suas versões *standard* e logit, e o probit, nas suas versões cronológica (normal e lognormal) e seccional.

As principais conclusões que emergiram da realização deste ajustamento dos modelos teóricos foram: i) o facto de a superioridade teórica do modelo probit

não se ter evidenciado nas estimações para todas as tecnologias; e ii) o facto de, em relação a quatro dos cinco ajustamentos cronológicos efectuados, se verificar o pressuposto que o modelo probit lognormal se adequa melhor a inovações relativamente simples e baratas, enquanto que o probit normal se adequa melhor à explicação de inovações relativamente caras e complexas.

Por fim, em relação ao quarto conjunto de conclusões, é importante referir as constatações que resultaram da análise da relação entre os factores que condicionam a produtividade das empresas de moldes e o momento que elas escolhem para adoptar as inovações.

Esta análise que recorreu às técnicas de regressão, factorial e discriminante, revelou que nas empresas inovadoras, ou seja, naquelas que adoptaram mais cedo, os factores mais importantes que condicionam a produtividade estão associados ao mercado, passando pela satisfação dos clientes, em termos das características do produto e dos prazos de entrega. Por seu lado, as empresas imitadoras, as que inovam mais tarde, apresentam como factores que mais fortemente condicionam a sua produtividade, os associados à flexibilidade organizacional, produtiva e dos recursos humanos, factores estes que têm uma natureza mais intrínseca à própria empresa.

BIBLIOGRAFIA

Amemiya, T. (1981), Qualitative Response Models: A Survey, *Journal of Economic Literature*, vol XIX, December, pp 1483-1536.

Antonelli, C., Petit, P. e Tahar, G. (1992), *The Economics of Industrial Modernization*; Londres, Academic Press Limited.

Archibugi, D., Cesaratto, S. e Sirilli, G. (1991), Sources of Innovative Activities and Industrial Organization in Italy, *Research Policy*, 20, pp 299-313.

Barata, J. M. (1990), Movimentos Económicos de Longo Prazo e Inovação, *Estudos de Economia*, vol. XI, nº1, pp. 7-24.

Barata, J.M. (1992), Inovação e desenvolvimento tecnológico: conceitos, modelos e medidas. Pistas para a investigação aplicada, *Estudos de Economia*, vol. XII, nº2, Jan/Mar, pp 147-171.

Barros, C. (1991), *Decisões de Investimento e Financiamento de Projectos*, Lisboa, Edições Sílabo, 2ª Edição.

Beath, J., Katsoulacos, Y. e Ulph, D. (1995), Game-Theoretic Approaches to the Modelling of Technological Change, in: Stoneman, P. *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Grã-Bretanha, Blackwell Publishers.

Caraça, J. (1993), *Do Saber ao Fazer: Porquê Organizar a Ciência*, Lisboa, Gradiva, Colecção Trajectos Portugueses.

Carr, Harold e Latham, Barbara (1990), *The Tecnology of Clothing Manufacture*, Oxford, BPS Professional Books.

CEFAMOL (ed.) (1985), *I Congersso da Indústria de Moldes*, Marinha Grande.

CEFAMOL (ed.) (1987), *II Congersso da Indústria de Moldes*, Marinha Grande.

CEFAMOL (ed.) (1989), *III Congersso da Indústria de Moldes*, Marinha Grande.

CEFAMOL (ed.) (1993), *IV Congersso da Indústria de Moldes*, Marinha Grande.

Comissão das Comunidades Europeias (1993), *Relatório anual sobre a situação da Indústria dos Têxteis e Vestuário*, Bruxelas, CCE.

Coombs, R., Saviotti, P. e Walsh, V. (1987), *Economics and Technological Change*, Macmillan.

David, P.(1985), *Clio and the Economics of QWERTY*, in: E. Mansfield e E. Mansfield (1993), *The Economics os Technical Change*, Grã Bretanha, Edwin Elgar Publishing Limited.

Dosi, G. (1982), *Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directives of technological change*, *Reseach Policy* 11, pp 147-162.

Dosi et al (1988), *Technical Cange and Economic Theory*, Londres, Pinter.

Ducharme, L. M. e Gault, F. (1992), *Surveys of Advanced Manufacturing Technology*, *Science and Public Policy*, vol. 19, nº 6, December, pp 393-399.

Freeman, C. e Perez, C. (1988), Structural crises of adjustment: business cycles and investment behaviour, in: Dosi et al, *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter.

Fudenberg, D. e Tirole, J. (1985), Preemption and Rent Equalization in the Adoption of New Technology, *Review of Economic Studies*, LII, pp.383-401.

GEPIE (1995), *A Indústria Portuguesa Horizonte 2015 - Evolução e prospectiva*, GEPIE - MIE.

Godinho, M. M. (1990), *Os Têxteis Portugueses e o Futuro*, estudo realizado para o Instituto Nacional de Administração.

Godinho, M. M. (1993), *Innovation Diffusion in the Portuguese and Italian Clothing Industry*, Tese de Doutoramento realizada na Universidade de Sussex.

Godinho, M. M. (1994), *Aquisição e Desenvolvimento de Capacidades Tecnológicas no Âmbito do Processo de Industrialização*, Texto de apoio ao 3º Cursos de Mestrado em Desenvolvimento e Cooperação Internacional, ISEG, Lisboa.

Godinho, M. M. e Caraça, J. (1988), Inovação Tecnológica e Difusão no Contexto de Economias de Desenvolvimento Intermédio, *Análise Social*, vol. XXIV (103-104), pp 929-962.

Gomulka, S. (1990), *The Theory of Technological Change and Economic Growth*, Londres, Routledge.

Harvey, J., Lefebvre, L. e Lefebvre, E. (1992), Exploring the Relationship Between Productivity Problems and Technology Adoption in Small Manufacturing Firms, *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 39, nº 4, November.

ICEP (1994), *Perfis Sectoriais*, Lisboa.

INE (1994), *Estatísticas Industriais*, Lisboa, INE.

INE (1995), *Estatísticas das Empresas*, Lisboa, INE.

Jacomet, D. (1989), *Le Textile-Habillement - une industrie de pointe!*, Paris, Economica, 2ª Edição.

Kamien, M. e Schwartz, N. (1982), *Market Structure and Innovation*, Cambridge Surveys of Economic Literature, Cambridge University Press.

Karshenas, M. e Stoneman, P. (1993), Rank, stock, order, and epidemic, effects in the diffusion of new process technologies: an empirical model, *RAND Journal of Economics*, vol. 24, nº 4, Winter.

Karshenas, M. e Stoneman, P. (1995), Technological Diffusion, in: *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Grã-Bretanha, Blackwell Publishers.

Katz, M. e Shapiro, C. (1986), Technology Adoption in the Presence of Network Externalities, *Journal of Political Economy*, vol. 94 nº4.

Lefebvre, A., Harvey, J. e Lefebvre, E. (1991), Technological experience and the technology adoption decisions in small manufacturing firms, *R&D Management*, vol. 21, 3.

Lissoni, F. e Metcalfe, J. (1994), Diffusion of Innovation Ancient and Modern: A Review of the Main Themes, in: Dodgson, M. e Rothwell, *The Handbook of Industrial Innovation*, Inglaterra, Edward Elgar Publishing Limited.

Mansfield, E. (1961), Technical Change and the Rate of Imitation, *Econometrica*, vol. 29, nº4, October, pp. 741-766.

Mansfield, E. (1963), The Speed of Response of Firms to New Techniques, *Quarterly Journal of Economics*, LXVII, May, pp.290-309.

Mansfield, E. (1989), The diffusion of industrial robots in Japan and the United States, *Research Policy*, 18, pp. 183-192.

Mansfield, E. (1993), The Diffusion of Flexible Manufacturing Systems in Japan, Europe and the United States, *Management Science*, vol. 39, nº2, February, pp.149-159.

Marques, J.M.A. e Laranja, M. (1994), *As Tecnologias da Informação e Electrónica em Portugal: Importância, Realidade e Perspectivas*, Direcção-Geral da Indústria, Lisboa.

Metcalfe, J. (s.d.), The diffusion of innovation: an interpretative survey, in: Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. e Soete, L., (eds) *Technical Change and Economic Theory*, Londres Pinter Publishers.

Ministério para a Qualificação e o Emprego (1996), *Inquérito às necessidades de formação profissional nas pequenas empresas*, Departamento de Estatística.

Nelson, R. e Winter, S. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Harvard University Press.

Oficina da Economia (1992), *A Indústria do Vestuário*, estudo realizado para a FESETE/CGTP, Lisboa.

Patel, P. e Pavitt, K. (1995), *Patterns of Technological Activity: their Measurement and Interpretation*, in: Stoneman, P (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Grã-Bretanha, Blackwell Publishers.

Pavitt, K. (1984), *Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory*, *Research Policy*, 13, pp. 343-373.

Portela, J. L. (1990), *Financiamento da Indústria Têxtil e Vestuário*, Lisboa, Caixa Geral de Depósitos, Direcção de Planeamento e Controlo de Gestão, Estudos e Documentos nº 4.

Reinganum, J. (1981), *On the Diffusion of New Technology: A Game theoretic Approach*, *Review of Economic Studies*, XLVIII, pp.395-405.

Rogers, E. (1983), *Diffusion of Innovation*, 3ª Edição New York, The Free Press.

Romeo, A. (1975), *Interindustry and Interfirm Differences in the Rate of Diffusion of an Innovation*, *The Review of Economics and statistics*, nº 3, Agosto, pp. 311-319.

Romeo, A. (1977), *The Rate of Imitation of a Capital-Embodied Process Innovation*, *Economica*, 44, nº 173, Fevereiro, pp 63-69.

Rosegger, G. (1986), *The Economics of Production and Innovation*, Oxford, Pergamon Press.

Rosenberg, N. (1982), How exogenous is science?, in: Rosenberg, N., *Inside the Black Box*, New York, Cambridge University Press.

Sá, J. V. e Miranda, M. L. (1993), *Têxtil e Confecções em Portugal : o futuro chegou mais cedo*, Porto, Edições Asa, Opusculos do IESF, nº 13.

Santos, A. R. (1983), *Recursos Humanos e Tecnologia nos Países em Desenvolvimento - Medida e Ensaio Interpretativo*, Tese de Doutoramento, UTL, ISE.

Schumpeter, J. (1939), *Business Cycles*, Nova York, Mc Grow-Hill.

Silverberg, G., Dosi, G. e Orsenigo, L. (1988), Innovation, diversity and Diffusion: A Self-Organization Model, *The Economic Journal*, 98, December, pp. 1032-1054.

Smith, K. (1992), Technological Innovation Indicators: Experience and Prospects, *Science and Public Policy*, vol. 19, nº6, December, pp 383-392.

Stoneman, P. (1991), Technological diffusion, firm size and market structure, in: Z. Acs e D. Audretsch (ed.), *Innovation and Technological Change - an international comparison*, Harvester Wheatsheaf.

Taylor, P. (1990), *Computers in the Fashion Industry*, Grã-Bretanha, Heinemann Professional Publishing.

ANEXOS

ANEXO 1 - CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR DOS MOLDES	161
ANEXO 2 - CARACTERIZAÇÃO DO SECTOR DO VESTUÁRIO	168
ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO ENVIADO ÀS EMPRESAS DO SECTOR DOS MOLDES	178
ANEXO 4 - QUESTIONÁRIO ENVIADO ÀS EMPRESAS DO SECTOR DO VESTUÁRIO	186
ANEXO 5 - ESTRUTURA DE HABILITAÇÕES E DE QUALIFICAÇÕES NA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA, DO VESTUÁRIO E DE PRODUTOS METÁLICOS, MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E MATERIAL DE TRANSPORTE	194
ANEXO 6 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO MODELO EXPLICATIVO DO PADRÃO DE ADOPÇÃO	195
ANEXO 7 - RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES DOS MODELOS	197
ANEXO 8 - MATRIZ DE CORRELAÇÕES DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS NA ANÁLISE FACTORIAL	199
ANEXO 9 - TESTE À NORMALIDADE DOS FACTORES	201
ANEXO 10 - PADRÕES SECTORIAIS DE MUDANÇA TECNOLÓGICA DE ACORDO COM PAVITT203	
ANEXO 11 - REPARTIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE DIMENSÃO EM ESCALÕES	207

1. Caracterização Geral do Sector³⁶:

O sector do moldes é constituído por cerca de 250 empresas (ver quadro 1), todas de pequena e média dimensão, sendo que a dimensão média das empresas do sector se situa entre 30 e 40 trabalhadores.

Esta dimensão média das empresas é superior à das empresas dos países concorrentes (por exemplo na Europa é de cerca de 22 trabalhadores). Este facto deve-se ao facto de nas empresas portuguesas a produção do molde ser dividida por especialidades (por exemplo: projecto, fresagem, montagem), enquanto que nos outros países os moldes são concebidos e produzidos pela mesma pessoa (uma espécie de “pai do molde”).

As empresas do sector encontram-se fortemente concentradas em duas regiões: Marinha Grande (aproximadamente 60% das empresas), Oliveira de Azeméis (aproximadamente 35%). Seguem-se os distritos de Lisboa e do Porto, que em conjunto abarcam sensivelmente 5% das empresas.

Em relação o número de empresas, ele sofreu uma grande explosão durante a década de 80: em 1980 o sector era composto de apenas cerca de 150 empresas e em 1990 era composto por 245 empresas (um aumento de 63%). Segundo alguns empresários³⁷ este acelerado crescimento trouxe alguns problemas ao sector, nomeadamente:

- criou grandes assimetrias entre empresas nas áreas da organização, gestão, recursos humanos e investimento;

³⁶ Devido à inexistência até 1993 de uma desagregação do sector dos moldes em termos das estatísticas industriais portuguesas esta é uma caracterização muito qualitativa, realizada a partir de diversos dados que nos foram fornecidos pela Associação do sector, a CEFAMOL.

³⁷ Opiniões expressas ao longo dos diversos congressos do sector.

- muitas das novas empresas ficaram na dependência técnica e comercial de outras empresas ou de agentes;
- o crescimento do número de empresas não foi acompanhado pelo aumento de recursos humanos com competências específicas para o sector o que implicou a subida artificial dos salários e prejudicou a formação dos trabalhadores que se transferiram de empresas “qualificadas” para empresas menos apetrechadas;
- intensificação da concorrência interna.

A grande heterogeneidade existente entre as empresas portuguesas faz com que os grandes concorrentes dos moldes portugueses no mercado internacional sejam os próprios moldes portugueses: nalgumas situações, para o mesmo molde surgem orçamentos de empresas portuguesas que chegam a diferir sete vezes.

Quadro 1 - Evolução do Número de Empresas e de Trabalhadores

	1990	1991	1992	1993
Nº Empresas	245	250	250	245
Nº Trabalhadores	6 750	6 800	7 650	7 500

Nota: Estes valores são estimativas da CEFAMOL

Esta é uma indústria de mão de obra altamente especializada e até há pouco tempo intensiva. Actualmente, encontra-se num processo de transição de mão de obra intensiva para capital intensiva: a revolução microelectrónica tem levado as empresas a adquirirem equipamentos avançados, de forma a acompanharem e competirem com os países industrializados. Não obstante, este facto e devido à proliferação do número de empresas, o emprego cresceu entre 1990 e 1993, encontrando-se actualmente próximo das 7500 pessoas (ver Quadro 1).

O sector sente a falta de quadros técnicos preparados: a maioria dos quadros foi promovido internamente da categoria de operário e portanto não teve uma preparação académica específica e adequada às funções que desempenha, sendo assim premente implementar esquemas de formação profissional.

A respeito da formação profissional verifica-se que muitas empresas optam por não a praticarem, preferindo contratar trabalhadores já formados por empresas concorrentes. Desta forma, as empresas que formam os seus trabalhadores ficam em desvantagem: perdem os trabalhadores que formaram, para além de terem realizado um esforço de procura dos formadores adequados. Simultaneamente, os trabalhadores formados têm por vezes dificuldades de integração nas empresas, no sentido em que os novos métodos de trabalho mais rigorosos e produtivos se contrapõe a hábitos e vícios adquiridos.

A respeito das indústrias relacionadas é de salientar a indústria de equipamentos, a montante, e as indústrias clientes, a jusante.

Em relação aos equipamentos (essencialmente, máquinas-ferramenta e computadores) verifica-se que eles são em grande parte importados, sobretudo de países que são potenciais concorrentes dos moldes portugueses em segmentos elevados do mercado.

Em relação aos principais clientes das empresas do sector eles situam-se predominantemente nos seguintes sectores³⁸: electrodomésticos (32%), automóvel (20%), material eléctrico (10%), electricidade e telecomunicações (9%), embalagem (9%) e brinquedos (8%).

³⁸ Dados fornecidos pela CEFAMOL.

2. Caracterização do Produto:

Os moldes são considerados produtos com três características básicas:

- são protótipos, o que significa que cada molde é diferente do outro;
- envolvem uma elevada precisão;
- têm uma vida mais longa do que a do produto que permitem produzir

O desenho dos moldes é uma área crítica para as empresas, essencialmente por quatro razões: envolve um elevado grau de dificuldade, é uma actividade muito intensiva em tempo, representa elevados custos e é crescentemente difícil encontrar pessoal qualificado para desempenhar este tipo de tarefa.

Paralelamente, o cuidado dispensado na construção do molde reflecte-se no seu desempenho imediato e na manutenção das suas características ao longo da sua utilização, onde está exposto a violentas condições de serviço.

Os moldes portugueses são considerados como produtos de elevado nível tecnológico e elevada qualidade por parte de consumidores exigentes (nomeadamente de países como os EUA, o Reino Unido, a Suécia, a Suíça e a França).

3. Mercados e *Performance* Comercial

O sector dos moldes é um sector fortemente exportador: exporta cerca de 95% da sua produção, sobretudo para países industrializados, exigentes do ponto de vista tecnológico. É comum afirmar-se que este é um sector praticamente desconhecido no nosso país mas muito respeitado no estrangeiro: todas as multinacionais importantes são clientes das empresas de moldes portuguesas.

Actualmente, competitividade dos moldes portugueses assenta sobretudo:

- no preço;
- nos prazos de entrega;
- na qualidade do produto;
- na relação de confiança com os clientes.

A concorrência nos mercados internacionais em que as empresas portuguesas actuam é muito elevada, quer do ponto de vista das empresas nacionais, quer do ponto de vista de empresas de outros países. A este respeito foi afirmado durante o II Congresso do Moldes que: “uma empresa portuguesa perde uma encomenda de um molde para um concorrente nacional pelo preço e para um concorrente estrangeiro pelo prazo de entrega e pela qualidade”.

No futuro, prevê-se um grande aumento da concorrência internacional de moldes, sobretudo nos segmentos de menor complexidade e qualidade, o que se ficará essencialmente a dever:

- ao aparecimento de novos produtores, sobretudo países em vias de desenvolvimento;
- ao aumento da oferta proveniente de alguns países que actuam nesses segmentos, geralmente de países em vias de desenvolvimento, mas também de Portugal;

Paralelamente, assiste-se a uma tendência para o aumento da procura de moldes de maior complexidade (geométrica, mecânica e tecnológica), rigor dimensional e fiabilidade e para o encurtamento dos prazos de entrega.

De tudo isto resulta que as empresas portuguesas, para fazerem face a uma situação de concorrência intensa, sobretudo nos segmentos mais baixos do mercado, devem apostar em factores como a qualidade, a diferenciação pelo



serviço e o controlo dos canais de distribuição³⁹, abandonando a competitividade com base no preço em segmentos de baixa qualidade.

4. Tecnologia e Inovação:

A inovação é considerada nesta indústria como uma necessidade constante pelos empresários. Esta ideia encontra-se reflectida na seguinte expressão, proferida no decurso do primeiro Congresso da Indústria de Moldes:

“Uma empresa que se confine a repetir sem alterações o exercício das mesmas técnicas para produzir os mesmos produtos, dificilmente subsiste, frente a concorrentes nacionais ou estrangeiros, que adoptaram novas tecnologias, reduziram custos, melhoraram a qualidade dos produtos, desenvolveram novos produtos e se adaptaram à novas situações enquadrantes” (CEFAMOL; 1985, pp. 85).

Esta é uma indústria muito atenta ao aparecimento de novas tecnologias, que pode ser considerada uma das mais bem apetrechadas, em Portugal, do ponto de vista tecnológico e que pode ser considerada como uma das pioneiras na introdução de tecnologias como o CAD e o CAM.

Actualmente, os meios tecnológicos de projecto e produção de moldes à disposição das empresas são radicalmente diferentes dos que existiam há dez anos: máquinas-ferramenta com CN e CNC, tecnologia complexa para materiais e acessórios, engenharia computadorizada para o projecto de moldes, etc.

Apesar da grande profusão de novas tecnologias de concepção e produção, a indústria dos moldes é uma indústria muito empírica, que se rege por regras de tradição oral. Este empirismo deve-se à dificuldade de normalizar

³⁹A este respeito convém referir que são muito raras as empresas (geralmente só as grandes) com sectores comerciais autónomos; geralmente é um dos sócios que trata dos contactos com os clientes, sendo estes geralmente agentes. Isto faz com que os preços dos moldes portugueses no mercado internacional esteja desajustados.

regras de construção dos moldes, dada a grande diversidade de tipos, dimensões, grau de rigor e matérias primas a moldar. Contudo, por razões económicas, técnicas e de mercado tem-se tentado substituir o actual empirismo do tipo "trial and error" pela realização sistemática de profundos prévios à construção do molde.

Em muitas empresas vigoram ainda os "segredos técnicos", sendo que apenas um dirigente da empresa sabe resolver determinados problemas. Esta situação tem tendência a desaparecer dada a actual informatização das empresas e os inconvenientes em termos de tempo e de custo desse conhecimento estar apenas concentrado numa pessoa (numa época em que os prazos a respeitar são cada vez mais curtos).

Um dos desafios que se coloca ao sector é do da teorização da experiência acumulada, que passa pela criação de estruturas especializadas de I&D nas empresas e pela colaboração entre as empresas e as instituições do ensino superior.

O sector dispõe de um Centro Tecnológico (o CENTIMFE), que se encontra vocacionado para o desenvolvimento de novas tecnologias e sua difusão pelas empresas do sector, para a garantia e certificação da qualidade dos produtos das empresas (através do seu laboratório) e para a formação dos trabalhadores e dirigentes das empresas do sector.

1. Enquadramento Internacional e Tecnológico

A Indústria Têxtil e do Vestuário é uma indústria mundial, no sentido em que existe em todos os países. O seu peso é muito relevante em termos das trocas internacionais, sendo que o crescimento destas trocas têm sido superior ao da produção.

Na caracterização internacional desta indústria é usual contrapor dois blocos de países: os Países Industrializados e os Países em Vias de Desenvolvimento (PVD's).

Os Países Industrializados representam o maior bloco em termos de produção e comércio internacional. No seu interior destaca-se o papel da U.E. (onde os principais produtores são a Itália e a Alemanha), dos EUA e do Japão.

Em relação aos Países em Vias de Desenvolvimento a sua produção é substancialmente canalizada para o mercado externo e é composta sobretudo de produtos que se situam numa gama de qualidade média/baixa.

O desenvolvimento da Indústria de Vestuário nos PVD's esteve associado a vários factores, entre os quais se destacam:

- a detenção de matérias primas naturais;
- a utilização de mão de obra barata em condições impraticáveis nos Países Industrializados;
- a introdução de capital estrangeiro;
- a importação de tecnologias modernas;
- a atribuição de subsídios governamentais à exportação.

Actualmente as capacidades dos PVD's não devem ser subestimadas pelos Países industrializados: eles não têm dificuldade em obter os meios financeiros necessários à aquisição do estado-da-arte da tecnologia e conseguem produzir produtos muito semelhantes aos europeus. A sua desvantagem reside no facto de possuírem uma "indústria de moda" pouco desenvolvida, limitando-se a imitar os produtos criados na Europa, geralmente com um diferencial temporal de uma estação.

Neste contexto, é relevante o caso do Novos Países Industrializados da Ásia (Coreia, Hong Kong e Taiwan), que eram até recentemente conotados com produtos de baixa qualidade, mas que actualmente seguem uma estratégia de subida do segmento de mercado em que actuam , nomeadamente através da criação de colecções e marcas próprias, acompanhada pela deslocalização da produção para países com mão de obra ainda mais barata, como a China, a Malásia, ou a Tailândia.

Como resposta ao desenvolvimento da Indústria de Vestuário nos PVD's, os Países Industrializados, nomeadamente os europeus, seguiram uma estratégia de deslocalização da produção (iniciada na década de 70), para países de mão de obra mais barata, no interior da Europa (caso de Portugal) ou fora da Europa; procederam à modernização tecnológica das suas empresas, nomeadamente através da introdução de novas tecnologias capazes de neutralizar a diferença dos custos de mão de obra; especializaram-se em produtos de alta gama, onde a qualidade, o design e a moda são fundamentais; e realizaram fortes investimentos na organização, gestão, marketing e recursos humanos.

O Uruguay Round, ao prever o fim do Acordo Multifibras, irá certamente introduzir alterações no **comércio internacional e na geografia de produção** desta indústria. Esta tem-se vindo a alterar não só devido a alterações institucionais mas sobretudo a estratégias prosseguidas por alguns países.

Dado tratar-se de uma indústria intensiva em mão de obra, a **evolução tecnológica** é uma forma muitas vezes privilegiada de aumento de competitividade. Contudo, no sector do vestuário a evolução tecnológica tem-se processado a um ritmo mais lento do que noutros sectores, nomeadamente nos têxteis. A maior parte das transformações ocorreram na fase de preparação da produção (*design*, modelagem, gradação e preparação do corte).

A transformação tecnológica no sector do vestuário tem sido condicionada por dois factores: o facto de o sector estar intimamente associado ao fenómeno da moda e o facto de ser mão de obra intensivo.

A **moda** tem influência diferente de acordo com o segmento considerado: de um lado do espectro temos a alta costura, que dita as tendências de cada estação e onde são fabricadas séries de reduzida dimensão a um elevado custo, onde a moda é imprescindível; do outro lado temos os produtos *estabilizados* (roupa interior, camisas, e aquelas peças onde a influência da moda é mínima e de que se adquirem várias unidades), fabricados em grandes séries. As empresas que produzem este tipo de produtos podem ajustar os seus processos de produção para períodos de meses ou mesmo de anos.

Entre aqueles dois extremos temos produtos que são produzidos em séries médias, variando o seu estilo de estação para estação (é o caso dos vestidos de senhora e de criança, dos fatos de homem, do vestuário informal, etc.). Neste segmento os consumidores têm-se tornado mais exigentes em termos de moda.

Assim, a tecnologia utilizada no sector deve ser cada vez mais versátil e rápida, (excepto naqueles segmentos em que imperam séries muito longas de produtos mais ou menos estandardizados), permitindo o desenvolvimento contínuo do produto em factores como a cor, o tecido, a forma, o tamanho,

etc. Estas novas tecnologias tornam as economias de escala pouco importantes (excepto na sala de corte).

Como conclusão pode-se afirmar que a tecnologia utilizada nas empresas de vestuário é condicionada pela dimensão das séries e pela duração temporal do estilo em que as peças são realizadas.

O facto de o sector do vestuário ser intensivo em mão de obra significa que não é necessário investir elevadas somas em capital fixo, o que a par do facto do processo central da indústria - a costura - ser relativamente simples, faz com que a entrada no sector seja relativamente fácil.

A costura é a operação que domina o funcionamento de uma fábrica de vestuário e é a mais dificilmente automatizável.

Na costura o operador tem um papel central já que é ele que controla a dimensão do ponto, a tensão das linhas, a taxa de formação do ponto, a forma da peça e a qualidade da junção das várias partes da peça. O operador tem que saber interpretar as instruções de montagem da peça, conhecer correctamente o funcionamento da máquina e ter capacidade para julgar a qualidade do seu trabalho, durante e depois da realização das operações. Assim a automatização verifica-se a um nível muito reduzido: as máquinas desempenham um número reduzido de operações, sendo a operação muito controlada pelo operador.

Outro impedimento à automatização da fase de montagem é o facto de a costura só preencher 1/5 do tempo gasto nesta fase (o restante é ocupado em actividades como a preparação dos tecidos para a costura, a guarnição, a dobragem, a marcação e a arrumação depois da costura, que ainda não foram mecanizadas).

A dificuldade de mecanização começa, desde logo, pelas características da matéria prima utilizada. Os tecidos são flexíveis, ao contrário do que acontece em indústrias que já se encontram robotizadas, onde os materiais manipulados são rígidos. Por outro lado a dimensão e a espessura dos tecidos é variável e as distâncias a manter em relação à orla do tecido são diferentes consoante os tecidos e consoante o ângulo de costura. A montagem de uma peça de vestuário tem que atender às características de flexibilidade, do cair e do toque dos tecidos, não existindo por isso nenhuma alternativa satisfatória ao trabalho humano na fase de montagem.

2. A indústria do Vestuário em Portugal

Em Portugal, a Indústria Têxtil e de Vestuário (ITV) tem um papel de relevo na estrutura industrial em termos dos principais indicadores económicos da indústria transformadora portuguesa. Assim, em 1994⁴⁰ representava 23,7% das empresas, 36,6% do emprego, 20,4% do volume de negócios, 20,6% do VAB e 28,4% das exportações portuguesas.⁴¹ Na ITV, o sector do vestuário tem um peso relevante e crescente, sendo por vezes apelidado como o subsector que dinamiza a fileira têxtil portuguesa.

Em relação ao número de empresas do sector do vestuário (Quadro 1), esse número ascendia, em termos das principais actividades, em 1994 a 8272 empresas, sendo de notar que entre 1990 e 1994 esse valor se tem mantido superior às 8100 empresas, tendo-se registado um “pico” no número de empresas em 1992.

⁴⁰ Dados retirados dos “Perfis Sectoriais” do ICEP.

⁴¹ Com base nas estatísticas portuguesas referentes à produção industrial não é fácil distinguir com precisão a indústria de vestuário de tecido da indústria de vestuário de malha. Isto porque as estatísticas as empresas que fabricam apenas tecido de malha se confundem com as das empresas que produzem tecido e vestuário de malha. A classificação das empresas que produzem, adquirindo o tecido é feita no sector de vestuário em série. Por outro lado, existe uma desarticulação entre as estatísticas da produção e as do comércio externo.

Quadro 1 - Evolução do N° de Empresas

CAE (Rev-1)	1990	1991	1992	1993
322010	3153	3152	2471	2736
322020	4838	5354	5607	5248
322090	118	182	181	288

Fonte: INE, Estatísticas Industriais e Estatísticas das empresas

Estas empresas encontram-se sobretudo localizadas na Região Norte, que é responsável por 65% do número de empresas, 77% do pessoal ao serviço e cerca de 80% do valor acrescentado bruto.

Em relação à evolução do emprego no sector verifica-se que, em relação às principais actividades, ele tem vindo a diminuir desde 1991, sendo que de 1991 para 1992 registou uma diminuição total de 4,3% e de 1992 para 1993 uma diminuição total de 3,6% (ver quadro 2).

Quadro 2 - Evolução do N° Trabalhadores ao Serviço

CAE (Rev-1)	1990	1991	1992	1993
322010	137570	7945	5230	5336
322020	5691	147845	144048	138016
322090	859	1474	1165	1719

Fonte: INE, Estatísticas Industriais e Estatísticas das empresas

A formação base dos trabalhadores é baixa. A mão de obra, em termos de estrutura etária é muito jovem (cerca de 20% dos trabalhadores tem menos de 20 anos e cerca de 40% tem menos de 30 anos).

A produtividade do trabalho é muito baixa quer quando comparada com a produtividade do sector noutros países concorrente, quer quando comparada com a média da indústria transformadora portuguesa. Para agravar este facto, a evolução da produtividade nas duas actividades mais relevantes não

se tem processado a um ritmo acelerado. (entre 1990 e 1993 cresceu 18,2%, para a CAE 322010 e 26,7% para a CAE 322020). (ver Quadro 3)

Quadro 3 - Produtividade do Trabalho (contos)

CAE (Rev-1)	1990	1991	1992	1993
322010	567	645	749	670
322020	981	1037	1083	1243

Fonte: INE, Estatísticas Industriais e Estatísticas das empresas

Em termos de dimensão verifica-se que o sector do vestuário é maioritariamente constituído por PME's, como se pode ver no quadro 4. Assim, as empresas com 500 ou mais trabalhadores representam apenas 0,2% do número de empresas do sector e 7,1% do emprego no sector.

Quadro 4 - Estrutura por escalões de pessoal ao serviço (1993)

Escalões	Peso no número de empresas (%)	Peso no pessoal ao serviço (%)
até 9	68,3	10,6
10 a 19	9,9	7,9
20 a 49	13,2	23,3
50 a 99	5,4	20,4
100 a 199	2,0	14,6
200 a 499	1,0	16,1
500 e mais	0,2	7,1

Fonte: INE, Estatísticas das empresas

O Volume de Negócios do sector tem vindo a aumentar desde 1990, sendo que entre 1990 e 1994 cresceu cerca de 22%. (ver Quadro 5).

Quadro 5 - Volume de Negócios (milhares de contos)

CAE (Rev-1)	1990	1991	1992	1993
322 - Fab. De artigos de Vestuário	451594	514317	546517	550279
322010 - Fab. de vestuário por medida	7090	13040	10256	7620
322020 - Fab. de vestuário em série	442202	497459	532581	536704
322090 - Fab. de outro vestuário n.e.	2302	3818	3680	5955

Fonte: INE, Inquérito à Produção Industrial

Em termos de categorias de produtos (CAE Rev2) temos que os produtos com maior volume de vendas são o “outro vestuário exterior” e o “vestuário interior”. (ver Quadro 6).

Quadro 6 - Valor das Vendas e Serviços Prestados, em 1993 (contos)

CAE (Rev-2)	Total das vendas	Total de serviços prestados
18210 - Confeção de vestuário de trabalho e uniformes	7 017 094	2 287 945
18220 - Confeção de outro vestuário exterior	128 453 780	34 681 676
18230 - Confeção de roupa interior	116 221 202	10 381 842
18240 - Confeção de outros artigos e acessórios de vestuário	32 146 082	987 683

Fonte: INE, Inquérito à Produção Industrial

O sector do vestuário tem um carácter fortemente exportador, sendo que, de acordo com os dados do quadro 6, mais de 60% das vendas se destinam ao mercado externo. Este valor assume especial relevância no caso do “vestuário de trabalho e uniformes”, onde 86,7% das vendas são realizadas em mercados externos. O quadro 6 permite ainda ver a elevada importância do mercado da U.E. nas exportações daqueles tipos de vestuário.



Quadro 6 - Vendas para o mercado nacional e para o mercado externo em 1993. (contos)

CAE (Rev-2)	Mercado Nacional		Mercado U.E.		Outros Mercados	
	Valor	%	Valor	%	Valor	%
18210 - Confeção de vestuário de trabalho e uniformes	930 963	13.3	2 028 533	28.9	4 057 598	57.8
18220 - Confeção de outro vestuário exterior	45 363 426	35.3	66 631 569	51.9	16 458 785	12.8
18230 - Confeção de roupa interior	26 565 968	22.8	78 415 100	67.5	11 240 134	9.7
18240 - Confeção de outros artigos e acessórios de vestuário	8 082 841	25.1	18 827 416	58.6	5 235 825	16.3

Fonte: INE, Inquérito à Produção Industrial

A indústria de vestuário portuguesa está exposta a uma intensa concorrência internacional, que se intensifica à medida que descemos em termos de gama (os produtos de baixa qualidade, que concorrem essencialmente pelo seu baixo preço são os que enfrentam a concorrência mais aguerrida).

As nossas empresas estão vulneráveis em termos de competitividade internacional já que apresentam níveis de produtividade inferiores aos dos países industrializados e enfrentam a concorrência acrescida dos Países em Vias de Desenvolvimento, que dispõe de mão de obra mais barata e são fortemente competitivos em produções de qualidade média/baixa.

Esta concorrência esmaga as taxas de lucro das empresas portuguesas (que não conseguem concorrer nem com os países industrializados nem com os PVD's, encontrando-se portanto numa "situação de sandwish") e leva o sector a ponderar sobre a importância de outros factores de competitividade que não o preço. Entre esses factores de competitividade (ditos complexos) temos a qualidade, a flexibilidade, o design, o domínio dos canais de comercialização, a procura de segmentos especiais, etc.

Algumas empresas começam a procurar implementar colecções próprias (que comercializam em Private Label) e mesmo marcas próprias, dando igualmente uma especial atenção ao domínio dos canais de distribuição e ao maior contacto com o cliente. Contudo o número de empresas que adoptam estratégias deste tipo é ainda muito reduzido.

Com efeito, a maioria das empresas actua numa estratégia de “subordinação da produção”⁴², em que se limitam a aceitar de forma passiva as encomendas dos clientes que lhes vêm bater à porta, sendo que esses clientes impõe o design, os modelos, as cores e as características dos tecidos a serem utilizados. Estas empresas não têm controlo sobre o mercado e apostam numa competitividade baseada na relação qualidade-custo.

⁴² Ver Oficina da Economia (1992), pp54.

Anexo 3 - Questionário enviado às empresas do sector dos moldes

1. DADOS GERAIS SOBRE A EMPRESA

1.1. Nome da Empresa (facultativo): _____

1.2. Endereço da Empresa (facultativo): _____

1.3. Ano de Fundação: _____

1.4. Forma Jurídica: _____

1.5. Origem do Capital (participações em %):

Capital Nacional _____%

Capital Estrangeiro _____%

1.6. A Empresa:

a) faz parte de um agrupamento de empresas

b) depende de uma empresa-mãe no exterior do país

c) é autónoma

1.7. A Empresa é constituída por:

a) um único estabelecimento

b) por mais do que um estabelecimento (quantos?)

(Nota: a informação deverá referir-se ao estabelecimento principal ou apenas a um estabelecimento)

2. DADOS RELATIVOS À ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS AVANÇADAS

2.1. Preencha o seguinte quadro:

	se utiliza:	vai utilizar:			ainda não	não irá
	qual o ano de adopção	ainda em 1996	em 1997	depois de 1997	sabe se utilizará	utilizar
CAD (Desenho Assistido por Computador)						
CAM (Fabrico Assistido por Computador)						
CNC (Controlo Numérico por Computador)						

No caso de já dispôr de CAD responda às questões 2.2. a 2.7., caso contrário passe directamente para a questão 2.8., na página 4.

2.2. Diga qual o montante total, a valores actuais (aproximados), do investimento realizado em tecnologia CAD na empresa, desde o ano inicial de adopção:

- a) Estudos técnicos _____
- b) Estudos económico-financeiros _____
- c) Sistema (hardware) _____
- d) Software _____
- e) Formação _____
- f) Total _____

2.3. A empresa já dispôs de outro ou outros sistemas de CAD antes daquele de que dispõe actualmente?

não

sim diga quantos _____

2.4. Diga em que tarefas é utilizado o CAD na sua empresa:

2.5. Diga, por ordem de importância, as principais razões que levaram a sua empresa a adquirir a tecnologia CAD (aumento da complexidade dos produtos; diminuição dos custos de produção; aumento da capacidade produtiva; melhoria de qualidade; rapidez de resposta/satisfação rápida de encomendas; por imposição de clientes; outras razões):

2.6. Quais as fontes mais relevantes para a obtenção da informação e dos conhecimentos tecnológicos necessários à adopção desta inovação:

• Fontes Internas:

- técnicos da empresa
- actividades de pesquisa da empresa

• Fontes Externas:

- fornecedores de equipamentos
- fornecedores de materiais
- clientes da empresa
- consultores externos
- observação de outras empresas
- associações empresariais
- organismos públicos, autoridades locais
- centros de formação
- universidades
- feiras, conferências e seminários
- imprensa e publicações técnicas
- outras fontes (especifique, por favor) _____

2.7. Se a empresa já adoptou o sistema há algum tempo diga:

a) quais os principais benefícios verificados? _____

b) os benefícios observados correspondem aos esperados? _____

c) quais os principais problemas que surgiram? _____

Se respondeu às questões de 2.2 a 2.7. pode passar à questão 3., na página 5.

2.8. No caso de ainda não ter adoptado, mas tencionar vir a adoptar, diga quais as principais razões que contribuem para o facto de a sua empresa ainda não dispôr da tecnologia CAD:

2.9. Se não irá adoptar diga quais as principais razões que contribuem para essa não adopção:

• pouca rentabilidade esperada para o investimento

• reduzida liquidez da empresa

• dificuldade em obter o financiamento necessário

• juros muito elevados

• falta de informação/conhecimento para trabalhar com o equipamento

• escassez de técnicos qualificados na empresa/no mercado de trabalho

• os custos da mão-de-obra não justificam a aquisição do equipamento

• outras razões (especifique, por favor): _____

3. VANTAGENS COMPETITIVAS DA EMPRESA

Esta questão destina-se a uma auto-avaliação dos pontos fortes e fracos da sua empresa. Para tal preencha o seguinte quadro:

	Pontos Fracos		Neutro	Pontos Fortes	
	← muito fraco	fraco		forte	→ muito forte
<u>Recursos Humanos:</u>					
a) grau de qualificação dos trabalhadores					
b) formação ministrada/disponível					
c) relações laborais					
d) absentismo					
e) pessoal existente (nº apropriado)					
<u>Equipamentos e Instalações:</u>					
a) máquinas e processos empregues					
b) layout					
c) manutenção					
d) flexibilidade produtiva					
e) capacidade produtiva					
<u>Materiais e Produção:</u>					
a) sistema de planeamento da produção					
b) confiança nos fornecedores (qualidade, prazos)					
c) controlo de qualidade					
d) duração do ciclo de produção					
<u>Produtos:</u>					
a) gama de produtos					
b) capacidade de adaptar os produtos aos pedidos dos clientes					
c) rapidez de resposta às solicitações dos clientes					
d) acessibilidade aos clientes					
<u>Gestão:</u>					
a) comunicação entre departamentos					
b) relação entre a gestão e as actividades operativas					
c) participação do pessoal e técnicos na vida da empresa					

4. ESTRUTURA DO PESSOAL, QUALIFICAÇÕES E MERCADO DE TRABALHO

4.1. Pessoal ao serviço, por categoria profissional:

- Gestão/Administração _____
 - Técnicos Superiores _____
 - Técnicos Médios _____
 - Operários Qualificados _____
 - Operários não Qualificados (incluindo aprendizes) _____
- Total _____

4.2. Níveis de ensino concluídos pelo pessoal da empresa:

	Inferior ao Básico	Básico Primário	Básico Preparatório	Secundário	Politécnico	Bacharelato	Licenciatura
Nº de empregados com nível de ensino:							

4.3. Dificuldade de contratação de pessoal qualificado na região:

	Grau de dificuldade na contratação		
	Nulo	Médio	Elevado
Gestão/Administração			
Técnicos Superiores			
Técnicos Médios			
Operários Qualificados			
Operários não Qualificados			

5. DADOS CONTABILISTICOS

5.1. Dados gerais:

a) se possível forneça os Balanços e as Demonstrações de Resultados da sua empresa, referentes aos anos de 1992, 1993 e 1994.

b) caso contrário proceda ao preenchimento do quadro seguinte:

	1992	1993	1994
<u>Balanço:</u>			
Activo de Curto Prazo			
Activo de Médio e Longo Prazo			
Passivo de Curto Prazo			
Passivo de Médio e Longo Prazo			
Capital Próprio			
<u>Demonstração de Resultados:</u>			
Vendas Líquidas			
Amortizações e Reintegrações			
Provisões			
Subcontratações			
Matérias Primas Consumidas			
Resultados Líquidos (Lucro)			

5.2. Despesas e Receitas em Actividades Técnicas e de Formação Profissional

	1992	1993	1994
Despesas em actividades de Investigação e Desenvolvimento Experimental (I&DE)			
Pagamentos a consultores técnicos			
Pagamentos a empresas de consultoria de negócios			
Pagamentos pela aquisição de modelos			
Despesas em formação profissional			
Receitas pela prestação de apoio técnico a outras empresas			
Receitas pela cedência a terceiros de modelos exclusivos			
Receitas relativas a patentes detidas pela empresa			
Receitas pela prestação de serviços de formação profissional a outras entidades			

Nome e cargo do responsável pelo preenchimento deste inquérito:

IMPORTANTE:

Todas as informações fornecidas neste inquérito serão mantidas confidenciais. Os dados obtidos ao nível da empresa serão agregados ao nível do sector, o que impedirá que retratem qualquer empresa individualmente.

MUITO OBRIGADA,

Pela atenção e cuidado colocados nas respostas a este questionário

1. DADOS GERAIS SOBRE A EMPRESA

1.1. Nome da Empresa (facultativo): _____

1.2. Endereço da Empresa (facultativo): _____

1.3. Ano de Fundação: _____

1.4. Forma Jurídica: _____

1.5. Origem do Capital (participações em %):

Capital Nacional _____%

Capital Estrangeiro _____%

1.6. A Empresa:

- a) faz parte de um agrupamento de empresas
- b) depende de uma empresa-mãe no exterior do país
- c) é autónoma

1.7. A Empresa é constituída por:

- a) um único estabelecimento
- b) por mais do que um estabelecimento (quantos?)

(Nota: a informação deverá referir-se ao estabelecimento principal ou apenas a um estabelecimento)

2. DADOS RELATIVOS À ADOÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS

2.1. Preencha o seguinte quadro:

	se utiliza: qual o ano de adoção	vai utilizar:			ainda não sabe se utilizará	não irá utilizar
		ainda em 1996	em 1997	depois de 1997		
CAD (Desenho Assistido por Computador)						
Corte Automático (controlado por computador)						

No caso de já dispôr de CAD responda às questões 2.2. a 2.7., caso contrário passe directamente para a questão 2.8., na página 4.

2.2. Diga qual o montante total, a valores actuais (aproximado), do investimento realizado em tecnologia CAD na empresa, desde o ano da sua adopção:

- a) Estudos técnicos _____
- b) Estudos económico-financeiros _____
- c) Sistema (hardware) _____
- d) Software _____
- e) Formação _____
- f) Total _____

2.3. A empresa já dispôs de outro ou outros sistemas de CAD antes daquele que dispõe actualmente?

não

sim diga quantos _____

2.4. O CAD na sua empresa é utilizado em tarefas de:

a) escalado: sim não

b) design: sim não

2.5. Diga, por ordem de importância, as principais razões que levaram a sua empresa a adquirir a tecnologia CAD (aumento da gama de produtos/diferenciação; diminuição dos custos de produção; aumento da capacidade produtiva; melhoria de qualidade; rapidez de resposta/satisfação rápida de encomendas; por imposição de clientes; outras razões): _____

2.6. Quais as fontes mais relevantes para a obtenção de informação e dos conhecimentos tecnológicos necessários à adopção desta inovação:

• Fontes Internas:

- técnicos da empresa

- actividades de pesquisa da empresa

• Fontes Externas:

- fornecedores de equipamentos

- fornecedores de materiais

- clientes da empresa

- consultores externos

- observação de outras empresas

- associações empresariais

- organismos públicos, autoridades locais

- centros de formação

- universidades

- feiras, conferências e seminários

- imprensa e publicações técnicas

- outras fontes (especifique, por favor) _____

2.7. Se a empresa já adoptou o sistema há algum tempo diga:

a) quais os principais benefícios verificados?

b) os benefícios observados correspondem aos esperados? _____

c) quais os principais problemas que surgiram? _____

Se respondeu às questões 2.2. a 2.7. pode passar à questão 3., na página 5.

2.8. No caso de ainda não ter adoptado, mas tencionar vir a adoptar, diga quais as principais razões que contribuem para o facto de a sua empresa ainda não dispôr da tecnologia CAD:

2.9. Se não irá adoptar diga quais as principais razões que contribuem para essa não adopção:

- pouca rentabilidade esperada para o investimento
- reduzida liquidez da empresa
- dificuldade em obter o financiamento necessário
- juros muito elevados
- falta de informação/conhecimento para trabalhar com o equipamento
- escassez de técnicos qualificados na empresa / no mercado de trabalho
- os custos da mão-de-obra não justificam a aquisição do equipamento
- outras razões (especifique, por favor): _____

3. VANTAGENS COMPETITIVAS DA EMPRESA

Esta questão destina-se a uma auto-avaliação dos **pontos fortes e fracos da sua empresa**. Para tal preencha o seguinte quadro:

	Pontos Fracos		Neutro	Pontos Fortes	
	←	→		←	→
	muito fraco	fraco		forte	muito forte
<u>Recursos Humanos:</u>					
a) grau de qualificação dos trabalhadores					
b) formação ministrada/disponível					
c) relações laborais					
d) absentismo					
e) pessoal existente (nº apropriado)					
<u>Equipamentos e Instalações:</u>					
a) máquinas e processos empregues					
b) layout					
c) manutenção					
d) flexibilidade produtiva					
e) capacidade produtiva					
<u>Materiais e Produção:</u>					
a) sistema de planeamento da produção					
b) confiança nos fornecedores (qualidade, prazos)					
c) controlo de qualidade					
d) duração do ciclo de produção					
<u>Produtos:</u>					
a) gama de produtos					
b) capacidade de adaptar os produtos aos pedidos dos					
c) rapidez de resposta às solicitações dos clientes					
d) acesso a circuitos de distribuição					
<u>Gestão:</u>					
a) comunicação entre departamentos					
b) relação entre a gestão e as actividades operativas					
c) participação do pessoal e técnicos na vida da empresa					

4. ESTRUTURA DO PESSOAL, QUALIFICAÇÕES E MERCADO DE TRABALHO

4.1. Pessoal ao serviço, por categoria profissional:

- Gestão/Administração _____
 - Técnicos Superiores _____
 - Técnicos Médios _____
 - Operários Qualificados _____
 - Operários não Qualificados (incluindo aprendizes) _____
- Total _____

4.2. Níveis de ensino concluídos pelo pessoal da empresa:

	Inferior ao Básico	Básico Primário	Básico Preparatório	Secundário	Politécnico	Bacharelato	Licenciatura
Nº de empregados com nível de ensino:							

4.3. Dificuldade de contratação de pessoal qualificado na região:

	Grau de dificuldade na contratação		
	Nulo	Médio	Elevado
Gestão/Administração			
Técnicos Superiores			
Técnicos Médios			
Operários Qualificados			
Operários não Qualificados			

5. DADOS CONTABILISTICOS

5.1. Dados gerais:

a) se possível forneça os Balanços e as Demonstrações de Resultados da sua empresa, referentes aos anos de 1992, 1993 e 1994.

b) caso contrário proceda ao preenchimento do quadro seguinte:

	1992	1993	1994
<u>Balanço:</u>			
Activo de Curto Prazo			
Activo de Médio e Longo Prazo			
Passivo de Curto Prazo			
Passivo de Médio e Longo Prazo			
Capital Próprio			
<u>Demonstração de Resultados:</u>			
Vendas Líquidas			
Amortizações e Reintegrações			
Provisões			
Subcontratações			
Matérias Primas Consumidas			
Resultados Líquidos (Lucro)			

5.2. Despesas e Receitas em Actividades Técnicas e de Formação Profissional

	1992	1993	1994
Despesas em actividades de Investigação e Desenvolvimento Experimental (I&DE)			
Pagamentos a consultores técnicos			
Pagamentos a empresas de consultoria de negócios			
Pagamentos pela aquisição de modelos			
Despesas em formação profissional			
Receitas pela prestação de apoio técnico a outras empresas			
Receitas pela cedência a terceiros de modelos exclusivos			
Receitas relativas a patentes detidas pela empresa			
Receitas pela prestação de serviços de formação profissional a outras entidades			

Nome e cargo do responsável pelo preenchimento deste inquérito:

IMPORTANTE:

Todas as informações fornecidas neste inquérito serão mantidas confidenciais. Os dados obtidos ao nível da empresa serão agregados ao nível do sector, o que impedirá que retratem qualquer empresa individualmente.

MUITO OBRIGADA,

Pela atenção e cuidado colocados nas respostas a este questionário

Anexo 5 - Estrutura de habilitações e de qualificações na indústria transformadora, do vestuário e de produtos metálicos, máquinas, equipamentos e material de transporte

Quadro 1 - Estrutura de habilitações

	Inferior ao 1º Ciclo	1º Ciclo Ensino Básico	2º Ciclo Ensino Básico	3º Ciclo Ensino Básico	Ensino Secundário	Ensino Superior Bacharelato	Ensino Superior Licenciatura	Outros/ ignorado
Indústria Transformadora	6.4	48.9	22.7	12.2	6.4	1.4	1.5	0.5
Indústria do vestuário	8.4	49.0	24.9	10.8	5.0	0.8	0.8	0.3
Indústria de produtos metálicos, máquinas, equipamentos e material de transporte	3.0	45.1	23.4	16.1	6.9	3.0	1.9	0.6

Fonte: Ministério para a Qualificação e o Emprego (1996)

Quadro 2 - Estrutura de qualificações

	Empresários/ sócios gerentes	Técnicos superiores outros dir.	Técnicos médios	Encarregados e contramestres	Pessoal altamente qualificado	Pessoal não qualificado	Aprendizes e praticantes
Indústria Transformadora	20.9	1.6	2.8	3.1	41.9	20.6	9.1
Indústria do vestuário	18.0	0.2	0.5	2.9	48.5	23.6	6.3
Indústria de produtos Metálicos, máquinas, equipamentos e material de transporte	21.5	3.0	5.4	3.9	41.9	12.4	11.9

Fonte: Ministério para a Qualificação e o Emprego (1996)

Anexo 6 - Matriz de correlação modelo explicativo do padrão de adoção

	AUTON	DESP_TEC	LICENC	RENT_KP	ESF_FIN	ANOFUND	CONTRAT
AUTON	1.000						
DESP_TEC	-0.062	1.000					
LICENC	-0.264	-0.053	1.000				
RENT_KP	-0.336	-0.336	0.152	1.000			
ESF_FIN	-0.075	-0.261	-0.034	0.111	1.000		
ANOFUND	0.061	-0.174	-0.275	-0.061	0.112	1.000	
CONTRAT	-0.313	0.251	-0.122	-0.050	0.222	0.335	1.000
CRESVEND	-0.268	0.245	-0.533	-0.018	0.140	0.281	0.514
ENS_SUP	-0.250	-0.043	0.752	0.067	0.082	-0.238	0.040
FJURID	-0.269	0.135	-0.037	0.033	-0.503	-0.081	0.210
KESTRANG	-0.373	0.094	0.102	0.045	0.090	0.019	0.527
LIQUID	0.494	0.204	-0.174	-0.142	-0.029	-0.119	-0.377
PRODUTIV	-0.005	-0.096	-0.101	0.038	0.107	-0.382	-0.144
RENT_ACT	0.031	-0.377	-0.083	0.542	-0.063	0.221	-0.025
RENT_VEN	-0.092	-0.352	-0.101	0.561	-0.006	0.185	0.120
SOLVAB	0.879	-0.155	-0.252	-0.155	0.031	0.142	-0.409
SUBCONTRAT	-0.160	-0.215	0.649	0.149	-0.012	-0.345	-0.113
TECNICOS	-0.010	-0.081	0.257	0.013	-0.371	-0.238	0.000
TRAB	-0.031	-0.091	0.699	0.102	-0.001	-0.165	-0.037
VOLVEND	-0.066	-0.103	0.117	0.080	0.076	-0.426	-0.175

(continuação)

	CRESVEND	ENS_SUP	FJURID	KESTRANG	LIQUID	PRODUTIV	RENT_ACT	RENT_VEN	SOLVAB	SUBCONTR	TECNICOS	TRAB	VOLVEN
CRESVEND	1.000												D
ENS_SUP	-0.475	1.000											
JURID	0.194	-0.030	1.000										
ESTRANG	0.269	0.151	0.692	1.000									
LIQUID	-0.216	-0.275	-0.206	-0.286	1.000								
PRODUTIV	0.134	-0.153	0.024	0.034	0.007	1.000							
RENT_ACT	0.205	0.063	0.058	0.080	-0.327	0.008	1.000						
RENT_VEN	0.256	0.099	0.211	0.292	-0.394	0.002	0.961	1.000					
SOLVAB	-0.388	-0.228	-0.275	-0.380	0.649	0.003	-0.022	-0.144	1.000				
SUBCONTR	-0.545	0.863	0.081	0.112	-0.370	0.004	0.201	0.239	-0.163	1.000			
TECNICOS	-0.156	0.568	-0.203	0.037	-0.132	0.458	0.151	0.178	-0.013	0.556	1.000		
TRAB	-0.452	0.765	0.012	0.096	-0.115	-0.153	0.201	0.213	-0.017	0.707	0.457	1.000	
VOLVEND	-0.001	0.115	0.054	0.075	-0.116	0.945	0.098	0.094	-0.053	0.286	0.612	0.087	1.000

Anexo 7 - Resultados das estimações dos modelos

Quadro 1 - Resumo dos resultados da estimação do modelo logit nos moldes (ANOS2)

	Parâmetros		Estatísticas						Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L.	R ² Efron	SCC	WSSR	
CAD	-3.921	0.808	8.123	3.480	7	0.980	0.980	0.139	14 lter.
CAM	-3.667	0.731	8.353	3.434	8	0.979	0.979	0.143	14 lter.
CNC	-1.817	0.493	7.492	4.935	9	0.964	0.965	0.215	11 lter.

Quadro 2 - Resumo dos resultados da estimação do modelo logit no vestuário (ANOS2)

	Parâmetros		Estatísticas						Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L.	R ² Efron	SCC	WSSR	
CAD	-2.300	0.229	1.554	0.448	6	0.861	0.549	0.064	12 lter.
CA	-2.254	0.107	1.567	0.932	7	0.782	0.437	0.155	12 lter.

Quadro 3 - Resumo dos resultados da estimação do modelo probit cronológico normal nos moldes (ANOS2)

	Parâmetros		Estatísticas						Obs.
	A	b	t	χ^2	G. L.	R ² Efron	SCC	WSSR	
CAD	-2.237	0.459	9.269	4.213	7	0.974	0.975	0.169	13 lter.
CAM	-2.099	0.415	9.512	4.421	8	0.974	0.974	0.184	13 lter.
CNC	-1.041	0.280	8.143	6.308	9	0.955	0.956	0.274	13 lter.

Quadro 4 - Resumo dos resultados estimação da versão 1 do modelo probit seccional, com a variável de dimensão número de técnicos

	Parâmetros		Estatísticas				Obs.
	A	b	t	χ^2	G. L.	Sign	
CAD	-0.287	-0.203	-2.871	71.878*	2	0.000	7 lter.
CA	-0.287	-0.203	-2.871	71.878*	2	0.000	7 lter.

Quadro 5 - Resumo dos resultados da estimação da versão 2 do modelo probit seccional, com a variável de dimensão número de trabalhadores (I)

	Parâmetros		Estatísticas				Obs.
	A	b	t	χ^2	G. L.	Sign	
CAD	-14.171	2.781	1.593	0.009	2	0.995	Não Conv.
CA	-14.171	2.781	1.593	0.009	2	0.995	Não Conv.

Quadro 6 - Resumo dos resultados da estimação da versão 3 do modelo probit seccional, com a variável de dimensão número de trabalhadores (II)

	Parâmetros		Estatísticas				Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L..	Sign	
CAD	-17.404	3.604	3.437	0.194	3	0.979	Não Conv.
CA	-17.404	3.604	3.437	0.194	3	0.979	Não Conv.

Quadro 7 - Resumo dos resultados da estimação da versão 4 do modelo probit seccional, com a variável de dimensão volume de vendas (I)

	Parâmetros		Estatísticas				Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L.	Sign	
CAD	-12.207	0.898	8.692	229.965*	2	0.000	7 Iter.
CA	-12.207	0.898	8.692	229.965*	2	0.000	7 Iter.

Quadro 8 - Resumo dos resultados da estimação da versão 5 do modelo probit seccional, com a variável de dimensão volume de vendas (II)

	Parâmetros		Estatísticas				Obs.
	a	b	t	χ^2	G. L.	Sign	
CAD	-11.350	0.855	7.972	377.308*	2	0.000	6 Iter
CA	-8.219	0.586	5.989	248.187*	2	0.000	6 Iter.

Anexo 8 - Matriz de Correlações das variáveis utilizadas na análise factorial

	ABSENTIS	ACESSOCL	ADAPPROD	CAPAPROD	COMUNIC	CONFFORN	CONTQUAL
ABSENTIS	1.00000						
ACESSOCL	-0.6852	1.00000					
ADAPPROD	0.00000	0.26078	1.00000				
CAPAPROD	-0.18611	0.42249	0.14688	1.00000			
COMUNIC	0.00000	0.41111	0.48795	0.17802	1.00000		
CONFFORN	-0.37048	-0.01088	0.20144	-0.05139	0.26463	1.00000	
CONTQUAL	0.20274	0.35945	0.51195	0.39128	0.38014	0.10864	1.00000
DURAPROD	-0.16984	0.23275	0.16575	0.11545	-0.16984	0.01798	-0.05165
FLEXPROD	-0.26191	0.32975	0.27796	0.49679	0.03274	-0.21312	0.21655
FORMAÇÃO	0.05149	0.24871	0.32408	0.11499	0.43763	0.11853	0.11156
GAMAPROD	0.11506	0.17892	0.23726	0.25138	0.16508	-0.12391	0.02282
LAYOUT	0.17871	0.28469	0.37932	0.15401	0.04468	-0.16315	0.15285
MANUTEN	-0.24056	0.47471	0.42258	0.02570	0.19245	0.13750	-0.04390
MAQEPROC	-0.05361	0.44076	0.31388	0.41382	0.10721	-0.06809	0.39125
NUMPESSO	-0.18283	0.25681	0.11597	0.31068	0.51801	0.28545	0.14595
PARTICIP	-0.10089	0.05184	0.01477	-0.14695	0.40355	0.28032	0.05753
PLANPROD	-0.05562	0.48590	0.33382	0.28625	0.52839	0.29584	0.15858
QUALIFIC	0.05569	0.29863	0.37429	0.29013	0.57869	-0.16147	0.24079
RAPIDEZ	-0.08422	0.60588	0.17259	0.40070	0.16843	0.22731	0.21129
REL LAB	0.17171	0.11177	0.29325	0.49576	0.14309	0.05907	0.28068
RELACT	0.06094	0.34450	0.20519	0.07989	0.45707	0.46930	0.41006

(continuação)

	DURAPROD	FLEXPROD	FORMAÇÃO	GAMAPROD	LAYOUT	MANUTEN	MAQEPROC
DURAPROD	1.00000						
FLEXPROD	0.35586	1.00000					
FORMAÇÃO	0.13991	0.24525	1.00000				
GAMAPROD	0.34665	0.21815	0.12517	1.00000			
LAYOUT	0.30352	0.39053	0.14836	0.32183	1.00000		
MANUTEN	0.34320	0.34023	0.44588	0.24694	0.49168	1.00000	
MAQEPROC	0.09104	0.48437	0.31463	0.00965	0.48856	0.23212	1.00000
NUMPESSO	-0.02070	0.30825	0.49183	0.13719	0.20012	0.26389	0.13721
PARTICIP	-0.23989	-0.08422	-0.02727	0.07267	-0.11494	0.04369	-0.11357
PLANPROD	0.18893	0.03005	0.54337	0.23539	0.06337	0.38535	0.08945
QUALIFIC	0.19740	0.39381	0.64850	0.21803	0.44006	0.28937	0.55371
RAPIDEZ	0.11443	0.30604	0.38372	-0.05308	0.28218	0.29173	0.54173
REL_LAB	0.42773	.018270	0.28069	0.09792	0.18028	-0.07957	0.25773
RELACT	-0.10351	-0.02095	0.35534	-0.06036	-0.39616	0.05278	-0.07841

Anexo 9 - Teste à normalidade dos factores

As figuras que se seguem foram obtidas no SPSS. Elas mostram-nos a distribuição cumulativa de cada um dos factores no eixo horizontal e a distribuição cumulativa esperada para uma variável com distribuição normal no eixo vertical. Se o factor tiver uma distribuição Normal os pontos correspondentes às observações formam uma linha recta na diagonal do gráfico.

Figura 1 - Teste à normalidade do factor 1

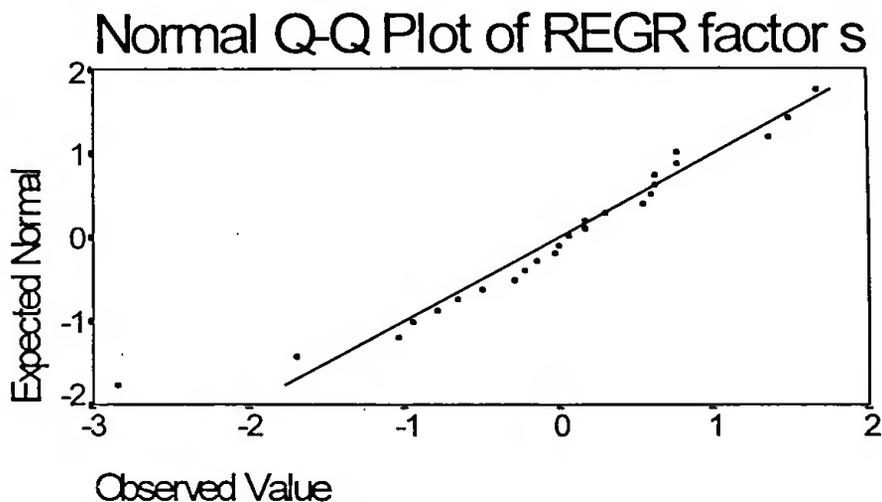


Figura 2 - Teste à normalidade do factor 2

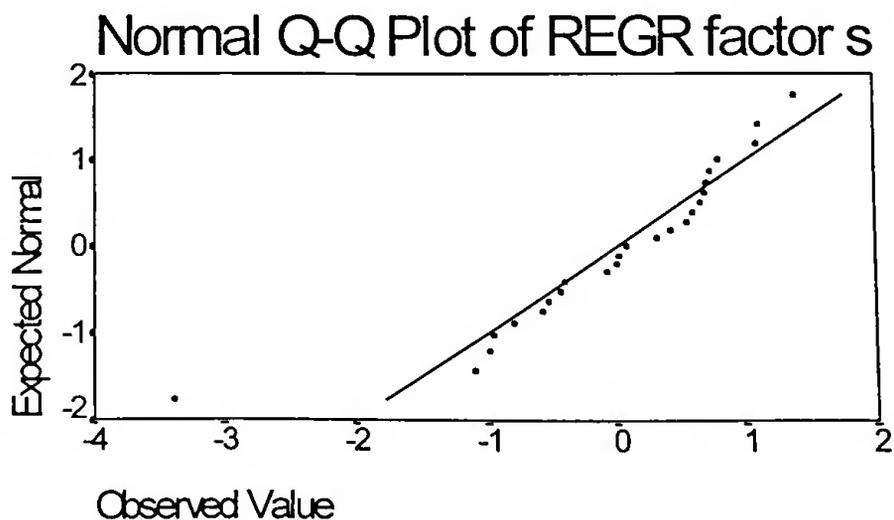


Figura 3 - Teste à normalidade do factor 3

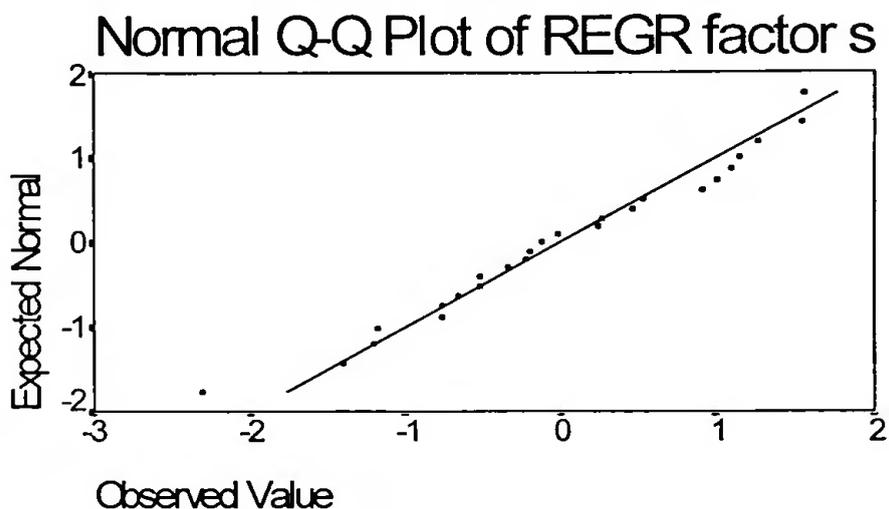
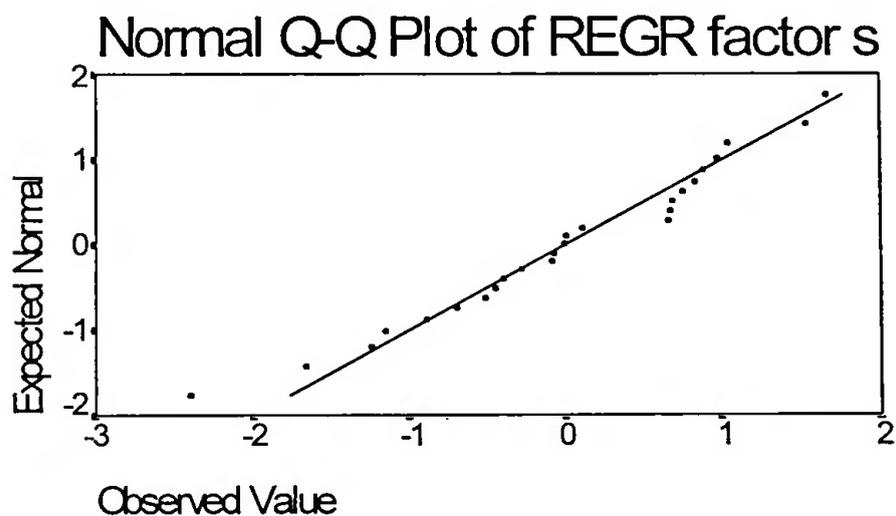


Figura 4 - Teste à normalidade do factor 4



A observação das figuras 1 a 4 permitem-nos concluir que os quatro factores apresentam uma função de distribuição Normal, já que as observações não se afastam muito da diagonal do gráfico.

Anexo 10 - Padrões sectoriais de mudança tecnológica de acordo com Pavitt⁴³

O objectivo do autor é descrever e explicar a existência de padrões sectoriais de mudança tecnológica, ou seja de semelhanças e diferenças sectoriais ao nível das fontes da natureza e dos impactos das inovações. Para tal utiliza dados sobre:

- as fontes de informação e conhecimento sobre as informações;
- os sectores produtores da inovação;
- principais utilizações da inovação;
- dimensão das empresas inovadoras;
- actividade principal do sector das empresas inovadoras, a que associa o conceito de “diversidade tecnológica”.

Da observação destes dados, respeitantes a 2000 inovações importantes na Grã-Bretanha a partir de 1945 e às empresas inovadoras, Pavitt conclui que existe uma grande variedade sectorial em relação ao tipo de inovações utilizadas, às fontes de inovação e à dimensão e diversificação das empresas inovadoras. Apesar dessa diversidade o autor detecta algumas regularidades que lhe permitem agrupar o sector em três categorias: sectores dominados pelos fornecedores, sectores intensivos em produção (que englobam os sectores intensivos em escala e os sectores de fornecedores especializados) e sectores baseados em ciência.

Pavitt resume as diferentes trajectórias dos sectores e as sua causas num quadro semelhante ao que se encontra na página seguinte.

⁴³ Baseado em Pavitt (1984)

Categoria da empresa	Setores típicos	Determinantes das trajetórias				Trajetória tecnológicas	Características analisadas		
		Fontes da tecnologia	Tipo de utilizador	Formas de apropriação	Fontes da tecnologia de processo		Balanco entre inovações de produto e de processo	Dimensão relativa das empresas inovadoras	Intensidade e direcção da diversificação tecnológica
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Dominada pelos fornecedores	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura • serviços privados • sectores industriais tradicionais 	<ul style="list-style-type: none"> • Fornecedores • serviços de extensão • grandes utilizadores 	sensível ao preço	não técnicas (marcas, marketing, publicidade, design estético)	redução de custos	Fornecedores	Processo	Pequenas	Baixa; vertical
Intensiva em escala	<ul style="list-style-type: none"> • materiais "pesados" (aço, vidro) • montagem (bens de consumo duradouro e automóveis) 	<ul style="list-style-type: none"> • departamentos de engenharia dos fornecedores • I&D 	sensíveis ao preço	<ul style="list-style-type: none"> • Know-how • lags técnicos; • patentes • aprendizagem dinâmica 	redução de custos (design do produto)	<ul style="list-style-type: none"> • Internas • fornecedores 	Processo	Grandes	elevada; vertical

(continuação)

Categoria da empresa (1)	Sectores típicos (2)	Determinantes das trajetórias			Trajetórias tecnológicas (6)	Características analisadas			
		Fontes da tecnologia (3)	Tipo de utilizador (4)	Formas de apropriação (5)		Fontes da tecnologia de Processo (7)	Balanco entre inovações de produto e de processo (8)	Dimensão relativa das empresas inovadoras (9)	Intensidade e direcção da diversificação tecnológica (10)
• fornecedores especializados	• máquinas • instrumentos	utilizadores	sensível à performance	<ul style="list-style-type: none"> • Know-how de design • conhecimento dos utilizadores • patentes 	Design do produto	Produto	Pequenas	baixa; concêntrica	
• Baseadas na ciência	• electrónica • eléctrica • química	<ul style="list-style-type: none"> • I&D • ciência pública • departamento de engenharia 	misto	<ul style="list-style-type: none"> • know how em I&D • patentes • segredo e know how de processo • aprendizagem dinâmica 	Mistas	Misto	Grandes	baixa; vertical elevada; concêntrica	

No quadro anterior a coluna (1) apresenta a categoria a que pertence a empresa e a coluna (2) os sectores mais típicos nessa categoria.

O quadro salienta a existência de diversidade ao nível de:

- fontes tecnológicas (internas e externas) - coluna (3)
- necessidades por parte dos utilizadores: nalguns sectores o preço é a variável mais importante noutros a performance e a fiabilidade são mais importantes - coluna (4)
- métodos de apropriação dos benefícios gerados pelas actividades tecnológicas (segredo, protecção com base em desfazamentos (lags) temporais, patentes e dificuldades de imitação devido à especificidade do conhecimento e das capacidades da empresas inovadora) - coluna (5)

A coluna (6) dá-nos a natureza da trajectória tecnológica da categoria a que pertence a empresas e nas colunas (7) a (10) temos algumas características das trajectórias estudadas pelo autor.



Anexo 11 - Repartição das variáveis de dimensão em escalões

Nos modelos seccionais foram consideradas três variáveis de dimensão: o número de técnicos, o número de trabalhadores e o volume de vendas. Para estas duas últimas variáveis foram consideradas duas repartições em escalões para cada uma. As cinco repartições das variáveis encontram-se nos quadros que se seguem:

Quadro 1 - Repartição por escalões da variável número de técnicos:

Escalão	Número de Empresas	Número de Empresas com CAD	Número de Empresas com CA
≤ 1	2	1	1
]1, 2]	3	1	1
]2, 4]	2	0	0
> 4	2	1	1

Quadro 2 - Repartição por escalões da variável número de trabalhadores (versãoI):

Escalão	Número de Empresas	Número de Empresas com CAD	Número de Empresas com CA
< 30	4	0	0
[30, 35[	5	0	0
[35, 60[	5	0	0
≥ 60	4	3	3

Quadro 3 - Repartição por escalões da variável número de trabalhadores (versãoII):

Escalão	Número de Empresas	Número de Empresas com CAD	Número de Empresas com CA
< 30	4	0	0
[30, 35[	5	0	0
[35, 60[	5	0	0
[60, 150[	2	1	1
≥ 150	2	2	2



Quadro 4 - Repartição por escalões da variável volume de vendas (versão I):

Escalão	Número de Empresas	Número de Empresas com CAD	Número de Empresas com CA
< 150000	2	0	0
[150000, 200000 [	2	0	0
[200000, 500000 [	2	1	1
≥ 500000	2	2	2

Quadro 5 - Repartição por escalões da variável volume de vendas (versão II):

Escalão	Número de Empresas	Número de Empresas com CAD	Número de Empresas com CA
< 150000	2	0	0
[150000, 250000 [	3	0	1
[250000, 500000 [	1	1	0
≥ 500000	2	2	2