

Determinantes da adopção de variedades tradicionais de
macieiras

por

Maria Isabel Ribeiro Dinis

Tese de Doutoramento

Orientada por

Professora Doutora Lúcia Pinto

Professora Doutora Anabela Botelho

Faculdade de Economia

Universidade do Porto

2007

NOTA BIOGRÁFICA

IDENTIFICAÇÃO

Nome	Maria Isabel Ribeiro Dinis
Morada	Rua Monsenhor Manuel Paulo, Eira Pedrinha, S/N – 2º Esq 3150-221 Condeixa-a-Velha, Portugal
Telefone	+ 351 239 945524
Telemóvel	+ 351 961174315
E-mail	idinis@esac.pt
Nacionalidade	Portuguesa
Data de Nascimento	10 Março 1964

FORMAÇÃO ACADÉMICA

Mestrado em Economia Agrária e Sociologia Rural, pelo Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa

Licenciatura em Engenharia Agronómica, na especialidade de Economia Agrária e Sociologia Rural, pelo Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa

SITUAÇÃO PROFISSIONAL

Professora Adjunta na Escola Superior Agrária de Coimbra, no Departamento de Ciências Sociais e Humanas, onde é responsável pelas disciplinas de Introdução à Economia, Economia do Ambiente, Economia dos Recursos Naturais, Análise de Projectos e Políticas e Estruturas Agrárias

PUBLICAÇÕES E COMUNICAÇÕES

- Simões, O.; Moreira, J.; Dinis, I. e Lopes, A., “The Portuguese consumers acceptance of regional apple varieties” (CD-ROM), III Congreso Internacional de la red SIAL: Alimentacion y Territorios, Baeza, Espanha, 18-21 Outubro de 2006.
- Dinis, Isabel; Pinto, Lúcia e Botelho, Anabela, “The determinants of the adoption and diffusion of traditional varieties: a case study in Portugal”, 2006 World Conference on Natural Resource Modeling, Bergen, Noruega, 25-28 de Junho de 2006.
- Dinis, Isabel, “Determinantes da adopção e difusão de variedades tradicionais de macieira: um estudo empírico”, Seminário do Núcleo de Investigação em Microeconomia Aplicada da Universidade do Minho, Braga, 7 de Dezembro de 2005.
- Dinis, Isabel e Malta, Miguel, “ Da desvitalização da Serra da Lousã à nova ruralidade: identidades sociais e destinos do território”, in Portela, J. e Caldas, J. (org.), *Portugal Chão*, Oeiras: Celta Editora, 2003, p. 111-127.
- Malta, Miguel e Dinis, Isabel, “Rural development: new paradigms, old practices”, in *Extension for the new millenium. The challenge of sustainability*. Proceedings of 34th Conference, Langebaan (South Africa): SASAE Publications, 2002, p. 15-27.
- Dinis, Isabel, *Denominações de origem e desenvolvimento rural: o caso do “Queijo Serra da Estrela”*. Documento de Trabalho nº 17, Lisboa: Departamento de Economia Agrária e Sociologia Rural do ISA/UTL, 1999.
- Dinis, Isabel, *Os produtos tradicionais de qualidade e o desenvolvimento rural: a denominação de origem “Queijo Serra da Estrela”*, Lisboa: UTL, 1995. Dissertação de Mestrado.

AGRADECIMENTOS

Para a realização deste trabalho contei com a preciosa colaboração de numerosas pessoas a quem gostaria de expressar o meu sincero agradecimento, a algumas das quais de forma especial.

Às minhas orientadoras científicas, Professora Doutora Lígia Pinto e Professora Doutora Anabela Botelho, pela sua disponibilidade e colaboração prestada em diversas fases do trabalho, por todas as críticas e sugestões que foram fazendo ao longo do percurso e, não menos importante, pelo carinho e compreensão que manifestaram em períodos difíceis.

Ao Professor Doutor Manuel Luís Costa, orientador interno da FEP, pelo interesse e apoio sempre demonstrado.

Ao Engenheiro Frederico Carvalhão da Cooperativa Agrícola de Mangualde por todo o apoio e atenção dispensadas, em especial na selecção dos fruticultores que constituíram a amostra usada no trabalho empírico e na preparação das sessões experimentais.

A todos os fruticultores que, simpaticamente, se disponibilizaram para responder aos inquéritos e participar nas sessões experimentais.

Aos colegas do Departamento de Ciências Sociais e Humanas da ESAC, incluindo o Jorge Moreira, por todas as sugestões e incentivos.

Ao Pedro e aos meus amigos por compreenderem os meus estados de alma e estarem presentes quando mais precisei deles.

Aos meus pais, especialmente pelo carinho, mas também por estarem sempre disponíveis para colaborar na resolução dos meus problemas quotidianos.

Finalmente, aos olhos grandes e ao sorriso do Tomás que vão dando algum sentido a tudo isto.

RESUMO GERAL

O presente trabalho está estruturado em três ensaios independentes mas visando um objectivo comum que consiste em identificar a natureza e o efeito dos factores que determinam a decisão dos fruticultores de adoptarem ou não variedades de fruteiras tradicionais. No primeiro ensaio elabora-se uma tipologia dos factores que determinam, de um modo genérico, a adopção de novas tecnologias na agricultura, no segundo é feito um estudo empírico sobre os determinantes da adopção no caso concreto das variedades de fruteiras regionais e, no terceiro, recorre-se a uma metodologia experimental para eliciação conjunta das atitudes ao risco e da taxa de desconto dos fruticultores, fazendo-se posteriormente a sua inclusão no modelo empírico desenvolvido no segundo ensaio.

A tipologia estabelecida no primeiro ensaio inclui cinco categorias principais que englobam as características da inovação, dos potenciais inovadores e das suas explorações, as condições ambientais e o contexto social em que operam.

No segundo ensaio, usando como caso de estudo a maçã *Bravo de Esmolfe* e utilizando como metodologia a Análise de Duração, conclui-se que a probabilidade condicionada de um agricultor adoptar a variedade num dado momento depende da área agrícola, do grau de especialização e do acesso à informação.

Os resultados obtidos no terceiro ensaio revelam uma clara apetência dos fruticultores pelo risco e taxas de desconto mais elevadas do que as taxas de juro reais. A introdução de cada uma destas variáveis no modelo de adopção anteriormente desenvolvido revela que, quer a postura face ao risco quer as taxas de desconto, individual ou conjuntamente consideradas, têm poder explicativo significativo sobre a decisão de adoptar ou não a variedade *Bravo de Esmolfe*. Consistente com o efeito esperado, maiores níveis de aversão ao risco e taxas de desconto mais elevadas exercem, *ceteris paribus*, um efeito negativo sobre a probabilidade condicionada de adoptar.

Abstract

The present thesis is organized in three independent essays aiming at a common goal which consists in identifying the nature and effect of factors that determine the farmers' decision to adopt traditional apple varieties. In the first essay a typology of factors that generically determine the adoption of new technologies in agriculture is presented. The second consists of an empirical study on the determinants of the adoption of a traditional apple variety. Finally, the third uses an experimental methodology for joint elicitation on farmers' attitudes towards risk and their discount rate. Afterwards these variables are included in the empirical model developed in the second essay.

The typology established in the first essay includes five main categories concerning the characteristics of innovation, potential innovators and their farms, environmental background and social context where they operate.

In the second essay, using the *Bravo de Esmolfe* apple as a case study and Duration Analysis as a methodological approach, we conclude that the most important determinants for farmers' decision to adopt this variety are related with the size of the farm, its production specialization degree and their access to different information sources.

The results of the third essay clearly reveal that farmers are risk lovers and that their discount rates are higher than real interest rates. The introduction of each one of these variables in the adoption model previously developed shows that risk aversion and discount rates, individual or jointly considered, have a significant effect on the decision to adopt *Bravo de Esmolfe*. Consistent with the expected effect, higher levels of risk aversion and discount rates have, *ceteris paribus*, a negative effect on the conditional probability of adoption.

RESUMÉE

Le présent travail se structure en trois essais indépendants visant un objectif commun qui consiste à identifier la nature et l'effet des facteurs qui déterminent la décision des fructiculteurs d'adopter ou non variétés de fruitières traditionnelles. Dans le premier essai on élabore une typologie des facteurs qui déterminent, d'une manière générique, l'adoption de nouvelles technologies dans l'agriculture. Dans le deuxième on fait une étude empirique sur les déterminants de l'adoption dans le cas concret des variétés de fruitières régionales. Dans le troisième, on fait appel à une méthodologie expérimentale pour obtention conjointe des attitudes au risque et du taux de décompte de fructiculteurs, faisant après son inclusion dans le modèle empirique développé dans le deuxième essai.

La typologie établie dans le premier essai inclut cinq catégories principales qui englobent les caractéristiques de l'innovation, celles des potentiels innovateurs et de leurs explorations, les conditions environnementales et le contexte social dans lequel ils opèrent.

Dans le second essai, utilisant comme cas d'étude la pomme *Bravo de Esmolfe* et comme méthodologie l'Analyse de Durée, on conclut que la probabilité conditionnée que l'agriculteur adopte la variété dans un moment donné dépend de la surface agricole, du degré de spécialisation et de l'accès à l'information.

Les résultats obtenus dans le troisième essai révèlent d'un côté une claire appétence des fructiculteurs par le risque et de l'autre côté taux de décompte plus élevés que les taux d'intérêt réels. L'introduction de chacune de ces variables dans le modèle d'adoption précédemment développé révèle que, soit la position face au risque soit les taux de décompte, individuelle ou communément considérés, ont un pouvoir explicatif significatif sur la décision d'adopter ou non la variété *Bravo de Esmolfe*. En toute cohérence avec l'effet attendu, on vérifie que plus grands niveaux d'aversion au risque et taux de décompte plus élevés exercent, *ceteris paribus*, un effet négatif sur la probabilité conditionnée d'adoption.

ÍNDICE

1. Nota introdutória.....	1
2. Determinantes da adopção de novas tecnologias na agricultura: uma tipologia	3
Resumo	3
2.1. Introdução	4
2.2. Correntes da adopção e difusão.....	6
2.3. Factores determinantes da adopção e difusão tecnológicas.....	10
2.3.1. Características das inovações	11
2.3.1.1. Vantagem relativa.....	11
2.3.1.2. Risco.....	13
2.3.1.3. Divisibilidade e experimentalidade.....	14
2.3.1.4. Compatibilidade.....	14
2.3.1.5. Complexidade.....	16
2.3.1.6. Visibilidade.....	16
2.3.2. Características dos potenciais adoptantes.....	17
2.3.2.1. Capital humano.....	17
2.3.2.2. Racionalidade e atitudes	18
2.3.2.3. Capital social	20
2.3.3. Características das explorações	21
2.3.3.1. Dimensão.....	21
2.3.3.2. Forma de exploração.....	23
2.3.3.3. Situação financeira	24
2.3.3.4. Localização.....	25
2.3.4. Contexto agro-ecológico	26
2.3.5. Contexto económico, social e político.....	27
2.4. Considerações finais	30
3. Determinantes da adopção de variedades tradicionais de macieiras: um estudo empírico	32
Resumo	32
3.1. Introdução	33
3.2. Contextualização	38
3.3. Metodologia	41
3.3.1. Amostra	41
3.3.3. Inquérito	42
3.3.4. Análise de duração	45
3.3.5. Modelo empírico	49
3.4. Estimção e resultados	59
3.4.1. Métodos de estimção	59
3.4.2. Análise não paramétrica	60

3.4.3. Modelo de Cox	66
3.4.3.1. Aspectos formais	66
3.4.3.2. Estimação do modelo.....	68
3.4.3.3. Testes e diagnóstico.....	69
3.4.4. Análise paramétrica	73
3.4.5. Comparação com um modelo probit	74
3.5. Conclusões	76
4. Atitudes ao risco e taxas de desconto individuais de um grupo de fruticultores: caracterização e influência nas decisões de adoção de variedades tradicionais de macieira	81
Resumo	81
4.1. Introdução	82
4.2 Escolha sob risco: aspectos teóricos.....	85
4.3 Escolha inter-temporal: aspectos teóricos	87
4.4 Metodologias de avaliação das atitudes ao risco e das taxas de desconto dos agricultores.....	89
4.5. Procedimentos experimentais para eliciação das atitudes ao risco e das taxas de desconto individuais.....	94
4.5.1. Eliciação das atitudes ao risco.....	95
4.5.2. Eliciação das taxas de desconto individuais	98
4.6. Delineamento experimental	102
4.6.1. Seleção dos participantes.....	102
4.6.2. Condução das sessões.....	103
4.6.3. Pagamentos	105
4.7. Resultados	106
4.7.1. Atitudes ao risco.....	106
4.7.2. Atitudes ao risco e decisões de adoção.....	112
4.7.3. Taxas de desconto	115
4.7.4. Taxas de desconto individuais e decisões de adoção.....	118
4.7.5. Atitudes ao risco, taxas de desconto individuais e decisões de adoção	120
4.8. Conclusões	122
Referências bibliográficas.....	126
Anexos.....	138
Anexo I	139
Anexo II	145
Anexo III	150
Anexo IV	154
Anexo V	157
Anexo VI	161
Anexo VII	166
Anexo VIII	176

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Definição das variáveis	57
Tabela 2 – Estatísticas descritivas.....	58
Tabela 3 – Formas funcionais dos modelos exponencial e de Weibull.....	60
Tabela 4 – Teste <i>log-rank</i> para a igualdade das funções de sobrevivência de duas sub-amostras separadas pela área agrícola (<i>aagr</i>)	62
Tabela 5 – Teste <i>log-rank</i> para a igualdade das funções de sobrevivência de duas sub-amostras separadas pela adoção de práticas conservativas (<i>cons</i>)	64
Tabela 6 – Teste <i>log-rank</i> para a igualdade das funções de sobrevivência de duas sub-amostras separadas por atitudes dos agricultores face ao ambiente (<i>sust</i>)	65
Tabela 7 – Teste <i>log-rank</i> para a igualdade das funções de sobrevivência de duas sub-amostras separadas por percepção da variedade (<i>varied</i>)	65
Tabela 8 – Modelo semi-paramétrico de adoção da variedade <i>Bravo de Esmolfe</i>	70
Tabela 9 – Link teste.....	70
Tabela 10 – Teste baseado nos resíduos de Schoenfeld.....	71
Tabela 11 – Modelo paramétrico de adoção da variedade <i>Bravo de Esmolfe</i>	73
Tabela 12 – Modelo probit de adoção da variedade <i>Bravo de Esmolfe</i>	75
Tabela 13 – Eliciação das atitudes ao risco.....	96
Tabela 14 – Valores dos prémios em cada situação.....	98
Tabela 15 – Eliciação das taxas de desconto individuais.....	100
Tabela 16 – Descrição das situações de eliciação das taxas de desconto individuais	101
Tabela 17 – Proporção de escolhas da "lotaria segura" por situação e decisão.....	107
Tabela 18 – Atitudes ao risco: resultados da estimação por efeitos aleatórios do modelo de regressão por intervalos	111
Tabela 19 – Resultados do modelo paramétrico de adoção incluindo CRRA previsto.....	113
Tabela 20 – Taxas de desconto: estatísticas descritivas.....	115
Tabela 21 – Taxa de desconto: resultados da estimação por efeitos aleatórios do modelo de regressão por intervalos	117
Tabela 22 – Resultados do modelo paramétrico de adoção incluindo TAE prevista	120
Tabela 23 – Resultados do modelo paramétrico de adoção incluindo CRRA e TAE previstos.....	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Estimativa Kaplan-Meier da função de sobrevivência	61
Figura 2 - Estimativa Kaplan-Meier da função sobrevivência por aagr.....	62
Figura 3 - Estimativa Kaplan-Meier da função sobrevivência por cons	63
Figura 4 - Estimativa Kaplan-Meier da função de sobrevivência por sust.....	64
Figura 6 - Risco cumulativo dos resíduos Cox-Snell.....	72
Figura 7 – Proporção de escolhas da lotaria segura e previsão de neutralidade.....	108
Figura 8 – Distribuição da aversão relativa ao risco	109
Figura 9 - Densidade Kernel das atitudes ao risco estimadas com base na amostra	112
Figura 10 - Distribuição de taxas de desconto por atraso inicial e horizonte.....	116
Figura 11 – Densidade Kernel das taxas de desconto estimadas com base na amostra	118

1. Nota introdutória

A Convenção sobre a Diversidade Biológica de 1992 deu uma nova visibilidade à questão da conservação dos recursos biológicos, salientando o seu papel na evolução e manutenção da biosfera e a sua importância na sobrevivência do próprio Homem. No entanto, a biodiversidade é normalmente analisada na perspectiva dos recursos selvagens, secundarizando-se aquela que foi sendo produzida ao longo do tempo pela selecção e melhoramento de plantas e animais utilizados na agricultura. A conservação dessa agrobiodiversidade encontra-se ameaçada pela especialização e intensificação dos sistemas de produção e pela redução do número de espécies e variedades utilizadas. Na verdade, os sistemas de agricultura actualmente praticados contribuem para perdas significativas de biodiversidade, entre outras coisas porque, dado o seu elevado nível de especialização em produções de elevada rentabilidade, muitas das espécies e variedades locais, outrora utilizadas, são abandonadas em favor de espécies e variedades exóticas mais produtivas.

Para que os recursos genéticos das culturas sejam conservados nas explorações agrícolas, a manutenção de espécies e variedades tem que ser vantajosa para os agricultores. É necessário que hajam incentivos económicos ou culturais para que os agricultores continuem a usar variedades consideradas recursos genéticos importantes. Estes incentivos podem resultar directamente do funcionamento do mercado ou, no caso de tal não ser suficiente, de medidas de política apropriadas.

O objectivo deste trabalho consiste em identificar a natureza e o efeito dos factores determinantes na decisão dos agricultores em adoptar inovações, em particular daqueles que condicionam a adopção de variedades de fruteiras tradicionais, admitindo-se que uma melhor compreensão de tais características tornará mais claro quais deverão ser as principais medidas e os principais alvos num programa de conservação ao nível da exploração, no caso de um esforço público se vir a tornar necessário.

A tese será constituída por três ensaios independentes, embora relacionados através de uma temática principal, isto é, os determinantes da adopção de variedades tradicionais de macieira. Os temas dos três ensaios são:

Ensaio 1 – Determinantes da adopção de novas tecnologias na agricultura: uma tipologia;

Ensaio 2 – Determinantes da adopção de variedades tradicionais de macieiras: um estudo empírico;

Ensaio 3 – Atitudes ao risco e taxas de desconto individuais de um grupo de fruticultores: caracterização e influência nas decisões de adopção de variedades tradicionais de macieira.

No primeiro ensaio, tentar-se-á estabelecer uma classificação dos diversos determinantes da adopção de inovações no sector agrícola, tendo em conta os diversos modelos de adopção e difusão tecnológicas existentes e a bibliografia teórica e empírica sobre o tema. Será ainda analisado o efeito esperado de cada uma das variáveis consideradas sobre a probabilidade de adopção e a taxa de difusão de diferentes tipos de inovações, em contextos diversificados.

No segundo ensaio serão determinadas as condicionantes da decisão de adoptar uma variedade tradicional de macieiras, a *Bravo de Esmolfe*, por parte dos agricultores sedeados na área de produção desta maçã, recorrendo para o efeito à metodologia de análise de duração. No modelo serão incorporadas as variáveis que surgem na literatura como factores condicionantes da adopção tecnológica na agricultura, de acordo com a classificação proposta no primeiro ensaio.

No terceiro ensaio, utilizando uma abordagem experimental, proceder-se-á à eliciação conjunta das taxas de desconto individuais e das atitudes ao risco dos fruticultores que constam da amostra usada no segundo ensaio. Posteriormente, os dados assim obtidos serão inseridos no modelo empírico como variáveis explicativas da adopção e do momento de adopção da variedade de maçã *Bravo de Esmolfe*.

2. Determinantes da adoção de novas tecnologias na agricultura: uma tipologia

Resumo

Os modelos de adoção e difusão de inovações recorrem a uma grande diversidade de variáveis para explicar as razões que levam a que a adoção de uma nova tecnologia não seja imediata e que a taxa de difusão varie entre empresas, tecnologias e sectores. Este trabalho estabelece uma tipologia dessas variáveis dividindo-as em cinco categorias principais. A primeira inclui as características da inovação propriamente dita. A segunda e a terceira englobam, respectivamente, as características dos agricultores e das explorações que influenciam a decisão de adoptar e o momento dessa decisão. A quarta categoria diz respeito às condições associadas ao contexto agro-ecológico onde as explorações operam. Finalmente, a quinta categoria inclui os aspectos dos contextos económico, social e político que enquadram e condicionam as decisões dos agricultores.

2.1. Introdução

Embora a economia dominante tenha negligenciado durante muito tempo o tema da difusão tecnológica, a difusão de inovações na agricultura tem sido estudada intensamente por diversas disciplinas desde os trabalhos pioneiros de Ryan e Gross (1943) e de Griliches (1957) sobre a adopção de milho híbrido nos Estados Unidos. No âmbito da ciência económica tem atraído, em particular, a atenção dos economistas do desenvolvimento (Schultz, 1964; Ruttan, 1977; Schumpeter, 1984; Hayami e Ruttan, 1985), preocupados com a subsistência das populações dos países menos desenvolvidos, a qual depende, em grande parte, de uma produção agrícola tradicional que pode beneficiar de acréscimos substanciais de produção e de rendimento através da introdução de novas tecnologias. Em Portugal, são escassos os trabalhos sobre adopção e difusão tecnológicas na agricultura, podendo citar-se Caldas (1964), Fragata (1972) e Andrade (1987a), como abordagens de enquadramento teórico, e Carvalho (1984) e Andrade (1985) que, para além disso, desenvolvem estudos empíricos sobre o tema.

A maior parte da investigação e da literatura sobre adopção tecnológica insere-se numa de duas grandes linhas (Saha *et al.*, 1994a e Ghadim e Pannell, 1999). A primeira, preocupa-se em determinar quais as condicionantes que levam a que um determinado produtor adopte ou rejeite uma inovação e, a segunda, assenta no desenvolvimento de modelos de difusão tecnológica que enfatizam a adopção agregada através da população de potenciais adoptantes ao longo do tempo. Feder *et al.* (1985) fazem uma extensa apresentação desta literatura, podendo ainda destacar-se trabalhos mais recentes, não referidos por estes autores, tais como Bhattacharya *et al.* (1986), Tsur *et al.* (1990), Leathers e Smale (1991), Feder e Umali (1993), Saha *et al.* (1994a), Fischer *et al.* (1996), Ghadim e Pannell (1999), Rogers (2003) e Martínez *et al.* (2005). As questões gerais para as quais estes estudos tentam encontrar resposta é saber quais as razões que fazem com que a adopção de uma nova tecnologia não seja imediata e porque é que a taxa de difusão varia entre empresas, tecnologias e sectores, ou seja, porque é que alguns utilizadores adoptam mais cedo e outros mais tarde.

Todos os factores que influenciam as expectativas de cada agricultor em relação aos benefícios que consegue retirar de uma nova tecnologia são susceptíveis de condicionarem a taxa e o ritmo da sua adopção. Aspectos tais como a dimensão da

exploração, a quantidade e a qualidade dos recursos naturais disponíveis, as restrições financeiras enfrentadas pela empresa e pela família, a facilidade de acesso à informação e as características do agricultor, são frequentemente apontados como determinantes da adopção tecnológica. Assim, é mais provável que os primeiros aderentes vivam mais perto dos mercados e dos centros administrativos e tenham melhor acesso aos meios financeiros necessários para utilizar as novas tecnologias. A incerteza relativa aos custos e benefícios futuros de uma nova tecnologia, em resultado da imperfeita previsão acerca do ambiente económico e das expectativas da evolução tecnológica, podem também explicar porque é que uma tecnologia não é imediatamente adoptada por todos os seus potenciais utilizadores (Khanna *et al.*, 1999). Mais recentemente, factores relacionados com as percepções e atitudes dos agricultores têm vindo a ser incorporados na análise. Burton *et al.* (2003), por exemplo, demonstram que aspectos tais como as atitudes em relação ao ambiente parecem ser importantes em situações onde a inovação está relacionada com tecnologias ligadas à conservação de bens ambientais.

O objectivo deste trabalho consiste em estabelecer uma tipologia ou quadro conceptual das variáveis que influenciam a adopção e difusão tecnológicas em explorações agrícolas, tentando analisar a importância de cada uma delas e os seus principais efeitos nesse processo. A análise da adopção tecnológica na agricultura exige um quadro conceptual próprio, não só porque, como referem Feder e Umali (1993), as decisões não são, na maioria dos casos, tomadas no âmbito de verdadeiras empresas mas antes no seio de explorações familiares que são ao mesmo tempo unidades de produção e de consumo, mas também porque a própria actividade agrícola encerra especificidades que condicionam essas decisões.

Exemplo disso é o carácter fortemente biológico da produção e a sua dependência de factores naturais, tais como a qualidade do solo e o clima, o que afecta de forma muito significativa o volume de produção anual e a rendibilidade das explorações agrárias, dificulta o controlo das operações e aumenta o grau de risco e de incerteza. Por outro lado, em virtude da rigidez da procura de muitos dos produtos agrários, as variações inter-anuais na produção induzem uma grande instabilidade nos preços e mercados, o que constitui uma fonte adicional de incerteza. Outra fonte de complexidade é a simultaneidade e complementaridade entre produções. Além disso, a

agricultura tem com o factor tempo uma relação particular que resulta, por um lado, da sazonalidade e perecibilidade dos produtos e, por outro, do desfasamento entre as decisões que afectam a produção e a efectivação dessa produção que, no caso das culturas permanentes, pode ser de vários anos. No aspecto estrutural existem também algumas especificidades, em particular no que concerne ao trabalho utilizado e à dimensão das empresas, já que as actividades agrárias e rurais servem frequentemente de refúgio económico a uma população rural idosa e pouco qualificada, com uma mobilidade profissional reduzida. Finalmente, em muitas agriculturas, como é o caso da portuguesa, a dimensão económica das unidades produtivas é geralmente muito reduzida e, portanto, o problema de adopção de tecnologias onde as economias de escala são relevantes coloca-se de forma muito evidente.

2.2. Correntes da adopção e difusão

Usando a definição proposta por Feder *et al.* (1985), a adopção ao nível da exploração individual corresponde ao grau de uso de uma inovação no equilíbrio de longo prazo, quando o agricultor tem uma informação completa acerca da nova tecnologia e do seu potencial. Esta definição tem subjacente a ideia de Schultz (1975) de que a introdução de novas tecnologias origina um período de desequilíbrio, durante o qual os recursos não são utilizados de forma eficiente pelo agricultor e que da aprendizagem e experimentação resulta um novo nível de equilíbrio. A difusão pode ser definida como o processo de expansão de uma nova tecnologia, medida pelo nível agregado de uso dentro de uma dada área geográfica ou no seio de uma dada comunidade. Para Rogers (2003), trata-se do processo através do qual uma inovação é comunicada, servindo-se de determinados canais, ao longo do tempo entre os membros de um sistema social. Uma inovação é uma ideia, prática ou objecto que é percebido como novo para o potencial adoptante, seja ele um indivíduo, um grupo ou uma organização. Não importa se a ideia é objectivamente nova, o que interessa é a percepção que o indivíduo tem dela: se lhe aparece como nova, então é uma inovação. Pode ser descrita como um factor que altera a função de produção e em relação à qual existe algum nível de incerteza, que pode ser percebida ou real (Feder e Umali, 1993).

A adoção e a difusão situam-se, portanto, em dois níveis distintos de análise, já que a difusão trata da adoção agregada através da população de potenciais adoptantes ao longo do tempo. Como consequência existem modelos teóricos mais vocacionados para a explicação de cada um dos processos. Os paradigmas ou modelos conceptuais usados para explicar a decisão dos agricultores de adoptarem uma nova tecnologia, podem ser classificados em três grupos (Negatu e Parikh, 1999): modelos de inovação-difusão; modelos das restrições económicas e modelos da relação tecnologia/contexto de utilização.

O modelo tradicional de inovação-difusão deriva do trabalho inicial de Rogers (1962). Segundo este modelo, a tecnologia é transferida desde a sua fonte, as instituições de investigação, até aos utilizadores finais, através de agentes intermediários, os sistemas de extensão. O comportamento humano aparece como resultado das experiências de aprendizagem dos indivíduos e da imitação dos outros. Neste contexto, o acesso à informação é considerado o principal factor condicionante da adoção de uma inovação. Este modelo foi alvo de diversas críticas, na sequência do seu relativo fracasso fora do contexto da agricultura industrializada, para o qual foi concebido. A trajectória destas críticas pode ser encontrada, por exemplo, em Andrade (1985 e 1987b).

Uma das limitações que foi apontada ao modelo tradicional considerava que a não adoção pode dever-se a outros factores para além da ignorância, concretamente a impotência e a não disposição (Galjart, 1971). A impotência ocorre quando o indivíduo conhece as alternativas tecnológicas mas não pode adoptá-las por razões financeiras ou outras. É neste contexto que se insere o modelo das restrições económicas o qual tem como pressuposto principal que a distribuição de recursos entre os potenciais utilizadores numa região determina o padrão de adoção de uma inovação tecnológica. O modelo assume que as restrições económicas impedem frequentemente os indivíduos de adoptarem inovações apesar de lhes poderem reconhecer vantagens. Como referem Hooks *et al.* (1983), segundo este modelo, os agricultores que não tenham acesso a terra e capital adequados à utilização de uma certa tecnologia não a poderão adoptar independentemente da sua propensão psicossocial para o fazerem. Este modelo enfatiza

o acesso aos recursos materiais como principal variável explicativa do comportamento de adoção.

Finalmente, o modelo tecnologia/contexto de utilização apresenta uma abordagem na qual se assume que a adequação de uma tecnologia aos contextos agro-ecológico, socio-económico e institucional dos potenciais utilizadores, tem um papel central no seu processo de adoção (Biggs, 1990 e Scoones e Thomson, 1994). O modelo realça a importância do envolvimento dos agricultores no processo de desenvolvimento tecnológico com o objectivo de gerar tecnologias adaptadas e com boa aceitação. Este tipo de modelos deriva sobretudo da constatação dos efeitos perversos da “Revolução Verde” nos países em desenvolvimento e da percepção de que o estudo da adoção de tecnologias agrícolas deveria basear-se em abordagens sistémicas tal como é proposto por Burke e Molina Filho (1976).

Para explicar a difusão têm sido também propostos diversos modelos teóricos, classificados por Karshenas e Stoneman (1995) em dois grandes grupos: modelos de desequilíbrio e modelos de equilíbrio. A relação entre estes modelos e os modelos de adoção é bastante estreita. No primeiro grupo, por exemplo, incluem-se os modelos epidémicos, correspondentes aos modelos de inovação-difusão atrás referidos para o caso da adoção. Os modelos epidémicos atribuem a difusão tecnológica ao comportamento de imitação que se segue à transferência de informação de adoptantes para não adoptantes, acerca da nova tecnologia (Mansfield, 1961). Admite-se que há um nível final de uso de uma nova tecnologia e o padrão de difusão resulta de uma aproximação em desequilíbrio a esse ponto.

Ao contrário, os modelos de equilíbrio consideram que existe na economia uma informação perfeita acerca das tecnologias disponíveis. Assume-se que a decisão de substituir uma tecnologia antiga por uma nova depende da relação entre os benefícios e os custos dessa adoção. Admite-se ainda que o custo de uma tecnologia decresce ao longo do tempo, tornando-se vantajosa para um número cada vez maior de potenciais utilizadores. Dentro deste grupo podem encontrar-se modelos de *rank*, de *stock* e de *order* que variam entre si na escolha dos determinantes da taxa de difusão da inovação.

Os modelos de *rank* têm sido usados em numerosos trabalhos empíricos (Davies, 1979 e Ireland e Stoneman, 1986) e assumem que os potenciais utilizadores têm diferentes características, as quais condicionam os resultados que conseguem obter com a utilização de uma nova tecnologia. Estes diferentes resultados, por seu lado, geram preferências distintas na data de adopção. Nos modelos de *stock* o número de adoptantes é uma função do número que já anteriormente adoptou. Assume-se que o benefício marginal da adopção vai diminuindo à medida que o número de adoptantes aumenta e que, para cada nível de custo, haverá um número de adoptantes acima do qual a adopção deixa de ser rentável. Isto pode resultar da diminuição do preço do produto final em virtude de um aumento na oferta induzido pela nova tecnologia, ou através de efeitos sobre os preços no mercado dos factores. Uma análise deste tipo pode ser encontrada em Reinganum (1981).

Nos modelos de *order*, os benefícios de uma inovação dependem da ordem de adopção, com os primeiros adoptantes a receberem maiores retornos do que os últimos. As justificações encontradas baseiam-se em factores como a escolha das melhores localizações por parte dos primeiros a adoptarem ou o acesso a trabalho especializado de qualidade, em particular quando a sua existência é limitada. Nestes modelos, a data de adopção vai depender do efeito que adoptar mais tarde (e portanto baixar na ordem de adopção) possa ter nos resultados económicos. De entre os trabalhos que recorrem a esta metodologia podem citar-se Fudenberg e Tirole (1985) e Ireland e Stoneman (1985).

Além destes modelos, Karshenas e Stoneman (1995) referem também uma classe de modelos mais recentes, que são os modelos evolutivos. Esta abordagem rejeita as hipóteses de informação perfeita e de racionalidade do modelo clássico. Em alternativa, admite informação imperfeita e racionalidade limitada. Por outro lado, a difusão não é considerada como uma confrontação entre uma nova tecnologia e uma antiga mas assume-se que, em cada momento, existe uma série de tecnologias disponíveis e a difusão é o resultado de um processo de selecção competitiva entre elas. Uma aplicação desta abordagem pode ser encontrada em Colombo e Mosconi (1995). Como referem Faria *et al.* (2002), alguns estudos recentes sobre a difusão tecnológica

combinam várias destas abordagens, contribuindo para uma melhor compreensão do fenómeno. É o caso do trabalho de Karshenas e Stoneman (1993).

2.3. Factores determinantes da adopção e difusão tecnológicas

Tendo em conta os modelos de adopção e difusão atrás referidos, as variáveis que surgem na literatura como condicionantes da adopção e difusão tecnológicas na agricultura podem ser agrupadas em cinco categorias principais: características das inovações; características dos potenciais adoptantes; características das explorações; contexto agro-ecológico e contexto económico, social e político.

Os modelos de equilíbrio e também os modelos evolutivos colocam grande ênfase na relação entre os benefícios e os custos de uma inovação, assumindo que a decisão de substituir uma tecnologia por outra depende dessa relação. Apesar disso, como referem Karshenas e Stoneman (1993), a maior parte da literatura sobre difusão de inovações concentra-se apenas no lado da procura, esquecendo que as trajectórias de difusão resultam da interacção entre as forças da procura e as forças da oferta, como é o caso das características das inovações. A decisão do agricultor de adoptar uma tecnologia em detrimento de outra depende, entre outras coisas, das características de cada uma delas ou, melhor, como mostram Adesina e Baidu-Forson (1995), da percepção que ele tem dessas características, em particular da relação entre os benefícios e custos que resultam da sua adopção. Segundo Rogers (1995), a maior parte da variância observada na taxa de adopção (de 49 a 87%), pode ser explicada por cinco características das inovações: vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, experimentalidade e visibilidade. Outros autores sugerem classificações das características das inovações bastante similares à de Rogers, embora com pequenas variações (Byerlee e Polanco, 1986). Sintetizando as diversas classificações propostas, organizaram-se as características das inovações em seis aspectos principais: vantagem relativa, risco, divisibilidade/experimentalidade, compatibilidade, complexidade e visibilidade.

A maior parte das características dos potenciais inovadores e das suas explorações, aqui introduzidas, surgem nos modelos de *rank* como os determinantes da

difusão. Dentro das características dos inovadores serão considerados o capital humano, a racionalidades e as atitudes dos adoptantes e o seu capital social. A questão do capital social constitui a base dos modelos epidémicos uma vez que são aqui analisadas as questões relacionadas com o acesso à informação e com a sua disseminação entre potenciais adoptantes. Nas características das explorações dá-se um destaque particular aos factores económicos, tais como a dimensão, a forma de exploração e as restrições financeiras, que estão também no cerne das preocupações dos modelos de adopção centrados nas restrições económicas. O factor localização foi também introduzido neste grupo de condicionantes embora a sua natureza seja um pouco transversal, já que está também relacionado com os contextos económico e agro-ecológico. A localização da exploração e da residência do agricultor pode também afectar a taxa de adopção porque condiciona o número e a natureza dos contactos entre agricultores e portanto o efeito epidémico que a difusão encerra.

As variáveis consideradas no grupo do contexto agro-ecológico são aquelas que surgem habitualmente em modelos de adopção do tipo tecnologia/contexto de utilização, o mesmo acontecendo com as que foram incluídas no contexto económico, social e político.

2.3.1. Características das inovações

2.3.1.1. Vantagem relativa

A vantagem relativa diz respeito à relação entre os benefícios e os custos, directos ou indirectos, monetários ou não monetários, que os potenciais adoptantes esperam da adopção. Os benefícios e custos directos são aqueles que resultam da aquisição e utilização da inovação propriamente dita. No caso da introdução de sementes melhoradas, por exemplo, os custos directos correspondem à diferença de preço entre as sementes tradicionais e as melhoradas. Outros custos e benefícios directos, tais como diferenças de produtividade, alterações na qualidade do produto final, melhoria das condições de trabalho e na oportunidade de execução das tarefas são também aspectos a considerar.

Os benefícios e custos indirectos nem sempre são fáceis de identificar mas, como afirma Wejnert (2002), podem alterar muito o custo ou o risco da adopção e influenciar de forma significativa a taxa de adopção. Feder e Umali (1993) dão como exemplo a necessidade de aplicar novos tipos de adubos quando se usam sementes melhoradas mas muitos outros tipos de custos indirectos, tais como a utilização de mais mão-de-obra ou de mão-de-obra mais qualificada e a necessidade de realizar investimentos paralelos, podem ser apontados. Os benefícios e custos indirectos podem não ser monetários, como é o caso do tempo gasto pelo agricultor a formar os seus trabalhadores para poder tirar partido da inovação.

Outro tipo de custos e benefícios indirectos associados à adopção são os sociais. É o caso estudado por Salamon *et al.* (1997) que demonstram que os agricultores que adoptaram práticas de agricultura sustentável numa zona dos Estados Unidos são mal vistos por uma parte significativa da comunidade rural. No entanto, a situação inversa, em que a adopção aumenta o prestígio social dos adoptantes, é mais comum. Por exemplo, muitos agricultores adquirem tractores com potências muito acima das necessárias aos seus sistemas de produção porque isso lhes dá prestígio junto da comunidade. Rogers (2003) cita o caso da adopção de um certo tipo de silos pelos agricultores de uma zona dos Estados Unidos que, embora pudessem recorrer a alternativas mais baratas e igualmente apropriadas, optavam por uma que lhes dava maior visibilidade e notoriedade social.

Os custos directos e indirectos das tecnologias inibem frequentemente a sua adopção, especialmente quando esses custos excedem a disponibilidade de recursos do agricultor. É de esperar que quanto maior for a vantagem relativa de uma inovação, tal como é percebida pelos potenciais adoptantes, mais rápida e extensa seja a sua adopção.

Contudo, não é só o valor dos custos e benefícios que interfere com a decisão de adoptar. A data em que estes ocorrem e a sua natureza podem ter também um importante efeito. Em algumas inovações a natureza dos custos fixos é tal que estes têm que ser suportados antes da adopção para permitir a utilização da tecnologia durante vários anos. É o caso, por exemplo, da compra de maquinaria específica para uma nova cultura. Nestas situações, a dinâmica e incerteza do problema de adopção interagem

para gerar um valor de opção associado ao investimento, que leva ao seu adiamento. Por outras palavras, a incerteza relativa à rentabilidade do investimento ao longo do tempo origina um incentivo para adiar a decisão de adopção (Ghadim e Pannell, 1999).

As inovações preventivas, tal como são designadas por Rogers (2003), ilustram também o efeito sobre a adopção do momento em que custos e benefícios são esperados. Correspondem a inovações que se adoptam no presente no sentido de diminuir os efeitos de um acontecimento futuro não desejado. Assim, a vantagem relativa deste tipo de inovação traduz-se numa recompensa futura. Estas inovações difundem-se mais lentamente do que aquelas que originam uma recompensa imediata. Por esta razão é de esperar, por exemplo, que práticas de agricultura sustentável, tais como as que visam a conservação do solo, cujo efeito na rentabilidade das explorações só será visível a longo prazo, apresentem taxas de adopção inferiores a inovações que provoquem aumentos imediatos na produção.

2.3.1.2. Risco

A adopção de uma nova tecnologia pode aumentar o risco associado à produção agrícola. Existe incerteza acerca das propriedades e do rendimento de uma nova tecnologia e estas incertezas interagem com os factores aleatórios que afectam a agricultura (Sunding e Zilberman, 2001). Feder *et al.* (1985) salientam que as inovações encerram, na maioria dos casos, um risco subjectivo, porque a produção é mais incerta com uma técnica que não é familiar, e frequentemente também um risco objectivo devido a variações meteorológicas, susceptibilidade a pragas e doenças, incerteza relativa à disponibilidade dos factores no momento certo, etc. Em Marra *et al.* (2003) pode encontrar-se uma revisão das formas como o risco na adopção de tecnologias agrícolas tem sido abordado por diferentes autores.

O risco tem sido frequentemente considerado como um dos factores mais importantes na redução da taxa de adopção das inovações (Lindner *et al.*, 1982; Tsur *et al.*, 1990; Leathers e Smale, 1991 e Feder e Umali, 1993).

2.3.1.3. Divisibilidade e experimentalidade

Usando as palavras de Rogers (2003), a experimentalidade diz respeito ao grau em que uma inovação pode ser testada numa base limitada. Quando as inovações são divisíveis, como é o caso da adoção de um certo tipo de sementes ou de fertilizantes, e podem ser adotados de maneira gradual, o agricultor não tem apenas que decidir se adota ou não mas também em que extensão e a que ritmo. Sempre que possível, os agricultores optam por experimentar a inovação apenas numa parcela da sua área para poderem testar as vantagens relativas resultantes da sua adoção nas condições específicas da sua exploração. Desta forma, aumentam a informação disponível sobre a inovação e reduzem a incerteza relativa aos potenciais custos e benefícios de a adoptarem. Como resultado, o ritmo da adoção será mais intenso. Ghadim e Pannell (1999) ressaltam a importância da obtenção de informação e do processo de “aprender fazendo”. Numa perspectiva *bayesiana*, referem que um agricultor, ao iniciar o processo de experimentação, tem uma certa percepção sobre a rendibilidade da inovação que pode não corresponder à realidade. À medida que a experimentação vai avançando reduz-se o desfasamento entre essa percepção e a verdadeira distribuição de probabilidades dos rendimentos resultantes da adoção.

Por vezes, este processo de experimentação leva a que os agricultores introduzam modificações na tecnologia inicial de forma a torná-la mais adaptada ao seu sistema de produção, como relatam Adesina e Chianu (2002) para o caso da introdução de uma prática de conservação do solo na Nigéria. As tecnologias que podem ser testadas são geralmente adoptadas com maior rapidez do que as tecnologias não divisíveis.

2.3.1.4. Compatibilidade

Segundo Rogers (2003) a compatibilidade corresponde ao grau em que uma inovação é percebida como consistente com os valores, experiências passadas e necessidades dos potenciais adoptantes. Uma inovação que seja incompatível com os valores culturais dos potenciais adoptantes dificilmente será adoptada. O autor refere a este propósito o caso dos agricultores americanos que, ao colocarem um grande ênfase na produtividade, resistiram muito à adoção de práticas de conservação do solo que

pudessem reduzir o volume de produção no curto prazo. Um outro exemplo citado pelo mesmo autor refere-se à introdução de variedades melhoradas de arroz na Ásia. Estas variedades, embora muito mais produtivas do que as variedades tradicionais, nunca as substituíram completamente porque o seu sabor não era apreciado pelos agricultores que continuaram a produzir as variedades tradicionais para consumo próprio. Também o estudo de Carvalho (1984) ilustra bem este aspecto ao demonstrar que uma das principais causas de não-adoção de herbicidas nas pequenas explorações vitícolas de uma zona do Oeste de Portugal era a prática de semear culturas de auto consumo no meio das videiras, a qual era inviabilizada pela aplicação de herbicidas, pondo em causa a sobrevivência das famílias dos agricultores.

A compatibilidade entre a inovação e as práticas já utilizadas pelos agricultores é também um aspecto a considerar. As tecnologias em uso servem como quadro de referência para a avaliação de inovações, diminuindo a incerteza associada à sua adopção. Neste sentido, será de esperar que quanto mais compatível for uma nova tecnologia com a tecnologia que vem substituir mais rápida será a adopção.

Um outro aspecto da compatibilidade diz respeito à introdução de tecnologias complementares umas das outras. Sempre que a adopção de uma tecnologia implica a introdução de factores de produção complementares, as características dos factores condiciona também o padrão de adopção tecnológica. Rauniyar e Goode (1992) chamam a atenção para o facto de as práticas agrícolas estarem relacionadas umas com as outras e de a adopção de uma tecnologia não ser independente das tecnologias já praticadas nem da adopção de outras que lhe sejam complementares. Segundo Byerlee e Polanco (1986), quando existem interacções entre componentes tecnológicas, é de esperar que a adopção de uma das componentes acelere a adopção das restantes.

A complementaridade pode existir não só ao nível das tecnologias mas também dos produtos que permitem obter. Traxler e Byerlee (1992) exploram a complementaridade entre os produtos para explicar a difusão de variedades de trigo em diversos países asiáticos. Chamam a atenção para o facto de algumas inovações afectarem a quantidade e qualidade de produtos secundários com valor económico e que este aspecto deve ser contemplado. Na mesma linha de pensamento, Ashby *et al.* (1996) estudaram a dificuldade de difusão de tecnologias de conservação do solo,

nomeadamente a instalação de barreiras de árvores, numa zona de produção de café na Colômbia. Concluíram que, embora os agricultores não se sentissem atraídos pelas espécies que eram lhes propostas, aderiam rapidamente a barreiras constituídas por plantas que originavam produtos secundários, tais como forragem para os animais e açúcar.

2.3.1.5. Complexidade

A complexidade de uma inovação diz respeito ao nível de dificuldade relativa associado à sua utilização (Rogers, 2003). Quanto mais complexa for uma tecnologia mais capital humano é necessário para a utilizar convenientemente e aproveitar as suas potencialidades. Assim, é de esperar que se os agricultores tiverem a percepção de que uma dada tecnologia é complexa a adotem em menor extensão e mais lentamente. A complexidade pode referir-se à compreensão da forma de utilizar a tecnologia, ao seu funcionamento ou à complexidade que induz no sistema de produção. As tecnologias de precisão estudadas por Khanna e Zilberman (1997) são um exemplo de uma tecnologia complexa aos olhos de grande número de agricultores porque exigem a utilização de computadores e um acompanhamento e controlo constante das necessidades das plantas. Kremer *et al.* (2001) concluem do seu estudo que a adopção e difusão de uma nova forma de testar o nível de azoto no solo, nos Estados Unidos, embora apresentasse vantagens óbvias e a sua utilização não fosse difícil, foi mal sucedida porque consumia muito tempo aos agricultores e dificultava-lhes a organização das tarefas no interior da exploração, em especial em épocas de ponta.

2.3.1.6. Visibilidade

Os modelos epidémicos atribuem a difusão tecnológica ao comportamento de imitação que se segue à transferência de informação de adoptantes para não adoptantes acerca da nova tecnologia. Neste contexto, será de esperar que inovações cujas vantagens sejam fáceis de observar apresentarão taxas de adopção mais elevadas. Quanto mais visíveis forem os benefícios que os primeiros adoptantes retiram da adopção maior será a probabilidade de outros agricultores lhes seguirem o exemplo.

A causa mais simples e mais básica para este tipo de comportamento convergente é que os indivíduos enfrentam problemas de decisão similares, ou seja, as pessoas têm acesso ao mesmo tipo de informação, enfrentam alternativas de acção idênticas e obtêm *payoffs* semelhantes (Bikhchandani *et al.*, 1998). Cada indivíduo pode decidir tendo apenas como base a avaliação directa das opções que se lhe colocam mas pode poupar tempo e acelerar a decisão usando a observação das acções e resultados de outros como fonte de informação.

2.3.2. Características dos potenciais adoptantes

2.3.2.1. Capital humano

A literatura que relaciona o capital humano com a adopção inspira-se nos trabalhos de Schultz (1964) o qual argumenta que a introdução frequente de novas tecnologias resulta num equilíbrio sub óptimo no uso dos factores e das tecnologias. Alterações no ambiente tecnológico aumentam o valor da capacidade empresarial dos agricultores, sendo essa capacidade definida como a capacidade para perceber, interpretar e responder a novos acontecimentos num contexto de risco (Schultz, 1981).

A disponibilidade de capital humano é tipicamente medida pela idade dos agricultores, a experiência e o nível de educação. A idade está relacionada com a receptividade do agricultor à mudança e com o seu grau de aversão ao risco, argumentando-se que os agricultores mais jovens adoptam com maior probabilidade (Dimara e Skuras, 1998 e Rogers, 2003). O efeito da experiência na adopção é, à partida, ambíguo mas, admitindo que à medida que a idade e a experiência aumentam o horizonte temporal para usufruir dos benefícios da adopção diminui e o conhecimento das práticas instaladas é maior, ambas as coisas criam desincentivos à adopção (Khanna *et al.*, 1999).

Quanto ao nível educacional, é de esperar que agricultores com maior nível de escolaridade tenham o capital humano necessário para adoptarem tecnologias mais complexas. Quanto maiores forem as capacidades de um agricultor, maior é o custo de oportunidade dos seus recursos e maior é a sua eficiência na aquisição de conhecimento técnico (Feder *et al.*, 1985). Muitos resultados sugerem que os agricultores mais

escolarizados adoptam mais cedo as novas tecnologias e aplicam os novos factores mais eficientemente ao longo do processo de adopção (Rahm e Huffman, 1984; Feder *et al.*, 1985; Brush *et al.*, 1992 e Khanna *et al.*, 1999). Uma vez que um nível educacional mais elevado reduz os custos de informação necessários à adopção, espera-se que o efeito da educação na probabilidade de adopção de uma inovação seja positivo (Klotz *et al.*, 1995).

Um outro aspecto que pode também ser enquadrado no capital humano diz respeito à composição da família ligada à exploração e ao contributo de cada um dos seus membros como força de trabalho agrícola. Conforme aumenta a dimensão da família e se isso não causar restrições financeiras importantes, será de esperar que aumente a probabilidade de adopção, não só porque aumenta a mão-de-obra disponível para trabalhar na exploração mas também porque redobra a necessidade de aumentar a produção para fazer face a necessidades familiares acrescidas.

2.3.2.2. Racionalidade e Atitudes

Embora na teoria económica padrão se assuma que os agricultores são agentes maximizadores do lucro, eles podem ter outros objectivos tais como garantir a sobrevivência da família, conservar o património ou reduzir o tempo dedicado ao trabalho na exploração. Esta diversidade de objectivos traduzir-se-á forçosamente em maior ou menor apetência por determinado tipo de inovações, consoante elas vão ou não ao encontro de tais objectivos. Quanto às atitudes, considera-se habitualmente que a resistência à mudança e a aversão ao risco contribuem para uma difusão mais lenta das inovações enquanto atitudes como a competitividade, o autoritarismo e a agressividade, que estimulam o empreendedorismo, a determinação e a perseverança, contribuem para diminuir o tempo de adopção (Wejnert, 2002).

A atitude ao risco é uma das características intrínsecas dos agricultores mais frequentemente apontada como condicionante da adopção de inovações. Usando evidências empíricas produzidas por diversos autores, Ghadim e Pannell (1999) concluem que a atitude face ao risco é muito variável quando se comparam agricultores individualmente mas que domina uma ligeira aversão ao risco. As consequências da aversão ao risco são, como referem Marra *et al.* (2003), um pouco ambíguas.

Dependendo da percepção dos agricultores do risco relativo da nova tecnologia e da antiga, a adopção pode reduzir ou aumentar o risco no longo prazo. De uma forma geral, os estudos empíricos que incluem o grau de aversão ao risco como variável explicativa da adopção e da difusão tecnológicas concluem que a aversão ao risco contribui para uma menor taxa de adopção e uma difusão mais lenta (Marra e Carlson, 1990), porque a incerteza associada às novas tecnologias tende a ser maior. Além do mais, a falta de experiência na utilização da nova tecnologia aumenta o risco de insucesso e, portanto, a aversão ao risco tenderá a desencorajar a adopção. Contudo, quando as tecnologias são percebidas pelos agricultores como diminuidoras do risco, é de esperar que se verifique a relação inversa. É o que mostra o estudo de Shapiro *et al.* (1992) sobre a introdução de um sistema cultural que permitia, numa zona dos Estados Unidos, a produção de duas culturas anuais (soja e trigo) em vez de apenas uma. É de referir a este propósito que a diversificação das actividades praticadas na exploração é uma conhecida estratégia de diminuição do risco usada pelos agricultores (Anosike e Coughenour, 1990).

A taxa de desconto e as preferências temporais dos agricultores também influenciam a adopção. Quanto mais elevada for a taxa de desconto menos provável será que o agricultor invista alguns anos iniciais na experimentação da nova tecnologia no sentido de desenvolver as capacidades necessárias para identificar a sua rentabilidade de longo prazo (Gadhim e Pannell, 1999). Num trabalho experimental de determinação das taxas de desconto de agricultores indianos, Pender (1996) concluiu que os seus valores eram quase sempre superiores às taxas de juros pagas pelos inquiridos. Referindo alguns estudos sobre taxas de desconto, Khanna e Zilberman (1997) afirmam que as taxas de desconto implícitas usadas por produtores e consumidores são tipicamente muito mais elevadas do que as taxas de juro reais e variam enormemente com a idade e rendimento dos consumidores e com a situação financeira e de crédito dos produtores. Segundo os autores, as taxas de desconto efectivas podem estimar-se como sendo dez vezes superiores às taxas de juro de mercado. Isto aumenta a percepção do valor actualizado dos custos fixos associados às tecnologias e diminui os incentivos à adopção.

Outro tipo de crenças e atitudes tem vindo a ser incorporada em estudos de adopção de tecnologias com características especiais, em particular as que se orientam para a conservação dos recursos e protecção do ambiente. Burton *et al.* (1999 e 2003), por exemplo, mostram que, no caso da adopção de horticultura biológica no Reino Unido, há um conjunto de atitudes que consistentemente indicam que aqueles que têm preocupações com o ambiente e com a sustentabilidade do sistema alimentar adoptam com maior probabilidade aquele tipo de tecnologias.

2.3.2.3. Capital Social

O capital social diz respeito ao grau de conectividade de um agricultor, ou seja ao tipo e intensidade das relações que estabelece com outros actores. Envolve as estruturas sociais ou as redes em que participa e que podem estimular certas acções, como por exemplo a adopção de uma prática ou tecnologia, e engloba elementos tais como as obrigações, expectativas, canais de informação e normas sociais (Mathijs, 2003). O capital social pode ser visto como um factor de produção, não só porque facilita o uso e o acesso ao capital físico, mas também porque pode substituir outras formas de capital.

Um dos elementos do capital social, crucial na adopção de inovações, é o acesso e o uso da informação. A importância da recolha de informação no processo de adopção foi enfatizada por alguns analistas, incluindo Rogers (1962), Kislerv e Shchori-Bachrach (1973) Stoneman (1981), Feder e O'Mara (1982), Feder e Slade (1984) e Wejnert (2002). É de esperar que os agricultores mais abertos a contactos profissionais e não profissionais tenham maior probabilidade de adoptar inovações. As escolhas tecnológicas dos agricultores baseiam-se nas suas probabilidades subjectivas e a exposição a informação apropriada através de vários canais de comunicação reduz a incerteza subjectiva, já que uma maior familiaridade com uma ideia nova reduz a percepção do risco por parte do potencial adoptante, facilitando o comportamento de adopção. Como conclui Jensen (1982), as empresas podem atrasar a adopção de uma inovação se não perceberem se é ou não rentável para poderem reunir mais informação e reduzir a incerteza.

A familiaridade com uma inovação pode também ser conseguida através de contactos entre agricultores, ou, como é o caso de novos tipos de sementes ou adubos, através da experimentação. Cada indivíduo pode decidir adoptar ou não, servindo-se exclusivamente da sua própria análise das alternativas. No entanto isto pode ser caro e consumidor de tempo e uma alternativa de confiança consiste em basear-se na informação cedida por outros. Esta influência pode realizar-se através de comunicação directa e discussão com outros ou de aprendizagem por observação, também denominada aprendizagem social (Bikhchandani *et al.*, 1998).

O nível de capital social pode ser aferido de diversas formas. No seu trabalho, Mathijs (2003) pretendeu averiguar se o capital social influenciava as decisões dos agricultores de adoptar práticas de agricultura sustentável. Para isso, construiu um índice composto por um conjunto de variáveis, tais como a participação em organizações profissionais, a assinatura de revistas profissionais, a frequência de acções de formação, a utilização de conselhos técnicos obtidos junto de organismos oficiais e de outros agricultores, o número de canais de comercialização e a venda directa de produtos na exploração. Concluiu que, quer este índice, quer algumas destas variáveis tomadas isoladamente, tinham um efeito positivo significativo na decisão de adoptar.

Diferentes variáveis têm sido usadas em estudos de adopção como *proxies* do acesso dos agricultores à informação, revelando quase sempre que as escolhas dos produtores são significativamente afectadas pela sua exposição à informação sobre a nova tecnologia (Shakya e Flinn, 1985; Green e Ng'ong'ola, 1993; Saha *et al.*, 1994; Dimara e Skuras, 1998 e Adesina e Chianu, 2002).

2.3.3. Características das explorações

2.3.3.1. Dimensão

A dimensão é considerada uma das principais condicionantes da adopção de novas tecnologias. Um grande número de estudos teóricos e empíricos sobre inovação apontam para uma associação positiva entre a dimensão da exploração e a probabilidade e extensão da adopção (Feder *et al.*, 1985), embora haja outros que indicam que, no caso de tecnologias neutras à escala, as vantagens comparativas das grandes

explorações na adoção tecnológica podem ser limitadas (Khanna *et al.*, 1999) ou que a adoção tecnológica é independente da dimensão em sistemas agrários específicos (Herdt, 1987). Se assumirmos que os pequenos agricultores têm maior aversão ao risco, o modelo de Just e Zilberman (1983) prevê mesmo que certos tipos de inovações serão adotadas mais rapidamente pelos pequenos agricultores do que pelos grandes.

Uma razão que leva a esperar uma associação positiva entre a dimensão da exploração e a adoção é a existência de custos de transação fixos, incluindo os custos de obter informação (Brush *et al.*, 1992 e Feder e O'Mara, 1981). A adoção de uma nova tecnologia pode exigir custos fixos associados com nova maquinaria, assim como investimento fixo em tempo de aprendizagem, prospecção e desenvolvimento de mercados e formação de trabalho qualificado. Estes custos fixos tendem a desencorajar a adoção por pequenos agricultores e, assim, representam um importante papel na relação entre adoção e dimensão da exploração (Just e Zilberman, 1983).

Citando Lindner (1980), Feder *et al.* (1985) mostram que a informação pode contribuir para a tendência dos agricultores maiores em adotarem as inovações mais cedo, mesmo quando estas inovações são neutras à escala. O esforço dedicado a actividades de estudo é uma função do ganho esperado dessas actividades. Uma vez que os agricultores maiores esperam retirar maiores ganhos das inovações, em termos absolutos, investem mais no esforço da pesquisa e o seu desfasamento temporal entre a descoberta de uma inovação e a sua adoção é menor.

Quando os mercados de trabalho e de crédito são imperfeitos, como é o caso da pequena agricultura mexicana estudado por Bellon e Taylor (1993), tipicamente os agricultores têm que fornecer os seus próprios *inputs* de capital humano e têm que auto financiar a produção. É provável que, neste contexto, a dimensão e a configuração da exploração desempenhe um papel importante na capacidade dos agricultores para gerirem a introdução de inovações. Na maior parte dos casos, a terra é a principal garantia que os agricultores podem oferecer para acederem ao crédito e portanto, este acesso será mais fácil e com melhores condições para os agricultores com explorações maiores. Quando os agricultores não dispõem de capital próprio para financiarem a introdução de uma nova tecnologia, o custo extra que o crédito tem para os mais pequenos aumenta a dimensão mínima que viabiliza a adoção.

Alguns estudos concluem que a dimensão da exploração está positivamente relacionada com a adoção de tecnologias de conservação do solo (Heffernan e Green, 1986; Nowak, 1987) e de métodos modernos de irrigação (Dinar *et al.*, 1992). Isto é geralmente atribuído à presença de rendimentos crescentes à escala devidos aos avultados custos de investimento que é necessário realizar em equipamentos apropriados. Ao contrário, também em relação à adoção de práticas de conservação do solo, Gebremedhin e Swinton (2003) concluem que o efeito da dimensão, medida pela área, é ambíguo porque, por um lado, mais terra significa mais riqueza e deverá encorajar o investimento mas, por outro, mais terra reduz a necessidade de a conservar.

Em síntese, a dimensão da exploração pode ter diferentes efeitos na taxa de adoção, dependendo das características da tecnologia e do cenário institucional. A literatura teórica e a interpretação analítica dos dados empíricos sugerem que há vários factores intervenientes na raiz da observada relação entre dimensão da exploração e adoção. Na verdade, a grande diversidade de resultados empíricos, interpretados no contexto da literatura teórica, sugere que a dimensão é um substituto para um largo conjunto de factores potencialmente importantes tais como o acesso ao crédito, a atitude face ao risco, o acesso a factores escassos, a situação financeira e o acesso à informação. Uma vez que a influência destes factores varia em termos espaciais e temporais, assim varia a relação entre a dimensão e o comportamento de adoção (Feder *et al.*, 1985).

Convém ainda notar que o efeito da dimensão pode não ser apenas resultante da área total mas antes exercer-se através do efeito da área e do número de parcelas que compõem a exploração. Para uma dada área e qualidade de solo, é provável que as limitações em capital humano sejam mais restritivas quando os agricultores têm de coordenar o tempo dedicado às diversas práticas culturais em muitas parcelas de pequenas dimensões do que se o fizerem num número mais pequeno de parcelas com maiores áreas. No entanto as evidências empíricas de que assim é são muito ténues.

2.3.3.2. Forma de exploração

Na literatura sobre desenvolvimento é colocada uma grande ênfase na importância das formas de exploração na adoção tecnológica, assumindo-se, de uma forma geral, que a exploração por conta própria é mais propícia à adoção de novas

tecnologias do que o arrendamento. Como afirmam Sunding e Zilberman (2001), no caso de contratos de arrendamento de curto prazo e quando se trata de tecnologias que requerem investimentos em capital fundiário, a probabilidade de que a adoção ocorra é muito baixa. Ao contrário, quando os prazos são longos e a tecnologia a introduzir não implica investimento em capital fundiário, o arrendamento não constitui uma limitação à adoção. Os autores acrescentam ainda que a existência de um mercado de arrendamento de terra pode acelerar a adoção de tecnologias que precisem de uma escala significativa, como é o caso de equipamentos de grandes dimensões. Shakya e Flinn (1985) encontraram evidências de uma relação positiva entre a conta própria e a adoção de práticas de fertilização e de novas variedades de arroz numa região do Nepal.

A teoria clássica prevê que um risco reduzido e horizontes temporais dilatados aumentam os ganhos esperados e encorajam o investimento. A conta própria e outras formas de exploração estáveis e seguras, como por exemplo as concessões estatais por longos períodos de tempo, incorporam estas duas características. Gebremedhin e Swinton (2003) concluem que o investimento em obras de conservação do solo depende da segurança na posse da terra. Um elevado nível de segurança favorece investimentos de longo prazo enquanto a insegurança favorece investimentos de curto prazo.

2.3.3.3. Situação financeira

Segundo Feder *et al.* (1985), muitos estudos teóricos argumentam que a necessidade de levar a cabo investimentos fixos pode impedir os pequenos agricultores de adoptarem as inovações com rapidez. O capital, quer sob a forma de poupanças acumuladas ou de acesso a mercados de capital, é necessário para financiar muitas inovações tecnológicas. Por isso, o acesso diferenciado ao capital é frequentemente citado como um factor de diferenciação nas taxas de adoção. Um exemplo, é o estudo de Carvalho (1984) onde, a respeito da adoção de castas mais produtivas de videira, o autor conclui que “é o poder económico dos agricultores e as medidas de política do governo que na realidade definem quem é inovador e quem é retardatário” (Carvalho, 1984, p. 138).

2.3.3.4. Localização

A localização da exploração pode ter reflexos importantes nas decisões dos agricultores e na economia das explorações, como se percebe desde Ricardo, com a sua teoria da renda fundiária, e especialmente através do modelo de Von Thünen, onde a componente espacial das actividades económicas é ressaltada.

Para além dos factores climáticos que influenciam a actividade agrícola, outros factores espaciais, tais como o acesso ao mercado e a demografia, condicionam os incentivos à adopção. É de esperar, por exemplo, que os agricultores localizados na orla das cidades, em zonas de elevada densidade populacional e em zonas de minifúndio, adoptem com maior rapidez e intensidade práticas relacionadas com o aumento da produtividade da terra, uma vez que nestas áreas a pressão sobre a terra é maior, levando a uma agricultura mais intensiva. Pelas mesmas razões estarão menos receptivos à adopção de práticas de protecção e conservação dos recursos. Nas zonas próximas de centros urbanos será também de esperar uma maior adesão a tecnologias mais capital-intensivas do que em zonas mais afastadas, onde os salários são mais baixos e, sobretudo no caso de países em desenvolvimento, pode haver maior dificuldade no acesso aos mercados de factores de produção. Staal *et al.* (2002), realizaram um estudo inovador sobre o efeito da localização na adopção de novas tecnologias em explorações leiteiras familiares do Quénia.

Como referem Sunding e Zilberman (2001), muita da literatura sobre inovação enfatiza o papel da distância e da geografia na adopção. Os produtores situados em localizações afastadas de centros regionais provavelmente adoptarão mais tarde, especialmente nos países em desenvolvimento onde os meios de transporte e de comunicação são incipientes. Alguns estudos mostram ainda a relevância da proximidade a vias de comunicação importantes e a centros urbanos para o desenvolvimento de estratégias alternativas (Shucksmith *et al.*, 1989). Assume-se que essa proximidade se reflecte numa maior acessibilidade a novos factores e em custos variáveis mais baixos na sua obtenção e no transporte do produto, sendo por isso favorável à adopção tecnológica (Dimara e Skuras, 1998).

2.3.4. Contexto agro-ecológico

Um elemento fundamental na teoria da adopção é o reconhecimento de que as inovações não são independentes do ambiente mas que, ao contrário, evoluem num contexto ecológico e cultural específico e que uma difusão bem sucedida depende da sua adequação aos novos ambientes onde são introduzidas no decorrer do processo (Ormrod, 1990, citado por Wejnert, 2002).

O contexto ecológico tem especial relevância na adopção de inovações no sector agrícola. Em primeiro lugar, as inovações só podem ser adoptadas quando se adaptam ao clima e solos existentes. Diversos estudos realizados no âmbito do *International Rice Research Institute*, centrados em zonas com diferentes características naturais, mostram que as condições ambientais e, em particular, aquelas que, tal como a topografia e a pluviosidade, afectam a disponibilidade de água, são os factores mais importantes para explicar as diferenças encontradas nos padrões de adopção de variedades melhoradas de arroz (Feder e Umali, 1993).

Por outro lado, as condições ecológicas poderão incentivar ou desincentivar a adopção de certas práticas ou tecnologias, em particular aquelas que visam lidar com restrições na utilização dos recursos. Por exemplo, será de esperar que a adopção de tecnologias de irrigação conservativas atraiam maior atenção de agricultores com explorações situadas em zonas pobres em recursos aquíferos do que daqueles que têm fácil acesso a água de rega. Dinar e Yaron (1990) estudaram os determinantes da adopção de rega por aspersão e gota-a-gota em explorações de citrinos situadas em Israel e Gaza e concluíram que a adopção tende a ser mais rápida e em maior extensão em zonas com solos mais pobres, com maiores taxas de evaporação e com menor disponibilidade de água para rega.

Na mesma linha, Gebremedhin e Swinton (2003) mostram que a probabilidade de os agricultores etíopes adoptarem práticas de conservação do solo depende da susceptibilidade dos seus solos à erosão. Os solos situados em zonas declivosas, por exemplo, tendem a ser mais arrastados pela água da chuva e, aí, os agricultores são mais sensíveis à adopção de práticas de protecção do solo contra a erosão. Somda *et al.* (2002), concluíram no seu estudo que a adopção de práticas de fertilização orgânica em

sistemas de produção pecuária no Burkina Faso, depende das condições agro-ecológicas que dominam nas explorações. Na zona do Sahel onde a água é escassa, a aplicação de outro tipo de fertilização é mais vantajosa.

2.3.5. Contexto económico, social e político

Os agricultores confrontam-se com uma série de limitações institucionais e políticas que desviam o seu comportamento daquele que seria de esperar em concorrência perfeita. Estas limitações são notórias quando se trata da adopção de novas tecnologias.

Em relação ao contexto económico, é de esperar que a adopção tecnológica ocorra mais facilmente em resposta à escassez e às oportunidades económicas. Por exemplo, a falta de mão-de-obra induz a adopção de tecnologias menos intensivas em trabalho, o aumento do preço dos produtos agrícolas estimula a adopção de tecnologias que melhorem a produtividade e a alteração dos gostos dos consumidores pode afectar a taxa de adopção de tecnologias com impacto na qualidade dos produtos.

O funcionamento dos mercados, em particular dos mercados dos factores primários, pode condicionar fortemente a adopção. Croppenstedt *et al.* (2003) concluem que na Etiópia o acesso ao crédito é um dos principais estrangulamentos à adopção de fertilizantes. A assimetria de informação entre as instituições de crédito e os agricultores que pretendem recorrer a elas e a incerteza relativa aos mercados agrícolas e aos mercados financeiros originam imperfeições no mercado de crédito, das quais podem resultar restrições que afectam o comportamento de adopção (Sunding e Zilberman, 2001). Estas restrições estão sobretudo associadas à dimensão das explorações e à percepção que os credores têm em relação à rendibilidade da exploração. Os bancos podem considerar mais arriscada a concessão de empréstimos aos agricultores mais pequenos e diferenciarem a taxa de juro e outros custos associados ao crédito para compensar esse risco. O efeito destas restrições na adopção é minorada quando existem mecanismos de apoio financeiro à adopção de inovações, quer através da bonificação de taxas de juro quer através de subsídios a fundo perdido, como acontece na agricultura europeia.

Em relação ao mercado do trabalho, as explorações agrícolas operam simultaneamente do lado da oferta e da procura. Por um lado empregam mão-de-obra nas suas actividades produtivas e, por outro, as explorações familiares constituem muitas vezes reservas de mão-de-obra que pode ser utilizada nos restantes sectores da economia. Por isso, a disponibilidade de mão-de-obra é outra variável que é frequentemente mencionada como afectando as decisões sobre a adopção de novas práticas agrícolas, uma vez que algumas tecnologias são menos exigentes do que outras em trabalho. Além disso, as novas tecnologias podem aumentar a procura sazonal de trabalho, de modo que a adopção se torna menos atractiva para os agricultores com limitada mão-de-obra familiar ou com menor acesso aos mercados de trabalho (Feder *et al.*, 1985). No estudo de Carvalho (1984), a razão mais citada pelos agricultores para a adopção de herbicidas nas vinhas foi a escassez e o elevado custo da mão-de-obra que se seguiram ao fluxo migratório dos anos setenta em Portugal e que dificultaram a prática tradicional da cava da vinha como forma de combater a vegetação espontânea.

A existência de oportunidades de rendimento exteriores à exploração é também apontada como um factor condicionante da adopção, cujo efeito não é claro. Pode, por um lado, promover a adopção porque permite, por exemplo, ultrapassar restrições financeiras e de insegurança no rendimento e melhorar o acesso à informação, ou, por outro lado, impedi-la, desencorajando o investimento de tempo e energia necessária à implementação de novas tecnologias por fazer aumentar o custo de oportunidade do tempo dedicado à exploração e à gestão dessas novas tecnologias (Brush *et al.*, 1992 e Bellon e Taylor, 1993).

Em particular, no caso da pequena agricultura familiar, as fontes de rendimento exteriores à exploração são relevantes porque permitem aos agricultores levarem a cabo práticas agrícolas que poderiam, de outra forma, por em causa o seu rendimento de subsistência. Além disso, podem ajudar a ultrapassar limitações financeiras ou permitir mesmo o financiamento de uma inovação do tipo capital fixo. Por outro lado, reduzem o interesse pelas inovações já que a necessidade de aumentar a produtividade da exploração é menor porque o nível de vida da família pode ser assegurado de outras formas.

O contexto social é também determinante na adopção de inovações, uma vez que a maioria dos indivíduos respeita as normas sociais no seu comportamento de adopção. Inovações que estejam em desacordo com as normas sociais dificilmente serão adoptadas em taxas significativas, pelo menos por indivíduos que estejam bem integrados na comunidade. Por exemplo, os agricultores *amish* são selectivos no tipo de inovações que adoptam porque consideram que existe um potencial para que as inovações ameacem a força da comunidade e a solidariedade familiar (Sommers e Napier, 1995). No sudoeste da Nigéria a introdução de barreiras de árvores como forma de protecção contra a erosão do solo tem sido mal sucedida em explorações dirigidas por mulheres como consequência do regime de direitos de propriedade que, em muitas áreas, nega às mulheres a posse da terra e o direito de plantar árvores (Adesina e Chianu, 2003).

Um outro efeito do contexto social sobre a taxa de adopção é o que resulta do tipo de socialização a que os indivíduos estão sujeitos. A socialização pode contribuir para o desenvolvimento de atitudes pessoais mais ou menos favoráveis à adopção. Um elevado grau de tradicionalismo está muitas vezes associado à inércia na adopção de novas práticas, afectando negativamente a difusão de novas tecnologias (Wejnert, 2002).

Da mesma forma, o contexto político pode forçar ou incentivar a adopção de determinadas tecnologias ou práticas e afectar a sua taxa de difusão. Segundo Feder e Umali (1993), o agricultor tem uma percepção sobrestimada do risco da adopção o que leva a níveis de adopção inferiores aos que seriam socialmente óptimos. As políticas podem ter um efeito na diminuição da diferença entre risco percebido e risco real e permitir alcançar o nível óptimo de adopção. As políticas podem ser também desenvolvidas no sentido de premiar os primeiros adoptantes e internalizar desta forma a externalidade positiva que geram nos outros adoptantes ao fornecer-lhes informações e resultados da sua própria experiência. Numa crítica ao modelo de difusão de Rogers, Carvalho (1984, p.137) afirma que, numa zona vitivinícola portuguesa, as variáveis sócio-culturais têm um papel secundário na adopção de herbicidas e de castas mais produtivas e que esta se explica, entre outras coisas, “pelas medidas de política

governamental nos domínios do crédito e do preço de intervenção no mercado do vinho”.

O efeito das políticas pode ser directo ou indirecto. No primeiro caso podem incluir-se medidas do tipo das Medidas Agro-ambientais que têm vindo a ser aplicadas na Europa as quais, ao contemplarem ajudas aos agricultores que desenvolvam práticas “amigas do ambiente”, têm estimulado a adopção dessas práticas. Mas o efeito das políticas sobre a adopção de inovações pode não ser assim tão directo. As políticas de suporte de preços, como aquelas que foram praticadas durante décadas na Europa, tendem a aumentar a taxa e a intensidade da adopção de tecnologias fomentadoras da produtividade, uma vez que originam uma menor variabilidade dos preços e um aumento do seu valor médio. Uma outra medida muito cara à Política Agrícola Comum têm sido os subsídios aos factores de produção. O seu efeito na adopção é variado. Pode atrasar a adopção quando favorece tecnologias mais conservativas mas pode também estimulá-la. Como exemplo da primeira situação pode citar-se o caso da atribuição de subsídios à água de rega que desincentiva a adopção de técnicas de irrigação mais parcimoniosas no uso da água. Ao contrário, o subsídio ao gasóleo agrícola poderá incentivar a mecanização das explorações. Khanna e Zilberman (1997) apresentam o impacto de políticas alternativas sobre a adopção de tecnologias agrícolas de precisão.

Para além das políticas sectoriais, a adopção pode também ser influenciada por políticas que afectam a economia como um todo. Por exemplo, uma política macroeconómica que leve a uma subida das taxas de juro pode reduzir a adopção de tecnologias mais capital-intensivas porque encarece o investimento e incentivar tecnologias trabalho-intensivas. Uma política comercial que crie barreiras à entrada de produtos agrícolas importados, pode estimular a adopção de tecnologias e práticas que, de outro modo, não seriam rentáveis (Sunding e Zilberman, 2001).

2.4. Considerações finais

A discussão apresentada mostra que existe um conjunto muito diversificado de variáveis que influenciam a probabilidade de adopção de inovações por parte dos agricultores e que o seu efeito é exercido de forma interactiva, quer potenciando o efeito

umas das outras, quer mitigando-o. A dimensão da exploração é porventura a variável onde esta inter-relação é mais evidente, uma vez que tem implicações num conjunto variado de outros factores, tais como o acesso ao crédito, a gestão da informação, o rendimento ou a atitude ao risco. Mas existem muitos outros factores entre os quais se estabelecem também interações importantes. As características dos agricultores, por exemplo, podem influenciar a percepção dos custos e benefícios de uma inovação, interagindo com as características da própria inovação.

Uma outra constatação que ressalta deste trabalho é que o peso e o sentido do efeito de cada variável na explicação da adopção e da difusão pode alterar-se conforme a inovação, o adoptante e o contexto em que é introduzida. É o caso do comportamento de aversão ao risco que, embora atrase a difusão da maior parte das inovações propicia a adopção de tecnologias que incorporem factores diminuidores do risco. O efeito de determinada localização geográfica pode ser positivo na adopção de um certo tipo de tecnologias e negativo na adopção de outras, o mesmo acontecendo, por exemplo, com a existência de oportunidades de emprego exteriores à exploração.

Convém ainda referir que, quando se estudam as componentes da adopção, é necessário ter em consideração a fase em que se encontra a difusão tecnológica. Como mostram Feder e Umali (1993), citando resultados de diversos estudos empíricos, alguns factores que se revelam determinantes na fase inicial podem perder a sua relevância ao longo do processo de difusão. Até porque as decisões de adopção têm uma natureza dinâmica, envolvendo alterações nas percepções e atitudes dos agricultores à medida que a informação é progressivamente recolhida e a tecnologia é experimentada (O'Mara, 1980; Ghadim e Pannell, 1999).

Um outro aspecto que convém salientar é que as variáveis não podem ser tratadas indistintamente como determinantes da adopção e da difusão. Na verdade, não é seguro que as variáveis que afectam a adopção sejam simultaneamente aquelas que afectam a difusão de uma tecnologia ou, mais especificamente, a sua taxa de difusão. É de prever que existam variáveis com um impacto importante na decisão de adopção do agricultor mas que não condicionem o momento dessa adopção e vice-versa. Parece por isso importante fazer uma distinção clara entre os factores determinantes da adopção e aqueles que condicionam a difusão das inovações.

3. Determinantes da adoção de variedades tradicionais de macieiras: um estudo empírico

Resumo

A percepção da necessidade de conservar a diversidade genética das plantas cultivadas tem já várias décadas e traduziu-se na criação de bancos de germoplasma um pouco por todo o mundo e para diversas culturas. Ultimamente surgiu uma abordagem complementar que propõe a conservação dos recursos genéticos através da manutenção das plantas cultivadas nos sistemas agrários onde evoluíram. No entanto, muitas variedades de plantas cultivadas não têm viabilidade económica e, se não forem alvos de políticas que visem a sua conservação, estão condenadas ao desaparecimento. A eficácia de tais políticas depende, entre outras coisas, do conhecimento das condicionantes da adoção deste tipo de variedades por parte dos agricultores.

Neste trabalho foram analisados os determinantes da decisão de adoptar uma variedade tradicional de macieiras, a *Bravo de Esmolfe*, por parte dos agricultores sedeados na sua área de produção, recorrendo para o efeito à análise de duração. No modelo foram incorporadas as variáveis identificadas na literatura como factores condicionantes da adoção tecnológica na agricultura, tendo-se concluído que, neste caso, os determinantes significativos da probabilidade de um agricultor adoptar a variedade num dado momento, dado que não o fez até então, são a área agrícola, o grau de especialização na produção de maçãs e o acesso à informação.

3.1. Introdução

A evolução recente da agricultura europeia, marcada pelo domínio da Política Agrícola Comum, cujo objectivo foi, durante várias décadas, o aumento da oferta de alimentos, tem contribuído para perturbar o equilíbrio entre a agricultura e a biodiversidade. O Estado forneceu infra-estruturas, novos factores de produção e subsidiou os agricultores, favorecendo e, nalguns casos, forçando a especialização, a qual se traduziu, entre outras coisas, na delapidação do património genético das plantas cultivadas. Em Portugal, o percurso no sentido da industrialização dos pomares iniciou-se na década de sessenta, não só por efeito de uma política de forte incentivo à modernização da fruticultura mas também, como refere Caldas (1991 e 1998), devido a condições sociais especialmente favoráveis a essa mudança. Embora já em 1935 tivesse sido lançada a Campanha da Fruta, é ao abrigo das directivas do II Plano de Fomento que se criam incentivos financeiros muito favoráveis à instalação de pomares e que é criado, em 1960, o Centro Nacional de Estudo e Fomento da Fruticultura, com a finalidade de apoiar técnica e cientificamente o desenvolvimento da fruticultura no país. Ao mesmo tempo, os Serviços de Assistência Técnica distribuíram gratuitamente plantas, a maioria das quais importadas. Paralelamente, o apoio à constituição e equipamento de cooperativas permitiu a concentração e a conservação da fruta por maiores períodos, alterou o funcionamento do mercado e proporcionou aos agricultores preços bastante mais elevados do que anteriormente. A conjugação destes factores levou àquilo a que Caldas (1998, p.525) chama a “febre dos pomares” que atraiu o interesse de uma nova classe de proprietários rurais, os “doutores”, descendentes dos “derradeiros residentes das Casas Agrícolas” do Centro e Norte do país que, mercê da debandada dos rendeiros e parceiros por via da emigração, ficavam com as quintas abandonadas e viam na fruticultura uma alternativa interessante de rendimento e de ocupação do solo. As condições favoráveis proporcionadas pelo Estado levaram à instalação de pomares industriais segundo um modelo técnico e económico preconizado pelos especialistas de então que substituíam as árvores dispersas de variedades regionais, cuja produção se destinava maioritariamente ao auto consumo e ao abastecimento de centros urbanos próximos, por pomar contínuo, baseado em variedades importadas mais produtivas, cujo destino final era a comercialização. Com a entrada de Portugal na Comunidade Económica Europeia, as imposições de normalização não facilitaram o enquadramento

das variedades regionais no sistema comercial, verificando-se actualmente que, das inúmeras variedades autóctones de fruteiras que existiam no início do século XX¹, muitas desapareceram ou estão ameaçadas de extinção.

A conservação da diversidade biológica na agricultura é importante por duas razões principais. Por um lado, a diversidade biológica é um factor decisivo nas actividades agrícolas, essencialmente porque permite a criação de novas variedades e raças para a realização de objectivos económicos, sanitários, técnicos e ecológicos. Por outro, a agricultura assegura a manutenção de alguns tipos de ecossistemas fortemente dependentes desta actividade.

O reconhecimento da necessidade de conservar a diversidade infra específica das culturas, tem já várias décadas e traduziu-se na criação de bancos de germoplasma um pouco por todo o mundo e para diversas culturas, ou seja na conservação *ex situ*. Ultimamente surgiu uma abordagem complementar da primeira que sugere a conservação *in situ*. A esta noção corresponde a manutenção dos recursos genéticos das plantas cultivadas nos sistemas agrários onde evoluíram (Brush, 1991). Procura manter os habitats e o processo evolutivo que criaram o germoplasma e depende da participação activa dos agricultores, no sentido em que actua nas razões e incentivos aos agricultores para manterem a diversidade (Bellon, 1996 e Brush, 1991). Claramente, para se compreender o processo que leva à conservação ou perda da diversidade genética nos sistemas agrários, e conseqüentemente para desenvolver e implementar estratégias e programas de conservação *in situ*, é preciso compreender como é que as decisões dos agricultores estão relacionadas com as condições naturais e sócio-económicas que os envolvem.

O papel dos agricultores na conservação dos recursos genéticos é essencial porque as plantas cultivadas são o resultado da selecção humana em conjunto com

¹ Lima (1926) identifica mais de 100 nomes distintos associados a variedades de maçã portuguesas. Embora cada uma das designações não corresponda forçosamente a uma variedade distinta, uma vez que em diferentes regiões o mesmo nome podia corresponder a variedades diferentes e nomes diferentes podiam corresponder à mesma variedade, este número mostra bem a diversidade genética que existia então na produção de maçã.

factores naturais. Tal como afirmam Smale e Bellon (1999), a conservação não é uma obrigação moral dos agricultores. Estes conservam ou abandonam as variedades de acordo com as suas próprias necessidades. Para que os recursos genéticos das culturas sejam conservados nas explorações agrícolas, a manutenção de espécies e variedades tem que ser vantajosa para os agricultores. Tem que haver incentivos económicos ou culturais para que os agricultores continuem a usar variedades consideradas recursos genéticos importantes.

No processo de reforma da Política Agrícola Comum, condicionado entre outras coisas pelo 5º programa de acção em matéria ambiental, a problemática ambiental foi incorporada através da criação das medidas agro-ambientais, as quais contemplaram, na maioria dos Estados Membros, medidas directa ou indirectamente relacionadas com a conservação da biodiversidade. Em Portugal, a medida de protecção de *fruteiras de variedades regionais*, foi uma das que mais directamente visou essa finalidade. No entanto, a adesão por parte dos agricultores foi muito baixa, tendo-se optado por não integrar qualquer medida deste tipo no Quadro Comunitário de Apoio que se seguiu. O desinteresse terá provavelmente resultado do facto de, na maioria das situações e para grande parte das variedades que se pretendia proteger, a ajuda atribuída não ser suficiente para compensar os agricultores pela perda de rendimento, ao contrário daquilo que claramente se pretendia.

A necessidade de conceber medidas de apoio à protecção de variedades regionais, depende da relação entre duas variáveis: a probabilidade de os agricultores desejarem cultivar essas variedades e o interesse que elas possam ter do ponto de vista da diversidade genética. A probabilidade de os agricultores cultivarem uma certa variedade, é uma função do valor que lhe atribuem. Quanto maior for a utilidade que os produtores retiram da produção de uma variedade, maior a probabilidade de ela se manter e menor será a necessidade de desenvolver medidas de política para a sua conservação. Ao mesmo tempo, quanto maior for a contribuição das variedades para a diversidade genética, maior será o interesse da sociedade em conservá-las, nomeadamente pela relevância que podem ter na criação de novas variedades. No caso concreto das macieiras portuguesas, não é possível aferir essa contribuição, uma vez que não se conhece ainda o número e tipo de variedades realmente existentes, embora

tenha sido recolhido material de mais de 150 clones supostamente distintos. No entanto, o seu estudo genético está ainda numa fase embrionária. Nalguns casos, como o da *Bravo de Esmolfe*, as variedades são já perfeitamente identificadas no mercado e não se confundem com as restantes.

Mesmo no caso das variedades que são actualmente transaccionadas no mercado, para as quais existe um grande interesse por parte dos produtores e uma boa aceitação por parte dos consumidores, pode ser necessário desenvolver incentivos para a conservação na exploração, devido à dinâmica da economia e à adaptação dos agricultores à mudança. Usando as palavras e o modelo de Smale e Bellon (1999), alterações nos parâmetros tecnológicos, socio-económicos e culturais que condicionam as decisões dos agricultores influenciam a manutenção das variedades. Além disso, há que ter em conta os efeitos de alterações nas medidas de política, não só naquelas que, de forma explícita, afectam a conservação da biodiversidade, mas também as que, não o fazendo, influenciam de forma indirecta as decisões dos agricultores.

A teoria do desenvolvimento agrícola e a experiência leva-nos a esperar que certos tipos de agricultores adoptem com maior probabilidade estas variedades, consoante as características das suas explorações agrícolas, o capital humano e o capital social de que dispõem. O objectivo deste trabalho consiste, pois, em determinar quais os factores que condicionam a adopção de variedades de fruteiras tradicionais, admitindo-se que uma melhor compreensão de tais características tornará mais claros os potenciais custos de suportar um programa de conservação ao nível da exploração, no caso de um esforço público se vir a tornar necessário. A ideia subjacente é que, identificando as principais condicionantes da decisão de conservar, se poderiam adoptar políticas de conservação dirigidas e mais eficazes.

Para o efeito, utilizar-se-á como caso de estudo a maçã *Bravo de Esmolfe*, uma variedade oriunda da zona de Viseu e disseminada por vários concelhos da Beira Alta e Beira Baixa que, dado o seu interesse, mereceu já a criação de uma Denominação de Origem Protegida. Esta maçã, embora seja de todas as maçãs transaccionadas no mercado nacional aquela que apresenta preços mais elevados, tem uma expressão bastante diminuta na produção total de maçã da região, sendo adoptada por alguns agricultores mas não por outros. Neste sentido, deverão existir factores, para além da

rendibilidade, que justificarão as decisões dos agricultores de a adoptarem ou não. Esses factores poderão ser também importantes na explicação da adopção de outras variedades regionais não transaccionadas ou transaccionadas a preços mais baixos em pequenos mercados regionais.

Embora existam alguns estudos sobre a adopção de variedades de plantas cultivadas em zonas onde domina a agricultura produtivista² (Dimara e Skuras, 1998; Brennan *et al.*, 1999), o estudo da conservação de variedades tradicionais na agricultura tem-se centrado sobretudo nas populações rurais de países em desenvolvimento (Altieri e Merrick, 1987; Brush *et al.*, 1992; Epperson *et al.*, 1997; Heisey *et al.*, 1997). Contudo, a crescente preocupação científica e ideológica com a perda de biodiversidade nos países desenvolvidos justifica um olhar sobre a recuperação e conservação de variedades tradicionais nestes países. Além do mais, a maioria dos estudos sobre inovação tecnológica na agricultura lidam com a adopção de tecnologias externas, ou seja com a introdução de alterações nos processos produtivos gerados pela investigação e experimentação científica, muitas vezes sem ligação directa com as zonas onde serão aplicados e sem a intervenção das populações a quem se destinam. Geralmente referem-se à introdução, nas agriculturas dos países em desenvolvimento, de factores de produção importados dos países mais desenvolvidos, tais como sementes de variedades melhoradas geneticamente ou fertilizantes químicos, que permitem obter ganhos de produtividade. Aqui, o que se pretende testar são os determinantes da adopção de uma alternativa autóctone de variedades de macieira numa zona de Portugal, isto é, de uma variedade obtida através de uma selecção lenta e continuada levada a cabo pelos próprios agricultores numa região determinada.

Uma vez que a tecnologia de produção de fruteiras se alterou profundamente desde os anos setenta e que as novas plantações de variedades tradicionais pouco têm em comum com as que existiam antigamente, parece correcto afirmar que, actualmente, a adopção de antigas variedades regionais, na agricultura portuguesa, constitui mais

² Considera-se agricultura produtivista aquela que visa a maximização imediata do lucro por via da maximização da produção, sem uma perspectiva de longo prazo e, portanto, de conservação dos recursos dos quais depende essa produção.

uma inovação do que a adoção de variedades modernas, para as quais a tecnologia é importada e está mais ou menos estabilizada. Além disso, como referem Hooks *et al.* (1983), muitos dos programas de extensão que presentemente se centram na adoção de tecnologias agrícolas não são concebidos para acelerar a adoção de inovações, nomeadamente práticas, variedades e tecnologias novas, mas antes para encorajar a adoção de práticas, variedades e tecnologias agrícolas que já existem há muitos anos. Assim, o desenvolvimento de um modelo de adoção de tecnologia parece pertinente neste caso.

3.2. Contextualização

A *Bravo de Esmolfe* é uma variedade de macieira oriunda da aldeia de Esmolfe, no concelho de Penalva do Castelo, e resultou, provavelmente, de um cruzamento accidental entre duas variedades mais antigas ou de uma mutação genética de uma macieira brava. O seu perfume e o sabor doce e peculiar, associados a uma boa capacidade de conservação, fizeram dela uma das variedades mais apreciadas na região e ditaram a sua rápida expansão para os concelhos mais próximos. Em meados do séc. XX era uma das variedades mais difundidas e apreciadas na região da Beira Alta mas, com o processo de industrialização dos pomares, foi perdendo importância relativamente a variedades mais produtivas e de mais fácil condução, normalmente importadas. No entanto, em alguns mercados, particularmente no de Lisboa, continuou a ser muito procurada, especialmente por emigrantes oriundos da Beira Alta e seus descendentes, numa óptica de consumo por “saudade”. A oferta diminuta, ligada à melhoria do rendimento da população, à consciencialização da opinião pública relativamente à importância da conservação do património cultural e natural e ao crescente interesse dos consumidores por produtos ligados ao território, resultaram em aumentos significativos do preço destas maçãs que passaram a ser das mais bem pagas do mercado.

Consultando os dados publicados pelo SIMA³, é possível verificar que nos calibres médios, por exemplo, a variedade *Bravo de Esmolfe* é a mais cotada no mercado abastecedor da região de Lisboa (MARL), atingindo quase sempre preços mais do que triplos da variedade mais comum, a *Golden delicious*. Ao nível da produção a situação é idêntica. Consultando os Relatórios de Actividades da Cooperativa Agrícola de Mangualde desde 1998 percebe-se que, para as mesmas categorias, a maçã *Bravo de Esmolfe* foi paga a preços duas a quatro vezes superiores à *Golden delicious*. Por este facto e por questões de natureza ideológica, o interesse de técnicos e agricultores pela variedade *Bravo de Esmolfe*, tal como por outras variedades tradicionais de diversas fruteiras, tem vindo a aumentar.

Embora não existam dados estatísticos anteriores a 1998 sobre a área cultivada com *Bravo de Esmolfe* que permitam sustentar esta afirmação, terá sido a partir do início dos anos noventa que a instalação de pomares contínuos desta variedade começou a ter alguma expressão e se veio a incrementar ao longo dos anos. Segundo estimativas do INE (1998 e 2002), entre 1998 e 2002, a área de pomar desta variedade aumentou cerca de 55% contrariando a tendência geral, uma vez que a área total de macieiras decresceu 16% no mesmo período. Apesar deste aumento, a variedade tem ainda um peso muito reduzido na produção nacional de maçã, pouco ultrapassando os 5% da área de macieiras (INE, 2002). Acresce ainda que uma parte dos pomares se encontra fora da área de produção de excelência desta maçã, a qual é relativamente restrita.

Na verdade, embora possa ser cultivada em diferentes contextos agro-ecológicos, esta variedade evidencia as características organolépticas típicas quando é produzida em regiões com estações do ano bem marcadas e a altitudes situadas entre os 350 e 550 m. A região de produção da maçã *Bravo de Esmolfe* é influenciada, do ponto de vista climático, pela proximidade de montanhas de grande altitude: Serra da Estrela e Caramulo. Por este facto, os Invernos são muito rigorosos, frequentemente com temperaturas negativas, o que se repercute de modo favorável na quebra de dormência

³ O Sistema de Informação de Mercados Agrícolas (SIMA) dispõe de informação sobre o preço de diversos produtos agrícolas em diferentes mercados grossistas do país. Estas cotações podem ser encontradas na página electrónica <http://www.gppaa.min-agricultura.pt/cot/>.

das árvores desta variedade, enquanto os verões são muito quentes, proporcionando um elevado teor de açúcar no fruto. Entre estas serras situam-se zonas planálticas, mais ou menos onduladas, entre as cotas de 300 e 700 metros, que permitem em muitas situações uma boa exposição solar e uma altitude favoráveis à cultura da *Bravo de Esmolfe*. A floração tardia que se observa nesta variedade permite-lhe uma excelente adaptação ao clima da zona onde os riscos de geada tardia são elevados, comprometendo frequentemente a produção de outras variedades. Em zonas de clima mais ameno o fruto perde qualidade, em especial no que diz respeito à rigidez da polpa e ao sabor doce, pelo que a sua produção se torna, se não inviável, pelo menos pouco atractiva (Rocha *et al.*, 2003).

A percepção desta forte ligação entre a variedade e o contexto ecológico e social em que evoluiu levou à criação, em 1994, de uma Denominação de Origem Protegida que abrange uma área de produção que engloba diversos concelhos dos distritos de Viseu e da Guarda⁴. No entanto, o processo de consolidação desta denominação tem sido lento e só na campanha de 2003/2004 se iniciou a comercialização de maçã com certificação de origem, envolvendo apenas 36 produtores e quantidades transaccionadas relativamente pequenas que não ultrapassaram as 440 toneladas (Oliveira, 2006).

Apesar dos preços elevados, mesmo na área de produção da *Bravo de Esmolfe*, a produção desta maçã tem ainda um peso reduzido. Na Cooperativa Agrícola de Mangualde⁵, por exemplo, as maçãs desta variedade correspondem apenas a 10% do total de maçã comercializada. Isto poderá dever-se à percepção que os agricultores têm das características da variedade e da sua influência sobre o rendimento. Subsiste entre eles a ideia de que a entrada em produção da *Bravo de Esmolfe* é mais lenta do que nas

⁴ A área de produção da maçã *Bravo de Esmolfe* abrange os concelhos de Manteigas, Seia, Gouveia, Celorico da Beira, Fornos de Algodres, Guarda, Covilhã, Pinhel, Belmonte, Fundão, Arganil, Tábua, Oliveira do Hospital, Tondela, Santa Comba Dão, Carregal do Sal, Nelas, Mangualde, Penalva do Castelo, Sátão, Aguiar da Beira, Viseu, S. Pedro do Sul, Vila Nova de Paiva, Castro Daire, Trancoso, Sernancelhe, Penedono, Moimenta da Beira, Tarouca, Lamego e Armamar .

⁵ Para além da Cooperativa Agrícola de Mangualde, operam na área de produção da *Bravo de Esmolfe*, a Cooperativa Agrícola de Viseu, a Cooperativa Agrícola de Moimenta da Beira e a Cooperativa Agrícola de Tarouca. Segundo informações obtidas juntos dos técnicos destas organizações, a quase totalidade da produção desta variedade é escoada através delas.

variedades importadas, que exibe uma forte alternância, ou seja, a obtenção de bons níveis de produção ocorre apenas de dois em dois anos, que tem baixa capacidade de conservação e queda acentuada de frutos antes da maturação. Embora existam opções técnicas que permitem minimizar o efeito destas características, concluiu-se da realização dos inquéritos que sustentam este ensaio que a produtividade média da *Bravo de Esmolfe* é efectivamente mais baixa, em cerca de 30%, da que se observa no conjunto das outras variedades cultivadas pelos agricultores inquiridos. No entanto, em resultado do desfasamento dos preços, o Rendimento Médio ultrapassa o dobro. Quanto à capacidade de conservação em frio, ela é realmente mais reduzida do que a da maioria das variedades, pelo que a partir de Março deixa de ser comercializada por falta de qualidade.

3.3. Metodologia

3.3.1. Amostra

Os dados usados neste estudo foram obtidos através da aplicação presencial de uma entrevista directiva a uma amostra de fruticultores da área de produção da maçã *Bravo de Esmolfe* no período de Novembro de 2004 a Fevereiro de 2005. A amostra foi constituída com base nos associados efectivos da Cooperativa Agrícola de Mangualde (CAM) que entregaram maçã na campanha de 2003-2004, que exploravam uma área contínua de pomar superior a 1000 m² e cuja exploração estava sedeada na área de produção da maçã *Bravo de Esmolfe*.

A opção de constituir a amostra com base nos associados da CAM prendeu-se com o facto de a quase totalidade dos produtores de maçã da região comercializar a fruta através de cooperativas, de aquela se localizar no coração da zona de produção da maçã *Bravo de Esmolfe* e de ter uma área social de grande abrangência. Em termos de

representatividade, os associados da CAM exploravam em 2002 cerca de 25% da área total de pomar desta variedade⁶.

Começou-se por estabelecer um contacto prévio com os agricultores, via telefone, para os informar da existência do estudo, do seu âmbito e objectivos e aferir a sua disponibilidade para participar. Neste telefonema foi sempre referido o envolvimento da cooperativa e do seu técnico com o propósito de tranquilizar os inquiridos em relação à finalidade e seriedade do trabalho. Dos 99 fruticultores seleccionados, com base nos critérios atrás descritos, 17 foram eliminados da amostra por não ter sido possível contactá-los e, de entre os contactados, 7 manifestaram indisponibilidade em participar. Restaram, assim, 75 fruticultores, com os quais se estabeleceu novo contacto telefónico para se acordar a data, hora e local de aplicação do inquérito. Da amostra fizeram parte 44 adoptantes e 31 não adoptantes.

3.3.3. Inquérito

O inquérito, apresentado no Anexo I, versou vários aspectos caracterizadores do produtor e do seu agregado familiar, da exploração agrícola, da actividade de produção frutícola, das atitudes do produtor face ao ambiente, da sua relação com a Política Agrícola Comum, das fontes de informação utilizadas e da percepção dos produtores face à variedade *Bravo de Esmolfe*. Com o grupo de questões ligadas ao produtor e agregado doméstico pretendeu-se recolher informação relativa ao sexo, idade, número de anos de experiência na actividade agrícola e nível de escolaridade do produtor e de cada um dos elementos que constituíam a sua família. O tempo de actividade dedicado à exploração pelo produtor e por cada membro do agregado doméstico, as funções exercidas por cada um na exploração, assim como as ocupações exteriores à exploração e as origens dos rendimentos da família, foram também identificados.

Na caracterização da exploração agrícola incluíram-se, para além da sua localização, questões relacionadas com aspectos estruturais, tais como a forma de

⁶ Segundo Soeiro (2002) a área total de *Bravo de Esmolfe* existente na área de produção correspondente à denominação de origem, rondava os 140 ha, sendo que na data dessa publicação os associados da cooperativa exploravam 34,3 ha.

exploração, a quantidade de mão-de-obra utilizada, a área total, as actividades praticadas e a dimensão de cada uma delas. Foram ainda introduzidas neste ponto questões relacionadas com as quantidades produzidas, preços de venda e custos variáveis de cada uma das actividades. As questões relativas à actividade de produção de maçãs foram desagregadas por variedade.

Quanto à caracterização da actividade de produção frutícola começou-se pelas datas de plantação do primeiro pomar de macieiras e de instalação da variedade *Bravo de Esmolfe*, tendo-se ainda incluído uma questão sobre as razões que levaram os agricultores a optar ou não por essa variedade. Para além disso, o inquérito focou também questões relacionadas com as tecnologias praticadas, particularmente no que se refere à rega, mecanização, fertilização, combate a infestantes e fitossanidade.

Com o conjunto de perguntas inseridas no grupo das atitudes face ao ambiente, pretendeu-se saber se os inquiridos pertenciam a alguma organização ambiental, se utilizavam práticas agrícolas de conservação do ambiente e qual a sua opinião sobre a relação entre a agricultura e o ambiente. Quanto a este último aspecto procurou-se, em concreto, saber se os inquiridos seguiam mais de perto aquilo a que Beus e Dunlap (1990 e 1991) chamam o paradigma da agricultura sustentável ou o paradigma da agricultura convencional. Para isso foi construída uma tabela com quinze afirmações, adaptada de Beus e Dunlap (1991) e Comer *et al.* (1999), pedindo-se aos inquiridos que exprimissem, numa escala de 1 a 5, o seu grau de concordância com cada uma delas.

As questões sobre Política Agrícola Comum incidiram na utilização de fundos comunitários, no financiamento de investimentos na exploração e no tipo e volume de ajudas directas recebidas. Em relação às fontes de informação, aquilo que se pretendeu saber foi quais as vias utilizadas pelos agricultores para obterem a informação necessária à sua actividade. Finalmente, a percepção dos produtores face à variedade *Bravo de Esmolfe* foi incorporada no inquérito através de uma tabela contendo um conjunto de doze frases que atribuíam a esta variedade vantagens ou inconvenientes face a outras variedades, pedindo-se aos inquiridos que manifestassem o seu grau de concordância com elas numa escala de 1 a 5. As frases foram construídas com base em opiniões emitidas por alguns agricultores e técnicos, recolhidas numa fase anterior à elaboração do inquérito.

A informação foi obtida retrospectivamente, na medida em que os inquiridos foram questionados sobre a data em que se instalaram como fruticultores e a data em que plantaram pela primeira vez macieiras *Bravo de Esmolfe*, em lugar de se ter feito um acompanhamento contínuo desde a instalação até à adopção. De um modo geral, os dados recolhidos dizem respeito ao momento em que o inquérito foi realizado, assumindo-se que os valores registados se mantêm constantes ao longo tempo. Enquanto para os recursos naturais este pressuposto é válido, o mesmo pode não acontecer com as características das explorações, dos agricultores e das suas famílias, bem como em relação às percepções destes face ao ambiente que os envolve.

A utilização de informação retrospectiva em modelos como os que se irão utilizar neste trabalho (modelos de duração) pode levantar alguns problemas. Como referem Fuglie e Kascak (2001), confiar na memória do inquirido para identificar a data de adopção, especialmente em acontecimentos que já ocorreram há vários anos, origina a possibilidade de erro de medição. Segundo os autores, quando a adopção já ocorreu há mais de 10 ou 15 anos, as respostas tendem a ser agrupadas em intervalos de 5 anos (ex. 1970, 1975, 1980), o que em muitos casos é uma aproximação. Um outro problema resulta do possível enviesamento da amostra porque as decisões de adopção dos agricultores que abandonaram a actividade antes do inquérito não são consideradas. Uma vez que não se observa o comportamento de adopção tecnológica destes agricultores, não é possível examinar directamente a relação entre adopção tecnológica e a probabilidade de a empresa sobreviver. Se as explorações mais lentas a adoptar a nova tecnologia tiverem menor probabilidade de sobreviverem, então as estimativas do modelo podem ser enviesadas.

Embora com a consciência de alguma falta de rigor que possa resultar, uma observação directa das ocorrências implicaria um estudo demasiado longo para ser realizado neste âmbito. Por outro lado, este procedimento tem a vantagem de eliminar alguns problemas relativos à existência de dados censurados, em particular quando essa censura acontece à esquerda (Kiefer, 1988).

3.3.4. Análise de duração

Na investigação empírica dos factores que condicionam a adopção de novas tecnologias em geral e de novas tecnologias agrícolas em particular, o que tem sido feito com mais frequência é utilizar modelos do tipo probit (Klotz *et al.*, 1995; Negatu, 1999; Faria *et al.*, 2002 e Foltz e Chang, 2002) ou logit (Caffey e Kazmierczack, 1994; Dimara e Skuras, 1998; Bartoloni e Baussola, 2001 e Somda *et al.*, 2002) nos quais se faz a regressão entre a probabilidade de adopção e um conjunto de variáveis de decisão que se prevejam relevantes.

No presente estudo optou-se por usar como metodologia estatística a análise de duração. Esta metodologia é vantajosa na medida em que, preocupando-se essencialmente com o tempo que decorre até que um determinado evento tenha lugar, permite também, a cada momento, determinar a sua taxa de ocorrência. Além disso, quando no modelo se integram variáveis explicativas, é também possível identificar o sinal e a magnitude dos efeitos de diversos factores na extensão desse tempo. A análise de duração permite, por isso, o estudo simultâneo da adopção e da difusão tecnológicas. Outra das vantagens da análise de duração é que lida ao mesmo tempo com dados seccionais e temporais, o que pode ser muito relevante quando as características da empresa, o preço das novas tecnologias, o preço dos produtos, as características ambientais e outras potenciais determinantes da decisão de adopção sofrem variações não só entre agentes económicos mas também ao longo do tempo.

A análise de duração, também designada análise de sobrevivência, tem como preocupação central analisar a duração do período que decorre desde que um sujeito incorre no risco de ser alvo de um determinado evento até que este efectivamente se produz. Um evento é tipicamente definido como a transição de um estado para outro estado. O método tem uma longa história na biometria e na estatística médica e tem sido usado para estudar uma grande variedade de eventos, tais como, em medicina, a duração do período entre uma intervenção cirúrgica e a morte ou, em gestão da produção industrial, o tempo que demora uma peça a falhar. O estudo de Lancaster (1972) sobre desemprego é habitualmente citado como a primeira aplicação desta técnica nas ciências sociais. Aliás, grande parte das aplicações económicas tem sido feita na área da economia do trabalho, em particular na análise da sequência de períodos de emprego e

desemprego (Kiefer, 1988: 677). Revisões recentes sobre a Análise de Duração podem ser encontradas em Hougaard (2000) e Therneau e Grambsch (2000) e a sua aplicação à economia é desenvolvida, entre outros, por Kiefer (1988) e, de forma mais aprofundada, por Lancaster (1990). São exemplos de aplicações à adopção tecnológica Hannan e McDowell (1987), Levin *et al.* (1987) e Karshenas e Stoneman (1993). Quanto a aplicações à adopção tecnológica no domínio agrícola podem referir-se Fuglie e Kascak (2001) e Burton *et al.* (2003).

A necessidade de utilizar uma metodologia estatística especial para analisar dados de duração resulta do facto de estarmos a observar algo dinâmico ao longo do tempo. O que se observa são tempos e o tempo não é medido da mesma forma que as outras variáveis, as quais são avaliadas quase instantaneamente e independentemente do valor observado. Neste tipo de dados, valores mais elevados requerem observações mais longas do que valores mais pequenos. O tempo é observado sequencialmente e isto tem pelo menos duas implicações. Uma é que os dados só são parcialmente observados, já que apenas se conhece o momento da transição depois de esta ter ocorrido e outro é que a transição pode ocorrer só depois de terminadas as observações. Neste sentido, é necessário usar metodologias estatísticas que, entre outras características, consigam lidar com dados censurados e que trabalhem com probabilidades condicionadas e não com probabilidades simples.

A teoria das probabilidades tem um papel preponderante na análise de duração. Para além da preocupação com a duração de um período, a análise pode centrar-se na probabilidade do seu termo, ou seja, na probabilidade de passagem a um novo estado. O conceito fundamental neste método estatístico é a probabilidade de um acontecimento ter lugar num dado momento, condicionada pelo facto de não ter sucedido até então. Num estudo de adopção de tecnologia, a questão pertinente pode ser colocada da seguinte forma: qual a probabilidade de uma firma adoptar uma certa tecnologia imediatamente após o momento t , dado que ainda não a adoptou até esse momento (Burton *et al.*, 2003).

Formalizando um pouco mais, seja $f(t)$ a função densidade de probabilidade de uma variável aleatória contínua T , em que t , uma realização de T , é a duração de um período. A função de distribuição correspondente é dada pela expressão

$$F(t) = \int_0^t f(s) ds = \Pr(T < t) \quad (3.1)$$

a qual permite determinar a probabilidade de a variável aleatória T se situar abaixo de um dado valor t . Para um dado indivíduo, $F(t)$ dá a probabilidade desse indivíduo ter adoptado a inovação até ao momento t mas, se considerarmos uma população de indivíduos, todos eles presentes à data da introdução da inovação, também representa a difusão esperada da inovação nessa população, ou seja, a parte da população que adoptou a inovação (Burton *et al.*, 2003).

Para além das funções de densidade e de distribuição, existem outras formas de especificar a distribuição de T , duas das quais, as funções de sobrevivência ($S(t)$) e de risco ($h(t)$), têm grande utilidade na análise de duração. A primeira, define-se como

$$S(t) = 1 - F(t) = \Pr(T \geq t) \quad (3.2)$$

e corresponde à probabilidade de um período ter pelo menos a duração t , ou seja, a probabilidade de que a variável aleatória T iguale ou exceda t . Esta função tem o valor 1 em $t=0$, decrescendo para zero à medida que t tende para infinito.

A função de risco parte da probabilidade de um estado ocupado até ao momento t ser abandonado num curto intervalo de duração dt após t , ou seja:

$$\Pr(t \leq T < t + dt | T \geq t)$$

Dividindo a probabilidade assim obtida por dt obtém-se a probabilidade média de abandono do estado por unidade de tempo no intervalo dt . Considerando intervalos sucessivamente mais pequenos, chega-se à expressão da função de risco:

$$h(t) = \lim_{dt \rightarrow 0} \frac{\Pr(t \leq T < t + dt | T \geq t)}{dt} \quad (3.3)$$

Esta função corresponde à taxa instantânea de abandono de um estado em $T=t$, condicionada pela sobrevivência até ao momento t . Pode variar desde zero, quando o risco no instante t é inexistente, até infinito, quando existe a certeza de que o evento irá ocorrer nesse instante.

Pela lei da probabilidade condicionada, pode escrever-se

$$\Pr(t \leq T < t + dt | T \geq t) = \frac{\Pr(t \leq T < t + dt, T \geq t)}{P(T \geq t)} = \frac{\Pr(t \leq T < t + dt)}{P(T \geq t)},$$

o que, assumindo-se

que $\Pr(T \geq t) > 0$, é equivalente a $\frac{F(t+dt) - F(t)}{1 - F(t)}$. Dividindo por dt e deixando dt

tender para zero, obtemos:

$$h(t) = \lim_{dt \rightarrow 0} \frac{F(t+dt) - F(t)}{dt} \cdot \frac{1}{1 - F(t)} = F'(t) \cdot \frac{1}{1 - F(t)} = \frac{f(t)}{1 - F(t)} \quad (3.4)$$

De forma equivalente pode escrever-se

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)} \quad (3.5)$$

Conhecendo-se uma das quatro funções atrás descritas ($f(t)$, $F(t)$, $S(t)$ ou $h(t)$) é possível deduzir todas as outras. Em particular, a partir da função de risco, podem determinar-se as funções de sobrevivência, de probabilidade acumulada e de densidade de probabilidade. Esta dedução é mais simples se se introduzir uma outra função, a função de risco acumulado ($H(t)$), dada por:

$$H(t) = \int_0^t h(u) du . \quad (3.6)$$

Daqui resulta que

$$H(t) = \int_0^t \frac{f(u)}{S(u)} du = - \int_0^t \frac{1}{S(u)} \left\{ \frac{d}{du} S(u) \right\} du = - \ln\{S(t)\}. \quad (3.7)$$

A função de risco acumulado mede a totalidade do risco acumulado até ao instante t e a sua relação com as restantes funções é dada pelas expressões seguintes:

$$S(t) = \exp\{-H(t)\} \quad (3.8)$$

$$f(t) = h(t) \exp\{-H(t)\} \quad (3.9)$$

$$F(t) = 1 - \exp\{-H(t)\} \quad (3.10)$$

As funções de densidade, de distribuição, de risco e de sobrevivência são, portanto, formas equivalentes de exprimir a distribuição de T . Normalmente, em

trabalhos de economia, os modelos relacionados com processos de alteração de um estado são construídos com base na função risco, deduzindo-se posteriormente as suas implicações em F (Lancaster, 1990). Como afirmam Cleves *et al.* (2004) as funções de risco dão uma interpretação mais natural do processo que gera as alterações e os modelos que usam a análise de sobrevivência são mais compreensíveis quando se observa o efeito das co-variáveis no risco.

3.3.5 Modelo empírico

Descrever uma duração com precisão exige a definição de uma origem e uma escala temporais e a caracterização do evento que lhe põe termo. A escala temporal aqui adoptada é anual, uma vez que a plantação de um pomar está sujeita à verificação de certas condições meteorológicas que ocorrem apenas durante alguns meses do ano, findos os quais é necessário esperar pelo ano seguinte para voltar a plantar. Usando as palavras de Burton *et al.* (2003), num estudo de adopção de tecnologia, a data de início ou de entrada pode ser definida como o momento em que a primeira adopção da inovação teve lugar ou, se a empresa foi criada depois disso, a data da sua criação. Neste caso, por se tratar não da adopção de uma tecnologia nova, mas antes da recuperação de uma prática centenária, não faz muito sentido fazer coincidir a data da entrada com a da primeira adopção. Assim, optou-se por considerar como origem da duração o ano em que o fruticultor instalou o seu primeiro pomar de macieiras porque esta data corresponde ao momento em que, pela primeira vez, teve de tomar a decisão de quais as variedades a instalar. A data de saída, ou fim da duração, corresponde ao ano em que o fruticultor adoptou a inovação. Uma vez que em algumas explorações existiam árvores dispersas da variedade *Bravo de Esmolfe*, frequentemente herdadas de antepassados e que não resultaram de qualquer decisão dos actuais agricultores, ou instaladas pelo próprio agricultor numa óptica experimental, optou-se por considerar que a adopção da inovação correspondia à plantação de um pomar contínuo de *Bravo de Esmolfe* com uma área mínima de 1000 m².

O modelo aqui desenvolvido foi especificado com base no pressuposto de riscos proporcionais. Este tipo de modelos é o que tem sido aplicado mais profusamente em análises de duração, quando se pretende avaliar o efeito de variáveis explicativas nessas durações. Para além da simplicidade, quer na estimação, quer na interpretação dos

coeficientes, apresenta como principal vantagem a possibilidade de ser estimado sem se assumir qualquer forma funcional para a função de risco, o que dificilmente se consegue quando se usam modelos de outro tipo como, por exemplo, modelos de tempo de falha acelerado (*accelerated failure time models*) (Hougaard, 2000).

Se considerarmos que a taxa de risco não depende apenas de t mas também de um vector X de covariáveis, que assume o valor x_i para o indivíduo i , a função de risco para esse indivíduo poderá ser representada por:

$$h_i(t, x) = h_0(t) \exp(x_i \beta_x) \quad (3.11)$$

em que, neste caso, $h_i(t, x)$ corresponde à probabilidade condicionada de um fruticultor adoptar a variedade *Bravo de Esmolfe* em cada instante t (dado que ainda não a adoptou até esse momento). O termo $h_0(t)$ é igual para todos os indivíduos e corresponde ao risco “primário” (*baseline hazard*), ou seja ao risco que enfrentaria cada um deles se o efeito de todas as covariáveis fosse removido. Para cada indivíduo, em cada instante t a taxa de risco é proporcional ao valor de h_0 nesse instante e, se não existirem covariáveis dependentes do tempo, as funções de risco de todos os indivíduos são paralelas entre si e paralelas a $h_0(t)$. Os coeficientes de regressão β_x mostram a alteração que ocorre na função de risco, numa escala logarítmica, quando a variável explicativa respectiva varia numa unidade, mantendo-se constantes todas as outras. A forma exponencial foi escolhida para assegurar que as estimativas das taxas de transição do estado de não adoptante para o estado de adoptante não sejam negativas.

Neste modelo, o tempo até à adopção é a variável dependente, ou, no caso em que aquela não se verificou, será o tempo que decorreu desde que o fruticultor fez a sua primeira plantação até à data de recolha da informação. Neste último caso, diz-se que os dados são censurados à direita, na medida em que apenas se sabe quando começou a duração mas desconhece-se a data do seu termo.

Quanto às variáveis explicativas, as teorias da adopção de inovações na agricultura, sintetizadas, por exemplo, por Feder *et al.* (1985) e Khanna *et al.* (1999), sugerem que factores tais como a dimensão da exploração, a qualidade do solo, a disponibilidade e o custo de aquisição de informação e as restrições financeiras, assim como as características do agricultor, de entre as quais se salientam o nível de capital

humano existente e as capacidades técnicas, condicionam os benefícios que cada agricultor consegue retirar de uma nova tecnologia e, portanto, a taxa e o ritmo da sua adopção. Assim, é de esperar que os primeiros aderentes vivam mais perto dos mercados e dos centros administrativos e tenham mais fácil acesso aos meios financeiros necessários para utilizar as novas tecnologias. O capital social, definido como o grau de conectividade social do agricultor, tem vindo a ser reconhecido como um factor crítico na tomada de decisão (Mathijs, 2003). Os adoptantes são mais receptivos ao aconselhamento técnico e participam com maior frequência em reuniões de agricultores e acções de formação e são também mais abertos a contactos não profissionais. A incerteza relativa aos custos e benefícios futuros de uma nova tecnologia, em resultado da imperfeita previsão acerca do ambiente económico e das expectativas da evolução tecnológica, podem também explicar porque é que uma tecnologia não é imediatamente adoptada por todos os seus potenciais utilizadores.

A dimensão da exploração é uma das variáveis que aparece com mais frequência em estudos teóricos e empíricos sobre a inovação, apontando muitos deles para uma associação positiva entre a dimensão da exploração e a probabilidade e rapidez da adopção (Heffernan e Green, 1986; Klotz *et al.*, 1995). Isto é geralmente atribuído à presença de rendimentos crescentes à escala. No entanto, como afirmam Khanna *et al.* (1999), quando se trata de tecnologias neutras à escala, as vantagens comparativas das grandes explorações na adopção tecnológica podem ser limitadas. No presente trabalho, os efeitos da dimensão foram analisados através da introdução da área agrícola (*aagr*) como variável explicativa.

Quanto à disponibilidade de capital, frequentemente citada como outro factor de diferenciação nas taxas de adopção, não é de esperar que seja relevante neste caso, uma vez que os custos de instalação da variedade *Bravo de Esmolfe* não são diferentes dos que ocorrem para a generalidade das variedades. Também não será de esperar que a qualidade do solo e outras características de natureza ecológica sejam determinantes na adopção da variedade *Bravo de Esmolfe* uma vez que, em relação às condições gerais necessárias ao sucesso desta variedade, estas já estão garantidas pela definição de uma área de produção e, quanto às necessidades particulares desta variedade em relação ao solo, estas podem ser garantidas com fertilização específica.

Alguns estudos empíricos referem a forma de exploração como um factor a ter em conta, uma vez que consideram que os agricultores terão tendência a investir mais em terra própria do que em terra arrendada (Nowak, 1987). A importância da conta própria foi aqui avaliada através da relação entre a área explorada desta forma e a área total da exploração (*cpropat*).

Relativamente ao capital social, considera-se que a exposição a informação sobre a inovação reduz a incerteza subjectiva dos potenciais adoptantes, sendo de esperar que contactos mais frequentes com agentes de extensão rural e técnicos especializados, bem como a existência de outras relações institucionais, aumentem a taxa de adopção. A importância da recolha de informação no processo de adopção foi enfatizada por alguns analistas, incluindo Rogers (1962), Kislev e Shchori-Bachrach (1973), Stoneman (1981), Feder e O'Mara (1981) e Feder e Slade (1984). O problema é medir a extensão da exposição do agricultor à informação. Uma variável *proxy* usualmente utilizada é o número de vezes que o agricultor foi visitado por agentes de extensão ou o número de demonstrações organizadas pelos serviços de extensão, ou outros organismos, a que assistiu. Alguns estudos usam ambas as variáveis porque elas representam diferentes formas de exposição à informação. Outros estudos consideram a exposição aos mass media, literacia, nível de educação e tempo dispendido fora da aldeia como *proxies* apropriadas (Feder *et al.*, 1985). Neste trabalho, optou-se por incorporar uma variável relacionada com os contactos profissionais do agricultor e outra mais virada para as relações com outro tipo de actores. A variável *inform*, que traduz o número de fontes de informação relevantes para a actividade agrícola a que os agricultores recorrem habitualmente, pretende ser uma medida desse nível de informação. A variável *res*, pretende medir se o facto de os agricultores residirem fora da área da sua exploração afecta de algum modo a sua apetência para a utilização de variedades tradicionais. Trata-se de uma variável qualitativa que toma o valor zero quando a exploração e a residência do produtor se situam no mesmo distrito e o valor um, no caso contrário.

O capital humano é habitualmente medido pela idade, pelo número de anos de experiência na actividade e o pelo nível de escolaridade. Estes três factores foram considerados no modelo, através da inclusão das variáveis *idade*, *exp* e *escol*,

respectivamente. A idade está relacionada com a receptividade do agricultor à mudança, argumentando-se que os agricultores mais jovens adoptam com maior probabilidade (Gasson, 1988, Shucksmith e Smith, 1991, Dimara e Skuras, 1998). No caso da adopção de uma variedade autóctone, o efeito da idade pode eventualmente não ser o mesmo, uma vez que os agricultores de mais idade podem estar mais familiarizados com a variedade e conseqüentemente ter uma receptividade diferente dos agricultores mais jovens à sua adopção. O efeito da experiência, embora não seja tão claro, vai no sentido de desincentivar a adopção, uma vez que, como referem Khanna *et al.* (1999), à medida que a idade e a experiência aumentam, o horizonte temporal para usufruir dos benefícios da inovação diminui e o conhecimento das práticas instaladas é maior. Por outro lado, a taxa de desconto de benefícios futuros da adopção pode também variar com a idade e, dessa forma, afectar o valor presente de benefícios e custos futuros esperados.

Em relação ao nível educacional, é de esperar que agricultores mais escolarizados tenham maior capacidade para adoptarem tecnologias mais complexas. Muitos resultados sugerem que os agricultores com um nível de educação mais elevado adoptam mais cedo as novas tecnologias e as aplicam mais eficientemente ao longo do processo de adopção pelo que será de esperar que o efeito da educação na taxa de adopção seja positivo (Rahm e Huffman, 1984; Feder *et al.*, 1985; Khanna *et al.*, 1999; Brush *et al.*, 1992 e Klotz *et al.*, 1995).

A diversificação cultural aparece também em alguns trabalhos (Dimara e Skuras, 1998) como um factor condicionante da adopção, na medida em que representa uma estratégia de redução do risco. A variável *macaagr*, que representa a percentagem de área de macieira na área agrícola, pode ser considerada uma medida dessa especialização e será tratada como uma *proxy* da aversão ao risco. A atitude dos potenciais adoptantes face ao risco pode condicionar fortemente a adopção, em particular se a sua percepção face à inovação é a de que ela acarreta riscos acrescidos face às alternativas. Neste caso, a maioria dos agricultores inquiridos associa à *Bravo de*

Esmolfe uma maior variabilidade na produção⁷, pelo que é de esperar que os que têm maior aversão ao risco, ou seja os menos especializados, adoptem em menor extensão e mais tardiamente esta variedade.

A existência de oportunidades de rendimento exteriores à exploração é também apontada como um factor condicionante da adopção, cujo efeito não é claro. Pode, por um lado, promover a adopção porque permite, por exemplo, ultrapassar restrições financeiras e de insegurança no rendimento e melhorar o acesso à informação, ou, por outro lado, impedi-la, desencorajando o investimento de tempo e energia necessária à implementação de novas tecnologias por fazer aumentar o custo de oportunidade do tempo dedicado à exploração e à gestão dessas novas tecnologias (Bellon e Taylor, 1993 e Brush *et al.*, 1992). A existência de outras fontes de rendimento foi incorporada no modelo através da percentagem de rendimento da família que provem da exploração. Trata-se de uma variável qualitativa dividida por três categorias (100%, 50% a 100% e menor do que 50%). À primeira categoria não corresponde qualquer variável e, portanto, os valores dos coeficientes que se vierem a obter para as outras categorias correspondem a comparações com a situação em que todo o rendimento do agregado doméstico provém da exploração. A variável *rend1* assume o valor 1 quando as receitas da exploração contribuem entre 50% e 100% para o rendimento da família e o valor 0 nos restantes casos. A variável *rend2* assume o valor 1 quando as receitas da exploração representam menos de 50% do rendimento da família e 0 nos restantes casos.

A disponibilidade de mão-de-obra é outra variável que é frequentemente mencionada como afectando as decisões sobre a adopção de novas práticas agrícolas, uma vez que algumas tecnologias são menos exigentes do que outras em trabalho. Além disso, as novas tecnologias podem aumentar a procura sazonal de trabalho, de modo que a adopção se torna menos atractiva para os agricultores com limitada mão-de-obra familiar ou com menor acesso aos mercados de trabalho (Feder *et al.*, 1985). No caso em estudo, não existem diferenças significativas entre as necessidades de trabalho da

⁷ Numa escala de 1 (discordo completamente) a 5 (concordo plenamente) e em relação à afirmação “a variedade *Bravo de Esmolfe* apresenta grande alternância” (anos de grande produção alternam com anos de baixa produção), foi obtido um valor médio de 4,2 nos inquéritos realizados.

variedade *Bravo de Esmolfe* e das restantes variedades, pelo que não será de esperar que a disponibilidade de mão-de-obra condicione a adopção daquela variedade.

Burton *et al.* (2003) referem ainda que outros aspectos, tais como as atitudes em relação ao ambiente, podem ser importantes em situações onde a inovação está relacionada com a conservação de bens ambientais. Neste estudo, será de esperar que os primeiros adoptantes de variedades regionais sejam agricultores com maior sensibilidade para a conservação do ambiente e dos recursos naturais, ou seja que utilizem práticas conservativas, orientadas sobretudo para a produtividade no longo prazo, e que tenham uma atitude mais próxima do paradigma da agricultura sustentável do que do paradigma da agricultura convencional.

Neste sentido, foi construída uma variável a que se chamou *cons*, que visa aferir se as práticas agrícolas habitualmente usadas pelos agricultores inquiridos são práticas conservativas ou práticas orientadas sobretudo para a produtividade no curto prazo. Consideraram-se práticas conservativas a aplicação de matéria orgânica no solo, a não mobilização do solo na entrelinha⁸ e a aplicação de um número de tratamentos fitofarmacêuticos abaixo da média da totalidade dos agricultores inquiridos. A variável pode tomar o valor um, quando estas três práticas se verificam ou o valor zero quando alguma de entre elas não é usada.

As diferenças de atitude dos agricultores face aos paradigmas de agricultura foram medidas através da construção de um índice (*sust*), baseado na valorização das afirmações da tabela construída para esse efeito. Este índice varia entre 0 e 1, significando os valores limite, total consonância com o paradigma da agricultura convencional e com o paradigma da agricultura sustentável, respectivamente.

⁸ A mobilização do solo através de uma lavoura ou gradagem no espaço situado entre as linhas onde estão plantadas as macieiras era prática habitual até há poucos anos como forma de combater a vegetação espontânea que concorre com as árvores na utilização da água e nutrientes. Actualmente, advogam-se práticas de mobilização mínima como forma de manter a estrutura do solo e de o proteger contra a erosão. A destruição da vegetação espontânea é feita apenas nas linhas onde estão instaladas as árvores e na entrelinha é controlada através de cortes periódicos.

Dentro desta linha, a percepção dos agricultores em relação às diferentes variedades pode também condicionar as suas escolhas, tal como mostram Bellon (1996), Brush e Meng (1998) e Negatu e Parikh (1999). Tal como anteriormente, a percepção dos agricultores em relação à variedade *Bravo de Esmolfe* é aferida pela construção de um índice (*varied*), que varia também entre 0 e 1. O valor 0 indica que a variedade *Bravo de Esmolfe* foi avaliada, face às restantes variedades, da forma mais negativa possível e o valor 1 corresponde à melhor avaliação possível.

Finalmente, tendo em conta que a origem do estudo corresponde, para cada sujeito, à data da sua primeira plantação de macieira, esta origem é muito variável, podendo observar-se instalações desde 1960 até 2004. Durante este período houve uma série de importantes alterações técnicas, sociais, económicas e políticas que podem ter condicionado a decisão dos fruticultores em relação à adopção da variedade *Bravo de Esmolfe*. Para contemplar este efeito inclui-se uma variável no modelo relacionada com a data de instalação (*tinstant*). A justificação reside no facto de ser expectável que o contexto em que os agricultores operam tenha sido mais favorável à adopção nuns anos do que noutros. Tendo em conta que durante o período em análise se deram mudanças profundas na política agrícola, que os gostos e preferências dos consumidores se alteraram e que os preços relativos das maçãs das diversas variedades também sofreram oscilações, é provável que os agricultores que se instalaram mais recentemente tenham tido mais incentivos para adoptar variedades tradicionais do que aqueles que se instalaram há 20 ou 30 anos, quando essas variedades eram desvalorizadas no mercado e a conservação da biodiversidade não constava da agenda técnica e política.

Na Tabela 1 apresenta-se, em síntese, a descrição sumária das variáveis consideradas e na Tabela 2 as respectivas estatísticas descritivas para o conjunto da amostra e para os grupos de adoptantes e não adoptantes.

Tabela 1 – Definição das variáveis

Variável	Descrição
Características das explorações	
aagr	Área agrícola, medida em hectares.
cpropat	Percentagem da área total da exploração explorada por conta própria.
macaagr	Percentagem da área agrícola ocupada com macieira.
res	Residência. Toma o valor 0 quando a residência do produtor e a exploração se situam no mesmo distrito e 1 no caso contrário.
Características dos adoptantes	
idade	Idade do agricultor à data de instalação, em anos.
exp	Experiência na actividade agrícola à data da instalação, em anos.
escol	Anos de escolaridade.
rend1	Origem dos rendimentos. Toma o valor 1 quando as receitas da exploração contribuem com menos de 100% e pelo menos 50% para a formação do rendimento familiar e o valor 0 no caso contrário.
rend2	Origem dos rendimentos. Toma o valor 1 quando as receitas da exploração contribuem com menos de 50% para a formação do rendimento familiar e o valor 0 no caso contrário.
inform	Número de fontes de informação sobre a actividade agrícola a que o agricultor recorre.
Características das tecnologias	
cons	Utilização de práticas conservativas. Toma o valor 1 quando os agricultores usam as três práticas consideradas e o valor 0 quando pelo menos uma delas não é utilizada.
varied	Índice de percepção dos agricultores em relação à variedade <i>Bravo de Esmolfe</i> . Varia entre 0 e 1.
Outras	
sust	Índice das atitudes dos agricultores face ao ambiente. Varia entre 0 e 1.
tinst	Tempo, em anos, decorrido desde a instalação até à data do inquérito.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas

Variáveis	Total					Adoptantes					Não adoptantes				
	Obs.	Média	Desvio Padrão	Min.	Max.	Obs.	Média	Desvio Padrão	Min.	Max.	Obs.	Média	Desvio Padrão	Min.	Max.
aagr	75	10,3	19,2	0,8	155	44	14,1	24,3	1,3	155	31	4,9	3,6	0,8	15
cpropat	75	88,90	27,67	0	100	44	83,86	32,03	0	100	31	96,05	18,10	0	100
inform	75	2,5	1,5	1	10	44	2,8	1,8	1	10	31	2,0	0,7	1	4
res *	75	0,08	-	0	1	44	0,14	-	0	1	31	0	-	0	0
idade	75	42,9	11,7	19	67	44	40,8	11,5	19	65	31	45,8	11,4	28	67
exp	75	12,73	12,31	0	48	44	12,5	12,04	0	44	31	13,06	12,87	0	48
escol	75	7,7	4,8	0	18	44	8,6	4,8	4	18	31	6,3	4,6	0	17
macaagr	75	50,18	34,06	1,96	100	44	56,11	36,52	1,96	100	31	41,77	28,71	13,63	100
rend1*	75	0,24	-	0	1	44	0,23	-	0	1	31	0,25	-	0	1
rend2*	75	0,61	-	0	1	44	0,57	-	0	1	31	0,68	-	0	1
cons*	69	0,26	-	0	1	40	0,4	-	0	1	29	0,07	-	0	1
sust	74	0,73	0,09	0,53	0,9	43	0,73	0,09	0,53	0,9	31	0,73	0,09	0,58	0,9
varied	70	0,55	0,10	0,31	0,77	39	0,56	0,10	0,31	0,77	31	0,54	0,11	0,31	0,75
tinst	75	17,78	9,92	11	45	44	18,57	9,77	1	45	31	16,64	7,57	7	35

* Nestas variáveis a média corresponde à frequência relativa da amostra

3.4. Estimação e resultados

3.4.1. Métodos de estimação

A estimação da função de risco pode ser feita, directa ou indirectamente, através de diversos métodos, paramétricos, não paramétricos e semi-paramétricos. Os métodos não paramétricos são os mais simples porque não pressupõem qualquer distribuição das durações nem incorporam o efeito de variáveis explicativas. Consistem basicamente em análises gráficas, as quais são frequentemente utilizadas para se obterem informações preliminares sobre a forma funcional das distribuições. Métodos mais sofisticados, dentro deste grupo, podem ser usados para estimar a função de risco ou a função de sobrevivência. Uma das estimativas mais comuns da função de risco cumulativa é a estimativa de Nelson-Aalen, enquanto a função de sobrevivência pode ser estimada através dos métodos de Kaplan-Meier ou de Breslow (Therneau e Grambsch, 2000:7).

No caso dos métodos semi-paramétricos, a função $h_0(t)$ não é especificada mas é possível, mesmo assim, determinar o efeito de co-variáveis sobre a função de risco. Estes métodos são muito interessantes quando não é possível estabelecer pressupostos seguros em relação à forma funcional da função de risco. Têm como desvantagem uma menor eficiência, já que o conhecimento da forma funcional da função de risco permite uma estimativa mais eficiente dos coeficientes. Pela sua facilidade de interpretação e elegância, o modelo de Cox tem sido o procedimento mais comum para estabelecer a relação entre a função de risco e variáveis explicativas quando não é possível assumir uma forma funcional para aquela função.

A utilização de métodos paramétricos pressupõe a especificação de uma forma funcional para a função de risco “primário” ($h_0(t)$). A escolha pode recair sobre qualquer função positiva mas as mais utilizadas em trabalhos de economia têm sido as distribuições exponencial e de Weibull, cujas formas funcionais se apresentam na Tabela 3.

Tabela 3 – Formas funcionais dos modelos exponencial e de Weibull

	Exponencial	Weibull
Função de distribuição (F(t))	$1 - e^{-\lambda t}$	$1 - e^{-\lambda t^p}$
Função de sobrevivência (S(t))	$e^{-\lambda t}$	$e^{-\lambda t^p}$
Função de risco (h(t))	λ	$\lambda p t^{p-1}$

3.4.2. Análise não paramétrica

Antes de se avançar na estimação do modelo propriamente dito é usual fazer-se uma análise não paramétrica, recorrendo a gráficos de estimação das funções que caracterizam a duração. Quando os dados contêm informações censuradas a estimativa de Kaplan-Meier para a função sobrevivência, a qual determina a probabilidade de sobrevivência após o momento t , é frequentemente utilizada (Figura 1). Para uma amostra com tempos de adoção t_1, \dots, t_k , em que k é o número de datas distintas de adoção, a estimativa de $S(t)$ em cada momento t é dada por

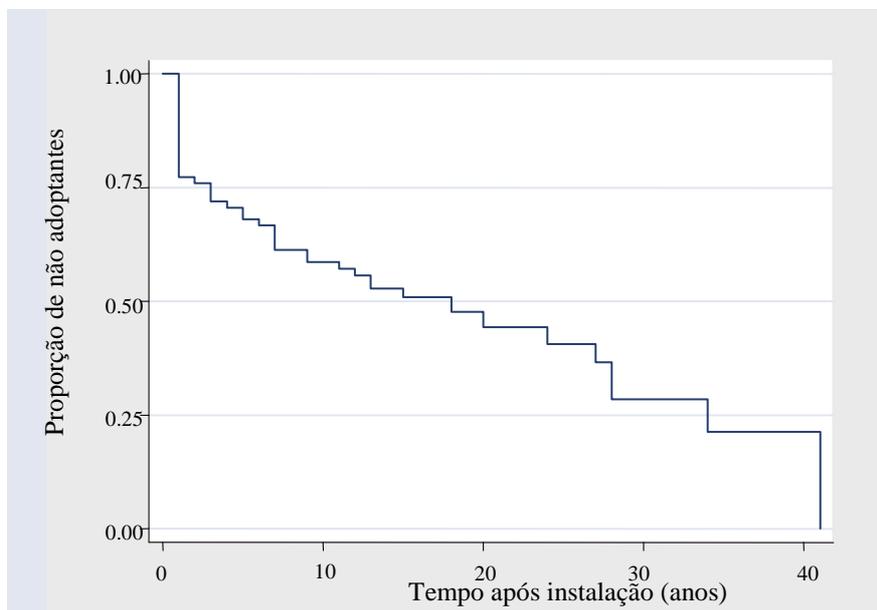
$$\hat{S}(t) = \prod_{j|t_j \leq t} \left(\frac{n_j - d_j}{n_j} \right), \quad (3.12)$$

em que n_j é o número de indivíduos em risco no momento t_j e d_j é o número de adoções no momento t_j .

Convém referir que, neste estudo, a escala temporal do eixo horizontal é artificial, uma vez que todas as observações têm início no ano 0, independentemente do ano de calendário em que os agricultores se instalaram. O intervalo considerado, de 0 a 41, representa a duração mais longa, que corresponde a um indivíduo que se instalou em 1960 e só adoptou a variedade *Bravo de Esmolfe* em 2000. No momento $t=0$, o valor da função de sobrevivência é 1, uma vez que todos os agricultores são considerados não adoptantes à partida. No primeiro ano há uma queda brusca da função porque 22,7% dos agricultores da amostra adoptaram a variedade durante o seu ano de instalação. A partir daí verifica-se uma queda anual mais ou menos constante, o que significa que a adoção se dá de forma regular ao longo do tempo. Cerca de metade dos agricultores adoptam

nos primeiros 15 anos após a instalação e a partir do 28º ano de instalação a adoção começa a ser menos frequente.

Figura 1 – Estimativa Kaplan-Meier da função de sobrevivência

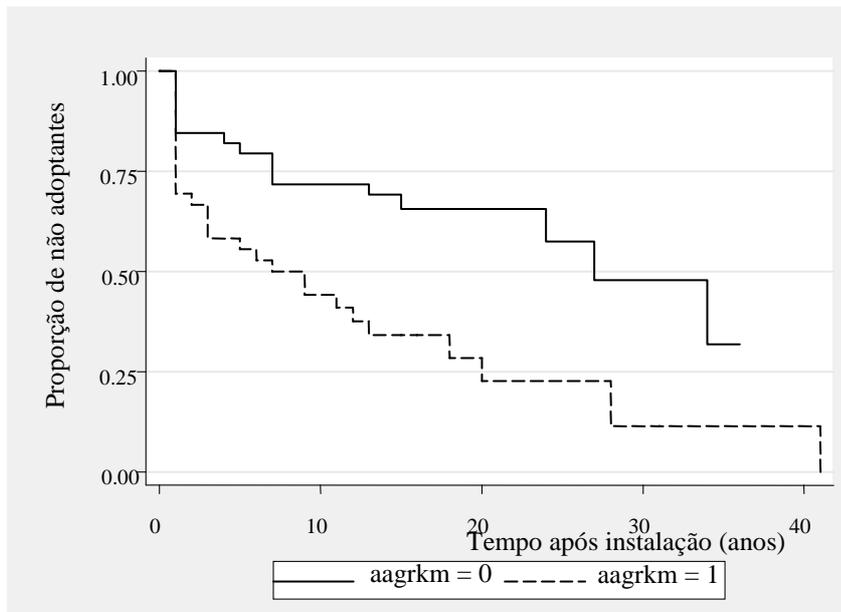


A função de sobrevivência pode também ser estimada para diferentes grupos da amostra. É possível, por exemplo, utilizar este tipo de gráficos para verificar se existem diferenças nas taxas de adoção entre grupos de indivíduos que diferem numa dada característica. Na Figura 2, apresenta-se a estimação da função, segundo a área agrícola das explorações. Para isso dividiu-se a amostra em dois grupos, usando como valor de separação a mediana da área agrícola na amostra. As linhas $aagrkm=1$ e $aagrkm=0$ representam a função de sobrevivência para as sub-amostras constituídas pelos indivíduos com áreas agrícolas superior e menor ou igual à mediana, respectivamente.

Da observação das duas funções de sobrevivência, infere-se que os indivíduos com uma área agrícola superior à mediana tenderão a adotar mais rapidamente do que os outros. É perfeitamente plausível que o ritmo de adoção nas pequenas explorações não seja tão regular como nas explorações de maiores dimensões, porque as primeiras têm menos área disponível e a plantação de um pomar implica quase sempre o arranque de outro. Assim, muitos dos agricultores que não adoptaram a variedade quando se instalaram, preferem esperar o fim da vida útil dos pomares para, então, se for caso disso, procederem à substituição de variedades. O gráfico mostra que por volta do 20º ano volta a haver uma pequena aceleração da adoção nas explorações mais pequenas, o

que está de acordo com o facto de a vida útil de um pomar de macieiras conduzido como era habitual até há dez ou quinze anos atrás ter uma vida útil dessa ordem de grandeza. No entanto, pela simples observação do gráfico, não é possível dizer se estas diferenças entre pequenas e grandes explorações são ou não significativas. Para isso existem alguns testes disponíveis, entre os quais o teste *log-rank* que será aqui utilizado.

Figura 2 - Estimativa Kaplan-Meier da função sobrevivência por aagr



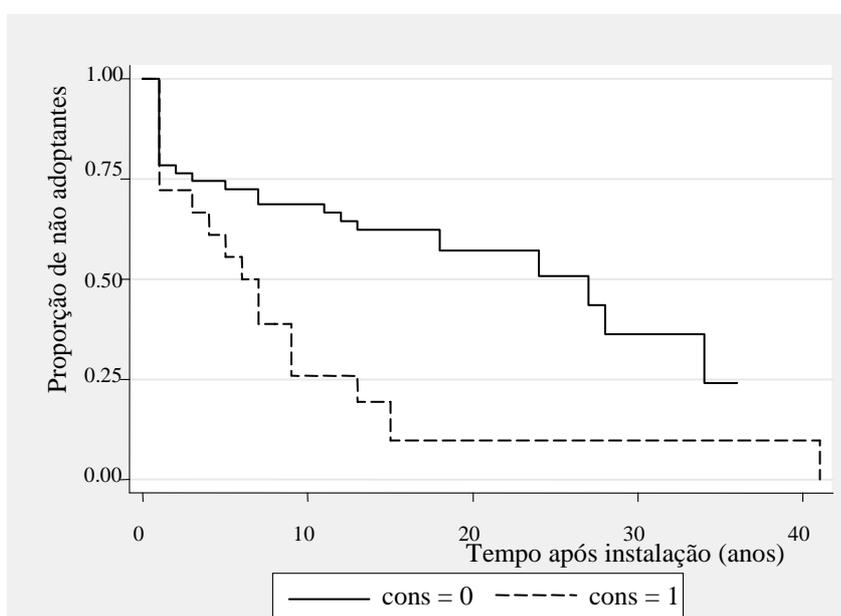
Neste teste a hipótese nula é dada por $H_0: h_1(t)=h_2(t)$, ou seja, testa-se se as funções de risco e, conseqüentemente, as de sobrevivência são iguais para os dois grupos. Na Tabela 4 mostram-se os resultados deste teste aplicado aos dois grupos da Figura 2, podendo neste caso rejeitar-se a hipótese nula de igualdade.

Tabela 4 – Teste *log-rank* para a igualdade das funções de sobrevivência de duas sub-amostras separadas pela área agrícola (*aagr*)

aagrkm	Acontecimentos Observados	Acontecimentos Esperados
0	16	25,19
1	28	18,81
Total	44	44,00
	$\chi^2=9,22$	$Pr>\chi^2=0,0024$

Apresentam-se de seguida estimativas para a função de sobrevivência, e respectivos testes *log-rank*, de sub-amostras constituídas com base nas variáveis *cons* (Figura 3), *sust* (Figura 4) e *varied* (Figura 5). A primeira variável é dicotómica mas, no caso das outras, foi necessário definir um limite para a constituição dos grupos, tendo-se considerado, mais uma vez, a mediana como dimensão separadora. Da mesma forma que para a variável *aagr*, o valor 0 corresponde ao grupo dos indivíduos com valores observados não superiores à mediana e o valor 1 ao grupo com valores superiores à mediana.

Figura 3 - Estimativa Kaplan-Meier da função sobrevivência por *cons*



A Figura 3, associada ao teste *log-rank* da Tabela 5, mostra que existem diferenças significativas nas taxas de adopção entre os agricultores que utilizam práticas agrícolas de conservação do ambiente e os que o não fazem. A adopção é mais rápida no caso dos primeiros, com 90% a adoptarem a variedade *Bravo de Esmolfe* até ao 20º ano após a instalação, enquanto que, no mesmo período, apenas 40% dos restantes agricultores adopta.

Relativamente às variáveis *sust* e *varied*, tanto a observação directa dos gráficos (Figuras 4 e 5) como os valores do teste *log-rank* (Tabelas 6 e 7) mostram que não existem diferenças significativas entre os grupos de agricultores considerados.

Tabela 5 – Teste *log-rank* para a igualdade das funções de sobrevivência de duas sub-amostras separadas pela adoção de práticas conservativas (*cons*)

amb	Acontecimentos Observados	Acontecimentos Esperados
0	24	30,87
1	16	9,13
Total	40	40,00

$\chi^2=8,53$	$Pr>\chi^2=0,0035$
---------------	--------------------

Figura 4 - Estimativa Kaplan-Meier da função de sobrevivência por sust

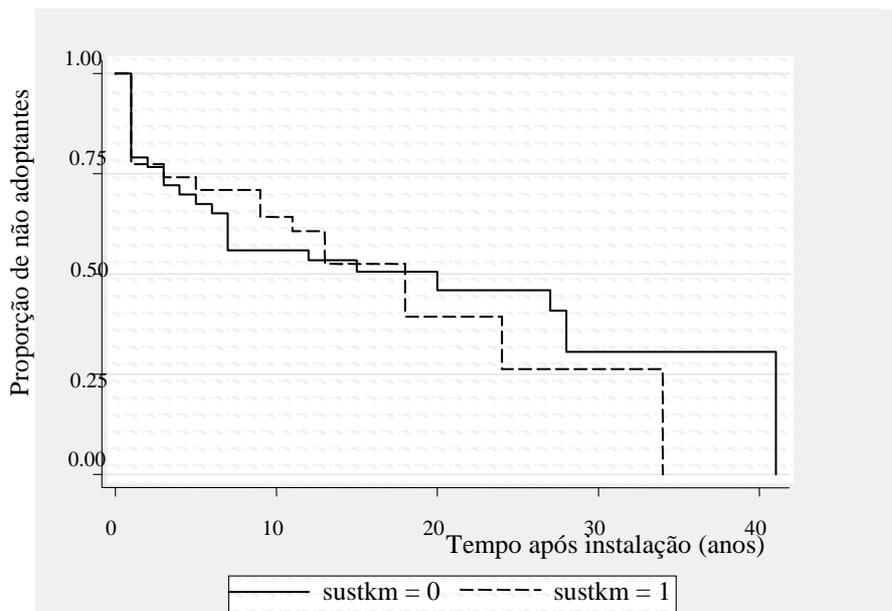


Tabela 6 – Teste *log-rank* para a igualdade das funções de sobrevivência de duas sub-amostras separadas por atitudes dos agricultores face ao ambiente (*sust*)

<i>sustkm</i>	Acontecimentos Observados	Acontecimentos Esperados
0	26	26,96
1	17	16,04
Total	43	43,00
$\chi^2=0,66$		$\text{Pr}>\chi^2=0,4149$

Figura 5 - Estimativa Kaplan-Meier da função sobrevivência por *varied*

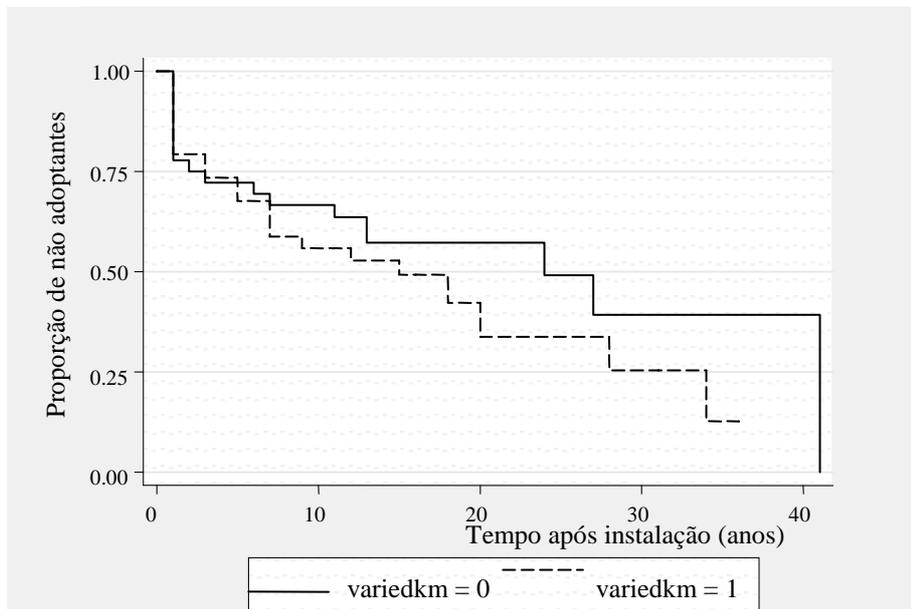


Tabela 7 – Teste *log-rank* para a igualdade das funções de sobrevivência de duas sub-amostras separadas por percepção da variedade (*varied*)

<i>amb</i>	Acontecimentos Observados	Acontecimentos Esperados
0	18	20,82
1	21	18,18
Total	39	39,00
$\chi^2=0,93$		$\text{Pr}>\chi^2=0,3353$

3.4.3. Modelo de Cox

3.4.3.1. Aspectos formais

A formalização do modelo de Cox a seguir apresentada, segue de perto Therneau e Grambsch (2000). Seja $X_{ij}(t)$ a variável j em relação ao indivíduo i , onde $i=1, \dots, n$ e $j=1, \dots, p$. O conjunto das covariáveis pode ser definido como uma matriz $n \times p$, na qual X_i representa o vector das covariáveis para o indivíduo i , ou seja, a i -ésima linha da matriz. Estas variáveis podem ser fixas ou variarem ao longo do tempo. Quando todas são fixas, X_i reduz-se a um vector de valores à semelhança do que acontece nos modelos de regressão linear.

O modelo de Cox especifica o risco para o indivíduo i como $h_i(t) = h_0(t)e^{x_i(t)\beta}$, (3.13) onde h_0 representa uma função não negativa do tempo, não especificada e designada como risco primário, e β é o vector coluna dos coeficientes. A estimação dos coeficientes baseia-se na função de verosimilhança parcial desenvolvida por Cox (1972), a qual tem a seguinte forma:

$$PL(\beta) = \prod_{i=1}^n \prod_{t \geq 0} \left\{ \frac{Y_i(t)r_i(\beta, t)}{\sum_j Y_j(t)r_j(\beta, t)} \right\}^{dN_i(t)}. \quad (3.14)$$

Nesta expressão, $r_i(\beta, t)$ é o nível de risco (*risk score*) do indivíduo i , dado por $r_i(\beta, t) = e^{x_i(t)\beta} \equiv r_i(t)$. $N_i(t)$ corresponde ao número de acontecimentos no intervalo $[0, t]$ para o indivíduo i . No caso concreto deste estudo, uma vez que os indivíduos ou adoptam ou não adoptam, apenas se observa um evento e, portanto, $N_i(t)$ será 0 até ao momento da adopção (se acontecer) e 1 a partir daí. $Y_i(t)$ é um indicador de que o indivíduo continua em observação no momento t . Tem o valor 1 se o indivíduo ainda estiver sob observação e em risco no momento t e, caso contrário, tem o valor 0. Ou seja, desde o início da observação até ao momento da adopção, inclusive, o seu valor será 1 e, a partir daí, será 0.

O logaritmo da função de verosimilhança parcial pode ser escrito como:

$$l(\beta) = \sum_{i=1}^n \int_0^{\infty} \left[Y_i(t)r_i(t) - \log \left(\sum_j Y_j(t)r_j(t) \right) \right] dN_i(t). \quad (3.15)$$

Diferenciando em ordem a β , obtém-se o vector $U(\beta)$, dado por

$$U(\beta) = \sum_{i=1}^n \int_0^{\infty} [X_i(s) - \bar{x}(\beta, s)] dN_i(s), \quad (3.16)$$

em que $\bar{x}(\beta, s)$ é a média de X , ponderada pelas observações ainda em risco no momento s , ou seja:

$$\bar{x}(\beta, s) = \frac{\sum Y_i(s)r_i(s)X_i(s)}{\sum Y_i(s)r_i(s)}. \quad (3.17)$$

O estimador da máxima verosimilhança parcial é determinado através da resolução da equação $U(\hat{\beta}) = 0$.

A simétrica da segunda derivada é a uma matriz de dimensão $p \times p$, designada matriz da informação e é dada por:

$$I(\beta) = \sum_{i=1}^n \int_0^{\infty} V(\beta, s) dN_i(s), \quad (3.18)$$

onde $V(\beta, s)$ que é a variância ponderada de X no momento s é dada por:

$$V(\beta, s) = \frac{\sum_i Y_i(s)r_i(s) [X_i(s) - \bar{x}(\beta, s)] [X_i(s) - \bar{x}(\beta, s)]}{\sum_i Y_i(s)r_i(s)}. \quad (3.19)$$

A solução $\hat{\beta}$ é consistente e, assintoticamente, tem uma distribuição normal, com média β , o verdadeiro vector dos parâmetros, e variância $\{EI(\beta)\}^{-1}$, o inverso da matriz de informação esperada.

3.4.3.2. Estimação do modelo

Na Tabela 8 e no Anexo II apresentam-se os resultados da estimação do modelo de adoção e difusão da variedade *Bravo de Esmolfe*⁹. Os coeficientes são apresentados na sua forma exponencial (*hazard ratio*) para que a sua interpretação seja mais directa. Desta forma, cada coeficiente pode ser interpretado como a variação que ocorre no risco quando a variável correspondente se altera numa unidade. O seu valor pode ser superior, inferior ou igual a 1, significando, respectivamente, que a variável tem um impacto positivo, negativo e nulo na probabilidade condicionada de adoção.

Das variáveis incorporadas neste modelo, a área agrícola (*lnaagr*), o acesso à informação (*inform*), a residência fora do distrito onde se situa a exploração (*res*), a escolaridade (*escol*), o nível de especialização na actividade (*macaagr*), a existência de rendimentos exteriores à exploração (*rend*), a utilização de práticas agrícolas conservativas (*cons*), atitudes face ao ambiente mais próximas do paradigma da agricultura sustentável (*sust*) e uma percepção mais favorável em relação às características da variedade *Bravo de Esmolfe* (*varied*), estão relacionadas, como seria de esperar, com uma maior probabilidade condicionada de adoptar esta variedade. Já as variáveis relacionadas com a idade do agricultor (*idade*) e com a data de instalação (*tinst*), têm, como previsto, um impacto negativo sobre aquela probabilidade. As variáveis associadas à forma de exploração (*cpropat*) e aos anos de experiência na actividade agrícola (*exp*), apresentam coeficientes com sinal contrário ao que seria de esperar, embora, em ambos os casos, com valores muito próximos de 1, ou seja, predizendo um efeito muito pequeno destas variáveis sobre a probabilidade condicionada de adoção.

No entanto, de todas estas variáveis, apenas três têm um efeito significativo sobre a probabilidade condicionada de adoção: a área agrícola e o grau de especialização, para um nível de significância de 0,01, e a informação, para um nível de significância de 0,05. Relativamente à área agrícola, esta foi introduzida no modelo na

⁹ Na estimação foi usado o programa STATA, versão 8.0.

forma logarítmica¹⁰ e, assim, o coeficiente 2,037 revela que um aumento percentual de 1% na área agrícola, origina um aumento de cerca de 2 pontos percentuais na probabilidade de um agricultor, que até ao ano t após a sua instalação não adoptou, adoptar a variedade nesse ano. Quanto à informação pode concluir-se que o acesso a mais uma fonte de informação aumenta em 20,8% a probabilidade condicionada de adopção. O impacto da especialização sobre a probabilidade de adopção é também significativo. O aumento de 1% na área agrícola destinada ao cultivo da macieira, contribui para um acréscimo de cerca de 2% na probabilidade condicionada de adoptar. Embora sem significância estatística é interessante verificar o forte impacto que apresentam as variáveis *sust* e *varied*, em especial esta última, na probabilidade condicionada de adopção.

3.4.3.3. Testes e diagnóstico

Para além do teste de Wald, baseado no valor de chi-quadrado e apresentado na Tabela 8, do qual se pode concluir que o modelo tem um bom ajustamento aos dados, existe um conjunto de outros testes que se podem utilizar para aferir o pressuposto de risco proporcionais e a qualidade do ajustamento.

A verificação do pressuposto de riscos proporcionais consiste em avaliar se a especificação de $x\beta_x$ é a adequada. Uma das formas de o fazer é através de testes baseados na reestimação, como é o caso do *linktest*. Este teste, embora não prediga a omissão de variáveis, é muito poderoso na detecção de erros de especificação das variáveis incluídas no modelo. Consiste em usar a estimativa inicial de β_x , para estimar os coeficientes β_1 e β_2 do modelo

$$LRH = \beta_1(x\hat{\beta}_x) + \beta_2(x\hat{\beta}_x)^2. \quad (3.20)$$

No pressuposto de que $x\beta_x$ é a especificação correcta, vem $\beta_1=1$ e $\beta_2=0$. O que se testa é $\beta_2=0$ (Cleves *et al.*, 2004).

¹⁰ Após uma análise dos resíduos de Martingale ter revelado problemas de especificação da variável na forma *aagr*.

Na Tabela 9 apresentam-se os resultados deste teste para o modelo proposto. Para um nível de significância de 0,06 não é possível rejeitar a hipótese de que $\beta_2=0$. Ou seja, segundo este teste e para aquele nível de significância, pode concluir-se que as variáveis incluídas no modelo estão bem especificadas.

Tabela 8 – Modelo semi-paramétrico de adoção da variedade *Bravo de Esmolfe*

Variáveis	Hazard ratio	P > z	Variáveis	Hazard ratio	P > z
lnaagr	2,037	0,003	macaagr	1,021	0,000
cpropat	0,998	0,753	rend1	1,615	0,366
inform	1,208	0,022	rend2	1,580	0,334
res	1,101	0,890	cons	1,496	0,305
idade	0,976	0,286	sust	2,163	0,665
exp	1,004	0,837	varied	4,558	0,382
escol	1,014	0,778	tinst	0,947	0,152
<i>Wald</i> $\chi^2=72,25$		$P > \chi^2=0,0000$			

Tabela 9 – Link teste

	Coeficiente	P > z
Estimativa (β_1)	1,765	0,053
Quadrado da estimativa (β_2)	-0,120	0,387

Uma outra forma de testar o pressuposto de riscos proporcionais é através da análise dos resíduos de Schoenfeld. Na sua forma mais simples, os resíduos de Schoenfeld para a variável x_u , com $u=1, \dots, p$, e para o indivíduo j no momento da adoção, são dados por:

$$r_{ij} = x_{uj} - \frac{\sum_{i \in R_j} x_{ui} \exp(x_i \hat{\beta}_x)}{\sum_{i \in R_j} \exp(x_i \hat{\beta}_x)} \quad (3.21)$$

Esta expressão corresponde à diferença entre o valor da variável para o indivíduo j e a média ponderada dos valores dessa mesma variável para todos os indivíduos em risco, no momento em que o indivíduo j adoptou. No pressuposto de riscos proporcionais os coeficientes das variáveis explicativas são constantes ao longo do tempo, ou seja, na expressão $\beta_u(t) = \beta_u + q_j g(t)$, em que $g(t)$ é uma função do tempo, q_j tem que ser igual a zero. A hipótese nula quando se utiliza este teste é, portanto, $H_0: q_j = 0$ (Cleves *et al.*, 2004).

Na Tabela 10 apresentam-se os resultados deste teste para os coeficientes de cada variável e para o modelo de uma forma global. Tanto os testes de cada uma das variáveis como o teste global sugerem que o pressuposto de riscos proporcionais não é violado.

Tabela 10 – Teste baseado nos resíduos de Schoenfeld

Variáveis	rho	P > χ^2	Variáveis	rho	P > χ^2
lnaagr	0,040	0,804	macaagr	0,111	0,484
cpropat	0,079	0,623	rend1	-0,003	0,985
inform	0,088	0,586	rend2	-0,020	0,899
res	0,047	0,740	cons	-0,014	0,924
idade	-0,037	0,803	sust	0,281	0,103
exp	0,046	0,781	varied	0,041	0,802
			tinst	-0,179	0,189
Teste Global		0,940			

A avaliação da qualidade do ajustamento pode ser feita, entre outros métodos, através dos resíduos de Cox-Snell. Se o modelo de Cox se ajustar aos dados, a função de risco cumulativa condicionada pelo vector de co-variáveis tem uma distribuição exponencial com uma taxa de risco igual a 1. Os resíduos de Cox-Snell para a j ésima

observação são definidos por

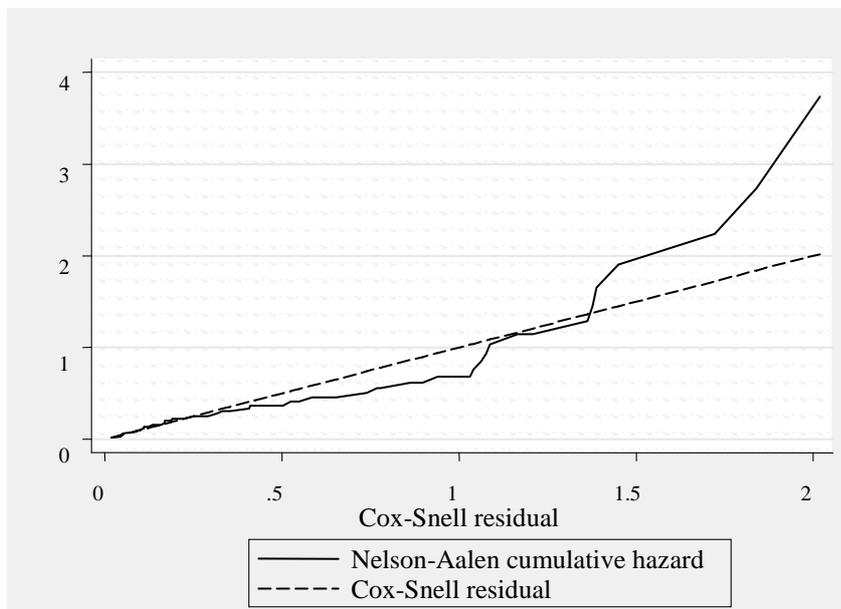
$$CSr_j = \hat{H}_0(t_j) \exp(x_j \hat{\beta}_x). \quad (3.22)$$

Os resíduos de Cox-Snell deverão ter uma distribuição exponencial com uma função de risco igual a 1 para todos os valores de t . Neste caso, a função de risco cumulativa dos resíduos de Cox-Snell será uma recta com uma inclinação de 45° (Cleves *et al.*, 2004).

A Figura 6 mostra a função de risco cumulativa de Nelson-Aalen, comparada com os resíduos de Cox-Snell. Como seria de esperar, não existe uma coincidência absoluta entre as duas linhas mas o ajustamento é razoável, em especial se considerarmos, como afirmam Kiefer (1988) e Cleves *et al.* (2004), que os valores da função de risco cumulativa têm variâncias amostrais mais elevadas para durações mais longas. Isto deve-se à redução na amostra causada pelas sucessivas adopções e pela censura.

A partir dos testes realizados pode concluir-se que o modelo não evidencia problemas sérios de especificação e de ajustamento.

Figura 6 - Risco cumulativo dos resíduos Cox-Snell



3.4.4. Análise paramétrica

A estimação paramétrica ajusta-se a situações em que é possível prever com alguma segurança a forma funcional da função de risco primário. Nestas condições, os métodos paramétricos produzem estimativas mais eficientes dos coeficientes das variáveis explicativas do que os métodos semi-paramétricos e, ao contrário destes, permitem determinar a expressão das funções que caracterizam a duração. As distribuições exponencial e de Weibull têm sido as mais utilizadas em trabalhos de economia. Na Tabela 11 apresentam-se os resultados da estimação pressupondo a primeira destas distribuições.

Tabela 11 – Modelo paramétrico de adoção da variedade *Bravo de Esmolfe*

Variáveis	Coeficiente	Hazard ratio	P > z	Variáveis	Coeficiente	Hazard ratio	P > z
lnaagr	0,620	1,858	0,016	rend1	0,440	1,554	0,420
cpropat	-0,001	0,999	0,922	rend2	0,331	1,392	0,502
inform	0,237	1,267	0,029	cons	0,551	1,735	0,205
res	0,092	1,097	0,930	sust	0,696	2,006	0,722
idade	-0,045	0,956	0,082	varied	1,294	3,648	0,536
exp	0,016	1,016	0,496	tinst	-0,038	0,963	0,093
escol	0,041	1,041	0,421	constante	-5,784	-	0,034
macaagr	0,026	1,027	0,000				
$Wald \chi^2 = 146,56$				$P > \chi^2 = 0,0000$			

Comparando estes resultados com os que foram obtidos pelo modelo de Cox (Tabela 8), observa-se que os coeficientes das variáveis não sofrem grandes alterações, o que mostra que o modelo tem um bom nível de estabilidade. Além disso, em consequência dos ganhos de eficiência na estimação, para além das três variáveis que influenciavam significativamente a probabilidade condicionada de adoptar, a idade (*idade*) e a data de instalação (*tinst*) tornaram-se também significativas para um nível de confiança de 10%.

Em consonância com as teorias de adoção, a idade afecta negativamente a probabilidade condicionada de adoptar. Tal como previsto, também a distância temporal da instalação reduz a probabilidade condicionada de adoção ou, dito de outra forma, os agricultores que se instalaram há mais tempo demoraram mais tempo a adoptar a variedade do que aqueles que se instalaram mais recentemente. A constante apresenta também um bom nível de significância e permite determinar a função de risco primário do modelo, a qual é dada por $h_o(t)=exp(-5,784)=0,0031$. Isto significa que, se os efeitos das covariáveis fossem anulados, a probabilidade condicionada de adoção seria 0,31% em cada ano. Quanto à distribuição de Weibull, a estimação revelou que o parâmetro p não é significativamente diferente de 1 (Anexo III) e, neste caso, as distribuições de Weibull e exponencial coincidem.

3.4.5. Comparação com um modelo probit

Usando a análise de duração e em particular o modelo de Cox, concluiu-se que muitas das variáveis apontadas pela teoria e pela análise empírica como determinantes da adoção tecnológica em agricultura não apresentam significância na explicação da adoção da variedade *Bravo de Esmolfe*. Uma das razões pode ser de natureza metodológica, já que a estimação de modelos de adoção, em particular na agricultura, raramente têm utilizado aquela metodologia. Na verdade, como já se referiu, a maior parte dos estudos empíricos centram-se em análises do tipo *probit* ou *logit*, que medem o efeito das variáveis independentes sobre a probabilidade de adoção, não tendo em conta o tempo que demora essa adoção a ocorrer. Ao contrário, a análise de sobrevivência preocupa-se exactamente com essa duração. Assim, uma variável pode ser importante para justificar o facto de um agricultor adoptar ou não uma certa prática mas não ter significado para explicar o tempo que esse agricultor demora a adoptá-la e vice-versa. Para comprovar o efeito da metodologia na avaliação da significância das variáveis foi estimado um modelo *probit* com as mesmas variáveis explicativas usadas nos pontos anteriores, cujos resultados se apresentam na Tabela 12.

Da análise da estimação ressalta o facto de quase todas as variáveis consideradas no modelo serem significativas na explicação da probabilidade de adoção. Apenas a variável *cpropat*, que também não foi significativa na análise de duração, e a variável *inform* não têm significância estatística. Esta última ilustra a situação em que uma variável explica a velocidade de adoção mas não é importante na explicação da

adoção em si. As variáveis *lnaagr* e *macaagr* continuam a ter um elevado nível de significância, podendo concluir-se que são relevantes não só na explicação do facto de os agricultores adoptarem ou não mas também na justificação do tempo que demoram a fazê-lo. O mesmo se pode dizer das variáveis *idade* e *tinst* se considerarmos a estimação paramétrica realizada no ponto anterior. Em relação às restantes variedades, com níveis de significância elevados no modelo probit mas baixos no modelo de duração, pode concluir-se que são significativas na explicação do facto de os agricultores adoptarem ou não a variedade *Bravo de Esmolfe* mas não têm relevância na explicação do tempo que essa adopção demora a ocorrer.

Tabela 12 – Modelo probit de adopção da variedade *Bravo de Esmolfe*

Variáveis	Coeficiente	$\frac{dF}{dx}$	P > z	Variáveis	Coeficiente	$\frac{dF}{dx}$	P > z
lnaagr	3,491	1,075	0,000	rend1	-3,853	-0,942	0,006
cpropat	-0,006	-0,002	0,650	rend2	-2,408	-0,608	0,019
inform	0,047	0,014	0,912	cons	2,577	0,466	0,003
res*	-	-	-	sust	12,028	3,703	0,025
idade	-0,104	-0,032	0,003	varied	15,783	4,859	0,002
exp	0,209	0,064	0,001	tinst	0,204	0,063	0,008
escol	0,258	0,079	0,038	Constante	-29,125	-	0,034
macaagr	0,101	0,031	0,000				
$Wald \chi^2 = 33,77$				$P > \chi^2 = 0,0013$			

* Como todos os indivíduos com res=1 adoptaram, esta variável foi abandonada

De uma forma geral, os coeficientes das variáveis significativas têm o sinal esperado. A excepção é a variável *exp* que apresenta um coeficiente positivo ao contrário do que a teoria prevê. Assume-se geralmente que quanto maior for a experiência dos agricultores maior será o custo de oportunidade da mudança e portanto menor a apetência para adoptar inovações. É de referir que a experiência foi medida em relação ao número de anos na actividade agrícola e não exactamente em relação à fruticultura. A este respeito, é ainda de referir a variável *tinst* que, segundo o modelo paramétrico ajustado no ponto anterior, contribui para aumentar o tempo de adopção

mas que tem um efeito positivo na sua ocorrência. O seja, será de esperar que os agricultores instalados há mais tempo na actividade frutícola demorem mais a adoptar a variedade *Bravo de Esmolfe* mas o façam com maior frequência.

3.5. Conclusões

A necessidade de conservar a diversidade genética das plantas cultivadas tem vindo a ser progressivamente reconhecida, tendo-se passado de uma perspectiva de conservação em bancos de germoplasma para uma abordagem virada para a manutenção dos recursos genéticos das plantas cultivadas nos sistemas agrários onde se desenvolveram. A conservação deste património tem consequências privadas mas tem também consequências públicas. Na óptica privada, quando as variedades locais são conhecidas e valorizadas no mercado, os agricultores podem retirar vantagens económicas da substituição de variedades importadas por variedades tradicionais e os consumidores podem beneficiar de uma gama de escolha mais diversificada, que satisfaça diferentes tipos de preferências. Na óptica social, as variedades tradicionais poderão, por um lado, vir a constituir a base de futuros melhoramentos genéticos e, por outro, como estão particularmente bem adaptadas aos contextos ecológicos em que evoluíram, podem desempenhar um papel interessante no caminho para uma agricultura sustentável, actualmente preconizado no discurso técnico e político.

No entanto, para que os recursos genéticos das culturas sejam conservados nas explorações agrícolas, a manutenção de espécies e variedades tem que ser vantajosa para os agricultores. Tem que haver incentivos económicos ou culturais para que os agricultores continuem a usar variedades consideradas recursos genéticos importantes. O facto de muitas das variedades tradicionais estarem em vias de desaparecimento, revela que o funcionamento do mercado por si só não gera aqueles incentivos e que, nalguns casos, poderá vir a ser necessário conceber e aplicar medidas de política orientadas para a conservação da agrobiodiversidade, tais como a atribuição de subsídios aos agricultores que optem por este tipo de produção e a criação de regras de produção, por exemplo através da criação de Denominações de Origem Protegida. Um condicionalismo chave para a concepção e aplicação eficaz de tais políticas é a compreensão dos factores que condicionam as decisões de adopção, por parte dos

agricultores localizados nas áreas geográficas onde essas variedades existem.

Neste trabalho foram analisados os determinantes da decisão de adoptar uma variedade tradicional de macieiras no Centro Interior de Portugal, a *Bravo de Esmolfe*, por parte dos agricultores sedeados na área de produção desta maçã, recorrendo para o efeito a um modelo de análise de duração. A utilização de modelos de adopção e difusão tecnológica começa a fazer cada vez mais sentido numa aplicação a práticas que não são novas mas que, ao contrário, têm já uma longa história mas se foram perdendo ao longo do tempo. Na verdade, muitas das acções de extensão agrária que presentemente se centram na adopção de tecnologias agrícolas não são concebidas para acelerar a adopção de inovações mas para encorajar a revitalização de produções tradicionais ou a adopção de práticas e tecnologias agrícolas que já existem há muitos anos.

Na definição do modelo procurou-se que as variáveis que surgem na literatura como principais determinantes da adopção tecnológica na agricultura estivessem representadas, tendo-se concluído que a probabilidade condicionada de um agricultor adoptar a variedade *Bravo de Esmolfe* num dado momento depende da área agrícola da sua exploração, do grau de especialização na produção de maçãs e do acesso à informação. Os coeficientes estimados para as restantes variáveis consideradas, embora apresentassem genericamente valores condizentes com o que a teoria prevê, não foram significativos.

A falta de significância de muitas das variáveis propostas pela teoria pode ser explicada, em parte, pela metodologia aqui adoptada, uma vez que a grande maioria dos estudos empíricos centrados na adopção de tecnologias agrícolas recorre preferencialmente a análises do tipo *logit* e *probit*. Efectivamente, introduzindo as variáveis utilizadas num modelo *probit*, observa-se que a maioria delas ganha poder explicativo. Isto revela que os factores que condicionam a adopção de uma dada tecnologia não são forçosamente os mesmos que determinam o tempo necessário para que essa adopção ocorra.

Por outro lado, os estudos empíricos que existem não se têm debruçado sobre a adopção de tecnologias agrícolas em Portugal nem tão-pouco sobre a adopção de variedades tradicionais nas agriculturas dos países desenvolvidos. Assim, algumas das disparidades poderão resultar da natureza diferenciada do objecto de estudo e de

particularidades associadas à localização geográfica dos potenciais adoptantes.

A falta de significância de algumas variáveis poderá também ser fruto das limitações metodológicas que podem ser apontadas ao estudo, em particular do facto de as observações se referirem a um único momento no tempo, correspondente, para a generalidade das variáveis, à data dos inquéritos, em vez de se ter analisado a sua evolução desde que o indivíduo se instalou na actividade frutícola até que adoptou a variedade. Nalguns casos, de que são exemplo as atitudes face ao ambiente e a percepção das características da variedade, pode ter havido alterações ao longo do tempo e a adopção só ter ocorrido quando as variáveis atingiram determinados valores. A utilização de uma amostra de maior dimensão poderia também aumentar a eficiência das estimações.

Convém ainda referir que a interpretação destes resultados apresenta uma dificuldade adicional que resulta da grande diversidade de origens temporais das durações. Uma vez que a produção de maçã *Bravo de Esmolfe* não corresponde exactamente a uma inovação mas antes à recuperação de uma prática ancestral, não foi possível uniformizar a origem das observações para o momento de introdução da inovação, como é usual fazer-se em estudos de adopção e difusão tecnológicas. Como origem considerou-se a data de instalação de cada agricultor por ser nessa data que ocorreu pela primeira vez a opção de adoptar ou não.

Admitindo que os resultados deste estudo podem ser generalizados a outras variedades e que a compreensão das condicionantes da adopção da *Bravo de Esmolfe* pode contribuir para a concepção de políticas mais eficazes na conservação de outras variedades tradicionais, pode concluir-se que os agricultores com explorações de maiores dimensões terão tendência a adoptar variedades tradicionais com mais rapidez do que os restantes. Por outro lado, o coeficiente associado ao grau de especialização, medido pela relação entre a área dedicada à maçã e a área agrícola da exploração, revela que existe uma relação positiva entre o nível de especialização e a probabilidade condicionada de adopção. Dito de outra forma e usando o nível de especialização como *proxy* do grau de aversão ao risco, os agricultores com menor aversão ao risco tenderão a adoptar mais depressa. No entanto a utilização daquela *proxy* tem limitações porque podem existir outras razões que determinam o nível de especialização para além da maior propensão para o risco. Finalmente, a melhoria no acesso à informação, quer

através dos serviços de extensão das organizações de agricultores, que se revelaram a fonte preferencial de informação dos agricultores entrevistados, quer por via da distribuição de publicações e da participação em feiras e colóquios pode melhorar a velocidade da adopção.

Se vier a ser necessário uma actuação pública no sentido de preservar a variedade *Bravo de Esmolfe* ou outras variedades tradicionais de macieira, este estudo mostra que as acções com maior impacto serão as que vierem a ser exercidas sobre os sistemas de extensão e divulgação da informação. Quanto mais informados estiverem os agricultores mais rapidamente adoptarão este tipo de variedades. As acções de extensão e divulgação que se vierem a realizar podem também ser selectivas no sentido de ter como alvos preferenciais os agricultores com maior probabilidade de virem a adoptar. Já sobre as outras duas variáveis, área agrícola e especialização, a actuação política não poderá ser tão directa. Embora o redimensionamento das explorações e a melhoria da estrutura fundiária já constasse dos Planos de Fomento do Estado Novo e tenha prosseguido nos objectivos da Política Agrícola Comum, as alterações têm sido lentas e as que ocorreram resultaram sobretudo do envelhecimento da população e do abandono dos espaços rurais e da agricultura e não de políticas activas concebidas nesse sentido. Quanto ao nível de especialização, os resultados mostram que os agricultores mais especializados, ou seja, supostamente com menor aversão ao risco, terão maior probabilidade de adoptar as variedades tradicionais e de o fazerem mais rapidamente. Assim, políticas orientadas para a melhoria do capital humano poderão contribuir para melhorar os níveis de adopção. De uma maneira geral, se as políticas revestirem a forma de ajudas directas, estas poderão ser mais eficazes se forem canalizadas preferencialmente para os agricultores com maior probabilidade de virem a adoptar estas variedades mais rapidamente, ou seja os agricultores com explorações de maiores dimensões e maior nível de especialização na produção de maçã.

Contudo, não é claro que as conclusões referidas possam ser transferidas directamente da *Bravo de Esmolfe* para outras variedades porque a maçã *Bravo de Esmolfe* é a mais valorizada de todas as maçãs comercializadas no mercado português e o preço que as outras variedades possam vir a atingir no mercado condicionará de forma clara a apetência dos agricultores para a sua produção. Na verdade, o preço da *Bravo de Esmolfe* é a razão mais vezes apontada pelos agricultores para o facto de a terem

adoptado, logo seguida pela conservação do património. Além disso a área de produção da *Bravo de Esmolfe* é restrita e pode haver diferenças regionais importantes nos comportamentos de adopção como mostram Fuglie e Kascak (2001).

4. Atitudes ao risco e taxas de desconto individuais de um grupo de fruticultores: caracterização e influência nas decisões de adoção de variedades tradicionais de macieira

Resumo:

O objectivo deste ensaio consiste em caracterizar os fruticultores incluídos na amostra usada no segundo ensaio quanto às suas atitudes ao risco e preferências intertemporais e determinar se estas diferem entre o grupo de fruticultores adoptantes da variedade de maçã *Bravo de Esmolfe* e o grupo de não adoptantes. Para isso, procedeu-se à eliciação conjunta das suas taxas de desconto individuais e das suas atitudes ao risco, recorrendo-se para tal a técnicas experimentais. Procurou-se ainda determinar o efeito desses factores nas decisões de adoção da maçã *Bravo de Esmolfe*.

Os resultados obtidos contradizem a ideia maioritariamente expressa na literatura de que os agricultores se caracterizam pela aversão ao risco, na medida em que o valor médio encontrado para o coeficiente de aversão relativa ao risco traduz uma clara apetência pelo risco. Quanto às taxas de desconto, concluiu-se que são mais elevadas do que as taxas de juro reais e dependem de diversos factores relacionados com as características dos agricultores e das suas explorações.

A introdução de cada uma destas variáveis no modelo de adoção desenvolvido no segundo ensaio revelou que quer a postura face ao risco, quer as taxas de desconto, individual ou conjuntamente consideradas, têm poder explicativo significativo sobre a decisão de adoptar ou não a variedade *Bravo de Esmolfe*. Consistente com o efeito esperado, maiores níveis de aversão ao risco e taxas de desconto mais elevadas exercem, *ceteris paribus*, um efeito negativo sobre a probabilidade condicionada de adoptar.

4.1. Introdução

O ambiente no qual se desenvolvem os processos de decisão dos agricultores é geralmente multifacetado e complexo. Por um lado, existem muitas fontes diferentes de risco, tais como a natureza estocástica da função de produção, a incerteza relativa aos preços e às tecnologias e a incerteza relativa às políticas sectoriais e macroeconómicas e, por outro, há normalmente um grande número de alternativas à disposição do decisor, algumas delas com implicações irreversíveis, pelo menos no curto prazo. A decisão de adoptar uma nova tecnologia ou de introduzir uma variedade diferente de uma espécie cultivada é uma decisão de médio/longo prazo e como tal implica a consideração das expectativas do adoptante relativamente ao valor futuro de variáveis como sejam o preço relativo da variedade escolhida ou o preço relativo dos factores de produção necessários à sua produção, e a ponderação de aspectos incontrolláveis como a temperatura ou a precipitação. Por outras palavras, as decisões de investimento dos agricultores envolvem a comparação de custos e benefícios que são incertos e/ou que se distribuem ao longo de horizontes temporais mais ou menos extensos. Assim, as taxas de desconto temporais dos agricultores e as suas preferências em relação ao risco podem determinar o resultado da avaliação de um dado projecto, como o da adopção ou não de uma variedade diferente de uma espécie cultivada.

Como referem Knutson *et al.* (1998), a teoria da gestão do risco em agricultura reconhece que a diversificação é uma estratégia efectiva para gerir riscos de mercado, climáticos e outro tipo de riscos na ausência de mecanismos de segurança institucionais. Acrescentam ainda que, juntamente com os contratos de escoamento da produção e com os seguros de colheita, os próprios agricultores apontam frequentemente a diversificação como uma estratégia de gestão do risco. Clawson (1985) mostra que, por todo o mundo, os pequenos agricultores recorrem a uma grande diversidade de culturas e de variedades da mesma cultura no sentido de maximizarem a segurança da colheita dentro dos limites do pequeno espaço que exploram. Confrontados com a necessidade de assegurar a sua sobrevivência, os agricultores tradicionais utilizam um leque variado de recursos genéticos ao seu dispor para, assim, ultrapassarem com maior facilidade uma falha na germinação ou obter fornecimento constante de alimentos ao longo do ano. Chavas (2001) vai no mesmo sentido ao afirmar que as diferentes actividades praticadas numa exploração são influenciadas de diferentes formas pelas condições

meteorológicas e por problemas sanitários e que a diversificação pode ser um meio efectivo de reduzir a exposição dos agricultores ao risco.

Na literatura económica está estabelecido que, plantando diversas culturas ou variedades com diferentes variâncias e/ou covariâncias nos rendimentos, os agricultores podem minimizar riscos enquanto maximizam os rendimentos médios (Just e Zilberman, 1983), ou minimizar a probabilidade de descer abaixo de um nível mínimo de subsistência (Bellon, 1996).

Relativamente à natureza estocástica da produção, Pope e Prescott (1980) utilizam os resultados de Samuelson (1967) e Hadar e Russel (1974) para mostrarem que a diversificação é normalmente levada a cabo se o decisor for avesso ao risco e a covariância dos rendimentos das actividades for zero ou negativa. Assumindo uma tecnologia estocástica e linear e aversão ao risco, há vários resultados que podem ser provados. A proposição básica é que se os rendimentos de duas actividades são independente e identicamente distribuídos, então a diversificação é óptima com igual proporção das duas actividades. Generalizando estes resultados, pode concluir-se que a diversificação é óptima quando os rendimentos têm a mesma média mas as covariâncias são negativas. Isto sugere que a diversificação é provavelmente óptima para os avessos ao risco. Contudo, covariâncias positivas elevadas, grandes disparidades nos rendimentos médios ou restrições de recursos podem incentivar a especialização.

O mesmo tipo de raciocínio se aplica ao risco de mercado. Em geral, a diversificação contribui para reduzir a variância do valor do portfolio de produtos, numa extensão que depende da correlação entre os diferentes preços. Num extremo, se a correlação for perfeitamente negativa a variância do portfolio pode descer até zero. No outro extremo, se a correlação for perfeitamente positiva a junção de novos produtos deixa a variância do portfolio inalterada. Para todos os casos intermédios, alguma redução na variância pode ocorrer mas será tanto menor quanto mais positiva for a correlação (Quiroz e Valdés, 1995).

A maioria dos estudos empíricos sobre adopção que integram a questão do risco preocupa-se mais com a percepção do risco associado à adopção de uma tecnologia e com o seu efeito na adopção do que com as consequências das atitudes dos agricultores face ao risco nessa mesma adopção. Ou seja, preocupam-se com a estimação da

distribuição subjectiva dos agricultores face ao rendimento gerado pelas novas tecnologias e não com a determinação do seu grau de aversão ao risco. Na verdade, embora seja amplamente reconhecido que a atitude face ao risco condiciona a extensão e a velocidade de adopção de uma prática ou de uma tecnologia, os estudos empíricos sobre a matéria raramente incluem aquele factor como variável explicativa porque a sua observação e medição são difíceis. Algumas excepções são os estudos de Binswanger (1980), Lindner e Gibbs (1990), Smale *et al.* (1994), Huirne *et al.* (1997) e Dimara e Skuras (1998). Uma forma de contornar esta dificuldade tem sido a inclusão de *proxies* que se supõem relacionadas com a aversão ao risco, tal como foi feito no segundo ensaio deste trabalho, no qual se usou, para este efeito, o nível de especialização dos fruticultores. Também Dimara e Skuras (1998) usam um índice de diversificação para reflectir as atitudes ao risco dos produtores de tabaco gregos e o seu impacto na adopção de novas variedades daquela cultura.

Para além da teoria económica, a utilização do nível de diversificação como proxy das preferências dos agricultores face ao risco é também sustentada pela observação de que muitos dos factores habitualmente considerados como indutores da aversão ao risco contribuem também para aumentar o nível de diversificação. Pope e Prescott (1980) mostram, por exemplo, usando uma amostra de agricultores da Califórnia, que existem evidências no sentido de uma relação negativa significativa entre diversificação e situação financeira dos agricultores e que os agricultores mais jovens são tendencialmente mais especializados.

No entanto, é preciso ter em consideração que a maior ou menor especialização pode resultar de diversos fenómenos e não reflectir forçosamente o grau de aversão ao risco dos agricultores. A este propósito, Just e Pope (2003) fazem notar que a opção por diversificar pode ser consequência, por exemplo, de variações sazonais nas restrições dos factores e não resultar da aversão ao risco, visando antes o aproveitamento de condições edafo-climáticas variáveis, particularmente favoráveis a culturas específicas ou o aproveitamento de factores de produção disponíveis em certas épocas do ano.

A consideração das preferências temporais dos agricultores como factor condicionante da adopção tecnológica é ainda mais rara. Embora diversas vezes referidas em abordagens de natureza mais teórica, na verdade nenhum dos modelos empíricos presentes na bibliografia analisada no decorrer deste trabalho incluía as taxas

de desconto como variável explicativa da adopção tecnológica em agricultura.

Com este ensaio pretende-se caracterizar os fruticultores incluídos na amostra usada no segundo ensaio quanto às suas atitudes ao risco e preferências inter-temporais e determinar se estas diferem entre o grupo de fruticultores adoptantes da variedade de maçã de *Bravo de Esmolfe* e o grupo de não adoptantes dessa variedade de maçã. É, para esse efeito, prosseguida a eliciação conjunta de taxas de desconto individuais e das atitudes ao risco desse grupo de fruticultores, recorrendo-se para tal a técnicas experimentais descritas mais adiante. Adicionalmente, averigua-se em que medida o nível de especialização das explorações constitui uma *proxy* adequada das atitudes face ao risco dos fruticultores da área de estudo. O objectivo final consiste em determinar o efeito e o poder explicativo das atitudes ao risco e taxas de desconto individuais nas decisões de adopção ou não da variedade de maçã de *Bravo de Esmolfe*. No entanto, tendo em conta os custos associados à metodologia utilizada, a amostra é reduzida e a natureza do trabalho essencialmente metodológica.

4.2 Escolha sob risco: aspectos teóricos

A teoria da utilidade esperada (UE), apesar de alvo de críticas mais ou menos contundentes¹¹, tem sido a base teórica de grande parte dos modelos de decisão sob incerteza. Sustenta que as escolhas feitas em situação de incerteza são afectadas pelas preferências e expectativas do decisor e fornece como regra geral de decisão a maximização da utilidade esperada. Não se pretende fazer aqui uma apresentação exhaustiva dos fundamentos da teoria mas apenas ressaltar o seu contributo para a determinação da aversão ao risco dos agentes económicos, seguindo-se de perto a abordagem proposta por Moschini e Hennessy (2001). O desenvolvimento desta teoria pode ser encontrado em diversos manuais, dos quais se salienta Varian (1992), e a sua aplicação à economia agrária em obras clássicas como Dillon (1971), Anderso e Dillon (1977), Barry (1984) e Hardaker *et al.* (1997).

O modelo da UE permite capturar de uma forma natural a noção de aversão ao risco, em particular quando as consequências que interessam ao decisor são resultados

¹¹ Ver, por exemplo, Kahneman e Tversky (1979).

económicos e a função de utilidade $A(w)$ é definida em função da riqueza (w) - função de utilidade de von Neumann-Morgenstern. De uma forma muito intuitiva, pode dizer-se que um indivíduo é avesso ao risco se, para todas as lotarias $F(w)$, preferir sempre o valor esperado $E(w)$ à lotaria, ou seja, se $U[\int w dF(w)] \geq \int U(w) dF(w)$. Como esta condição é equivalente a dizer que $U(w)$ é côncava, a caracterização da aversão ao risco pode ser obtida directamente da concavidade da função de utilidade esperada.

Quando o objectivo não consiste apenas em determinar se um indivíduo é ou não avesso ao risco mas sim quantificar as suas preferências, é necessário usar uma medida de aversão ao risco. Como, intuitivamente, quanto mais côncava for a função de utilidade esperada, mais avesso ao risco é o agente, a segunda derivada da função de utilidade esperada dá uma boa indicação do nível de aversão ao risco. No entanto, como o seu valor varia com alterações na utilidade esperada, Arrow (1965) e Pratt (1964) propuseram uma medida de avaliação que pondera o valor da segunda derivada pelo valor da primeira: a função de aversão absoluta ao risco de Arrow-Pratt ($A(w)$) define-se então pela expressão $A(w) = -U''(w)/U'(w)$, onde $U'(w)$ e $U''(w)$ representam a primeira e a segunda derivada da função de utilidade esperada, respectivamente. Em termos abstractos, os valores da aversão absoluta ao risco são simplesmente medidas locais do grau de concavidade ou convexidade da função de utilidade. O coeficiente $A(w)$ pode tomar valores positivos ou negativos, correspondentes a funções côncavas ou convexas, para agentes económicos avessos e propensos ao risco, respectivamente.

Dizer que um agente a é globalmente mais avesso ao risco do que um agente b significa que $-A''(w)/A'(w) > -B''(w)/B'(w)$, com $A(w)$ e $B(w)$ a representarem as funções de utilidade esperada dos agentes a e b , respectivamente. Ou, dito de outra forma, é equivalente a afirmar que é possível encontrar uma função g , côncava e crescente, tal que $A(w) = g(B(w))$.

É plausível admitir-se que a aversão absoluta ao risco diminui com o rendimento, ou seja, que à medida que o rendimento de um agente aumenta mais disponível ele fica a aceitar lotarias com maior nível de risco. O que ficou dito, significa que $U(w)$ é uma função decrescente de w e corresponde à noção de aversão absoluta ao risco decrescente (DARA). Embora esta condição não seja universal, é frequentemente assumida em estudos de decisão sob incerteza. Alternativamente, se o coeficiente cresce

à medida que o valor monetário aumenta diz-se que a aversão absoluta ao risco é crescente (IARA). Finalmente, se o coeficiente não sofre qualquer alteração em função do rendimento, então o indivíduo exhibe aversão absoluta ao risco constante (CARA), o que implica que o nível do argumento da função de utilidade não afecta as suas decisões em situação de incerteza.

Por vezes é importante perceber a atitude dos indivíduos face ao risco em relação a lotarias cujos prémios são estabelecidos como uma parte do seu rendimento. Este tipo de preferência é capturado pelo coeficiente parcial de aversão ao risco de Arrow-Pratt ($R(w)$), dado por $R(w) = wA(w)$. Ao contrário da aversão absoluta ao risco não há razões para esperar nenhum comportamento particular de $R(w)$ em relação a w . Tal como no coeficiente de aversão absoluta, podem encontrar-se trabalhos que admitem funções de aversão relativa ao risco decrescentes (DRRA), constantes (CRRA) ou crescentes (IRRA).

Algumas das funções de utilidade esperada mais usadas em aplicações empíricas são aquelas em que $A(w)$ e $R(w)$ são constantes. A função de utilidade com aversão absoluta ao risco constante (CARA) é dada por $U(w) = -e^{-\lambda w}$, onde λ representa o coeficiente absoluto de aversão ao risco, considerado constante. A função de utilidade com aversão relativa ao risco constante (CRRA) é dada por $U(w) = w^{1-\rho}/(1-\rho)$, se $\rho \neq 1$ e por $U(w) = \log(w)$ se $\rho = 1$, onde ρ é o coeficiente de aversão relativa ao risco. Esta especificação implica propensão ao risco se $\rho < 0$, neutralidade ao risco se $\rho = 0$ e aversão ao risco se $\rho > 0$.

4.3 Escolha inter-temporal: aspectos teóricos

O modelo da utilidade descontada (UD) proposto por Samuelson (1937) constitui o principal quadro de referência na modelização da escolha inter-temporal. Na sua formulação mais simples, este modelo especifica as preferências temporais de um decisor ao longo de um perfil de consumo (c_1, \dots, c_T) , admitindo que a função de utilidade é aditiva ao longo do tempo. Assim, assumindo que as relações de preferência de um indivíduo são completas, transitivas e contínuas, é possível exprimi-las através de uma função de utilidade intertemporal $U^t(c_1, \dots, c_T)$, com a seguinte forma funcional:

$$U^t(c_t, \dots, c_T) = \sum_{k=0}^{T-t} D(k)u(c_{t+k}), \text{ em que } D(k) = \left(\frac{1}{1+\rho}\right)^k$$

Admite-se que a função utilidade é constante ao longo do tempo mas que em cada período $t+k$ é multiplicada por um factor de desconto $D(k)$ que representa o peso relativo que o individuo atribui, no período t , ao seu bem estar no período $t+k$. Nesta formulação, ρ é a taxa de desconto do individuo e reflecte as suas preferências temporais. Pressupõe-se que os indivíduos são consistentes nas suas escolhas inter-temporais e que, portanto, a taxa de desconto é constante em todas as situações e ao longo do tempo. Além disso, a forma aditiva do modelo implica que o consumo e a utilidade em cada período são independentes dos níveis de consumo e de utilidade obtidos em períodos anteriores ou que se espere vir a obter no futuro.

Embora não resultando directamente do modelo UD, o procedimento de desconto assenta ainda em dois outros pressupostos que, cumulativamente, levam à existência de taxas de desconto positivas. Por um lado, admite-se que, por razões diversas, os agentes económicos preferem obter os seus benefícios no presente e não mais tarde. De entre elas, destacam-se a impaciência dos agentes e o previsível decréscimo da utilidade marginal do consumo, como resultado do esperado enriquecimento das sociedades ao longo do tempo. Por outro lado, os capitais quando investidos, geram rendimentos no futuro que tornam possível a obtenção de níveis de consumo superiores aos que permitiriam se fossem consumidos no presente. A taxa de desconto representa, neste caso, o custo de oportunidade do capital.

Os indivíduos aplicam em muitas situações procedimentos intuitivos de desconto que têm implícitas as suas taxas de desconto, as quais são, no entanto, muito difíceis de identificar. A teoria económica standard é normalmente interpretada como sustentando que os juros pagos pelos empréstimos contraídos pelos indivíduos podem ser usados como uma sombra das suas preferências temporais e que os indivíduos têm uma única e invariável taxa de desconto em cada momento. Este resultado pressupõe que os indivíduos têm acesso ilimitado ao crédito, que a taxa de juro é única e que não há riscos envolvidos. Contudo, em muitos mercados, o crédito não está disponível para todos os indivíduos em quantidades ilimitadas a uma taxa de juro única, o que explica o facto de as taxas de desconto poderem distanciar-se significativamente das taxas de juro do mercado e variarem de indivíduo para indivíduo, dependendo do seu

rendimento, oportunidades e preferências.

Nas últimas duas décadas, a investigação empírica no domínio da escolha intertemporal tem revelado diversas limitações do modelo UD, das quais se salientam a inconsistência das taxas de desconto individuais entre diferentes horizontes temporais, entre ganhos e perdas ou entre pequenos e grandes montantes. Uma das principais anomalias do modelo consiste no facto, observado em diversos contextos empíricos, de os indivíduos apresentarem taxas de desconto decrescentes com o horizonte temporal. Isto traduz-se, por um lado, numa taxa de desconto implícita de longo prazo menor do que a de curto prazo e, por outro, no aumento da taxa de desconto, para um dado período, quanto mais próximo o início desse período estiver do momento presente. Este facto é normalmente denominado desconto hiperbólico, em oposição ao desconto exponencial que resulta do modelo UD. As principais críticas de que o modelo UD tem sido alvo, bem como a apresentação de modelos alternativos, podem ser encontrados em Loewenstein e Thaler (1989), Loewenstein e Prelec (1992), e Frederick *et al.* (2002).

4.4 Metodologias de avaliação das atitudes ao risco e das taxas de desconto dos agricultores

Na sua abordagem à questão do risco na produção agrícola, Moschini e Hennessey (2001, p.106) fazem referência a um conjunto de estudos empíricos com relevância para a análise da aversão ao risco dos agricultores. As metodologias usadas nestes estudos são distintas, baseando-se algumas delas na eliciação das preferências dos agricultores através da escolha entre lotarias alternativas e outras na comparação entre as decisões reais dos agricultores e as decisões teoricamente óptimas obtidas com base na aplicação de diversos modelos.

Genericamente podem considerar-se três métodos para medir as atitudes ao risco dos produtores agrícolas: observação do comportamento económico em relação à procura de factores e oferta de produtos; eliciação directa da função utilidade; métodos experimentais (Young, 1979; Lins *et al.*, 1981; Robinson *et al.*, 1984 e Moschini e Hennessey, 2001). O método mais generalizado baseia-se na observação do comportamento económico dos agentes e na sua comparação com aquele que seria o seu comportamento óptimo à luz de modelos teóricos de decisão sob risco ou de

programação matemática. As atitudes face ao risco resultam depois da escolha dos coeficientes de risco que permitem uma melhor aderência dos modelos teóricos aos dados reais. Como exemplos de estudos que recorrem a este tipo de metodologia podem citar-se Moscardi e Janvry (1977), Brink e McCarl (1978), Antle (1987), Myers (1989), Chavas e Holt (1990), Pope e Just (1991), Saha *et al.* (1994) e Gómez-Limón *et al.* (2003).

Moscardi e de Janvry (1977) estimaram uma função de produção Cobb-Douglas para explorações familiares mexicanas produtoras de milho e, usando uma abordagem do tipo “safety-first”, apuraram uma medida de aversão ao risco a partir da divergência entre as decisões reais de fertilização e as decisões óptimas em situação de neutralidade ao risco, tendo concluído que havia fortes indícios de aversão ao risco. Brink e McCarl (1978), utilizando dados referentes a uma amostra de agricultores americanos estimaram as atitudes ao risco como um resíduo resultante das diferenças entre as escolhas observadas e as escolhas óptimas previstas por um modelo de programação matemática baseado numa função objectivo do tipo média-desvio padrão. O parâmetro de risco que, introduzido no modelo teórico, originava os resultados mais próximos dos observados foi assumido como representativo das preferências face ao risco daqueles agricultores, sugerindo uma ligeira aversão ao risco.

Antle (1987) estimou econometricamente as preferências face ao risco de produtores de arroz indianos utilizando uma metodologia desenvolvida sequencialmente. Através do método dos momentos obteve uma aproximação à função de distribuição do lucro, a que se seguiu a maximização da função de utilidade esperada e posterior estimação das atitudes ao risco. Para isso usou dados recolhidos numa população de agricultores de seis aldeias indianas, relativos a quantidades de factores utilizados e produções obtidas, respectivos preços e outras características tecnológicas observáveis. Relativamente às atitudes ao risco concluiu que a população era caracterizada por aversão ao risco, embora tivesse encontrado uma considerável heterogeneidade, desde uma clara aversão ao risco até valores próximos da neutralidade. Myers (1989) desenvolveu uma metodologia baseada em séries temporais que aplicou a produtores de trigo, soja e milho americanos. Concluiu que o intervalo no qual se situava o coeficiente de aversão relativa ao risco de um agricultor representativo da amostra revelava aversão ao risco. Chavas e Holt (1990), embora sem determinar os

coeficientes de aversão ao risco propriamente ditos, estudaram a estrutura de preferências dos produtores americanos de soja e milho face ao risco. Concluíram, recorrendo à maximização da utilidade esperada, que a aversão relativa ao risco e a aversão parcial relativa ao risco não eram constantes. À mesma conclusão chegaram Pope e Just (1991), com base numa função de produção Cobb-Douglas, sobre a qual aplicaram testes econométricos que permitiram aferir a estrutura das preferências ao risco dos produtores de batata do Estado americano do Idaho.

Saha *et al.* (1994) desenvolveram um método que permite determinar simultaneamente a estrutura das preferências e o grau de aversão ao risco. Na aplicação empírica usaram dados de uma amostra de produtores de trigo do estado americano do Kansas e as evidências obtidas foram no sentido de rejeição da neutralidade face ao risco e a aceitação de que os agricultores da amostra ostentavam uma aversão absoluta ao risco decrescente e uma aversão relativa ao risco crescente. Finalmente, Gómez-Limón *et al.* (2003) apresentam uma metodologia baseada em programação matemática multi-critério para obterem os coeficientes de aversão absoluta e de aversão relativa ao risco entre os agricultores de uma área de regadio de Espanha.

O segundo tipo de métodos consiste na estimação directa da função de utilidade. Baseia-se na realização de inquéritos aos produtores, concebidos no sentido de se obterem pontos de indiferença entre montantes certos e opções com um risco associado, envolvendo ganhos e perdas hipotéticas. Depois de identificado um conjunto de pontos no espaço Utilidade-Rendimento, a aplicação de técnicas de regressão permite ajustar uma função de utilidade. Aplicações desta metodologia podem ser encontradas em Lin *et al.* (1974), Dillon e Scandizzo (1978), Hamal e Anderson (1982) e Feinerman e Finkelshtain (1996).

Um dos primeiros estudos sobre decisão em agricultura é o trabalho de Lin *et al.* (1974) no qual os autores determinaram a atitude face ao risco dos agricultores em seis explorações agrícolas de grandes dimensões na Califórnia, servindo-se para isso de lotarias hipotéticas. De seguida determinaram os intervalos das médias e variâncias do lucro que correspondiam aos coeficientes de aversão ao risco estimados. Complementarmente compararam os planos de produção resultantes com os obtidos em modelos de maximização de lucro e com aqueles que foram efectivamente adoptados pelos agricultores. Concluíram que nenhuma das metodologias permitia uma boa

aderência às decisões reais dos agricultores mas que a eliciação das preferências através de escolhas hipotéticas não era inferior às restantes metodologias. Dillon e Scandizzo (1978) usaram uma metodologia idêntica com pequenos agricultores de subsistência e rendeiros do nordeste brasileiro, tendo tido a preocupação de que as lotarias hipotéticas reflectissem rendimentos prováveis das explorações. Consideraram dois tipos de lotaria: numa a subsistência da família era garantida mas havia uma componente de risco nos lucros; na outra as próprias necessidades de sobrevivência eram postas em risco. As respostas foram depois ajustadas a diversos tipos de funções de utilidade e, como seria de esperar, concluíram que os agricultores tendiam a ser mais avessos ao risco quando a sua sobrevivência podia ser posta em causa.

Outra alternativa é a utilização de métodos experimentais, os quais podem ser encarados como uma variação dos anteriores, com a diferença de que aqui as escolhas têm contrapartidas reais em vez de perdas e ganhos hipotéticos. Presume-se que uma parte da variação observada nas decisões dos agricultores, resultante de diferentes atitudes face ao risco, pode ser relacionada de forma sistemática com variações experimentalmente medidas dos seus graus de aversão ao risco. São exemplos, Binswanger (1980, 1981) e Binswanger e Sillers (1983). Binswanger (1980) determinou a aversão ao risco de agricultores indianos, através da realização de experiências que consistiam em colocar aos participantes a decisão de escolher entre um montante certo e uma lotaria. Pela primeira vez, foram feitos pagamentos reais para induzir os participantes a revelarem as suas preferências. Concluiu que dominava a aversão ao risco mas registou uma grande variabilidade nos coeficientes obtidos. Estas medidas foram depois introduzidas como variáveis explicativas numa análise multivariada da adopção de fertilizantes por parte daqueles agricultores. Binswanger e Sillers (1983) comparam os coeficientes de aversão ao risco obtidos em quatro estudos experimentais realizados na Índia, nas Filipinas, em El Salvador e na Tailândia, para concluir que os agricultores nos países em desenvolvimento são quase universalmente avessos ao risco e que a aversão ao risco não depende do ambiente cultural e agroclimático nem é muito sensível a variações no rendimento.

Qualquer destas abordagens apresenta vantagens e limitações (Young, 1979; Hazell, 1982; Binswanger, 1982; Moschini e Hennessy, 2001). As que se baseiam na observação do comportamento económico apresentam como principal vantagem o facto

de se basearem em decisões realmente tomadas pelos agricultores no decurso da sua actividade produtiva. A principal desvantagem é que o risco é determinado como uma componente residual, correspondente às diferenças observadas entre as soluções teóricas de maximização do lucro e as decisões reais. Este aspecto constitui uma limitação clara do método uma vez que ignora que estas discrepâncias podem advir de outros factores, que não a atitude face ao risco, tais como informação imperfeita, influência de objectivos não monetários no processo de decisão, restrições na natureza e acesso aos recursos. Assim, pode não ser claro se a resposta observada é devida a preferências em relação ao risco ou antes a questões relacionadas com a tecnologia, com restrições físicas ou com assimetrias financeiras. No sentido de inferir ou medir correctamente a aversão ao risco, a partir de escolhas observadas, é necessário isolar os impactos destes factores.

O método da eliciação directa através de inquéritos, por seu lado, só é fidedigna se capturar a estrutura de preferências que seria usada em decisões reais. No entanto isto pode não acontecer devido a enviesamentos causados pelo entrevistador, pela selecção das probabilidades, pela relutância em participar em lotarias, pela falta de realidade dos cenários colocados ou falta de experiência por parte dos entrevistados para avaliar cenários hipotéticos. Apesar de estas limitações se poderem reduzir, em parte, através da adopção de métodos experimentais, estes têm-se revelado difíceis de implementar na prática, uma vez que os custos financeiros envolvidos numa situação real com muitos produtores são muito elevados, em particular em estudos aplicados a países desenvolvidos. Uma crítica mais fundamental é apresentada por Roe (1982), ao referir que se o processo de eliciação assentar em lotarias ou se for pedido aos agentes que escolham entre um conjunto de hipóteses que envolvam risco mas que não reflectam ou tenham pouca relação com as escolhas que são feitas no seio da empresa, não é claro que o comportamento subjacente aos resultados obtidos seja consistente ou possa explicar as escolhas reais feitas por esses agentes. Binswanger (1982), apesar de fazer a apologia dos métodos experimentais não deixa de referir que muitas vezes originam resultados inconclusivos e que nem sempre se ajustam ao axioma da transitividade das preferências individuais. Relativamente à eliciação das atitudes ao risco através de escolhas hipotéticas, os métodos experimentais têm como principal vantagem o maior controlo sobre as condições de aplicação. Comparativamente com os métodos econométricos, não exigem que se façam suposições em relação, por exemplo, à

natureza do risco e são bastante menos exigentes em termos de quantidade de informação necessária.

Em conclusão e seguindo a ideia de Antle (1989), ao compararmos as vantagens e desvantagens das diversas metodologias é necessário perceber que não há almoços grátis na investigação empírica: ao colocarmos menos informação nas abordagens experimentais e nas abordagens econométricas não estruturais, obtemos menos informação de volta. Na verdade os métodos econométricos, exigem séries temporais muito longas e/ou dados seccionais muito completos que permitem extrair outro tipo de informação, relacionada, por exemplo, com as decisões de produção ou o efeito de medidas de política. No entanto e para além do facto de a aplicação daquela metodologia se limitar a situações em que a informação está disponível ou é fácil de obter, o que raramente acontece em agricultura, as estimativas do grau de aversão ao risco não constituem o objecto central da estimação, sendo antes entendidas como uma componente residual que, como se viu atrás, pode incluir um conjunto diversificado de efeitos. Assim, optou-se neste trabalho por utilizar um método experimental porque, por um lado, permite atingir de forma mais directa o objectivo do estudo e, por outro, dada a escassez generalizada de informação sobre o processo de decisão em agricultura, tem maior viabilidade de aplicação futura em contextos mais alargados.

4.5. Procedimentos experimentais para eliciação das atitudes ao risco e das taxas de desconto individuais

Os procedimentos experimentais aqui adoptados para a eliciação das atitudes ao risco e taxas de desconto de fruticultores portugueses estão já documentados na literatura de economia experimental com recurso a amostras de conveniência (estudantes universitários) e com recurso a amostras extraídas de uma população mais geral. Na terminologia de Harrison e List (2004), as experiências aqui implementadas designam-se por “artefactual field experiments” no sentido de que os procedimentos experimentais caracterizadores das experiências em economia conduzidas em ambiente laboratorial convencional são adaptados e transpostos para o “campo” com o propósito de estudar uma população específica de interesse. Expõem-se, nesta secção, os procedimentos adoptados para a eliciação das atitudes ao risco e taxas de desconto dos fruticultores portugueses.

4.5.1. Eliciação das atitudes ao risco

Para eliciação das atitudes ao risco usam-se os procedimentos propostos por Holt e Laury (2002) e ampliados por Harrison *et al.* (2005). Cada participante na experiência é confrontado com uma “lista de preços múltiplos” que consiste em 10 escolhas entre duas lotarias alternativas (A e B). Em ambas, existe um prémio mais baixo e um prémio mais elevado, que são diferentes para cada uma das lotarias mas que se mantêm constantes ao longo das 10 escolhas. O que varia entre cada escolha é a probabilidade de se obter o prémio grande ou prémio pequeno.

Os pagamentos da lotaria A têm menor variabilidade do que os da lotaria B e, por conseguinte, a lotaria A é mais “segura” do que a lotaria B. Na primeira escolha ou decisão, a probabilidade do prémio mais elevado é de 10% para ambas as lotarias e, portanto, só um indivíduo extremamente propenso ao risco escolheria a opção B. À medida que a probabilidade de se obter o prémio grande aumenta, a opção B torna-se cada vez menos arriscada e é de esperar que, mais cedo ou mais tarde, os indivíduos passem da opção A para a B, consoante o seu grau de aversão ao risco. Na Tabela 13 apresentam-se, a título de exemplo, os montantes dos prémios e as suas probabilidades de ocorrência para uma das tarefas solicitadas aos participantes desta experiência (o Anexo VI inclui as tabelas efectivamente apresentadas aos participantes).

Na primeira decisão, o participante tem 10% de probabilidade de receber €40 e 90% de probabilidade de receber €32 se escolher a lotaria A e 10% de probabilidade de receber €76 e 90% de receber €2 se escolher a lotaria B. Para as primeiras quatro decisões, o valor esperado da lotaria A é superior ao da lotaria B mas, à medida que se avança nas decisões, embora o valor esperado de ambas as lotarias aumente, o da lotaria B aumenta mais rapidamente tornando-se, a partir da quinta decisão, maior do que o da lotaria A. Assim, será de esperar que um indivíduo neutro ao risco escolha A nas primeiras quatro decisões e, a partir daí, opte por B, uma vez que o valor esperado da opção B passa a ser superior a partir da 5ª decisão. Quanto maior for a aversão ao risco, mais tarde essa mudança se verificará. Contudo, mesmo os indivíduos mais avessos ao risco deverão preferir a opção B na 10ª decisão, uma vez que aí o prémio alto é certo e o seu valor é mais elevado na opção B.

Tabela 13 – Eliciação das atitudes ao risco

p(Elevado)	<u>Lotaria A</u>		<u>Lotaria B</u>		Valor Esperado		Diferença	Intervalo de CRR
	Elevado	Baixo	Elevado	Baixo	A	B		
0,1	€40,0	€32,0	€76,0	€2,0	€32,8	€9,4	€23,4	∞; -1,71
0,2	€40,0	€32,0	€76,0	€2,0	€33,6	€16,8	€16,8	-1,71; 9,5
0,3	€40,0	€32,0	€76,0	€2,0	€34,4	€24,2	€10,2	-0,95; 4,9
0,4	€40,0	€32,0	€76,0	€2,0	€35,2	€31,6	€3,6	-0,49; 1,5
0,5	€40,0	€32,0	€76,0	€2,0	€36,0	€39,0	-€3,0	-0,54; 4
0,6	€40,0	€32,0	€76,0	€2,0	€36,8	€46,4	-€9,6	0,04; 1
0,7	€40,0	€32,0	€76,0	€2,0	€37,6	€53,8	-€16,2	0,06; 8
0,8	€40,0	€32,0	€76,0	€2,0	€38,4	€61,2	-€22,8	0,08; 7
0,9	€40,0	€32,0	€76,0	€2,0	€39,2	€68,6	-€29,4	0,09; 7
1,0	€40,0	€32,0	€76,0	€2,0	€40,0	€76,0	-€36,0	1,37; 3

Desta forma, o número de vezes que um participante escolhe a lotaria A constitui uma indicação das suas atitudes perante o risco. Holt e Laury (2002) caracterizam os indivíduos que nunca escolhem a lotaria A ou que apenas a escolhem uma vez como extremamente propensos ao risco; os indivíduos que a escolhem duas ou três vezes como muito propensos ao risco e propensos ao risco, respectivamente. Os indivíduos que escolhem a lotaria A quatro vezes são classificados como neutrais ao risco e os indivíduos que a escolhem mais do que quatro vezes como apresentando graus crescentes de aversão ao risco, desde ligeiramente avessos ao risco (para 5 escolhas da lotaria A) até extremamente avessos ao risco (para 9 ou 10 escolhas da lotaria A). Assim, as atitudes ao risco dos participantes nas experiências de Holt e Laury (2002) são reduzidas a um escalar entre 0 e 10.

Harrison *et al.* (2005) propõem uma caracterização mais rica das atitudes ao risco dos participantes. Estes autores sugerem a estimação de um modelo de regressão por intervalos que, nomeadamente, permite averiguar em que medida as preferências pelo risco variam com características observáveis dos indivíduos. A variável dependente

no modelo de regressão por intervalos consiste no intervalo de aversão relativa ao risco constante (CRRA) que o participante revela na primeira decisão em que muda a escolha da lotaria A para a lotaria B. Estes intervalos são apresentados na última coluna da Tabela 13 e coincidem com os intervalos considerados por Holt e Laury (2002) uma vez que os valores de todos os prémios apresentados aos fruticultores são um mesmo múltiplo (isto é, são 20 vezes superiores) dos valores dos prémios usados por Holt e Laury (2002). Estes intervalos são para ser lidos da seguinte forma: um indivíduo revela um coeficiente de CRRA no intervalo entre -0,15 e 0,14, por exemplo, se escolhe a lotaria A nas primeiras quatro decisões e escolhe a lotaria B a partir da quinta decisão; similarmente, um coeficiente de CRRA no intervalo entre 0,14 e 0,41 é revelado pelo indivíduo que escolhe a lotaria A cinco vezes e muda a sua escolha para a lotaria B na sexta decisão.

Harrison *et al.* (2005) sugerem ainda a aplicação de diferentes conjuntos de valores de prémios que permitam cobrir intervalos de CRRA mais vastos para cada indivíduo. Desta forma, são apresentadas aos fruticultores quatro situações que diferem entre si pelos valores dos prémios usados, gerando conjuntos de intervalos de CRRA diferentes em cada situação. Os valores usados em cada uma das situações de eliciação das atitudes ao risco dos fruticultores são apresentados na Tabela 14.

Os valores dos prémios apresentados na Tabela 13 correspondem aos valores da primeira situação com que os fruticultores se depararam. Tal como na primeira situação, cada um dos participantes na experiência é, na segunda, terceira e quarta situações, confrontado com uma “lista de preços múltiplos” consistindo em 10 escolhas entre as duas lotarias alternativas (A e B). A única alteração entre a primeira e a segunda situação diz respeito aos valores dos prémios, mantendo-se inalteradas as probabilidades de ocorrência dos prémios tal como apresentadas na Tabela 13. A segunda situação gera intervalos de CRRA de $-\infty, -1,45$; $-1,45, -0,72$; $-0,72, -0,25$; $-0,25, -0,13$; $-0,13, 0,47$; $0,47, 0,80$; $0,80, 1,16$; $1,16, 1,59$; $1,59, 2,21$; $2,21, +\infty$. A terceira situação gera intervalos de CRRA de $-\infty, -1,84$; $-1,84, -1,101$; $-1,101, -0,52$; $-0,52, -0,14$; $-0,14, 0,17$; $0,17, 0,46$; $0,46, 0,75$; $0,75, 1,07$; $1,07, 1,51$; $1,51, +\infty$. Finalmente, a quarta situação gera intervalos de CRRA de $-\infty, -0,75$; $-0,75, -0,32$; $-0,32, -0,05$; $-0,05, 0,16$; $0,16, 0,34$; $0,34, 0,52$; $0,52, 0,70$; $0,70, 0,91$; $0,91, 1,20$; $1,20, +\infty$. Estes intervalos de CRRA para cada uma das situações estão documentados em Harrison *et al.* (2005) dado que os

valores dos prémios apresentados na Tabela 14 correspondem exactamente a múltiplos dos valores considerados por estes autores nas quatro situações por eles aplicadas.

Tabela 14 – Valores dos prémios em cada situação

Situação	<u>Lotaria A</u>		<u>Lotaria B</u>	
	Prémio Elevado	Prémio Baixo	Prémio Elevado	Prémio Baixo
1	€40,0	€32,0	€76,0	€2,0
2	€44,0	€30,0	€79,0	€10,0
3	€40,0	€35,0	€79,0	€3,0
4	€49,0	€20,0	€89,0	€1,0

4.5.2. Eliciação das taxas de desconto individuais

A eliciação das taxas de desconto individuais segue de perto a metodologia proposta por Coller e Williams (1999) e por Harrison *et al.* (2002, 2005), também usada por Botelho *et al.* (2005). A lógica subjacente à metodologia proposta consiste em perguntar a um indivíduo se, por exemplo, prefere receber €100 hoje ou €100+€ amanhã. Se o indivíduo prefere receber €100 hoje pode inferir-se que requer um montante superior a € para aguardar recebimento até amanhã, ou seja, que a sua taxa de desconto é superior a $x\%$ por dia. Se o indivíduo prefere aguardar até amanhã e receber €100+€, pode inferir-se que a sua taxa de desconto é inferior ou igual a $x\%$ por dia. Admita-se agora que ao mesmo indivíduo se pergunta de seguida se prefere receber €100 hoje ou €100+€ amanhã, com $y > x$. Caso o indivíduo tenha preferido receber €100 hoje a €100+€ amanhã, mas prefira receber €100+€ amanhã a €100 hoje, pode inferir-se que a sua taxa de desconto é superior a $x\%$ mas inferior ou igual a $y\%$ por dia. A lógica subjacente à metodologia proposta prossegue assim com a apresentação de uma série de questões desta natureza ao mesmo indivíduo fazendo apenas variar os valores a receber no futuro e que correspondem a intervalos de taxas de desconto possíveis. Naturalmente que quanto menores os incrementos nos valores a receber no futuro na sequência de questões colocadas ao indivíduo, mais informação se obtém quanto à sua taxa de desconto uma vez que menor é o intervalo relativo à taxa de desconto que se pode identificar para o indivíduo.

Seguindo esta metodologia, a cada um dos fruticultores participantes na experiência foram apresentadas 20 decisões nas quais podiam escolher entre uma forma de pagamento A e uma forma de pagamento B, tal como exemplificado na Tabela 15.

Nesta tabela a forma de pagamento A corresponde a um montante de €50 a receber a 1 mês e a forma de pagamento B corresponde a €50+€ euros a receber dentro de 25 meses. O valor de € x é calculado através da taxa de juro anual com capitalização trimestral. Para cada decisão é fornecida aos participantes informação sobre a correspondente taxa de juro anual no sentido de diminuir os erros de comparação entre a remuneração obtida na experiência e as taxas de juros de mercado, no caso de os participantes desejarem fazê-la. É fornecida informação sobre a taxa de juro anual nominal, a qual varia entre 2,5% e 50%, e a correspondente taxa de juro anual efectiva, antecipando que alguns participantes poderiam estar mais familiarizados com uma taxa do que com outra. Como pode verificar-se, as opções colocadas aos participantes envolvem duas alternativas futuras (1 mês versus 25 meses) e não uma alternativa presente e uma futura. Este procedimento visa essencialmente eliminar os efeitos relativos a eventuais diferenças nos custos de transacção, entre receber agora ou mais tarde, e a menor credibilidade que eventualmente possa estar associada a recebimentos futuros, que assim permanecem constantes e não influenciam a taxa de desconto individual.

Assim, tal como para a eliciação das atitudes ao risco, a eliciação das taxas de desconto individuais processa-se pela aplicação de uma “lista de preços múltiplos”, sendo de esperar que indivíduos mais pacientes, isto é, com taxas de desconto menores, escolham a forma de pagamento B para valores pequenos das taxas de juro que lhes são apresentadas e que à medida que estas aumentam mais indivíduos optem pelo rendimento futuro. De qualquer forma, a decisão em que o indivíduo muda de A para B corresponde aos limites do intervalo em que a sua taxa de desconto individual se situa. Se, por exemplo, um indivíduo escolhe a forma de pagamento A nas primeiras 9 decisões, mas passa a escolher a forma de pagamento B a partir da 10^a decisão, infere-se que a sua taxa de desconto é superior a 24,47% mas menor ou igual a 27,44%.

Tabela 15 – Eliciação das taxas de desconto individuais

Decisão	Forma A 1 MÊS	Forma B 25 MESES	Taxa de Juro Anual Nominal	Taxa de Juro Anual Efectiva
1	€50	€52,56	2,50%	2,52%
2	€50	€55,22	5,00%	5,09%
3	€50	€58,01	7,50%	7,71%
4	€50	€60,92	10,00%	10,38%
5	€50	€63,96	12,50%	13,10%
6	€50	€67,12	15,00%	15,87%
7	€50	€70,43	17,50%	18,68%
8	€50	€73,87	20,00%	21,55%
9	€50	€77,46	22,50%	24,47%
10	€50	€81,21	25,00%	27,44%
11	€50	€85,11	27,50%	30,47%
12	€50	€89,17	30,00%	33,55%
13	€50	€93,41	32,50%	36,68%
14	€50	€97,81	35,00%	39,87%
15	€50	€102,40	37,50%	43,11%
16	€50	€107,18	40,00%	46,41%
17	€50	€112,15	42,50%	49,77%
18	€50	€117,32	45,00%	53,18%
19	€50	€122,70	47,50%	56,65%
20	€50	€128,29	50,00%	60,18%

No sentido de acomodar a possibilidade de inconsistências nas preferências inter-temporais dos indivíduos, Harrison *et al.* (2002, 2005) sugerem a aplicação de “listas de preços múltiplos” com diferentes horizontes temporais. Desta forma, são apresentadas aos fruticultores seis situações que diferem entre si apenas no que se refere aos horizontes temporais considerados. Uma vez que as taxas de desconto individuais eliciadas podem ainda ser sensíveis à duração do atraso inicial, são apresentadas aos fruticultores três situações adicionais que diferem relativamente a este atraso. Apresentam-se na Tabela 16, as características de cada uma das nove situações de eliciação das taxas de desconto individuais dos fruticultores.

Tabela 16 – Descrição das situações de eliciação das taxas de desconto individuais

Situação	Atraso Inicial (Meses)	Horizonte (Meses)	Valor Inicial	TA	TAE	Valor Acumulado
1	1	1	€50	2,50%	2,52%	€50,10
				50,00%	60,18%	€52,00
2	1	4	€50	2,50%	2,52%	€50,42
				50,00%	60,18%	€58,50
3	1	6	€50	2,50%	2,52%	€50,63
				50,00%	60,18%	€63,28
4	1	12	€50	2,50%	2,52%	€51,26
				50,00%	60,18%	€80,09
5	1	18	€50	2,50%	2,52%	€51,90
				50,00%	60,18%	€101,36
6	1	24	€50	2,50%	2,52%	€52,56
				50,00%	60,18%	€128,29
7	7	6	€50	2,50%	2,52%	€50,63
				50,00%	60,18%	€63,28
8	13	6	€50	2,50%	2,52%	€50,63
				50,00%	60,18%	€63,28
9	19	6	€50	2,50%	2,52%	€50,63
				50,00%	60,18%	€63,28

Assim, na primeira situação apresentada aos fruticultores, a forma de pagamento A corresponde a um montante de €50 euros a receber a 1 mês e a forma de pagamento B corresponde a €50+€ euros a receber a 2 meses. O atraso inicial relativamente à data de realização da experiência corresponde, por conseguinte, a 1 mês e o horizonte temporal corresponde também a 1 mês nessa situação. Nas três últimas colunas da Tabela 16 apresentam-se as taxas anuais nominais (TA) e as correspondentes taxas anuais efectivas (TAE) com capitalização trimestral usadas para o cálculo dos valores acumulados (apresentados na última coluna) para a 1ª e 20ª decisão constantes da “lista de preços múltipla” correspondente a esta situação. A segunda, terceira, quarta, quinta e sexta situação diferem da primeira situação apenas no que respeita ao horizonte temporal considerado e a sétima, oitava e nona situações diferem da terceira situação no que respeita à duração do atraso inicial. Cada participante é assim confrontado com 9 situações, sendo que em cada uma delas tem de tomar 20 decisões.

4.6. Delineamento experimental

4.6.1. Selecção dos participantes

A experiência foi conduzida em Dezembro de 2005 nas instalações da Cooperativa Agrícola de Mangualde com fruticultores seus associados, seleccionados a partir da amostra usada no segundo ensaio. Os agricultores foram contactados por telefone, iniciando-se o processo de recrutamento pelos que habitavam mais próximo do local de realização da experiência com o objectivo de minimizar o tempo e os custos de deslocação e ter maiores garantias da sua presença. No telefonema os participantes foram informados do objectivo genérico do estudo e da duração expectável da sessão e foi-lhes comunicado que receberiam dez euros pela participação, sendo possível que viessem a obter mais dinheiro, dependendo da sorte e das suas próprias escolhas.

Pretendia-se realizar três sessões, cada uma com dez agricultores, pelo que, depois de se ter obtido a concordância por parte de trinta agricultores em participar na experiência, concluiu-se a fase do recrutamento. Verificou-se, no entanto, que nas horas e datas combinadas apenas vinte agricultores compareceram e é a eles que os resultados do estudo dizem respeito. No entanto, um agricultor que não fez parte da amostra usada no segundo ensaio, encontrava-se na Cooperativa na data e hora de uma das sessões e mostrou interesse em participar na experiência, pelo que também para este foram

eliciadas atitudes ao risco e taxas de desconto.

4.6.2. Condução das sessões

As sessões tiveram uma duração aproximada de duas horas e meia cada uma e foram conduzidas em seis fases. Na primeira fase foi feita a descrição da forma como iria decorrer o estudo, na segunda procedeu-se a um treino para assegurar que os participantes compreendiam a mecânica das decisões e dos pagamentos, na terceira e na quarta procedeu-se à recolha de informação para eliciação das atitudes ao risco e das taxas de desconto individuais, respectivamente, na quinta foi preenchido um inquérito complementar e finalmente, na sexta fase, foram sorteados os participantes que seriam pagos e as decisões que determinavam o valor desses pagamentos.

No início de cada sessão, foram dadas as boas-vindas aos participantes e apresentadas as pessoas que iriam conduzi-la. Relembrou-se que cada um deles iria receber €10 pela sua participação e, eventualmente, quantias mais avultadas, dependendo em parte da sorte e, em parte, das suas escolhas. Como os participantes haviam já sido inquiridos no decorrer do trabalho de campo do Ensaio 2, esta experiência foi-lhes apresentada como a continuação do estudo anterior, realizado com o objectivo de se recolherem dados que permitissem compreender a forma como as suas decisões económicas eram tomadas. Antes do início da experiência propriamente dita esclareceu-se que, caso desejassem participar, deveriam assinar uma declaração de consentimento informado (Anexo IV) na qual afirmavam estar a participar de livre vontade no estudo e onde era salvaguardado que podiam desistir a qualquer momento embora, nesse caso, perdessem o direito ao prémio de participação.

De seguida, os participantes foram informados de que a experiência constava de duas fases de escolhas que envolviam valores monetários e que, em cada uma delas, cada participante teria 10% de probabilidade de receber pagamentos reais em euros, os quais seriam sorteados e efectuados no final da experiência. A forma de determinação dos pagamentos foi minuciosamente explicada e será apresentada no ponto seguinte. Para determinar a componente aleatória dos pagamentos usou-se uma roleta com 10 bolas numeradas, que foi mostrada aos participantes para que se inteirassem do seu funcionamento. Explicou-se que apenas uma decisão em cada parte seria alvo de pagamento e que essa decisão seria seleccionada aleatoriamente através da roleta. Fez-

se notar que, como ninguém sabia se viria a ser contemplado, nem por qual das decisões seria pago, era importante que prestassem muita atenção a todas e cada uma das decisões pois todas elas envolviam montantes de dinheiro consideráveis.

Para que os participantes percebessem o tipo de escolhas que lhes iriam ser pedidas e se familiarizassem com a forma de determinar quem iria ser pago e o valor do pagamento procedeu-se seguidamente à realização de um treino no qual as escolhas não correspondiam a valores monetários mas sim a chocolates e procedeu-se à atribuição dos respectivos pagamentos. As folhas destinadas a assentar as decisões nesta fase da sessão encontram-se no Anexo V. Estas folhas, tal como as que foram usadas nas tarefas seguintes, foram sendo projectadas à medida que a experiência avançava, tendo sido explicado o significado de todas as decisões. Foi sempre ressaltado ao longo do processo que não havia decisões certas ou erradas e que cada um era livre de escolher aquilo que realmente preferia.

A terceira parte da sessão consistiu na realização de escolhas para eliciação das atitudes ao risco, seguindo a metodologia atrás descrita. Os participantes foram confrontados com quatro tarefas distintas, variando entre si pelo montante dos prémios. Em cada tarefa eram pedidas 10 decisões nas quais a probabilidade de obter o prémio maior se ia alterando. Depois de se terem distribuído as folhas de registo das decisões correspondentes à 1ª tarefa e de se terem projectado no ecrã (Anexo VI), foi explicado que, para cada uma das decisões, os participantes teriam que escolher se preferiam ser pagos pela forma A ou pela forma B, assinalando com uma cruz o quadrado correspondente à sua escolha. Acrescentou-se ainda que, caso as duas formas lhes fossem indiferentes, deveriam assinalar com uma cruz o quadrado correspondente à opção “Tanto Faz”. Fez-se notar que, nas decisões em que a escolha fosse “Tanto Faz” seria aleatoriamente determinado, com recurso à roleta, se receberiam de acordo com a forma A ou a forma B. O significado de cada uma das escolhas possíveis foi minuciosamente explicado para cada uma das decisões. Tendo em conta previsíveis dificuldades de compreensão por parte dos agricultores do conceito de probabilidade (embora, em momento algum, este termo tenha sido usado), as folhas de decisão ostentavam as bolas colocadas na roleta e explicitavam quais delas dariam direito ao prémio grande e quais dariam direito ao prémio pequeno.

Na quarta parte da sessão procedeu-se à recolha de informação para eliciação

das taxas de desconto individuais, seguindo a metodologia já descrita. Os participantes foram confrontados com 9 situações que diferiam entre si no tempo de intervalo entre a opção A e a opção B ou na data de início desse intervalo (Anexo VII). Em cada situação existiam 20 decisões para tomar, as quais se distinguiam pela taxa de juro.

Depois de distribuída e projectada a folha referente à 1ª tarefa foi explicado aos participantes que em cada uma das decisões existiam duas formas de pagamento: a Forma A e a Forma B, as quais diferiam entre si nas datas de pagamento. Para cada uma das decisões teriam que escolher se preferiam ser pagos pela forma A ou pela forma B, assinalando com uma cruz o quadrado correspondente à sua escolha. Tal como na terceira parte, acrescentou-se ainda que, se fossem indiferentes à forma de pagamento, deveriam assinalar com uma cruz o quadrado correspondente à opção “Tanto Faz” e, nesse caso, se viessem a ser sorteados para pagamento seria determinado aleatoriamente se receberiam de acordo com a forma A ou a forma B. Antes de se iniciar o preenchimento das folhas das tarefas, o significado de cada escolha foi explicado até que os participantes não manifestassem qualquer dúvida.

A quinta parte da sessão consistiu no preenchimento de um inquérito, que visava complementar os dados recolhidos nos inquéritos realizados no âmbito do Ensaio 2 com informação relativa a características e hábitos dos participantes, composição do seu agregado familiar e nível de rendimento (Anexo VIII).

No final da sessão cada participante fez rodar a roleta para se determinar quem iria ser contemplado com um pagamento. De seguida, efectuou-se o pagamento pela participação a cada um dos outros participantes que, de seguida, abandonaram a sala. Os sorteados permaneceram para que fosse determinado, para cada um deles, a decisão que determinaria o pagamento adicional.

4.6.3. Pagamentos

Cada participante fez rodar duas vezes a roleta com bolas numeradas de 1 a 10: a primeira para determinar se seria pago pela parte III e a segunda para determinar se seria pago pela parte IV. Teria direito a receber um pagamento em euros por cada uma das partes se, no sorteio respectivo, lhe calhasse a bola com o número 1. Em ambas as partes da experiência, cada participante tinha várias decisões para tomar e cada um dos participantes sorteados só recebeu por uma decisão, que foi, para cada uma delas,

determinada também de forma perfeitamente aleatória. Assim, quando o participante era sorteado para receber pela parte III, procedia-se a novo sorteio para determinar por qual das tarefas iria ser pago, introduzindo na roleta as bolas numeradas de 1 a 4. Depois de extrair um dos números que identificava a tarefa, procedia-se da mesma forma para seleccionar uma das 10 decisões realizadas nessa tarefa, recorrendo desta vez às bolas numeradas de 1 a 10. Quando o participante era sorteado para receber pela parte IV, colocavam-se primeiro na roleta as bolas numeradas de 1 a 9 que permitiam seleccionar uma das nove tarefas e, por fim, introduziam-se na roleta bolas numeradas de 1 a 20 para se proceder à escolha da decisão que iria determinar o valor do pagamento.

Quando se tratava de uma decisão da parte III, o pagamento era imediatamente efectuado, quando se tratava de uma decisão da parte IV, o pagamento ficava garantido na data especificada na própria decisão. Neste último caso era dado aos participantes um certificado de pagamento no montante e data especificadas que lhes garantia o recebimento da quantia correspondente à decisão sorteada na data prevista. Os pagamentos foram sorteados e efectuados só no final da sessão para que a sorte na fase III não condicionasse as opções da fase IV. No total, o custo de realização desta experiência cifrou-se em 452,88 euros, dos quais 270,00 foram pagos imediatamente aos participantes e 182,88 foram diferidos no tempo.

4.7. Resultados

4.7.1. Atitudes ao Risco

A Tabela 17 mostra a proporção de escolhas realizadas pela lotaria A por cada uma das situações e decisões apresentadas aos fruticultores. Na primeira situação, 90% dos agricultores preferiram a lotaria mais segura (lotaria A) na primeira decisão. A percentagem de agricultores a preferir a lotaria A decaiu sistematicamente com o aumento da probabilidade de ocorrência do prémio mais elevado de cada uma das lotarias alternativas, como se constata pela diminuição sistemática da proporção de agricultores que escolhem a lotaria A com o aumento do número da decisão. Este padrão de comportamento verifica-se em todas as situações consideradas.

Observação importante a realizar aqui consiste no facto de em nenhuma das situações se observar qualquer escolha pela lotaria A na décima decisão. Recorde-se que

esta decisão corresponde à situação em que é certa a ocorrência do prémio mais elevado em qualquer uma das lotarias, sendo o seu valor superior na lotaria B. Assim, de certa forma, as escolhas realizadas nesta decisão fornecem-nos uma medida do entendimento das instruções por parte dos participantes, da sua atenção às tarefas envolvidas e da consistência das suas escolhas. O facto de não se observar escolhas da lotaria A na décima decisão por parte de nenhum dos fruticultores, é entendida como garantia do bom entendimento por parte de todos e de cada um dos participantes das tarefas que lhes foram atribuídas.

Tabela 17 – Proporção de escolhas da "lotaria segura" por situação e decisão

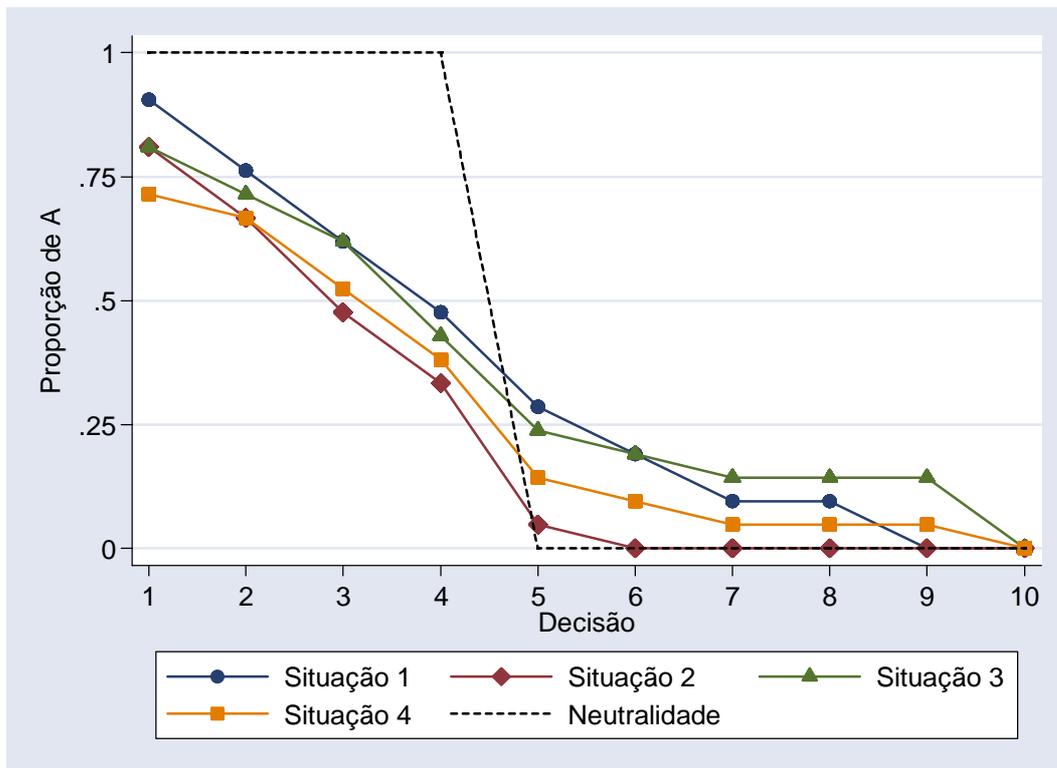
Decisão	Situação				Total
	1	2	3	4	
1	0,90	0,81	0,81	0,71	0,81
2	0,76	0,67	0,71	0,67	0,70
3	0,62	0,48	0,62	0,52	0,56
4	0,48	0,33	0,43	0,38	0,40
5	0,29	0,05	0,24	0,14	0,18
6	0,19	0,00	0,19	0,10	0,12
7	0,10	0,00	0,14	0,05	0,07
8	0,10	0,00	0,14	0,05	0,07
9	0,00	0,00	0,14	0,05	0,05
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,34	0,23	0,34	0,27	0,30

Para uma melhor visualização do padrão de escolhas dos fruticultores, a informação contida na Tabela 17 está graficamente representada na Figura 7 juntamente com a previsão das escolhas que teriam sido feitas caso todos os participantes fossem neutrais ao risco.

Como pode constatar-se por análise da Tabela 13, um indivíduo neutral ao risco escolhe a lotaria A nas primeiras quatro decisões, e passa a escolher a lotaria B a partir da quinta decisão, momento a partir do qual o valor esperado da lotaria B supera o da lotaria A. Assim, o padrão de escolhas que se deveria observar caso todos os

participantes na experiência fossem neutrais ao risco corresponde ao que está representado na linha a tracejado da Figura 7. Esta representação significa que 100% dos participantes escolhem a lotaria A nas primeiras quatro decisões, seguindo-se uma quebra abrupta na escolha da lotaria A, passando 0% dos participantes a escolher esta lotaria a partir da quinta decisão. Como facilmente se visualiza na Figura 7, em média, os participantes não revelam uma postura ao risco coincidente com a da previsão de neutralidade ao risco.

Figura 7 – Proporção de escolhas da lotaria segura e previsão de neutralidade

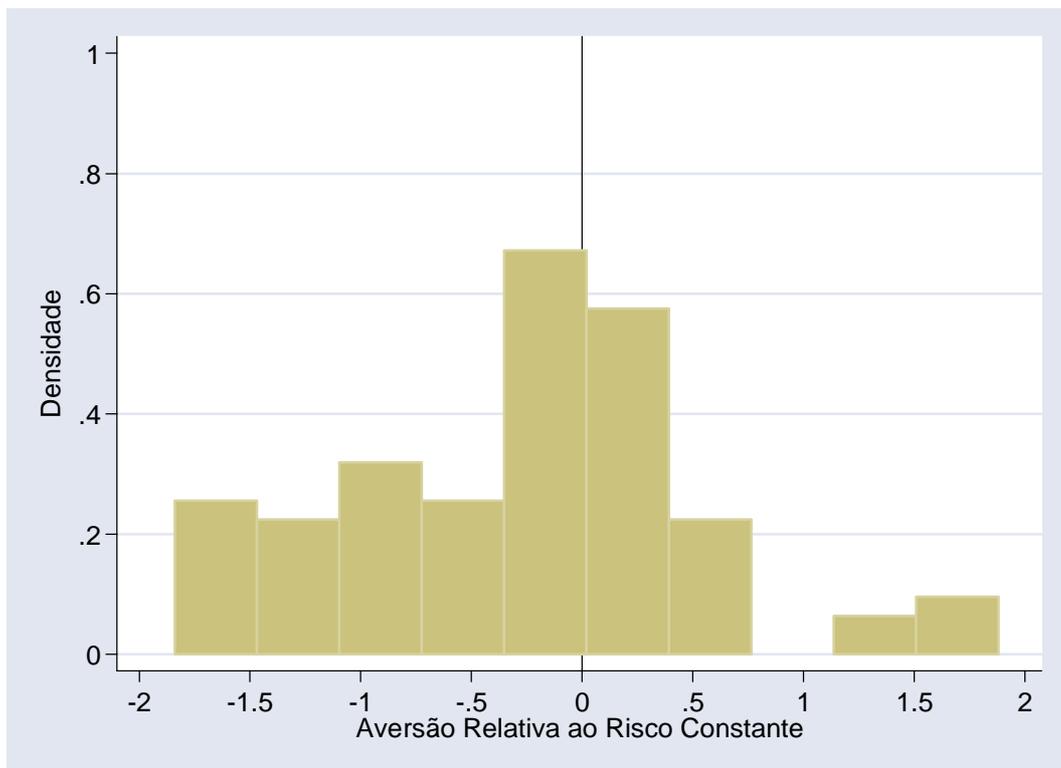


As escolhas reveladas pelos participantes indicam que alguns exibem um padrão de comportamento consistente com propensão ao risco, uma vez que não manifestam preferência pela lotaria A até à quarta decisão. As escolhas reveladas pelos participantes indicam ainda que alguns exibem um padrão de comportamento consistente com aversão ao risco, uma vez que manifestam preferência pela lotaria A muito para além do momento previsto pela condição de neutralidade ao risco.

A Figura 8 mostra a distribuição das atitudes ao risco dos fruticultores em termos do coeficiente de aversão relativa ao risco constante (CRRRA) considerando o ponto médio dos intervalos deste coeficiente eliciados em todas as situações. Recorde-se

que, de acordo com esta especificação, um valor negativo para o coeficiente de CRRA indica propensão ao risco, um valor igual a zero indica neutralidade ao risco e um valor superior a zero indica aversão ao risco. Como pode verificar-se por inspecção da Figura 8, os fruticultores parecem apresentar forte propensão ao risco. De facto, o valor médio do coeficiente de CRRA é de -0,31 e o valor mediano é de -0,19. Estes valores são substancialmente inferiores a estimativas comparáveis obtidas por Harrison *et al.* (2005) para o conjunto da população dinamarquesa. Infelizmente, não se dispõe em Portugal de qualquer informação relativa à postura ao risco do conjunto da sua população. É, no entanto, possível que, sendo a agricultura uma actividade caracterizada por elevados níveis de risco, este subgrupo da população apresente níveis de propensão ao risco superiores aos da generalidade da população, tanto mais que são, ainda, muitos dos participantes na experiência empresários agrícolas. Esta é, no entanto, uma questão empírica em aberto face à inexistência de dados comparáveis para outros subgrupos profissionais da população portuguesa.

Figura 8 – Distribuição da aversão relativa ao risco



Uma questão importante na presente análise consiste em determinar se o nível de especialização dos fruticultores pode ser tomada como uma boa proxy da sua postura

face ao risco. Nesse sentido, averiguou-se o nível de correlação entre o coeficiente de CRRA e a variável *macaagr* que representa o nível de especialização dos fruticultores e que pode ser entendida como uma proxy da sua aversão ao risco. Seria de esperar que maior aversão ao risco se traduzisse num maior nível de diversificação de culturas, ou seja, num menor nível de especialização. No entanto, o coeficiente de correlação entre estas duas variáveis é positivo e relativamente pequeno em magnitude (0,22), não sendo estatisticamente significativo a um nível de significância de 5%. Conclui-se desta forma que a variável *macaagr* não pode ser tomada como uma boa proxy das preferências face ao risco dos fruticultores.

Procura-se, ainda, na presente análise, determinar se os fruticultores adoptantes da variedade de maçã *Bravo de Esmolfe* se caracterizam ou não pela mesma postura ao risco que os não adoptantes dessa variedade. Para o efeito, estimou-se um modelo de regressão por intervalos com efeitos aleatórios. A estimação deste modelo incorpora a estrutura em painel dos dados uma vez que cada um dos fruticultores fornece quatro observações respeitantes à sua postura ao risco (uma observação para cada uma das quatro situações que lhes foram apresentadas na experiência). A estimação deste modelo permite a obtenção dos efeitos marginais sobre o coeficiente de CRRA de se ser ou não adoptante da variedade *Bravo de Esmolfe*, controlando por outras características dos fruticultores. Na Tabela 18 apresentam-se os resultados da estimação deste modelo.

Para efeitos da presente análise, o resultado importante consiste no efeito da variável Adoptante sobre o coeficiente de CRRA. Esta variável (Adoptante) toma o valor 1 se o fruticultor é adoptante da variedade *Bravo de Esmolfe* e o valor 0 no caso contrário. Como pode verificar-se por inspeção dos resultados na Tabela 18, os adoptantes da *Bravo de Esmolfe* revelam níveis de aversão ao risco substancialmente inferiores aos não adoptantes, sendo o efeito estatisticamente significativo a níveis convencionais de significância ($p\text{-value}=0,046$ para um teste unilateral).

As estimativas obtidas para o coeficiente de CRRA com base na estimação deste modelo são usadas para estimar as densidades Kernel para a amostra de participantes na experiência. Estas densidades podem ser vistas como generalizações do histograma adequadas para a representação gráfica de variáveis contínuas. Foi especificada a habitual função Epanechnikov para a estimação da densidade uma vez que é, de entre as várias funções possíveis, a mais eficiente na minimização do erro quadrático médio

integrado, tendo sido adoptado o mesmo critério para o cálculo da largura da janela (Silverman (1986)). Visualizam-se na Figura 9 as densidades Kernel estimadas com base na amostra de participantes e estratificadas por adoptante ou não da variedade *Bravo de Esmolfe*.

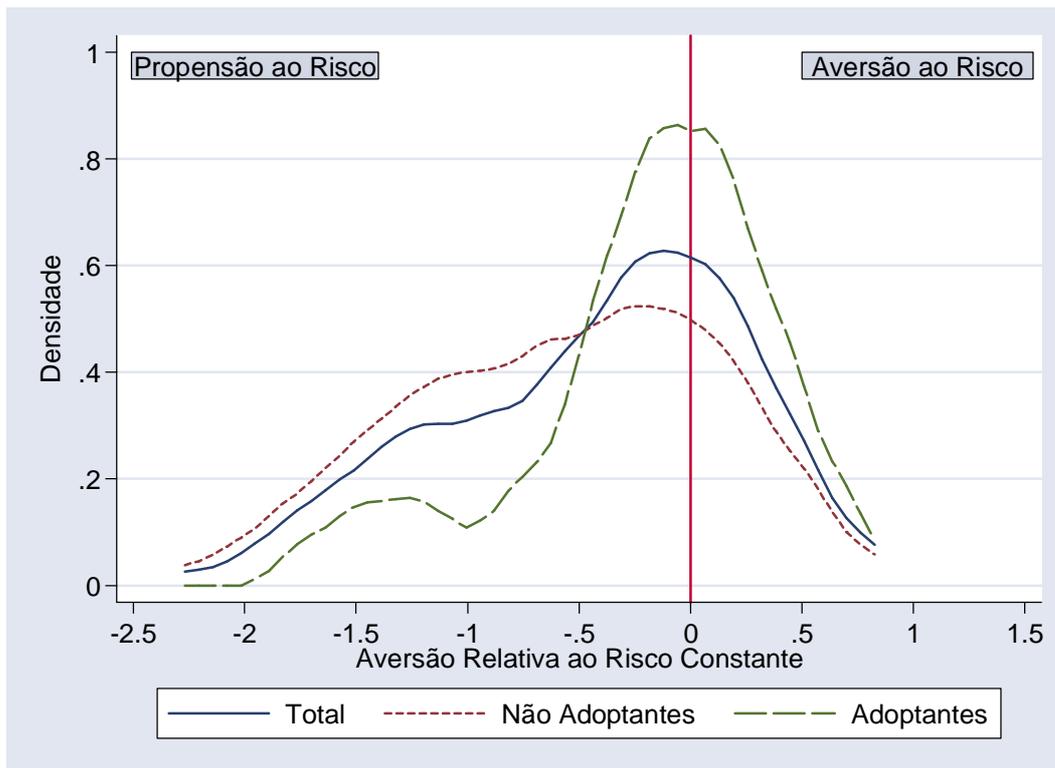
Consistente com as estimativas apresentadas na Tabela 18, a Figura 9 revela diferenças substanciais na postura face ao risco entre os fruticultores adoptantes e os não adoptantes da variedade de *Bravo de Esmolfe*.

Tabela 18 – Atitudes ao risco: resultados da estimação por efeitos aleatórios do modelo de regressão por intervalos

Variável	Coefficiente	P > z	Variável	Coefficiente	P > z
Adoptante	-0,707	0,093	idade	-0,009	0,576
situacao2	-0,330	0,278	escol	0,004	0,924
situacao3	-0,388	0,195	inform	0,060	0,348
situacao4	0,035	0,909	sust	3,136	0,054
sit2×adop	0,436	0,390	cpropat	0,007	0,829
sit3×adop	1,033	0,041	macaagr	0,009	0,027
sit4×adop	0,334	0,512	varied	0,541	0,728
aagr	0,0459	0,002	constante	-3,117	0,501
tinst	-0,056	0,011			
sigma_u	0,177	0,324	sigma_e	0,736	0,000
rho	0,055				
Wald $\chi^2= 41,27$		P > $\chi^2=0,0005$			

Nota: As variáveis situação2, situação3 e situação4 são variáveis dummy tomando o valor 1 para as situações 2, 3 e 4, respectivamente, tal como descritas na Tabela 14. As variáveis sit×adop são termos de interacção entre estas dummies e a variável adoptante.

Figura 9 – Densidade Kernel das atitudes ao risco estimadas com base na amostra



4.7.2. Atitudes ao risco e decisões de adoção

Um importante objectivo do presente estudo consiste em determinar se as atitudes ao risco dos fruticultores têm poder explicativo sobre as decisões de adoção de variedades tradicionais de maçã, tal como a *Bravo de Esmolfe*. Decorrente da literatura geral em função empresarial e economia da inovação, é expectável que os indivíduos menos avessos ao risco exibam uma maior probabilidade de adoptar novos produtos ou novos processos. Consistente com esta literatura, espera-se que maiores níveis de CRRA exerçam um efeito negativo sobre a probabilidade de adoção da variedade *Bravo de Esmolfe*.

Face à reduzida dimensão da amostra de participantes na experiência de eliciação das atitudes ao risco dos fruticultores, adoptaram-se vários passos para testar esta hipótese. Primeiro, estimou-se um modelo de regressão por intervalos com efeitos aleatórios em tudo igual ao apresentado na Tabela 18 exceptuando a exclusão da variável Adoptante de entre as variáveis explicativas. Segundo, o vector das estimativas dos coeficientes deste modelo e os valores tomados pelas variáveis explicativas associadas a cada um desses coeficientes para o conjunto da amostra de fruticultores que fizeram parte do segundo ensaio são usados para prever os coeficientes de CRRA

para todos os fruticultores (veja-se, por exemplo, Blackburn *et al.* (1994) para uma aplicação desta metodologia num outro contexto). Terceiro, o vector das estimativas assim obtidas para os coeficientes de CRRA para todos os fruticultores é incluído como variável explicativa adicional no modelo paramétrico de adopção da variedade *Bravo de Esmolfe* apresentado no segundo ensaio, permitindo uma comparação directa dos resultados que se obtêm com e sem a introdução desta variável no modelo. Os resultados da estimação deste modelo apresentam-se na Tabela 19.

Tabela 19 – Resultados do modelo paramétrico de adopção incluindo CRRA previsto

Variáveis	Coeficiente	P > z	Variáveis	Coeficiente	P > z
lnaagr	1,559	0,003	rend1	0,079	0,420
cpropat	-0,008	0,306	rend2	0,073	0,890
inform	0,360	0,000	cons	0,482	0,264
res	0,989	0,152	sust	10,046	0,071
idade	-0,058	0,042	varied	2,442	0,251
exp	0,022	0,370	tinst	-0,167	0,031
escol	0,031	0,519	CRRAprevisto	-2,526	0,057
macaagr	0,044	0,000	constante	-13,445	0,008
		$Wald \chi^2 = 175,19$	$P > \chi^2 = 0,0000$		

Consistente com o efeito esperado, maiores níveis de aversão ao risco exercem, *ceteris paribus*, um efeito negativo sobre a probabilidade condicionada de adoptar a variedade *Bravo de Esmolfe*. Este resultado não é surpreendente na medida em que, como afirmam Marra e Carlson (1990), os estudos empíricos que incluem o grau de aversão ao risco como variável explicativa da adopção e da difusão tecnológicas mostram, de uma maneira geral, que uma maior aversão ao risco contribui para uma menor taxa de adopção e uma difusão mais lenta, porque a incerteza associada a novas tecnologias tende a ser maior do que a associada a práticas já conhecidas. Além do mais, a falta de experiência na utilização da nova tecnologia aumenta o risco de insucesso e, portanto, a aversão ao risco tenderá a desencorajar a adopção. Será de

esperar que esta tendência se agrave ainda mais quando as novas práticas ou tecnologias são percebidas pelos agricultores como fomentadoras do risco, como é o caso da variedade *Bravo de Esmolfe*. Na realidade, quando confrontados com a afirmação “a variedade Bravo de Esmolfe tem grande alternância de produção”¹², a qual deveria ser classificada de 1 (discordo completamente) até 5 (concordo completamente), 57% dos fruticultores inquiridos no decorrer do segundo ensaio classificaram a afirmação com 5 e o valor médio do índice foi de 4,21, o que reflecte a percepção dos agricultores de que os rendimentos gerados pela *Bravo de Esmolfe* apresentam maior variabilidade do que os outras variedades.

Em relação às restantes variáveis, comparando com a estimação paramétrica realizada no Ensaio 2 (Tabela 11), a inclusão desta nova variável não introduz alterações significativas no modelo. As variáveis que apresentavam significância estatística continuam a apresentá-la, os sinais dos coeficientes respectivos não sofrem alteração e os seus valores mantêm a mesma ordem de grandeza. A principal alteração observa-se na variável *sust* que passa a ser significativa na explicação da decisão de adopção da variedade. Tendo em conta o sinal do coeficiente desta variável e o seu nível de significância pode afirmar-se que a probabilidade condicionada de adopção da variedade Bravo de Esmolfe por parte de um agricultor que utiliza práticas de agricultura sustentável, tal como foram definidas no segundo ensaio, é substancialmente superior à mesma probabilidade para um agricultor que usa tecnologias convencionais, o que está de acordo com as expectativas. Na verdade será de esperar que os agricultores com maiores preocupações com a sustentabilidade das suas explorações estejam também mais atentos à conservação do património genético regional. É de referir, a este propósito, que 15 dos 44 adoptantes da variedade *Bravo de Esmolfe* inquiridos no decorrer do segundo ensaio, indicaram a “conservação de um património local” como uma das causas que os levou a adoptar a variedade. Esta foi a segunda razão mais referida, logo a seguir ao “preço de venda mais elevado”.

¹² A alternância refere-se a situações em que anos de grande produção alternam com anos de fraca produção.

4.7.3. Taxas de Desconto

A Tabela 20 apresenta os intervalos médios e medianos para as taxas de desconto (taxas nominais e correspondentes taxas efectivas) reveladas pelos fruticultores participantes na experiência discriminadas por cada uma das situações de eliciação de taxas de desconto individuais que lhes foram apresentadas. São ainda apresentadas as estatísticas descritivas (média e mediana) que se obtêm quando os intervalos seleccionados pelos participantes são substituídos pelo ponto médio do intervalo.

Tabela 20 – Taxas de desconto: estatísticas descritivas

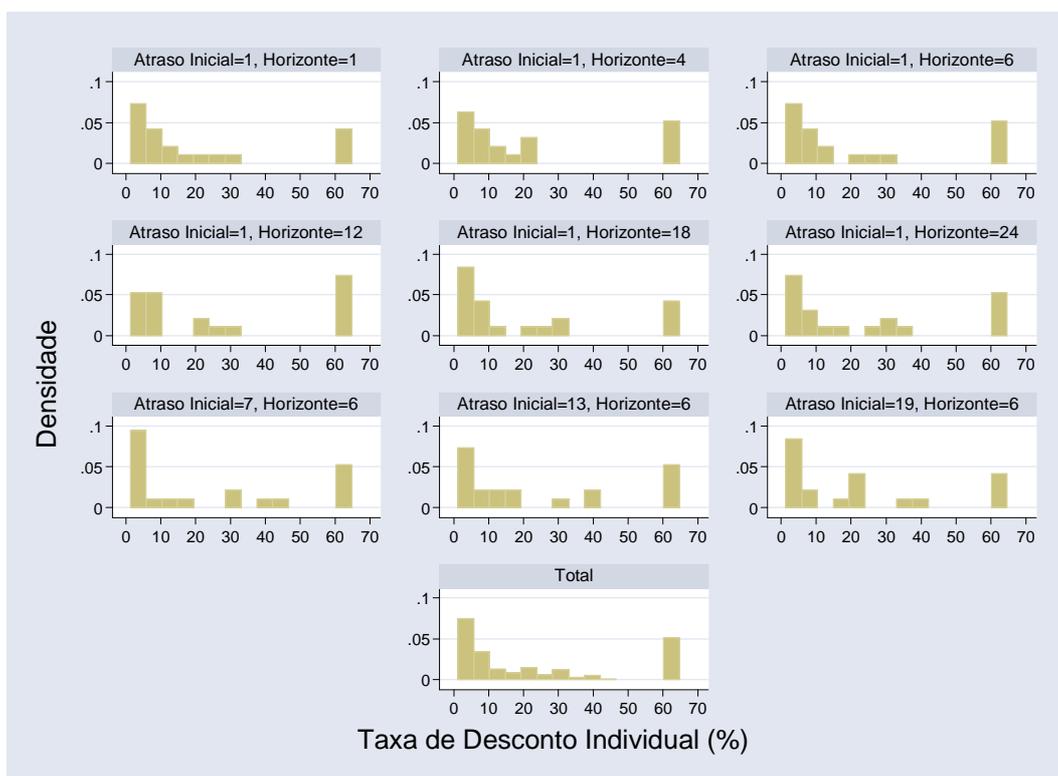
Situação	Intervalo (%)				Ponto no intervalo (%)			
	Média		Mediana		Média		Mediana	
	TA	TAE	TA	TAE	TA	TAE	TA	TAE
Todas	20,0-22,5	21,6-24,5	10,0-12,5	10,4-13,1	21,95	22,54	11,25	11,74
1	17,5-20,0	18,7-21,6	7,5-10,0	7,7-10,4	19,39	19,89	8,75	9,05
2	17,5-20,0	18,7-21,6	10,0-12,5	10,4-13,1	21,12	21,47	11,25	11,74
3	17,5-20,0	18,7-21,6	7,5-10,0	7,7-10,4	21,12	21,52	8,75	9,05
4	22,5-25,0	24,5-27,4	17,5-20,0	18,7-21,6	26,73	27,15	18,75	20,11
5	17,5-20,0	18,7-21,6	10,0-12,5	10,4-13,1	19,03	19,53	8,75	9,05
6	20,0-22,5	21,6-24,5	10,0-12,5	10,4-13,1	22,97	23,67	11,25	11,74
7	20,0-22,5	21,6-24,5	12,5-15,0	13,1-15,9	23,33	24,21	13,75	14,49
8	20,0-22,5	21,6-24,5	12,5-15,0	13,1-15,9	23,09	23,82	13,75	14,49
9	20,0-22,5	21,6-24,5	15,0-17,5	15,9-18,7	20,82	21,60	16,25	17,27

Considerando estes últimos, pode verificar-se que, para o total das situações, os fruticultores revelam uma taxa de desconto média de 22,54% e uma taxa de desconto mediana de 11,74%. O valor médio aqui obtido é comparável ao valor obtido por Harrison *et al.* (2005) que obtiveram uma taxa de desconto média de 23,1% para a população adulta da Dinamarca. No entanto, a distribuição das taxas de desconto dos

fruticultores portugueses é bastante mais assimétrica do que a distribuição revelada pela população dinamarquesa. No presente caso, o valor mediano da taxa de desconto é de 11,74%, bastante inferior ao seu valor médio, e inferior ao valor mediano de 22,4% obtido por Harrison *et al.* (2005) para a população da Dinamarca.

A Figura 10 mostra a distribuição das taxas de desconto reveladas pelos participantes por atraso inicial e horizonte. A resposta modal situa-se no intervalo de taxas inferiores a 5% para todas as situações em que o atraso inicial é de 1 mês e não é afectada pelo aumento no horizonte temporal, com excepção do horizonte correspondente a 12 meses. O alargamento do atraso inicial parece apenas acentuar a resposta modal no intervalo de taxas inferiores a 5%.

Figura 10 - Distribuição de taxas de desconto por atraso inicial e horizonte



Na Tabela 21 apresentam-se os resultados da estimação por efeitos aleatórios de um modelo de regressão por intervalos para as taxas de desconto dos fruticultores participantes na experiência, controlando pelo atraso inicial e pelo horizonte de cada uma das nove situações que a cada um dos fruticultores foram apresentadas. Como pode verificar-se, o atraso inicial tem um efeito diminuto e estatisticamente não significativo

sobre as taxas de desconto. Tal como em Harrison *et al.* (2005), o alargamento do horizonte temporal tem um efeito negativo sobre as taxas de desconto, mas no presente caso esse efeito não é estatisticamente significativo.

A variável de interesse para efeitos da presente análise é a variável Adoptante. Os resultados revelam que, tal como esperado, os fruticultores adoptantes da variedade *Bravo de Esmolfe* têm, em média, taxas de desconto substancialmente e significativamente inferiores aos fruticultores não adoptantes dessa variedade, mantendo tudo o resto constante. Refira-se ainda que, tal como é salientado por Khanna e Zilberman (1997), também neste caso as taxas de desconto dos produtores são muito mais elevadas do que as taxas de juro reais e variam enormemente com a idade e outras características dos agricultores e das suas explorações.

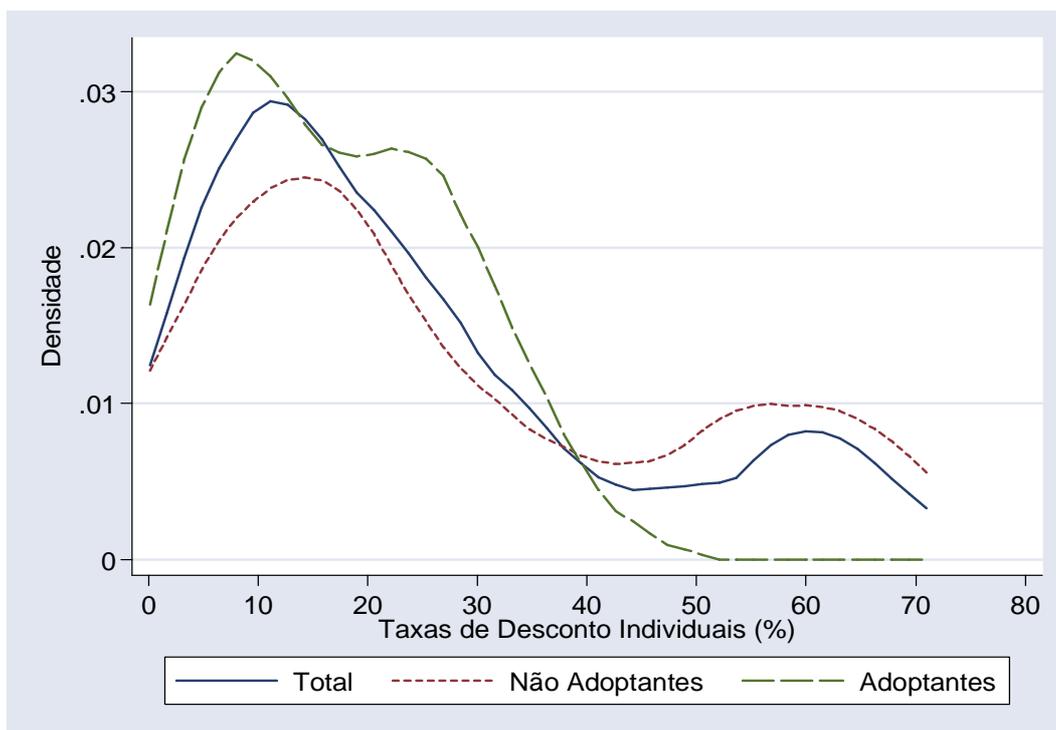
Tabela 21 – Taxa de desconto: resultados da estimação por efeitos aleatórios do modelo de regressão por intervalos

Variável	Coefficiente	P > z	Variável	Coefficiente	P > z
Adoptante	-22,238	0,024	escol	3,072	0,009
AtrasoInicial	0,003	0,991	inform	4,648	0,010
Horizonte	-0,350	0,205	sust	24,223	0,590
Adop×AtrasIn	0,153	0,760	cpropat	0,714	0,491
Adop×Horizon	1,093	0,016	macaagr	0,161	0,164
aagr	-0,224	0,573	varied	-9,984	0,811
tinst	1,221	0,045	constante	-221,070	0,109
idade	2,450	0,000			
sigma_u	9,950	0,000	sigma_e	19,011	0,000
rho	0,215				
		Wald $\chi^2= 47,67$	P > $\chi^2=0,0000$		

As estimativas obtidas para as taxas de desconto com base na estimação deste modelo são usadas para estimar as densidades Kernel para a amostra de participantes na experiência, especificando-se a função Epanechnikov para a estimação da densidade e adoptando-se a minimização do erro quadrático médio integrado para o cálculo da largura da janela. Estas densidades visualizam-se na Figura 11 estratificadas por adoptante ou não da variedade de *Bravo de Esmolfe*. De acordo com as

estimativas apresentadas na Tabela 21, a Figura 11 revela taxas de desconto substancialmente inferiores para o grupo de fruticultores adoptantes da variedade *Bravo de Esmolfe* relativamente às reveladas pelo grupo de não adoptantes desta variedade tradicional.

Figura 11 – Densidade Kernel das taxas de desconto estimadas com base na amostra



4.7.4. Taxas de desconto individuais e decisões de adopção

Um importante objectivo do presente estudo consiste em determinar se as taxas de desconto individuais dos fruticultores têm poder explicativo sobre as decisões de adopção de variedades tradicionais de maçã, tal como a *Bravo de Esmolfe*. É expectável que taxas de desconto mais elevadas exerçam um efeito negativo sobre a probabilidade de adopção da variedade *Bravo de Esmolfe*, uma vez que o valor actual de benefícios a ocorrer no futuro é menor para indivíduos com taxas de desconto mais elevadas.

Tal como na análise da postura face ao risco, foi conduzida a estimação de um modelo em tudo igual ao apresentado na Tabela 21 com exclusão da variável de adopção da variedade *Bravo de Esmolfe* e utilizadas as estimativas obtidas para os coeficientes desse modelo para prever as taxas de desconto de todos os fruticultores participantes na amostra usada no segundo ensaio. Na Tabela 22 apresentam-se os

resultados da estimação do modelo paramétrico de adoção da variedade *Bravo de Esmolfe* apresentado no segundo ensaio com inclusão do vector das estimativas das taxas de desconto de todos os fruticultores como variável explicativa. Note-se, no entanto, que na estimação deste modelo se excluiu a variável explicativa idade face à esperada elevada correlação positiva entre esta variável e as taxas de desconto previstas. De facto, os resultados mostram um coeficiente de correlação linear de 0,75 entre estas duas variáveis, pelo que a introdução da variável explicativa idade causaria fortes problemas de multicolinearidade no modelo com a consequente perda de precisão nas estimativas obtidas.

Consistente com o efeito esperado, taxas de desconto mais elevadas exercem, *ceteris paribus*, um efeito negativo sobre a probabilidade condicionada de adoptar a variedade *Bravo de Esmolfe*, sendo o efeito estatisticamente significativo a níveis convencionais de significância (p-value=0,045 para um teste unilateral). Este resultado poderá estar relacionado com o facto de existir entre os fruticultores a ideia de que a entrada em produção é mais tardia nesta variedade do que na maior parte das variedades disponíveis no mercado. Sendo os custos de investimento suportados, para todas as variedades, no momento da plantação e os benefícios da *Bravo de Esmolfe* obtidos mais tarde, os agricultores que menos descontam o futuro serão os mais propensos a adoptá-la. Além disso, de um modo geral, quanto mais elevada for a taxa de desconto de um agricultor menor a probabilidade de que ele invista alguns anos iniciais na experimentação da uma nova tecnologia no sentido de desenvolver as capacidades necessárias para usufruir da sua rentabilidade de longo prazo (Gadhim e Pannell, 1999). Embora, no caso da adoção da variedade *Bravo de Esmolfe*, as exigências em termos de conhecimento técnico não sejam muito diferentes das necessárias à produção de outras variedades de maçã, existem algumas especificidades tecnológicas, especialmente as relacionadas com podas e fertilizações, que poderão levar os agricultores a considerar mais prudente encetar a produção por uma fase de experimentação antes de generalizarem o uso da variedade.

Relativamente ao efeito da introdução desta nova variável no modelo paramétrico inicial (Tabela 11), ele é globalmente muito reduzido. Os coeficientes das variáveis significativas sofrem oscilações muito pequenas e mantêm o sinal esperado. Mais uma vez, a principal alteração observa-se na variável *sust* que passa a ser

estatisticamente significativa na explicação da adopção daquela variedade de macieira.

Tabela 22 – Resultados do modelo paramétrico de adopção incluindo TAE prevista

Variáveis	Coefficiente	P > z	Variáveis	Coefficiente	P > z
lnaagr	0,581	0,027	rend2	0,332	0,890
cpropat	0,004	0,661	cons	0,540	0,264
inform	0,317	0,001	sust	1,390	0,071
res	0,161	0,988	varied	0,633	0,251
exp	0,015	0,522	tinst	-0,012	0,031
escol	0,087	0,105	TAEprevista	-0,018	0,090
macaagr	0,029	0,000	constante	-8,932	0,004
rend1	0,447	0,420			
		$Wald \chi^2 = 143,67$	$P > \chi^2 = 0,0000$		

4.7.5. Atitudes ao risco, taxas de desconto individuais e decisões de adopção

O objectivo fundamental do presente estudo consiste em determinar os efeitos da postura face ao risco e das taxas de desconto individuais sobre as decisões de adopção de uma variedade tradicional de maçã, a *Bravo de Esmolfe*. Verifica-se, das análises anteriores, que os fruticultores adoptantes desta maçã apresentam menores níveis de aversão ao risco e menores taxas de desconto do que os não adoptantes desta variedade de maçã. Verifica-se ainda que, quer a postura face ao risco, quer as taxas de desconto, individualmente consideradas, têm um poder explicativo significativo sobre as decisões de adopção desta variedade por parte dos fruticultores, controlando por outros factores potencialmente explicativos dessas decisões.

Investiga-se, na presente subsecção, se, em conjunto, estas variáveis retêm o seu poder explicativo sobre as decisões de adopção e em que medida os resultados da estimação do modelo paramétrico de adopção desenvolvido no segundo ensaio se mantêm face à introdução destas variáveis explicativas. Os resultados da estimação

deste modelo apresentam-se na Tabela 23.

Tabela 23 – Resultados do modelo paramétrico de adopção incluindo CRRA e TAE previstos

Variáveis	Coefficiente	P > z	Variáveis	Coefficiente	P > z
lnaagr	1,560	0,003	rend2	0,077	0,884
cpropat	-0,002	0,817	cons	0,481	0,264
inform	0,473	0,000	sust	11,626	0,050
res	0,986	0,152	varied	1,627	0,426
exp	0,022	0,367	tinst	-0,141	0,049
escol	0,094	0,098	CRRAprevisto	-2,685	0,048
macaagr	0,048	0,000	TAEprevista	-0,025	0,041
rend1	0,083	0,899	constante	-18,194	0,002
$Wald \chi^2 = 176,46$		$P > \chi^2 = 0,0000$			

Como se constata pelos resultados apresentados nesta tabela, ambas as variáveis retêm o seu poder explicativo sobre as decisões de adopção dos fruticultores, com efeitos substanciais e estatisticamente significativos na direcção prevista. Genericamente esta especificação conserva as principais características do modelo que inclui a variável CRRA previsto (Tabela 19), mantendo-se quase inalteradas as variáveis significativas e os respectivos coeficientes. Excepção é a variável relacionada com o nível de escolaridade que adquire aqui uma significância estatística que não detinha nas especificações anteriores (p-value=0,098), traduzindo um efeito positivo do nível de escolaridade sobre a probabilidade condicionada de adopção da variedade *Bravo de Esmolfe*. Este resultado está de acordo com aquilo que é previsto pelas teorias da adopção e com o que demonstram diversos estudos empíricos (Rahm e Huffman, 1984, Feder *et al.*, 1985; Brush *et al.*, 1992; Khanna *et al.*, 1999).

4.8. Conclusões

A natureza biológica da produção e a reconhecida instabilidade dos mercados agrícolas levam a que as decisões dos agricultores sejam geralmente tomadas em contextos de grande incerteza. Quando essas decisões têm implicações de longo prazo, como é o caso da escolha de uma determinada variedade de uma cultura permanente, é de esperar que as preferências dos agricultores em relação ao risco e ao tempo condicionem fortemente as suas opções.

Os resultados descritos na literatura empírica sobre aversão ao risco em agricultura são díspares, embora, na maioria dos casos, sustentem uma ligeira aversão ao risco. Os resultados obtidos neste ensaio, através de técnicas experimentais de eliciação conjunta das atitudes ao risco e das taxas de desconto individuais, contradizem esta ideia, na medida em que o valor médio encontrado para o coeficiente de aversão relativa ao risco (CRRA) foi de -0,31. Este valor é também inferior à estimativa obtida por Harrison *et al.* (2005) para o conjunto da população dinamarquesa, usando uma metodologia idêntica. Antes de se avançar, convém referir que as conclusões retiradas deste ensaio devem ser interpretadas com cautela, tendo em conta a reduzida dimensão da amostra. Apesar disso, algumas explicações plausíveis para os resultados encontrados podem ser adiantadas. O facto de os inquiridos serem empresários agrícolas e de praticarem culturas permanentes para as quais a componente de risco de mercado é muito elevada, uma vez que as decisões de produção têm consequências durante 15 a 20 anos, podem explicar esta diferença. Além do mais, a maior parte dos estudos empíricos sobre aversão ao risco em agricultura não usam métodos experimentais e incidem maioritariamente sobre agricultores de países em desenvolvimento, onde outro tipo de aspectos, tais como a própria sobrevivência dos agricultores e das suas famílias, é muito pertinente.

No que respeita às preferências inter-temporais, concluiu-se que as taxas de desconto dos produtores são mais elevadas do que as taxas de juro reais e dependem de diversos factores relacionados com as características dos agricultores e das suas explorações. Em média, os fruticultores revelaram uma taxa de desconto (TAE) de 22,54% e uma taxa de desconto mediana de 11,74%. O valor médio aqui obtido é comparável ao valor obtido por Harrison *et al.* (2005) que obtiveram uma taxa de desconto média de 23,1% para a população adulta da Dinamarca. No entanto, a

distribuição das taxas de desconto dos fruticultores portugueses é bastante mais assimétrica do que a distribuição revelada pela população dinamarquesa.

Os resultados revelaram ainda diferenças relevantes entre os fruticultores adoptantes e os fruticultores não adoptantes da variedade *Bravo de Esmolfe*, quer relativamente às suas atitudes face ao risco, quer relativamente às suas preferências inter-temporais. De facto, concluiu-se que os adoptantes demonstram níveis de aversão ao risco substancialmente inferiores e que têm, em média, taxas de desconto significativamente menores do que os fruticultores não adoptantes daquela variedade.

Além disso, a introdução de cada uma destas variáveis no modelo de adopção desenvolvido no segundo ensaio revela que quer a postura face ao risco, quer as taxas de desconto, individual ou conjuntamente consideradas, têm poder explicativo significativo sobre as decisões de adopção desta variedade por parte dos fruticultores. Consistente com o efeito esperado, maiores níveis de aversão ao risco e taxas de desconto mais elevadas exercem, *ceteris paribus*, um efeito negativo sobre a probabilidade condicionada de adoptar.

Um objectivo adicional deste ensaio foi averiguar se o nível de especialização das explorações poderia constituir uma *proxy* adequada das atitudes face ao risco. Tendo-se utilizado como indicador da especialização a percentagem de área agrícola dedicada à cultura da macieira (*macaagr*), concluiu-se que o coeficiente de correlação entre esta variável e a variável CRRA era positivo e relativamente pequeno, não apresentando significado estatístico para um nível de significância de 5%. Pode assim concluir-se que a variável *macaagr* não pode ser tomada como uma boa *proxy* das preferências face ao risco dos fruticultores. No entanto, a diversificação, por si só, é importante na explicação da adopção da variedade Bravo de Esmolfe, na medida em que conserva a sua significância quando o modelo de adopção é especificado com a inclusão das variáveis CRRA e/ou TAE. Este resultado vai de encontro à observação feita por Just e Pope (2003) de que a diversificação pode ser consequência, por exemplo, de variações sazonais nas restrições dos factores e não resultar da aversão ao risco.

O estudo das atitudes ao risco e das preferências temporais de grupos particulares de agricultores é importante na medida em que facilita a concepção de pacotes tecnológicos e a definição de práticas institucionais mais adequadas e melhor

direccionadas e, portanto, mais eficazes. Deste trabalho, podem ser retiradas algumas ilações de natureza política quer no que diz respeito à fruticultura em geral, quer naquilo que concerne mais especificamente à conservação de fruteiras de variedades regionais.

Quanto ao primeiro aspecto, o aumento da área de novas plantações de fruteiras tem sido frequentemente apontado como uma das consequências previsíveis para a agricultura portuguesa, em resultado da reforma intercalar da Política Agrícola Comum (Avillez *et al.*, 2002). Tal aumento deverá resultar da reconversão produtiva de explorações, antes dedicadas a culturas mais ou menos subsidiadas, em resposta ao desligamento entre ajudas e produções e, nalguns casos, à sua progressiva diminuição. Admitindo que o nível de propensão ao risco revelado neste estudo pode não ser extensiva a outro tipo de agricultores e zonas de produção, esta actividade só despertará o interesse de novos produtores, em particular dos menos propensos ao risco, se forem controlados os inúmeros riscos a ela associados, em particular os de mercado. Isto pode ser conseguido de diversas formas, tais como a melhoria dos sistemas de informação sobre mercados, o aumento da capacidade técnica e de gestão dos produtores, o desenvolvimento de esquemas de segurança ou o estabelecimento de contratos de escoamento entre produtores ou suas organizações e agentes de comercialização (Chavas, 2001).

Relativamente às preferências temporais, uma questão que se coloca, desde logo, é a da pertinência da utilização da taxa de juro de mercado como referência para a actualização de custos e benefícios de projectos agrícolas e de desenvolvimento rural e, conseqüentemente, para a análise da sua viabilidade na óptica privada e social, tendo em consideração que as taxas reveladas pelos produtores são substancialmente superiores às remunerações obtidas no mercado de capitais. Por outro lado, tendo em conta essas taxas de desconto, a expansão da fruticultura pode estar condicionada se não existirem formas de oferecer garantias de maiores benefícios futuros associados à exploração desta actividade, como por exemplo, através da promoção de melhores ou mais alargados canais de distribuição e/ou marketing do produto, em especial para atrair aqueles com maiores taxas de desconto.

No que diz respeito à conservação do património genético das variedades tradicionais, tal como acontece para a generalidade dos recursos naturais, a decisão de conservar implica normalmente custos de curto-prazo e benefícios de longo prazo.

Quando o futuro é fortemente descontado este tipo de investimentos torna-se pouco atractivo e pode ser necessária a intervenção pública no sentido de promover a salvaguarda desses recursos. Como seria de esperar, no caso da variedade *Bravo de Esmolfe* os primeiros a adoptar foram aqueles que, *ceteris paribus*, apresentavam menores taxas de desconto, ou seja que estavam mais dispostos a adiar os benefícios futuros. A produção de outras variedades tradicionais que, ao contrário da *Bravo de Esmolfe*, não detenham uma posição relevante no mercado de maçã, poderá gerar menos benefícios, mais afastados no tempo e, em muitos casos, de natureza pública e não privada. Nesse caso não será de esperar que os fruticultores se interessem pela sua conservação, tendo em conta que, de uma forma geral, apresentam taxas de desconto bastante elevadas, pelo que a conservação *in situ*, se desejada, terá que assentar em políticas públicas de apoio directo ao rendimento dos agricultores, como já aconteceu no âmbito das medidas agro-ambientais.

Finalmente, é de referir que a propensão ao risco é dominante nos fruticultores regionais e que isso se traduz numa preferência por escolhas que aumentem o valor esperado do seu rendimento em detrimento daquelas que reduzam a variabilidade desses rendimentos. Nesse sentido, a maior variabilidade habitualmente atribuída às variedades regionais poderá não constituir um impedimento à sua adopção se, em contrapartida, os rendimentos médios gerados forem interessantes. Assim, se se pretender conservar essas variedades através do seu cultivo em explorações agrícolas, as acções de melhoramento genético que vierem a ser desenvolvidas serão mais eficientes se proporcionarem o aumento da produtividade média do que se visarem a diminuição da variabilidade da produção.

Referências bibliográficas

- Adesina, A. e Baidu-Forson, J. (1995), "Farmers' Perceptions and Adoption of New Agricultural Technology: Evidence from Analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa", *Agricultural Economics*, 13, pp. 1-9.
- Adesina, A. e Chianu, J. (2002), "Determinants of Farmers' Adoption and Adaptation of Alley Farming Technology in Nigeria", *Agroforestry Systems*, 55, pp. 99-112.
- Altieri, M. e Merrick, L. (1987), "In Situ Conservation of Crop Genetic Resources Through Maintenance of Traditional Farming Systems", *Economic Botany*, 41, pp. 86-96.
- Anderson, J. e Dillon, J. (1977), *Agricultural Decision Analysis*, Ames, EUA: Iowa State University Press.
- Andrade, I. (1985), *Difusão de Inovações e Extensão Rural: uma Proposta de Estratégia*, Tese de Doutorado. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia.
- Andrade, I. (1987a), *Difusão de Inovações e Extensão Rural: uma Proposta de Estratégia*, Lisboa: Livros Horizonte.
- Andrade, I. (1987b), "Difusão de Inovações e Extensão Rural em Portugal", *Economia e Sociologia*, 44, pp. 5-29.
- Anosike, N. e Coughenour, C. (1990), "The Socio-economic Basis of Farm Enterprise Diversification Decisions", *Rural Sociology*, 55(1), pp. 1-24.
- Antle, J. (1987), "Econometric Estimation of Producers' Risk Attitudes", *American Journal of Agricultural Economics*, 69, pp. 509-522.
- Antle, J. (1989), "Nonstructural Risk Attitudes Estimation", *American Journal of Agricultural Economics*, 71, pp. 774-784.
- Arrow, K. (1965), *Aspects of the Theory of Risk-bearing*, Helsínquia: Yrjö Jahnsson Foundation.
- Ashby, J.; Betrán, J.; Guerrero, M. e Ramos, H. (1996), "Improving the Acceptability to Farmers of Soil Conservation Practices", *Journal of Soil and Water Conservation*, 51(4), pp. 309-312.
- Avillez, F.; Jorge, M.; Trindade, C.; Pereira, N.; Serrano, P. e Ribeiro, I. (2004), *Rendimento e Competitividade Agrícolas em Portugal: Evolução Recente, Situação Actual e Perspectivas Futuras*, Coimbra: Livraria Almedina.
- Barry, P. (ed.) (1984), *Risk Management in Agriculture*, Ames, EUA: Iowa State University Press.
- Bartoloni, E. e Baussola, M. (2001), "The Determinants of Technology Adoption in Italian Manufacturing Industries", *Review of Industrial Organization*, 19(3), pp. 305-28.
- Bellon, M. (1996), "The Dynamics of Crop Intraspecific Diversity: a Conceptual Framework at the Farmer Level", *Economic Botany*, 50, pp. 26-39.
- Bellon, M. e Taylor, J. (1993), "Folk Soil Taxonomy and the Partial Adoption of New Seed Varieties", *Economic Development and Cultural Change*, 41, pp. 763-786.

- Beus, E. e Dunlap, R. (1991), "Measuring Adherence to Alternative vs. Conventional Agricultural Paradigms: a Proposed Scale", *Rural Sociology*, 56 (3), pp. 432-460.
- Beus, E e Dunlap, R. (1990), "Conventional versus Alternative Agriculture: the Paradigmatic Roots of the Debate", *Rural Sociology*, 55 (4), pp. 590-616.
- Bhattacharya, S.; Chatterjee, K. e Samuelson, L. (1986), "Sequential Research and the Adoption of Innovations", *Oxford Economic Papers*, 38 (supplement), pp. 219-243.
- Binswanger, H. (1980), "Attitudes toward Risk: Experimental Measurement in Rural India", *American Journal of Agricultural Economics*, 62, pp. 395-407.
- Binswanger, H. (1981), "Attitudes toward Risk: Theoretical Implications of an Experiment in Rural India", *The Economic Journal*, 91, pp. 867-890.
- Binswanger, H. (1982), "Empirical Estimation and Use of Risk: Discussion", *American Journal of Agricultural Economics*, 64, pp. 391-393.
- Binswanger, H. e Sillers, D. (1983), "Risk Aversion and Credit Constraints in Farmers' Decision Making. A Reinterpretation", *Journal of Development Studies*, 20 (1), pp. 5-21.
- Biggs, S. (1990), "A Multiple Source of Innovation Model of Agricultural Research and Technology Promotion", *World Development*, 18, pp.1481-1499.
- Bikhchandani, S.; Hirshleifer, D. e Welch, I. (1998), "Learning from the Behaviour of Others: Conformity, Fads and Informational Cascades", *Journal of Economic Perspectives*, 12(3), pp. 151-170.
- Blackburn, M.; Harrison, G. e Rutström, E. (1994), "Statistical Bias Functions and Informative Hypothetical Surveys", *American Journal of Agricultural Economics*, 76(5), pp. 1084-88.
- Botelho, A.; Harrison, G.; Pinto, L. Rutström, E. e Veiga, P. (2005), "Discounting in Developing Countries: A Pilot Experiment in Timor-Leste", Working Paper 05-28, Department of Economics, College of Business Administration, University of Central Florida.
- Brennan, J.; Godden, D.; Smale, M. e Meng, E. (1999), "Breeder Demand for and Utilisation of Wheat Genetic Resources in Australia", *Plant Varieties and Seeds*, 12, pp. 113-127.
- Brink, L. e McCarl, B. (1978), "The Tradeoff Between Expected Return and Risk Among Cornebelt Farmers", *American Journal of Agricultural Economics*, 60, pp. 259-263.
- Brush, S. (1991), "A Farmer Based Approach to Conserving Crop Germplasm", *Economic Botany*, 45 (2), pp. 153-165.
- Brush, S.; Taylor, J. e Bellon, M. (1992), "Technology Adoption and Biological Diversity in Andean Potato Agriculture", *Journal of Development Economics*, 39, pp. 365-387.
- Brush, S. e Meng, E. (1998), "Farmer's Valuation and Conservation of Crop Genetic Resources", *Genetic Resources and Crop Evolution*. 45: 139-150.
- Burton, M.; Rigby, D. e Young, T. (1999), "Analysis of the Determinants of Adoption of Organic Horticultural Techniques in the UK", *Journal of Agricultural Economics*, 50, pp. 48-63.

- Burke, T. e Molina Filho, J. (1976), *A Adopção de Inovações na Agricultura: uma Abordagem Sistêmica com Ênfase nos Factores Perceptivos*, São Paulo: Universidade de S. Paulo.
- Burton, M.; Rigby, D. e Young, T. (2003), “Modelling the Adoption of Organic Horticultural Technology in the UK Using Duration Analysis”, *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 47(1), pp. 29-54.
- Byerlee, D. e Polanco, E. (1986), “Farmers’ Stepwise Adoption of Technological Packages: Evidence from the Mexican Altiplano”, *American Journal of Agricultural Economics*, 68, pp. 519-527.
- Caffey, R. e Kazmierczak, R. (1994), “Factors Influencing Technology Adoption in a Louisiana Aquaculture System”, *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 26(1), pp. 264-74.
- Caldas, E.C. (1964), “A Difusão de Técnicas e de Conhecimentos entre os Agricultores: Aspectos Sociológicos”, in *Análise e Planeamento da Exploração Agrícola*, H. Barros e M. Pereira (coord.), pp. 43-74, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, Centro de Estudos de Economia Agrária.
- Caldas, E.C. (1991), *A Agricultura Portuguesa Através dos Tempos*, Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica.
- Caldas, E.C. (1998), *A Agricultura na História de Portugal*, Lisboa: Empresa de Publicações Nacionais (E.P.N.).
- Carvalho, A. (1984), *Os Pequenos e Médios Agricultores e a Política Agrária no Período de 1960-1975*, Oeiras: Fundação Calouste Gulbenkian, Centro de Estudos de Economia Agrária.
- Chavas, J. e Holt, M. (1990), “Acreage Decisions under Risk: The Case of Corn and Soybeans”, *American Journal of Agricultural Economics*, 72, pp. 529-538.
- Chavas, J. (2001), “Structural Change in Agricultural Production”, in *Handbook of Agricultural Economics: Agricultural Production*, Vol. 1A, B. Gardner e G. Rausser (eds.), Handbooks in Economics, Vol. 18, pp. 263-285, Amsterdão: Elsevier.
- Clawson (1985), “Harvest Security and Intraspecific Diversity in Traditional Tropical Agriculture”, *Economic Botany*, 39, pp. 56-67.
- Cleves, M.; Gould, W. e Gutierrez, R. (2004), *An Introduction to Survival Analysis Using STATA*, College Station, Texas: Stata Press.
- Coller, M. e Williams, M. (1999), “Eliciting Individual Discount Rates”, *Experimental Economics*, 2, pp. 107-127.
- Colombo, M. e Mosconi, R. (1995), “Complementary and Cumulative Learning Effects in the Early Diffusion of Multiple Technologies”, *The Journal of Industrial Economics*, 43 (1), pp. 13-48.
- Comer, S.; Ekanem, E.; Muhammed, S.; Singh, S. e Teguegue, F. (1999), “Sustainable and Conventional Farmers: a Comparison of Socio-economic Characteristics, Attitudes and Beliefs”, *Journal of Sustainable Agriculture*, 15(1), pp. 29-45.
- Cox, D. (1972), “Regression models and life-tables (with discussion)”, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 30, pp. 187-220.

- Croppenstedt, A.; Demeke, M.; Meschi, M. (2003), "Technology Adoption in the Presence of Constraints: The Case of Fertilizer Demand in Ethiopia", *Review of Development-Economics*, 7(1), pp. 58-70.
- Davies, S. (1979), *The Diffusion of Process Innovation*. Cambridge: Cambridge University Pres.
- Dillon, J. (1971), "An Expository Review of Bernoullian Decision Theory in Agriculture Is Utility Function Futility?" *Review of Marketing and Agricultural Economics*, 60(3), pp. 3-80.
- Dillon, J. e Scandizzo (1978), "Risk Attitudes of Subsistence Farmers in Northeast Brazil: A Sampling Approach", *American Journal of Agricultural Economics*, 60, pp. 425-435.
- Dimara, E. e Skuras, D. (1998), "Adoption of New Tobacco Varieties in Greece: Impacts of Empirical Findings on Policy Design", *Agricultural Economics*, 19(3), pp. 297-307.
- Dinar, A. e Yaron, D. (1990), "Influence of Quality and Scarcity of Inputs on the Adoption of Modern Irrigation Technologies", *Western Journal of Agricultural Economics*, 15, pp. 224-233.
- Dinar, A., Campbell, M. e Zilberman, D. (1992), "Adoption of Improved Irrigation and Drainage Reduction Technologies Under Limiting Environmental Conditions", *Environmental and Resource Economics*, 21, pp. 373-398.
- Epperson, J.; Pachico, D. e Guevara, C. (1997), "A Cost Analysis of Maintaining Cassava Plant Genetic Resources", *Crop Science*, 37, pp. 1641-1649.
- Faria, A.; Fenn, P. e Bruce, A. (2002), "Determinants of Adoption of Flexible Production Technologies: Evidence from Portuguese Manufacturing Industry", *Economics of Innovation and New Technology*, 11(6), pp. 569-80.
- Feder, G. e O'Mara, G. (1981), "Farm Size and the Adoption of Green Revolution Technology", *Economic Development and Cultural Change*, 30, pp. 59-76.
- Feder, G. e Slade, R. (1984), "The Acquisition of Information and the Adoption of New Technology", *American Journal of Agricultural Economics*, 66, pp. 312-320.
- Feder, G.; Just, R. e Zilberman, D. (1985), "Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: a Survey", *Economic Development and Cultural Change*, 33, pp. 255-298.
- Feder, G. e Umali, D. (1993), "The Adoption of Agricultural Innovations: a Review", *Technological Forecast and Social Change*, 43, pp. 215-239.
- Feinerman, E. e Finkelshtain (1996), "Introducing Socio-economic Characteristics into Production Analysis under Risk", *Agricultural Economics*, 13 (2), pp.149-161.
- Fischer, A.; Arnold, A. e Gibbs, M. (1996), "Information and the Speed of Innovation Adoption", *American Journal of Agricultural Economics*, 78, pp.1073-1081.
- Frederick, S.; Loewenstein, G. e O'Donoghue, T. (2002), "Time Discounting and Time Preference: a Critical Review", *Journal of Economic Literature*, 40, pp. 351-401.
- Fudenberg, D. e Tirole, J. (1985), "Pre-emption and Rent Equalisation in the Adoption of New Technology", *Review of Economic Studies*, 52, pp. 383-401.
- Foltz, J. e Chang, H. (2002), "The Adoption and Profitability of rbST on Connecticut Dairy Farms", *American Journal of Agricultural Economics*, 84(4), pp. 1021-1032.

- Fragata, A. (1972), Relatório de Actividades do Aluno Estagiário do Curso de Engenheiro Agrónomo. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia.
- Fuglie, K. e Kascak, C. (2001), “Adoption and Diffusion of Natural-resource-conserving Agricultural Technology”, *Review of Agricultural Economics*, 23(2), pp. 386-403.
- Galjart, B. (1971), “Rural Development and Sociological Concepts: a Critique”, *Rural Sociology*, 36 (1), pp. 31-41.
- Gasson, R. (1988), “Farm Diversification and Rural Development”, *Journal of Agricultural Economics*, 39, pp. 175-182.
- Gebremedhin, B. e Swinton, S. (2003), “Investment in Soil Conservation in Northern Ethiopia: the Role of Land Tenure Security and Public Programs”, *Agricultural Economics*, 29(1), pp. 69-84.
- Ghadim, A. e Pannell, D. (1999), “A Conceptual Framework of Adoption of an Agricultural Innovation”, *Agricultural Economics*, 21(2), pp. 145-54.
- Gómez-Limón, J.; Arriaza, M. e Riego, L. (2003), “An MCDM Analysis of Agricultural Risk Aversion”, *European Journal of Operational Research*, 151(3), pp. 569-585.
- Green, D. e Ng’ong’ola, D. (1993), “Factors Affecting Fertilizer Adoption in Less Developed Countries: an Application of Multivariate Logistic Analysis in Malawi”, *Journal of Agricultural Economics*, 44, pp. 99-108.
- Griliches, Z. (1957), “An exploration in the economics of technological change”, *Econometrica*, 25, pp. 501-523.
- Hannan, T. e McDowell, J. (1987), “Rival Precedence and Dynamics of Technology Adoption: an Empirical Analysis”, *Economica*, 54, pp. 155-171.
- Hardaker, J.; Huirne, R. e Anderson, J. (1997), *Coping with Risk in Agriculture*, Wallingford: CAB International.
- Harrison, G.; Lau, M. e Williams, M. (2002), “Estimating Individual Discount Rates in Denmark: A Field Experiment”, *American Economic Review*, 92(5), pp. 1606-1617.
- Harrison, Glenn W., e List, John A. (2004), “Field Experiments”, *Journal of Economic Literature*, 42(4), pp. 1013-1059.
- Harrison, G.; Lau, M.; Rutström, E. e Sullivan, M. (2005), “Eliciting Risk and Time Preferences Using Field Experiments: Some Methodological Issues”, in *Field Experiments in Economics*, J. Carpenter, G. Harroison e J. List (eds.), Research in Experimental Economics, Vol. 10, pp. 125-218, Greenwich: JAI Press.
- Hayami, Y. e Ruttan, V. (1985), *Agricultural Development: An International Perspective*, Baltimore e Londres: John Hopkins University Press.
- Hazell, P. (1982), “Application of Risk Preference Estimates in Firm-Household and Agricultural Sector Models”, *American Journal of Agricultural Economics*, 64, pp. 384-390.
- Heffernan, W. e Green, G. (1986), “Farm Size and Soil Loss: Prospects for a Sustainable Agriculture”, *Rural Sociology*, 51, pp. 31-42.

- Heisey, P.; Smale, M; Byerlee, D. e Souza, E. (1997), “Wheat Rusts and the Costs of Genetic Diversity in the Punjab of Pakistan”, *American Journal of Agricultural Economics*, 79, pp. 726-737.
- Herd, R. (1987), “A Retrospective View of Technological and other Changes in Philippine Rice Farming, 1965-1982”, *Economic Development and Cultural Change*, 35, pp. 329-349.
- Holt, C. e Laury, S. (2002), “Risk Aversion and Incentive Effects”, *American Economic Review*, 2002, pp.1644-1655.
- Hooks, G.; Napier, T. e Carter, M. (1983), “Correlates of Adoption Behaviour: the Case of Farm Technologies”, *Rural Sociology*, 48(2), pp. 308-323.
- Hougaard, P. (2000), *Analysis of Multivariate Survival Data*, New York: Springer-Verlag.
- Huirne, R.; Harsh, S.; Dijkhuizen, A. e Bezemer, S. (1997), “Assessing the Risk Attitude of Dairy Farmers with Respect to Income and Sire Selection”, in *Risk Management Strategies in Agriculture – State of the Art and Future Perspectives*, R. Huirne, J. Hardaker e A. Dijkhuizen (eds.), pp. 113-120, Wageningen: Wageningen Agricultural University.
- INE (1998), *Inquéritos Base às Plantações de Árvores de Fruto*, disponível em WWW:<URL:<http://www.ine.pt>.
- INE (2002), *Inquéritos Base às Plantações de Árvores de Fruto*, disponível em WWW:<URL:<http://www.ine.pt>.
- Ireland, N. e Stoneman, P. (1985), “Order Effects, Perfect Foresight and Intertemporal Price Discrimination”, *Recherche Economic de Louvain*, 51(1), pp. 7-20.
- Ireland, N. e Stoneman, P. (1986), “Technological Diffusion, Expectation and Welfare”, *Oxford Economic Papers*, 38, pp.283-304.
- Jensen, R. (1982), “Adoption and Diffusion of an Innovation of Uncertain Profitability”, *Journal of Economic Theory*, 27, pp. 182-193.
- Just, R. e Zilberman, D. (1983), “Stochastic Structure, Farm Size and Technology Adoption in Developing Agriculture”, *Oxford Economic Papers*, 35(2), pp. 307-328.
- Just, R. e Pope, R. (2003), “Agricultural Risk Analysis: Adequacy of Models, Data, and Issues”, *American Journal of Agricultural Economics*, 85(3), pp. 1249-1256.
- Kahneman, D. e Tversky, A. (1979), “Prospect Theory: An analysis Under Risk”, *Econometrica*, 47, pp. 263-291.
- 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*, 24, pp. 503-528.
- Karshenas, M. e Stoneman, P. (1995), “Technological Diffusion”, in *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, P. Stoneman (ed.), pp. 265-297, Oxford: Blackwell Publishers.

- Khanna, M. e Zilberman, D. (1997), “Incentives, Precision Technology and Environmental Protection”, *Ecological Economics*, 23, pp. 25-43.
- Khanna, M.; Epouhe, O. e Hornbaker, R. (1999), “Site-specific Crop Management: Adoption Patterns and Incentives”, *Review of Agricultural Economics*. 21(2), pp. 455-472.
- Kiefer, N. (1988), “Economic Duration Data and Hazard Functions”, *Journal of Economic Literature*, 26 (4), pp. 646-679.
- Kislev, Y. e Shchori-Bachrach, R. (1986), “The Process of an Innovation Cycle”, *American Journal of Agricultural Economics*, 55, pp. 28-37.
- Klotz, C.; Saha, A. e Butler, L. (1995), “The Role of Information in Technology Adoption: The Case of rbST in the California Dairy Industry”, *Review of Agricultural Economics*, 17(3): pp. 287-98.
- Knutson, R.; Smith, E.; Anderson, D. e Richardson, J. (1998), “Southern Farmers’ Exposure to Income Risk under the 1996 Farm Bill”, *Journal of Agriculture and Applied Economics*, 30, pp. 35-46.
- Kremer, K.; Carolan, M.; Gasteyer, S.; Tirmizi, S., Korsching, P.; Peter, G. e Tong, P. (2001), “Evolution of an Agricultural Innovation: the N-Trak Soil Nitrogen Test – Adopt and Discontinue, or Reject?”, *Technology in Society*, 23, pp. 93-108.
- Lancaster, T. (1990), *The Econometric Analysis of Transition Data*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Lancaster, T. (1972), “A Stochastic Model for the Duration of a Strike”, *Journal of the Royal Statistic Society*, 135, pp. 257-271.
- Leathers, Z. e Smale, M. (1991), “A Bayesian Approach to Explaining Sequential Adoption of Components of a Technological Package”, *American Journal of Agricultural Economics*, 73(3), pp. 734-742.
- Levin, S.; Levin, S. e Meisel, J. (1987), “A Dynamic Analysis of the Adoption of a New Technology: the Case of Optical Scanners”, *Review of Economics and Statistics*, 69(1), pp. 12-17.
- Lima, J. (relator) (1926), *Método de Caracterização das Variedades de Maçã Portuguesas ou Tidas como Tais*, 2º Congresso Nacional de Pomologia. Lisboa: Ministério da Agricultura.
- Lin, W.; Dean, G. e Moore, C. (1974), “An Empirical Test of Utility vs. Profit Maximization in Agricultural Production”, *American Journal of Agricultural Economics*, 56, pp. 497-508.
- Lindner, R. (1980), “Farm Size and the Time Lag to Adoption of a Scale Neutral Innovation”. Mimeografado. Adelaide: University of Adelaide.
- Lindner, R.; Pardey, P.; Jarrett, F. (1982), “Distance to Information Source and the Time Lag to Early Adoption of Trace Element Fertilisers”, *Australian Journal of Agricultural Economics*, 26, pp. 98-113.
- Lindner, R. e Gibbs, M. (1990), “A Test of Bayesian Learning from Farmer Trials of New Wheat Varieties”, *Australian Journal of Agricultural Economics*, 34, pp. 21-38.

- Lins, D.; Gabriel, S. e Sonka, S. (1981), “An Analysis of the Risk Aversion of Farm Operators: an Asset Portfolio Approach”, *Western Journal of Agricultural Economics*, 6, pp. 15-29.
- Loewenstein, G. e Thaler, R. (1989), “Anomalies: Intertemporal Choice”, *Journal of Economic Perspectives*, 3, pp. 181-193.
- Loewenstein, G. e Prelec, D. (1992), “Anomalies in intertemporal choice: evidence and interpretation”, *The Quarterly Journal of Economics*, 107, pp. 573-597.
- Mansfield, E. (1961), “Technical Change and the Rate of Imitation”, *Econometrica*, 29, pp. 741-765.
- Marra, M. e Carlson, G. (1990), “The Decision to Double Crop: an Application of Expected Utility Using Stein’s Theorem”, *American Journal of Agricultural Economics*, 72(2), pp. 337-345.
- Marra, M.; Pannell, D. e Ghadim, A. (2003), “The Economics of Risk, Uncertainty and Learning in the Adoption of New Agricultural Technologies: Where Are We on the Learning Curve?” *Agricultural Systems*, 75, pp. 215-234.
- Martínez, M.; García, J. e Martínez, U. (2005), “La Difusión de la Agricultura Ecológica en España: una Propuesta de Modelización Matemática”, *Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 205, pp. 39-63.
- Mathijs, E. (2003), “Social Capital and Farmers’ Willingness to Adopt Country Side Stewardship Schemes”, *Outlook on Agriculture*, 32(1), pp. 13-16.
- Mohr, L. (1982), *Explaining Organizational Behaviour*, San Francisco: Jossey-Bass.
- Moscardi, E. e de Janvry, A. (1977), “Attitudes toward Risk among Peasants. An Econometric Approach”, *American Journal of Agricultural Economics*, 59, pp. 710-716.
- Moschini, G. e Hennessy, D. (2001), “Uncertainty, Risk Aversion, and Risk Management for Agricultural Producers”, in *Handbook of Agricultural Economics: Agricultural Production*, Vol. 1A, B. Gardner e G. Rausser (eds.), Handbooks in Economics, Vol. 18, pp. 207-261, Amsterdão: Elsevier.
- Myers, R. (1989), “Econometric Testing of Risk Averse Behaviour in Agriculture”, *Applied Economics*, 21, pp. 542-552.
- Negatu, W e Parikh, A. (1999), “The Impact of Perception and Other Factors on the Adoption of Agricultural Technology in the Moret and Jiru Woreda (District) of Ethiopia”, *Agricultural Economics*, 21(2), pp. 205-216.
- Nowak, P. (1987), “The Adoption of Agricultural Conservation Technologies: Economic and Diffusion Explanations”, *Rural Sociology*, 52, pp.208-220.
- Oliveira, V. (responsável) (2006), *Produtos Tradicionais com Nomes Protegidos: Apresentação de Dados sobre Produção, Preços e Comercialização 2004*, Lisboa: IDRHa, MADRP.
- O’Mara, G. (1980), *The Microeconomics of Technique Adoption by Smallholding Mexican Farmers*. Relatório, Development Research Centre, Banco Mundial, Washington, D.C.
- Ormrod, R. (1996), “Local Context and Innovation Diffusion in a Well-connected World”, *Economic Geography*, 66, pp. 109-122.

- Pender, J. (1990), "Discount Rates and Credit Markets: Theory and Evidence from Rural India", *Journal of Development Economics*, 50, pp. 257-296.
- Pope, R. e Prescott, R. (1980), "Diversification in Relation to Farm Size and Other Socioeconomic Characteristics", *American Journal of Agricultural Economics*, 62, pp.554-559.
- Pope, R. e Just, R. (1991), "On Testing the structure of Risk Preferences in Agricultural Supply Analysis", *American Journal of Agricultural Economics*, 73 (5), pp.743-748.
- Pratt, P. (1964), "Risk Aversion in the Small and in the Large", *Econometrica*, 32, pp. 122-136.
- Quiroz, J. e Valdés, A. (1995), "Agricultural Diversification and Policy Reform", *American Journal of Agricultural Economics*, 20(3), pp. 245-255.
- Rahm, M. e Huffman, W. (1984), "The Adoption of Reduced Tillage: the Role of Human Capital and Others Variables", *American Journal of Agricultural Economics*, 66, pp. 405-413.
- Robinson, L.; Barry, P.; Kliebenstaein, J. e Patrick, G. (1984), "Risk Management in Agriculture", in *Agricultural Decision Analysis*, P. Barry (ed.), pp. 26-49, Ames, EUA: Iowa State University Press.
- Rocha, J.; Barros, V.; Vaz, M. e Vieira, T. (1993), *Estudo da Competitividade do Sector Frutícola*, Lisboa: CESO Consultores.
- Roe, T. (1982), "Empirical Estimation and Use of Risk Preference: Discussion", *American Journal of Agricultural Economics*, 64, pp.394-396.
- Rogers, E. (1962), *Diffusion of Innovations*, New York: Free Press of Glencoe.
- Rogers, E. (2003), *Diffusion of Innovations*, 5ª edição, New York: Free Press.
- Ruttan, V. (1977), "The Green Revolution: Seven Generalizations", *International Development Review*, 19(4), pp. 525-532.
- Ryan, B. e Gross, N. (1943), "The Diffusion of Hybrid Seed Corn in two Iowa Communities", *Rural Sociology*, 8: pp.15-24.
- Saha, A.; Love, H. e Schwart, R. (1994a), "Adoption of Emerging Technologies Under Output Uncertainty", *American Journal of Agricultural Economics*, 76(4), pp. 836-846
- Saha, A.; Shumway, C. e Talpaz, H. (1994b), "Joint Estimation of Risk Preference Structure an Technology Using Expo-power Utility", *American Journal of Agricultural Economics*, 76, pp. 173-184.
- Salamon, S.; Farnsworth, R.; Bullock, D. e Yusuf, R. (1997), "Family Factors Affecting Adoption of Sustainable Farming Systems", *Journal of Soil and Water Conservation*, 52(2), pp. 265-271.
- Samuelson, P. (1937), "A Note on Measurement of Utility", *Review of Economic Studies*, 4, pp. 155-161.
- Samuelson, P. (1967), "A General Proof that Diversification Pays", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2, pp. 1-13.
- Schultz, T. (1964), *Transforming Traditional Agriculture*, New Haven: Yale University Press.

- Schultz, T. (1975), "The Value of the Ability to Deal with Disequilibrium", *Journal of Economic Literature*, 13, pp. 827-846.
- Schultz, T. (1981), *Investing in People: the Economics of Population Quality*, Berkeley: University of California Press.
- Schumpeter, J. (1984), *The Theory of Economic Development*, Cambridge: Harvard University Press.
- Scoones, I. e Thomson, J. (1994), "Knowledge, Power and Agriculture – Towards a Theoretical Understanding", in *Beyond Farmer First. Rural Peoples' Knowledge and Extension Practice*, I. Scoones. e J. Thomson (eds.), pp. 16-32, London: Intermediate Technology Publications.
- Shakya, P. e Flinn, J. (1985), "Adoption of Modern Varieties and Fertilizer Use on Rice in the Eastern Tarai of Nepal", *Journal of Agricultural Economics*, 36, pp. 409-419.
- Shapiro, B.; Brorsen, B. e Doster, D. (1992), "Adoption of Double-cropping Soybeans and Wheat", *Southern Journal of Agricultural Economics*, 24, pp. 33-40.
- Shucksmith, M.; Bryden, J.; Rosenthal, C.; Short, C. e Winter, M. (1989), "Pluriactivity, Farm Structures and Rural Change", *Journal of Agricultural Economics*, 40, pp. 345-360.
- Shucksmith, M. e Smith, R. (1991), "Farm Household Strategies and Pluriactivity in Upland Scotland", *Journal of Agricultural Economics*, 42, pp. 340-353.
- Silverman, B. (1986), *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*, Londres: Chapman & Hall.
- Smale, M.; Just, R. e Leathers, H. (1994), "Land Allocation in HYV Adoption Models: an Investigation of Alternative Explanations", *American Journal of Agricultural Economics*, 76, pp. 535-546.
- Smale, M.; Hartell, J.; Heisey, P e Senauer, B. (1998), "The Contribution of Genetic Resource and Diversity to Wheat Productivity and Stability in the Punjab of Pakistan", *American Journal of Agricultural Economics*, 80, pp. 482-493.
- Smale, M. e Bellon, M. (1999), "A Conceptual Framework for Valuing On-farm Genetic Resources", in *Biodiversity: Characterization, Utilization, and Management*, D. Wood e J. Lenné (ed.), pp. 387-408, CAB International.
- Sobral, M. e Almeida, J. (coord.) (1998), *Produtos tradicionais da Beira Litoral*, Coimbra: Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral.
- Soeiro, A. (coord.) (2000) – *Guia dos produtos de qualidade*. Amadora: Li Galu Edições.
- Somda, J.; Nianogo, J.; Nassa, S. e Sanou, S. (2002), "Soil Fertility Management and Socio-economic Factors in Crop-Livestock Systems in Burkina Faso: A Case Study of Composting Technology", *Ecological Economics*, 43(2-3), pp. 175-83.
- Sommers, D. e Napier, T. (1993), "Comparison of Amish and Non-amish Farmers: a Diffusion/Farm-structure Perspective", *Rural Sociology*, 58(1), pp. 130-145.

- Staal, S; Baltenweck I.; Waithaka, M; Wolff, T e Njoroge, L. (2002), "Location and Uptake: Integrated Household and GIS Analysis of Technology Adoption and Land Use, with Application to Smallholder Dairy Farms in Kenya", *Agricultural Economics*, 27(3), pp. 295-315.
- Stoneman, P. (1981), "Intra Firm Diffusion, Bayesian Learning and Profitability", *Economic Journal*, 91, pp. 375-388.
- Sunding, D. e Zilberman, D. (2001), "The Agricultural Innovation Process: Research and Technology Adoption in a Changing Agricultural Sector", in *Handbook of Agricultural Economics: Agricultural Production*, Vol. 1A, B. Gardner e G. Rausser (eds.), Handbooks in Economics, Vol. 18, pp. 207-61, Amsterdam: Elsevier.
- Traxler, G. e Byerlee (1991), "A Joint Production Perspective on the Evolution and Adoption of Modern Cereal Varieties in Developing Countries". Comunicação apresentada no Annual Meeting of the American Agricultural Economics Association. Baltimore.
- Therneau, T. e Grambsch, P. (2000), *Modeling Survival Data: Extending the Cox Model*. New York: Springer-Verlag.
- Tsur, Y.; Sternberg, M. e Hochman, E. (1990), "Dynamic Modelling of Innovation Process Adoption and Learning", *Oxford Economic Papers*, 42, pp. 336-355.
- Varian, H. (1992), *Microeconomic Analysis*, Nova York e Londres: Norton.
- Wejnert, B. (2002), "Integrating Models of Diffusion of Innovations: a Conceptual Framework", *Annual Review of Sociology*. 28, pp.297-326.
- Young, D. (1979), "Risk Preferences of Agricultural Producers: Their Use in Extension and Research", *American Journal of Agricultural Economics*, 61, pp. 1067-1070.