



UNIVERSIDADE DE ÉVORA
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Mestrado Biosistemas
Especialização Bio-Energia

Dissertação

Estratégia de diminuição do “input” energético com pesticidas, em pomares da região do Oeste

Pedro Miguel Silva Nunes

Orientador:

José Rafael Marques da Silva

Co-Orientador(es):

Marco Jerónimo

Data

13 de Abril de 2012

Mestrado Biosistemas
Especialização Bio-Energia

Dissertação

Estratégia de diminuição do “input” energético com pesticidas, em pomares da região do Oeste

Pedro Miguel Silva Nunes

Orientador:

José Rafael Marques da Silva

Co-Orientador(es):

Marco Jerónimo

Índice Geral

Índice de Figuras.....	v
Índice de Quadros	vii
Lista de Abreviaturas	ix
Agradecimentos	xi
Abstract.....	xii
Resumo	xiii
II. Revisão Bibliográfica.....	1
II.1. O bichado da fruta <i>Cydia pomonella</i> L.	2
II.2. Caracterização do bichado da fruta	3
II.3. Estragos e importância económica do bichado da fruta.....	7
II.4. Pesticidas em Portugal	8
II.5. Os pesticidas como uma despesa energética	12
II.6. Utilização sustentável de pesticidas	14
II.7. Os SIG na prevenção das culturas agrícolas	16
III. Metodologia.....	17
III.1. Localização	18
III.2. Estações Meteorológicas.....	21
III.3. Tratamento dos dados	24
III.4. Interpolação dos dados.....	25
IV. Discussão e Resultados.....	27
I.1. Balanço energético da cultura.....	33
I.1. Limitações	36
V. Conclusão.....	38
Referências Bibliográficas.....	41

Anexo(s)	45
Anexo I. Mercado Português de Agroquímicos segundo a ANIPLA	45
Anexo II. Gastos energéticos da pêra Rocha	46
Anexo III. Carta de Graus Dia <i>versus</i> Temperatura Crepuscular	47
Anexo IV. Carta de Graus Dia <i>versus</i> Temperatura Crepuscular	48

Índice de Figuras

Figura 1 – Adulto de bichado da fruta (<i>Cydia pomonella</i> L.) (Kimber, 2011).....	3
Figura 2 – Larva de bichado da fruta (<i>Cydia pomonella</i> L.) (Kimber, 2011).	4
Figura 3 – Orifício de penetração e excrementos da lagarta de bichado (<i>Cydia pomonella</i> L.) (Nelson, 2008).	5
Figura 4 – Adulto de bichado da fruta (<i>Cydia pomonella</i> L.) (Kimber, 2011).....	7
Figura 5 – Valores médios e intervalos do número de tratamentos efectuados nas nove regiões para combater o conjunto dos inimigos nas 194 vinhas observadas, entre 1995 e 1999. Fonte: (Amaro, 2003).	9
Figura 6 – Evolução do número de substâncias activas (s.a.), de produtos formulados (p.f.) e de empresas de pesticidas (empresas), em Portugal, entre 1962 e 2007. Fonte: (Amaro, 2007).	10
Figura 7 – Mercado Português de Agroquímicos (à Distribuição). Fonte: (ANIPLA, 2011).	11
Figura 8 – Mercado Português de Agroquímicos, segmento dos Fungicidas (à Distribuição). Fonte: (ANIPLA, 2011).	11
Figura 9 – Mercado Português de Agroquímicos, segmento dos Insecticidas (à Distribuição). Fonte: (ANIPLA, 2011).	11
Figura 10 – Mercado Português de Agroquímicos, segmento dos Herbicidas (à Distribuição). Fonte: (ANIPLA, 2011).	12
Figura 11 – Ciclo de agricultura de precisão.	18
Figura 12 – Localização da região de estudo e as EMAs disponíveis para o trabalho proposto.	19
Figura 13 – <i>Triangular Irregular Network</i> (TIN) Carta Hipsométrica da região em estudo.	20

Figura 14 – Carta administrativa local e a localização geográfica das Estações Meteorológicas emissoras de dados para a dissertação.	23
Figura 15 – Carta de Graus Dia <i>versus</i> Temperatura Crepuscular, da região de estudo; Data: 30 de Junho de 2008.	28
Figura 16 – Carta de Graus Dia, suavizada pelo método de <i>Neighborhood Statistics</i> , da região de estudo; Data: 15 de Julho de 2008 (Filtro de média circular com 5 pontos e células de 150 metros).	29
Figura 17 – Carta de Graus Dia <i>versus</i> Temperatura Crepuscular, da região de estudo; Data: 30 de Abril de 2008.	30
Figura 18 – Carta de Graus Dia <i>versus</i> Temperatura Crepuscular, da região de estudo; Data: 15 de Abril de 2008.	32
Figura 19 – Carta de Graus Dia <i>versus</i> Temperatura Crepuscular, da região de estudo; Data: 15 de Maio de 2008.	47
Figura 20 – Carta de Graus Dia <i>versus</i> Temperatura Crepuscular, da região de estudo; Data: 15 de Julho de 2008.	48

Índice de Quadros

Quadro 1 – Classificação taxonómica do bichado da fruta.....	3
Quadro 2 – Média dos valores de <i>inputs</i> por ha por cada operação cultural (1999 e 2000). Fonte: (Strapatsa <i>et al.</i> , 2006).	14
Quadro 3 - Estações Meteorológicas utilizadas nesta dissertação, as entidades responsáveis e a sua localização, Figura 13	22
Quadro 4 – Valores do somatório de temperaturas médias diárias determinadas paras as várias fases de desenvolvimento da <i>Cydia pomonella</i> L. (bichado da fruta), em Portugal (Região Oeste).....	24
Quadro 5 – <i>Shapefiles</i> recolhidas através da página <i>web</i> do Sistema Nacional de Informação de Ambiente.	25
Quadro 6 – Especificações para a elaboração do <i>tin</i> , na construção da carta hipsométrica.	26
Quadro 7 – Especificações do <i>reclassify</i> dos mapas da temperatura crepuscular e graus dia.....	27
Quadro 8 – Balanço energético de um pomar de pêra Rocha (<i>FEC</i>), (Ozkan <i>et</i> <i>al.</i> , 2007).....	34
Quadro 9 – Balanço energético de um pomar de pêra Rocha (<i>PEC</i>), (Ozkan <i>et</i> <i>al.</i> , 2007).....	34
Quadro 10 – Distribuição dos maiores gastos energéticos num pomar com menos <i>inputs</i>	35
Quadro 11 – Distribuição dos maiores gastos energéticos num pomar com mais <i>inputs</i>	35
Quadro 12 - Mercado Português de Agroquímicos (à Distribuição) em valor (M€).....	45

Quadro 13 - Variação, do valor, do Mercado Português de Agroquímicos (à Distribuição) em percentagem.....	45
Quadro 14 - Volume de Pesticidas comercializado pelo Mercado Português de Agroquímicos (à Distribuição) em T. ou ML.....	45
Quadro 15 - Variação, do volume, do Mercado Português de Agroquímicos (à Distribuição) em percentagem.....	45
Quadro 16 - Cálculo dos gastos energéticos da cultura da pêra Rocha em plena produção, considerando o mínimo de <i>inputs</i> de factores de produção.	46
Quadro 17 - Cálculo dos gastos energéticos da cultura da pêra Rocha em plena produção, considerando o máximo de <i>inputs</i> de factores de produção.	46

Lista de Abreviaturas

AARA	Associação de Agricultores da Região de Alcobaça
ANIPLA	Associação Nacional da Indústria para a Protecção das Plantas
COTHN	Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional
DGADR	Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural
EMAs	Estações Meteorológicas
ETRS	<i>European Terrestrial Reference System</i>
EUA	Estados Unidos da América
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FEC	<i>Final Energy Consumption</i>
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
INAG, I. P.	Instituto da Água, Instituto Público
OILB/SROP	Secção Regional Oeste Paleárctica da Organização Internacional de Luta Biológica e Protecção Integrada
PEC	<i>Primary Energy Consumption</i>
POB	Pontos de Observação Biológica
PPP	Produto para a Protecção das Plantas
SIG	Sistemas de Informação Geográfica

SNIRH Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos

TIN *Triangular Irregular Network*

Agradecimentos

Aos orientadores da dissertação, Prof. José Rafael e Eng.º Marco Jerónimo, pela extraordinária disponibilidade, paciência, capacidade de trabalho, generosidade e amizade que demonstraram. Um agradecimento muito especial por tudo!

Aos meus colegas de trabalho, Eng.^a Maria do Carmo Martins, Eng.^a Ana Paula Nunes, Eng.^a Patrícia Martins e Pedro Lopes que me foram substituindo em todos os períodos em que estava focado no objectivo de estudo e pelo apoio que me ofereceram.

Ao Eng.º João Pinto, Eng.º João Paulo Abreu e Eng.º Luís Silva pelas informações, amizade e generosidade que demonstraram.

A todos os meus amigos, amigas e colegas de Mestrado, pela companhia, divertimento e trocas de conhecimento constantes, que nas mais diversas formas, me ajudaram a cumprir mais este passo da minha vida.

À Dora, Ricardo, Catarina, Luís, Gabi, Vasco, João Duarte, Ana Filipa, Ana, Vítor e Emanuel amigos de uma vida. Pelos jantares que gosto sempre de poder repetir, pela companhia e carinho, a motivação e apoio que nunca faltaram, as conversas e desabafos que com muita paciência souberam escutar e os conselhos que sempre se seguiram. Acima de tudo à nossa enorme amizade elemento fundamental de uma vida, que irei sempre recordar e agradecer.

Aos meus pais e irmã pela educação, valores e princípios que sempre me incutiram e que muito valorizo.

A todos vós. OBRIGADO!

Abstract

Strategy to reduce the input energy of pesticides in orchards of the *Oeste* region

This dissertation aims to study the introduction of Geographic Information Systems associated with climate records, collected by weather stations, and biological models, providing better information to decide the right moment to make pesticide application with higher levels of efficiency, reducing cost of production factors and reducing the energy costs of the culture.

With ArcGIS 9.3.1© tools was possible to produce maps with the best geographical and temporal accuracy of the evolution phases of *Cydia pomonella* L.. The records used to produce those maps were validated with calibrated weather stations and after processed by biological models adapted to the region. These maps are an important tool for the decision making of farmers especially because of the energy costs that represent one *Cydia pomonella* L. treatment (140 MJ ha⁻¹) or 0,44% of the total energy costs to produce Rocha pear.

Resumo

Estratégia de diminuição do “input” energético com pesticidas, em pomares da região do Oeste

Esta dissertação pretende estudar a introdução dos Sistemas de Informação Geográfica associados aos registos climáticos, recolhidos pelas estações meteorológicas, aplicados a modelos biológicos. Através da análise dessa informação é possível obter mais uma ferramenta, de informação muito precisa, para a tomada de decisão do agricultor, quanto ao melhor momento para efectuar os tratamentos fitossanitários com níveis de eficiência superiores, reduzindo, por isso, os custos com os factores de produção, ou seja, reduzindo os custos energéticos da cultura.

Através das diversas ferramentas do ArcGIS 9.3.1© foi possível construir vários mapas que melhor determinam, as fases evolutivas da *Cydia pomonella* L., geográfica e temporalmente. Os dados utilizados na produção destes mapas são registos de estações meteorológicas validadas e posteriormente tratados por modelos biológicos da *Cydia pomonella* L. adaptados à região. Estes mapas ganham maior relevo, quando os custos energéticos de um tratamento fitossanitário para a *Cydia pomonella* L. representam 140 MJ ha⁻¹, ou seja, 0,44% dos custos energéticos totais para a produção de pêra Rocha.

II. Revisão Bibliográfica

Vários factores bióticos e abióticos são considerados como impeditivos para a exploração de todo o potencial genético de culturas agrícolas na produção de alimentos. Por isso, foram discutidos e analisados ao longo dos anos diversas soluções que permitisse o combate seguro e eficaz dessas limitações produtivas (Garratt *et al.*, 2011).

A introdução de químicos (fertilizantes, produtos para a protecção das plantas ou reguladores de crescimento) foi uma solução encontrada para eliminar alguns dos factores limitantes na obtenção de produções correspondentes com o potencial genético da cultura. O recurso a esta nova tecnologia teve um impacto importante, devido aos acréscimos de produtividade por unidade de área e unidade de trabalho alcançados (Hond, 2003).

A protecção das plantas adquire, por isso, maior importância quando a cultura está no campo e exposta a um diverso e complexo conjunto de stresses bióticos, que continua para além da colheita da cultura (Hond, 2003).

A mitigação dos stresses bióticos é por isso um dos objectivos primordiais na agricultura que tem sido procurado por intermédio de ferramentas como os fertilizantes e os pesticidas que assumiram uma posição importante nas operações agrícolas actuais em todo o mundo (Hond, 2003; Amaro, 2007; Garratt *et al.*, 2011).

No entanto, alguns estudos mais recentes têm demonstrado ser uma estratégia que coloca em causa a sustentabilidade dos ecossistemas, o bem-estar e a saúde humana, como também já começa a representar um custo energético considerável no conjunto das operações numa exploração agrícola (Hond, 2003; Amaro, 2006, 2007; Garratt *et al.*, 2011).

Apesar, do objectivo primordial da agricultura continuar a ser a produção de alimentos que permitam suportar o crescimento populacional registado ao longo dos anos, verifica-se também uma dinâmica elevada na comunidade científica na procura de soluções que suportem o aumento de produção, não descuidando aspectos tão importantes como a eficiência energética que actualmente muito se tem debatido (Hond, 2003).

A utilização massiva de pesticidas para o controlo de inimigos culturais, como se realizava à algumas décadas atrás, é hoje um problema presente nos estudos da comunidade científica devido aos problemas ambientais, aos problemas de saúde e aos custos energéticos associados (Straub *et al.*, 2008; Mantineo *et al.*, 2009).

O estudo da eficiência energética assume maior importância em fruticultura, nomeadamente em pomóideas, devido à utilização de pesticidas ser considerada uma das principais operações culturais para o controlo de inimigos culturais (Amaro, 2003; Hond, 2003).

Na redução do consumo de pesticidas, as novas tecnologias, nomeadamente a detecção remota e os sistemas de informação geográfica (SIG), podem ter uma resposta importante para as actuais dificuldades da agricultura, como na previsão de focos de inimigos culturais (Plümer, 2005).

II.1. O bichado da fruta *Cydia pomonella* L.

A classificação taxonómica da praga a que se recorreu para este estudo (bichado da fruta) está esquematizada no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação taxonómica do bichado da fruta.

Classificação Científica	
Reino	Animal
Filo	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordem	Lepidoptera
Família	Tortricidae
Género	Carpocapsa
Espécie	Cydia pomonella

II.2. Caracterização do bichado da fruta

O bichado de fruta, *Cydia pomonella* L. Figura 1, é um lepidóptero com cerca de 12 a 20 mm de comprimento, apresentando as asas anteriores de cor cinzento acastanhado com uma mancha castanha na extremidade (Soares *et al.*, 2004).



Figura 1 – Adulto de bichado da fruta (*Cydia pomonella* L.) (Kimber, 2011).

Na região Oeste, o bichado da fruta apresenta duas gerações por ano, ocorrendo as hibernações durante o Inverno num casulo que se pode encontrar nas rugosidades da casca ou mesmo no solo junto ao colo da árvore (López *et al.*, 1992; Lavadinho, 1993; Soares *et al.*, 2004).

O insecto encontra-se na fase de pupa durante a Primavera, numa época que varia em função do clima local e anual, os adultos emergem de forma escalonada durante cerca de um mês e meio a dois meses (Lavadinho, 1993).

Poucas horas depois da emergência das fêmeas, ocorre o acasalamento e as posturas decorrem cerca de 15 a 20 dias depois, durante o período de sobrevivência dos adultos. Com a eclosão do ovo, a lagarta, Figura 2, procura os frutos para se alimentar, escavando uma cavidade seminal, Figura 3. O desenvolvimento da lagarta demora 20 a 30 dias, após o qual as lagartas do 5.º instar abandonam os frutos e procuram um local para pupar (Soares *et al.*, 2004).

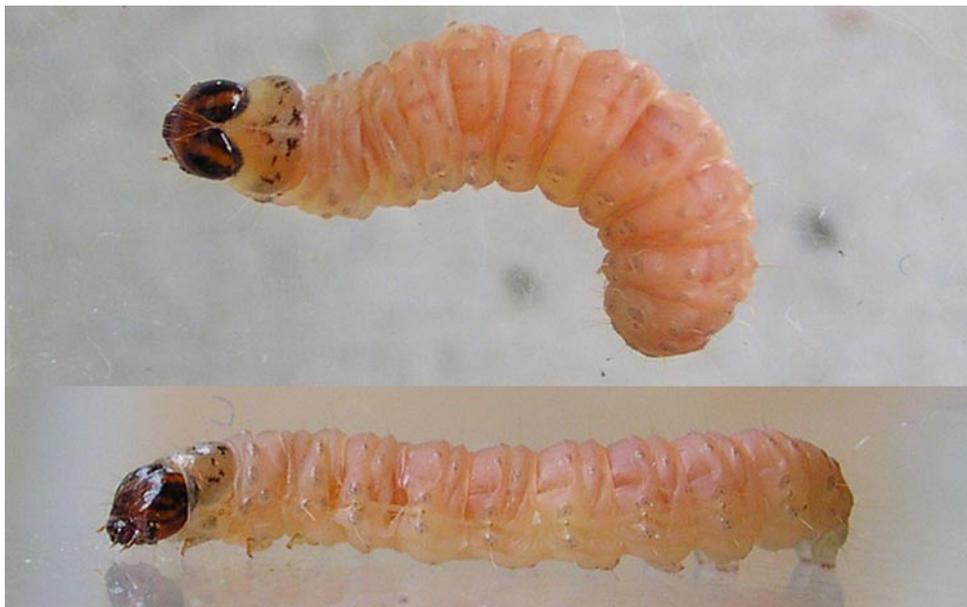


Figura 2 – Larva de bichado da fruta (*Cydia pomonella* L.) (Kimber, 2011).

Durante a sua fase de adulto, o insecto apresenta hábitos crepusculares indispensáveis para a sua actividade, sendo que a temperatura mínima é 15,5°C. Sempre que este valor de temperatura seja alcançado, a actividade inicia-se um pouco antes do ocaso e termina com a noite escura. É durante este período que têm lugar as funções de alimentação, acasalamento e de ovoposição (Lavadinho, 1993).



Figura 3 – Orifício de penetração e excrementos da lagarta de bichado (*Cydia pomonella* L.) (Nelson, 2008).

As primeiras larvas podem aparecer a partir da segunda quinzena de Maio até à primeira quinzena de Junho, uma vez que o período de incubação dos ovos é de uma a três semanas, dependendo sempre dos anos e da região (Lavadinho, 1993).

Após a eclosão do ovo, a jovem larva procura por frutos. Os pontos de penetração da larva, normalmente incidem em locais de contacto entre dois frutos, ou entre uma folha e um fruto e ainda na fosseta ou na base junto ao pedúnculo; no entanto a penetração pode verificar-se em qualquer outra zona livre do fruto. Uma vez no seu interior, a larva dirige-se para as pevides, abrindo uma galeria única ou bifurcada, em espiral (Lavadinho, 1993).

As larvas permanecem no interior dos frutos durante três a quatro semanas, período necessário ao seu desenvolvimento. Após este período as larvas abandonam os frutos e podem procurar um abrigo onde irá construir um casulo, permanecendo em hibernação até à Primavera seguinte, se a larva se desenvolver em condições indutoras de diapausa;

ou se não tiver sofrido diapausa poderá tecer um casulo, pupar e dar origem à geração seguinte (Lavadinho, 1993).

Sempre que seja possível mais do que uma geração, a população de larvas hibernantes será constituída por indivíduos de várias gerações (Lavadinho, 1993).

O ciclo da praga repete-se sempre que esta atinga uma segunda geração, tendo as larvas o máximo desenvolvimento no fim do Verão princípio do Outono, altura em que abandonam o fruto e vão procurar um local apropriado para pupar. É comum, as posturas da segunda geração iniciarem-se pouco depois da realização das últimas posturas da geração anterior, motivo pelo qual podem existir posturas ininterruptamente desde fins de Abril até final do Verão, dificultando a distinção entre o início e o fim das diferentes gerações (Lavadinho, 1993).

As gerações que esta praga pode apresentar por ano variam sobretudo com a época de voo dos adultos da geração hibernante, mas também, com as possibilidades de desenvolvimento da espécie, em função da temperatura, até ao período da diapausa (Lavadinho, 1993).

Os adultos, Figura 4, da primeira geração de bichado da fruta (hibernantes) surgem, na região do Oeste, em fins de Março ou início de Abril, ocorrendo o voo até fim de Junho, enquanto na segunda geração, o voo prolonga-se entre Julho e Setembro (Soares *et al.*, 2004).

Para a determinação dos períodos de risco de ataque de bichado da fruta podem utilizar-se insectários para a emergência de adultos, armadilhas sexuais e modelos de soma de temperaturas, somando o excedente de temperatura superior a 10°C (Soares *et al.*, 2004).



Figura 4 – Adulto de bichado da fruta (*Cydia pomonella* L.) (Kimber, 2011).

A tomada de decisão é ponderada entre vários factores de nocividade. A análise da intensidade de ataque do bichado da fruta do ano anterior é importante para estimar o risco potencial relativo à primeira geração da praga. As condições da parcela, a informação obtida pelo modelo de soma de temperaturas, as condições meteorológicas e as capturas nas armadilhas sexuais permite estimar o risco a curto prazo, sendo indispensável recorrer à observação visual dos frutos para quantificar o nível de ataque da praga (Soares *et al.*, 2004).

II.3. Estragos e importância económica do bichado da fruta

Um dos aspectos mais relevantes para o estudo desta praga é o impacto económico que esta pode representar num pomar de pomóideas, nomeadamente, os estragos provocados pela primeira e segunda geração, destruindo e inutilizando comercialmente o fruto (Nascimento *et al.*, 2001). Por ser um dos inimigos culturais que maiores prejuízos causa aos fruticultores, os tratamentos a que se recorre representam um encargo considerável nos custos finais desta cultura (Soares *et al.*, 2004).

II.4. Pesticidas em Portugal

Pesticida é uma substância química natural ou de síntese utilizada na protecção das plantas para reduzir ou eventualmente eliminar as populações de inimigos culturais (Amaro, 2003).

A terminologia de pesticida atribuída aos produtos químicos, utilizados na agricultura, tem sido largamente discutida. Em 1972 no *Federal Insecticide Fungicide and Rodenticide Act* (FIFRA) de 1947 foi substituído a designação *economic poison* por pesticida. No entanto, este termo tem sido substituído por outros com conotações menos negativas, nomeadamente, produto fitofarmacêutico, agroquímico e produto para a protecção das plantas (PPP) (Amaro, 2007).

A ausência de estudos de prejuízos em Portugal impossibilita-nos de determinar a importância económica que os inimigos culturais têm numa determinada cultura e, por sua vez, a importância que os pesticidas têm na fruticultura portuguesa. No entanto, através do número de tratamentos fitossanitários e do número de pesticidas homologados para o seu combate, é possível reconhecer o papel que os agricultores atribuem aos pesticidas (Amaro, 2003).

Através de um estudo realizado com base nos tratamentos fitossanitários recomendados pelos serviços regionais do Ministério de Agricultura, em 1979, determinou-se que 44% dos tratamentos fitossanitários, foram realizados a seis inimigos-chave de três culturas, de entre 56 doenças e pragas. Destes destaca-se o bichado da fruta e o pedrado da macieira e pereira, *Cydia pomonella* L., *Venturia inaequalis* L. e *Venturia pirina* L., respectivamente (Amaro, 2003).

É possível verificar, que o número de tratamentos fitossanitários é influenciado pelas condições climáticas que se fazem sentir na região. Tomando como exemplo o número de tratamentos fitossanitários realizados na vinha, a região Oeste ocupa uma posição de destaque, Figura 5, como todas as regiões costeiras (Amaro, 2003).

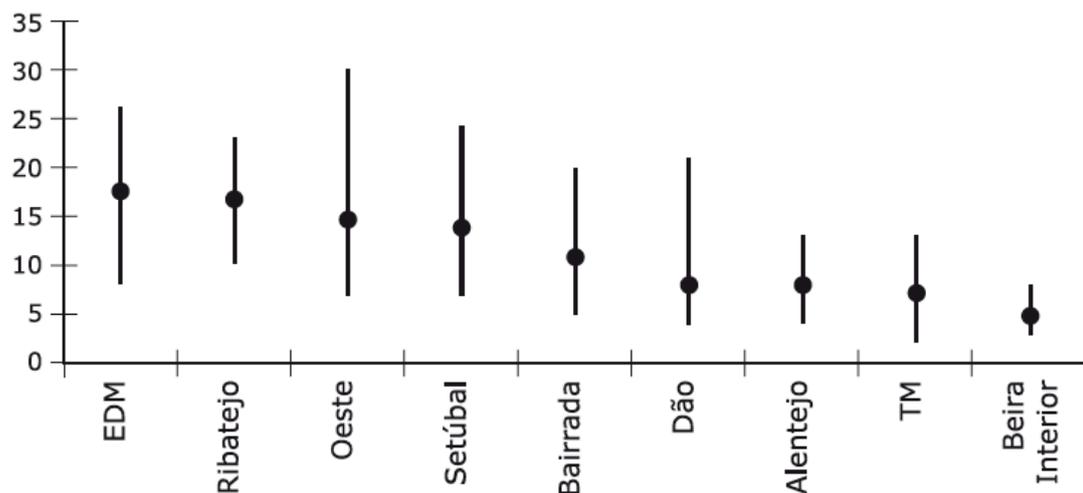


Figura 5 – Valores médios e intervalos do número de tratamentos efectuados nas nove regiões para combater o conjunto dos inimigos nas 194 vinhas observadas, entre 1995 e 1999. Fonte: (Amaro, 2003).

Um factor determinante para a ocorrência de desequilíbrios na planta, favoráveis ao aparecimento de inimigos culturais são as condições climáticas e, em termos mais localizados, os microclimas. Estes desempenham um papel fundamental nas variações do volume de pesticidas utilizados na agricultura (ANIPLA, 2011).

De acordo, com os últimos pontos e, a exemplo da viticultura, a utilização de pesticidas na agricultura, assume uma posição de relevo devido à sua importância nas operações culturais nos sistemas agrícolas intensivos, nomeadamente a fruticultura (Amaro, 2003; Hond, 2003).

Por outro lado, a evolução da comercialização de pesticidas em Portugal também demonstra a importância que estes representam para a agricultura. É possível verificar, através da Figura 6, que o número de substâncias activas e de empresas apresentam uma

tendência crescente tal como o número de produtos formulados, principalmente a partir de 1990 (Amaro, 2007).

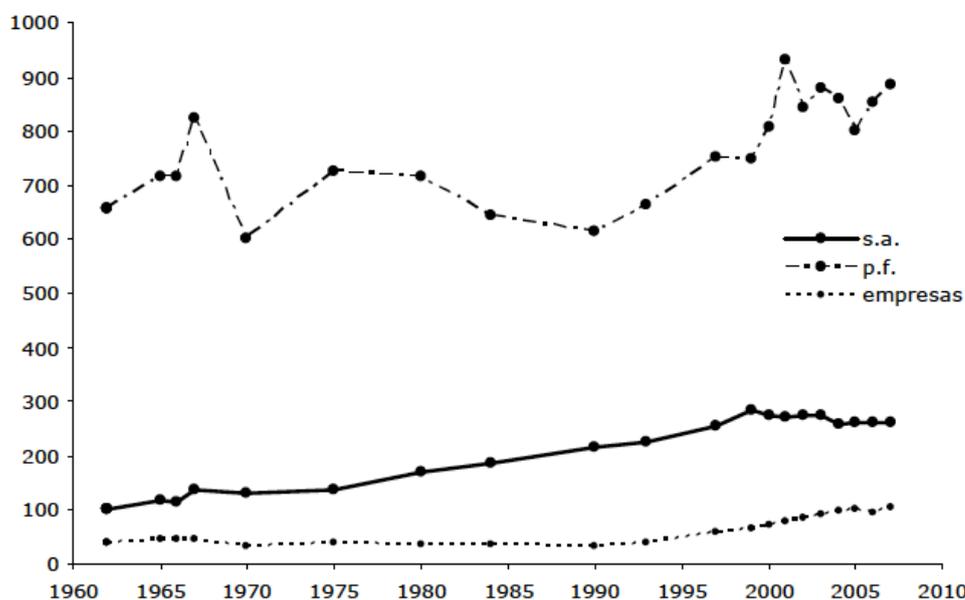


Figura 6 – Evolução do número de substâncias activas (s.a.), de produtos formulados (p.f.) e de empresas de pesticidas (empresas), em Portugal, entre 1962 e 2007. Fonte: (Amaro, 2007).

Os dados disponíveis que quantificam o volume de pesticidas comercializados em Portugal são apenas disponibilizados pela Associação Nacional da Indústria para a Protecção das Plantas (ANIPLA). Esta associação disponibiliza na sua página de internet o volume de pesticidas comercializado e o respectivo valor por cada ano civil (ANIPLA, 2011).

Através dos Quadro 12, Quadro 13, Quadro 14 e Quadro 15 do Anexo I verificamos que o mercado Português de Agroquímicos movimenta anualmente cerca de 120 milhões de euros, também ilustrados através da Figura 7; dos quais 50 milhões de euros são fungicidas, Figura 8; 20 milhões de euros são insecticidas, Figura 9; e os herbicidas representam uma fatia de 40 milhões de euros anuais, Figura 10 (ANIPLA, 2011).

A Figura 7, Figura 8, Figura 9 e Figura 10 compilam a informação contida nas tabelas do Anexo I, retiradas da página de internet da ANIPLA.

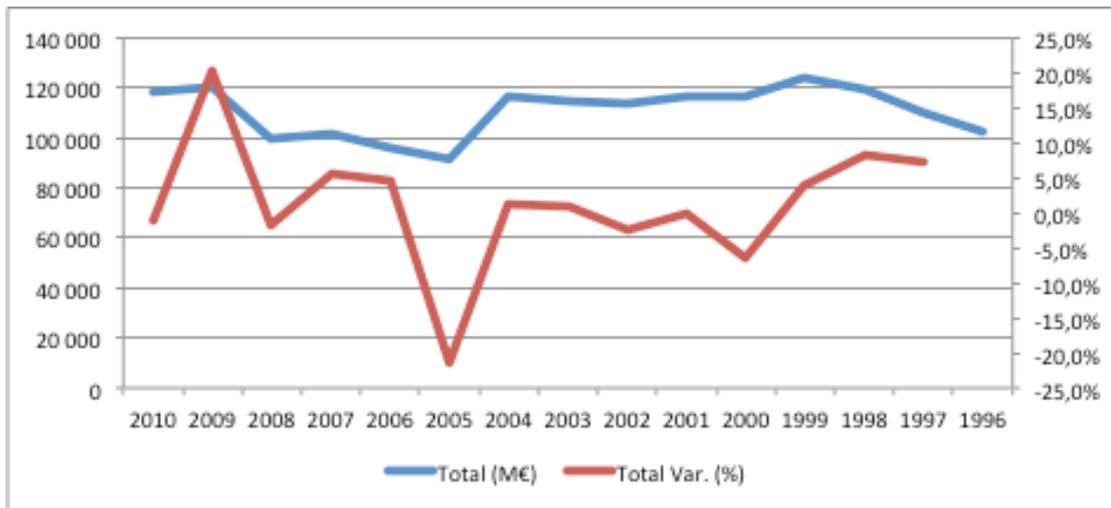


Figura 7 – Mercado Português de Agroquímicos (à Distribuição). Fonte: (ANIPLA, 2011).

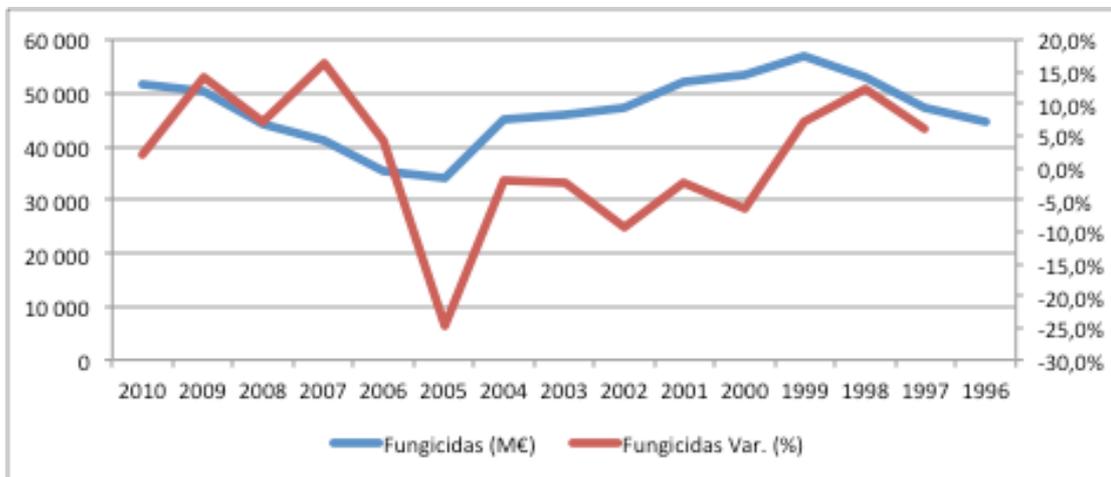


Figura 8 – Mercado Português de Agroquímicos, segmento dos Fungicidas (à Distribuição). Fonte: (ANIPLA, 2011).

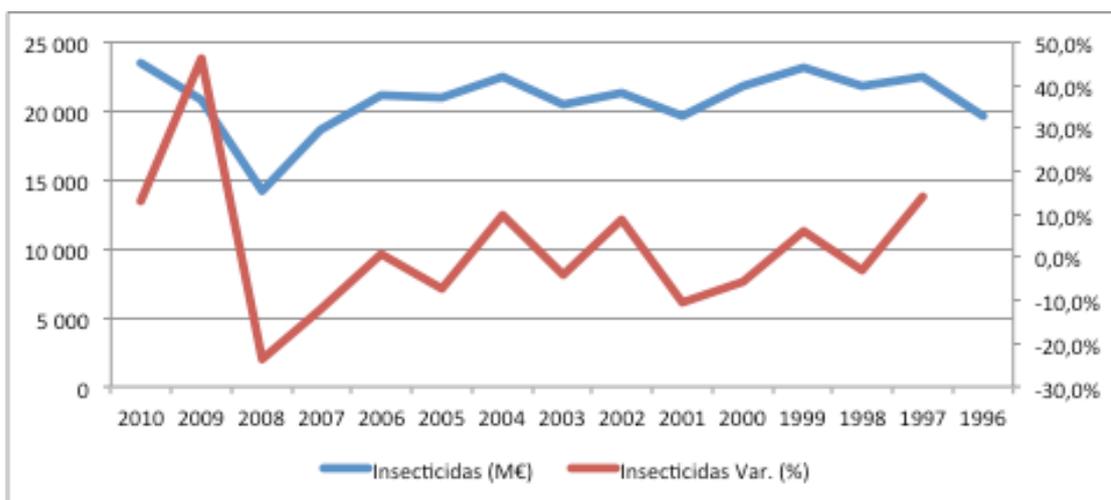


Figura 9 – Mercado Português de Agroquímicos, segmento dos Insecticidas (à Distribuição). Fonte: (ANIPLA, 2011).

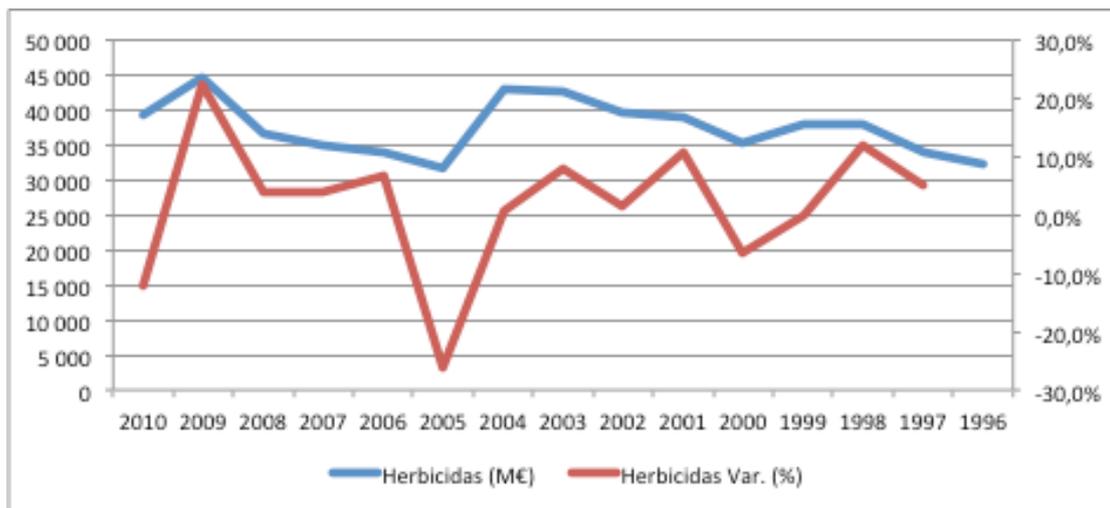


Figura 10 – Mercado Português de Agroquímicos, segmento dos Herbicidas (à Distribuição). Fonte: (ANIPLA, 2011).

A Figura 7 demonstra uma estabilidade do valor global movimentado pelo mercado de pesticidas, que no entanto, durante o ano de 2005 apresenta uma oscilação devido às elevadas temperaturas que se fizeram sentir. O ano 2005 foi o mais quente desde de 1931, com o valor da temperatura média do ar de 23.38°C, +2.38°C acima do valor médio de 1961-1990 (Santo, 2005). Deste modo, este ano, por ter sido mais seco, afectou principalmente as culturas de sequeiro, resultando em quebras acentuadas na produção, diminuindo, por sua vez, o número de tratamentos fitossanitários (ANIPLA, 2011).

De acordo com a , no ano 2007 o valor movimentado pelo segmento dos insecticidas diminuiu em relação aos anos anteriores, o que pode traduzir a retirada de mercado de várias substâncias activas, em especial do grupo dos organofosforados, cujo prazo terminou em Dezembro de 2007 (ANIPLA, 2011).

II.5. Os pesticidas como uma despesa energética

O uso da energia, na agricultura, é também um tema que tem desenvolvido estudos científicos como a contaminação da água potável, os efeitos adversos na saúde dos

aplicadores e consumidores de produtos agrícolas e a ameaça à vida selvagem e biodiversidade da fauna e flora (Jacquet *et al.*, 2011).

Durante os últimos anos a preocupação sobre os efeitos da actividade agrícola no ambiente, tem sido uma constante, particularmente o consumo de energia fóssil, devido ao aumento do preço da energia, para além do actual debate sobre a influência humana nas alterações climáticas e aquecimento global (Deike *et al.*, 2008).

Por isso, a partir da década de 70, a análise energética dos sistemas de agricultura começa a ganhar relevo na comunidade científica, destacando-se várias pesquisas sobre o uso de energia pelos sistemas de produção agrícola (Bailey *et al.*, 2003).

Strapatsa *et al.* (2006) recorreu às tecnologias SIG para contabilizar os *inputs* de energia utilizada na produção extensiva de maçã. Na maioria dos países é uma cultura com elevados *inputs* de energia devido à maquinaria utilizada, aos químicos e à mão-de-obra requerida para uma produção comercial frutícola de qualidade e com capacidade de escoamento nas grandes superfícies.

Neste estudo, Quadro 2, é quantificado o uso de energia pelas diversas operações culturais. Destas, destaca-se a aplicação de pesticidas que se situa muito próximo dos 40% dos gastos energéticos totais da cultura, mesmo não estando incluído o controlo de infestantes. São ainda importantes os gastos energéticos da colheita e transporte, bem como, a fertilização.

Um dos pontos apontados para a redução do consumo de energia, sem reduções significativas de produtividade, incide na redução das pulverizações através do melhoramento das técnicas de aplicação de pesticidas e na diminuição da distância entre a parcela e o parque de máquinas (Strapatsa *et al.*, 2006).

Quadro 2 – Média dos valores de *inputs* por ha por cada operação cultural (1999 e 2000). Fonte: (Strapatsa *et al.*, 2006).

Operações	Energia Utilizada (GJ ha⁻¹)	Porcentagem
Aplicação de pesticidas	20.2	39.8
Colheita/Transporte	10.9	21.6
Fertilização	8.5	16.8
Monda de Frutos	4.1	8.1
Poda	3.5	6.9
Controlo de Infestantes	3.1	6.0
Rega	0.4	0.8
Energia Total	50.7	100

II.6. Utilização sustentável de pesticidas

Os inimigos culturais são organismos que pela sua actividade podem contribuir para a redução quantitativa ou qualitativa da produção de uma cultura agrícola. Estes são condicionados por três factores: cultura, ambiente e tempo integrados num tetraedro da qual também o inimigo cultural pertence (Amaro, 2003).

O controlo dos inimigos culturais, através da utilização de pesticidas, na agricultura portuguesa, durante as décadas de 50 e 60, não tinha em conta os efeitos adversos que promoviam para o ambiente, como é exemplo, os desequilíbrios ao nível das populações presentes no ecossistema agrário e, para a saúde humana, devido ao elevado risco de doenças como cancerígenas, mutagénicas, tóxicas para a reprodução, desreguladores endócrinos, neurotóxicos e imunotóxicos. No entanto, desde a década de 60 que tem existido grandes progressos no sector da protecção das plantas com especial influência no sistema de homologação, nos progressos de investigação e do ensino e das estruturas das empresas de pesticidas (Amaro, 2007).

Um notável avanço foi também registado, na legislação, considerando que foram retiradas do mercado substâncias activas que implicavam riscos acrescidos para a saúde dos aplicadores, quer dos consumidores, quer do ambiente e, foram adicionadas regras para a aplicação, manuseamento e prescrição de pesticidas (Amaro, 2003). Deste modo, a utilização descuidada de pesticidas, nomeadamente de insecticidas selectivos, foi

reconhecido como indesejável devido às resistências que muitos dos inimigos culturais podem adquirir, criando assim, um problema de difícil resolução, apesar de actualmente a aplicação, manuseamento e prescrição de pesticidas apresentar avanços satisfatórios (Suckling *et al.*, 1999).

Pelos motivos anteriormente descritos, um conceito, recuperado e, muito utilizado actualmente, na produção agrícola, é a produção integrada. Este requiere um constante aperfeiçoamento dos métodos empregues na agricultura para a obtenção de produtos de alta qualidade e alto rendimento com um mínimo de *inputs* (Amaro, 2003, 2004; Strapatsa *et al.*, 2006). O conceito de Protecção Integrada foi definido, pela OILB/SROP, como “um processo de luta contra os organismos nocivos utilizando um conjunto de métodos que satisfaçam as exigências económicas, ecológicas e toxicológicas e dando carácter prioritário às acções que fomentam a limitação natural e respeitando os níveis económicos de ataque” (Amaro, 2003, 2004; Soares *et al.*, 2004).

A introdução da Produção Integrada na fruticultura portuguesa, verificou-se na década de 80 do século XX, sendo o principal motivo de adesão dos fruticultores, a inviabilidade dos calendários de tratamento preconizados pela luta química cega, e o conseqüente acréscimo dos custos de produção (Clemente, 2001). Por outro lado tem surgido o conceito de Utilização Sustentável de Pesticidas Agrícolas, que segundo a Comissão das Comunidades Europeias, é o “uso dos pesticidas sem efeitos irreversíveis nos sistemas naturais e que não provoque efeitos agudos ou crónicos no Homem, animais ou ambiente. O uso sustentável corresponde à máxima redução dos pesticidas, à restrição do uso ou à substituição dos mais perigosos e à adopção do princípio da precaução nas decisões da homologação dos pesticidas.” (Amaro, 2003). No sentido da máxima redução de pesticidas na agricultura, vários estudos têm enaltecido várias preocupações, como a contaminação dos recursos hídricos usados para consumo

humano; possíveis efeitos adversos na ecologia (ex.: espécies não alvo); risco para os consumidores de alimentos, através dos resíduos; efeitos da exposição a resíduos na água, no solo e no ar; contaminação das águas superficiais em ambientes marinhos; risco para os utilizadores de pesticidas; má utilização dos pesticidas pelos utilizadores não disporem de conhecimentos adequados; preocupações específicas relativas a efeitos adversos em relação a um componente do ecossistema; dependência da agricultura em relação a pesticidas em protecção das plantas; utilização de pesticidas frequente e em larga escala (Amaro, 2003).

II.7. Os SIG na prevenção das culturas agrícolas

Um dos aspectos que têm sido apontados, nos últimos tempos, é o interesse em explorar o desenvolvimento da fenologia das pragas no espaço e no tempo (Jarvis, 2001). O recurso aos diversos tipos de *software* SIG e aos dados meteorológicos, nomeadamente temperaturas máximas e mínimas, com uma variedade de modelos baseados na fenologia dos insectos fornece outras ferramentas para sustentar a decisão na utilização do mais diverso tipo de técnicas para controlo dos inimigos culturais (Jarvis, 2001). Uma das abordagens mais sofisticadas foi realizada com a construção de um mapa de fenologias, recorrendo ao *software* BioSIM. O teste e sua utilização decorreu junto da indústria florestal, estabelecendo o objectivo prático de gerir as populações de pragas, recorrendo a modelos biológicos, que cuidadosamente foram seleccionados para ajudar na previsão de eventos fenológicos (Régnière *et al.*, 1995).

Apesar de existir algumas condicionantes, a utilização deste tipo de tecnologias para a gestão integrada de populações e a avaliação do risco de ocorrência de pragas poderá ser uma realidade recorrendo a *software* baseado em SIG para elaborar mapas fenológicos

de pragas utilizando uma ou duas variáveis meteorológicas e interligados com modelos biológicos (Jarvis, 2001).

Num estudo conduzido em Inglaterra avaliou-se três técnicas de interpolação em variáveis climáticas, *trend surfaces*, *spline* e *kriging* (ferramentas disponíveis no ArcGIS). As *trend surfaces* são um método de interpolação que recorre à regressão dos mínimos quadrados dos pontos amostrais para determinar uma curva. O *spline* recorre a estimativas de valores que através de uma função matemática minimiza a curvatura geral da superfície obtendo uma superfície mais lisa, passando pelos pontos amostrais. Por outro lado, a krigagem é um interpolador que calcula um determinado ponto através da média ponderada das amostras recolhidas através dos valores registados na vizinhança. Este estudo determinou que as técnicas como o *spline* e o *kriging* apresentavam melhores resultados para variáveis climáticas que as *trend surfaces* (Jarvis, 2001).

III. Metodologia

O objectivo desta dissertação é a produção de mapas, através da ferramenta ArcGIS 9.3.1©, para delimitar com maior exactidão, geográfica e temporal, as fases de evolução de *Cydia pomonella* L. (bichado da fruta). A determinação atempada e correcta das fases desta praga, importante dos pomares da região Oeste, pode ser determinante no sucesso dos tratamentos fitossanitários a efectuar e, com isto, reduzir os gastos energéticos com o número de tratamentos fitossanitários necessários para baixar o custo dos estragos provocados pela praga, abaixo do nível económico de ataque, Figura 11.

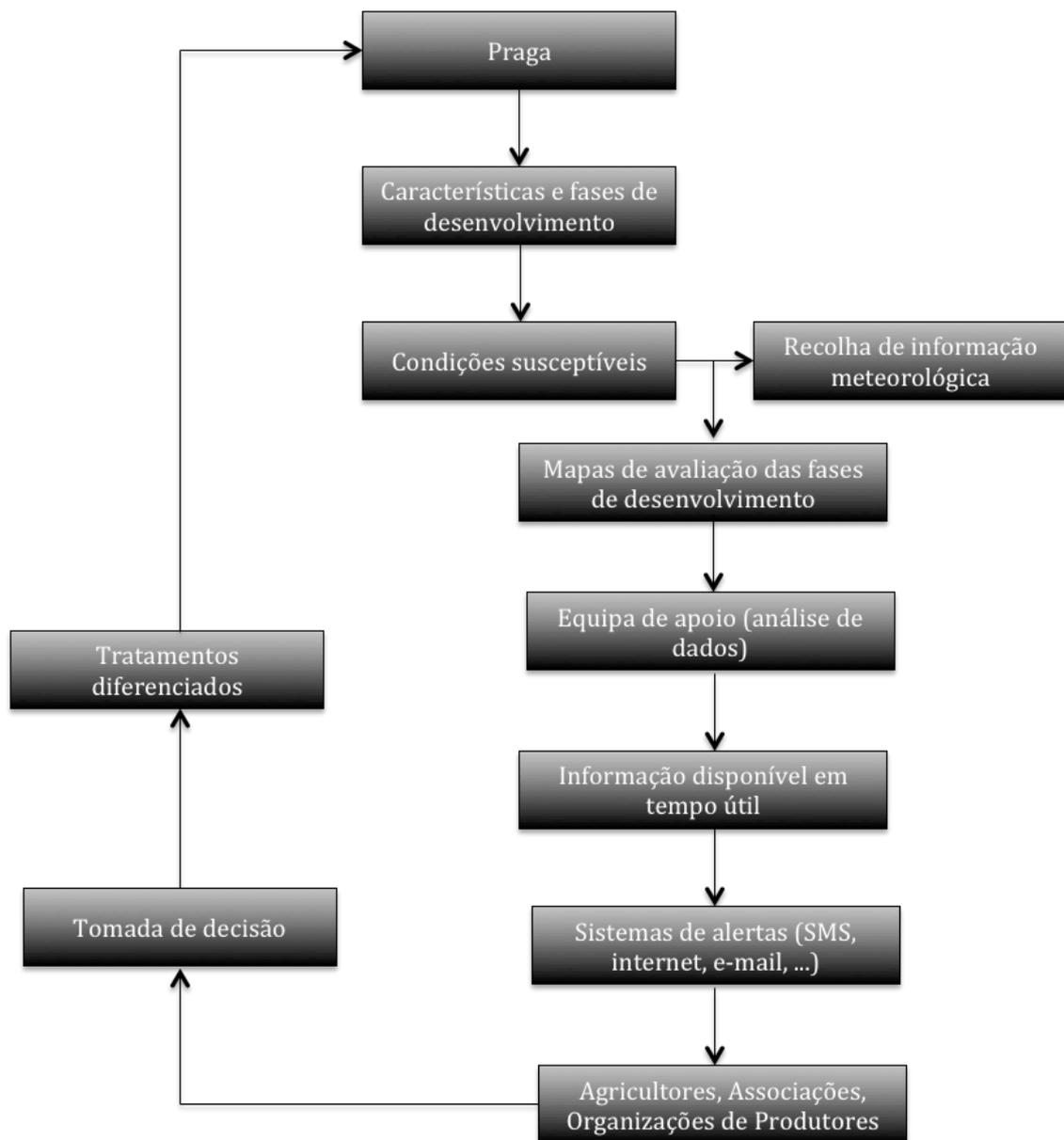


Figura 11 – Ciclo de agricultura de precisão.

A realização deste estudo teve por base diversas fases, que passaram pela delimitação da região de estudo até ao tratamento dos dados (temperatura do ar) para obter os graus dia e a temperatura crepuscular, informação necessária para determinar as diferentes fases da praga e, por fim, elaborar os mapas propostos.

III.1. Localização

A região adoptada para a elaboração deste estudo está limitada a Sul pela Serra de Montejunto que se estende a Este pelo maciço calcário da Estremadura (Serras de Aire e

Candeeiros) e a Oeste pelo Oceano Atlântico, Figura 12 e Figura 13 Esta região apresenta vales e colinas, entre o Maciço Calcário Estremenho e o mar e a existência de arribas e serras no litoral, conferindo um clima suave e húmido.

Relativamente aos limites administrativos, a região de estudo ficou delimitada pelos concelhos de Alcobaça, Caldas da Rainha, Nazaré e Óbidos, Figura 12 e Figura 13 . Os limites da região de estudo foram estabelecidos deste modo, devido à distribuição, localização, proximidade e quantidade de EMAs, para além da disponibilidade de um conjunto de dados meteorológicos contínuo, factores fundamentais para uma melhor caracterização microclimática da região em estudo, bem como para se trabalhar com a ferramenta de interpolação *ordinary kriging* do ArcGIS.

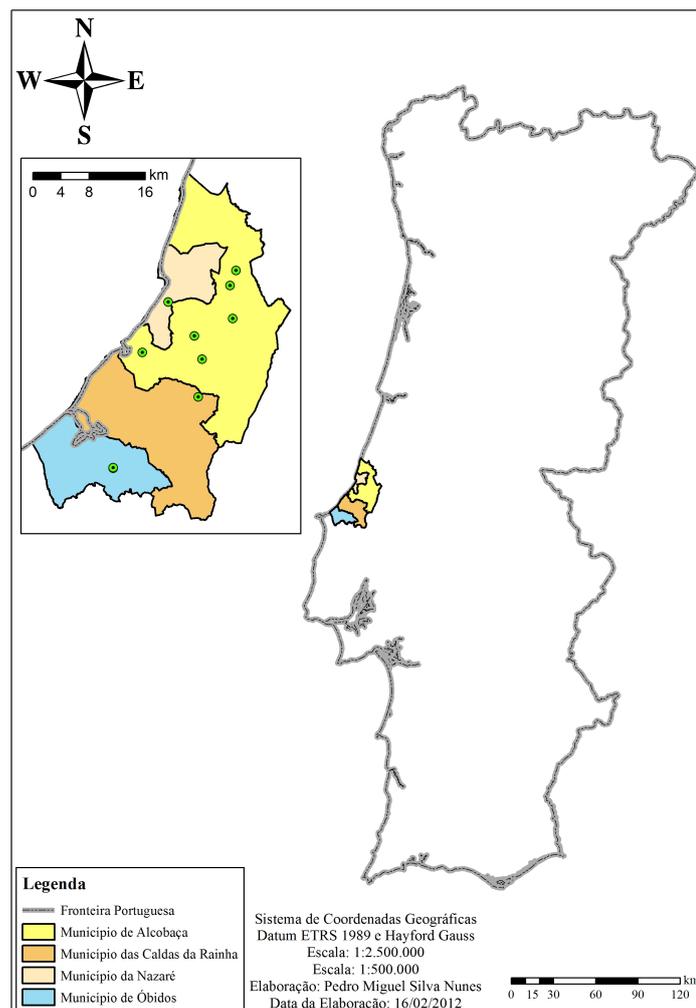


Figura 12 – Localização da região de estudo e as EMAs disponíveis para o trabalho proposto.

Os agricultores nesta região estão associados em várias organizações de produtores que recebem e armazenam a fruta antes da expedição para a distribuição. As organizações de produtores prestam apoio técnico aos seus agricultores associados, nomeadamente na decisão, planeamento das operações culturais como é o caso das fertilizações e tratamentos fitossanitários.

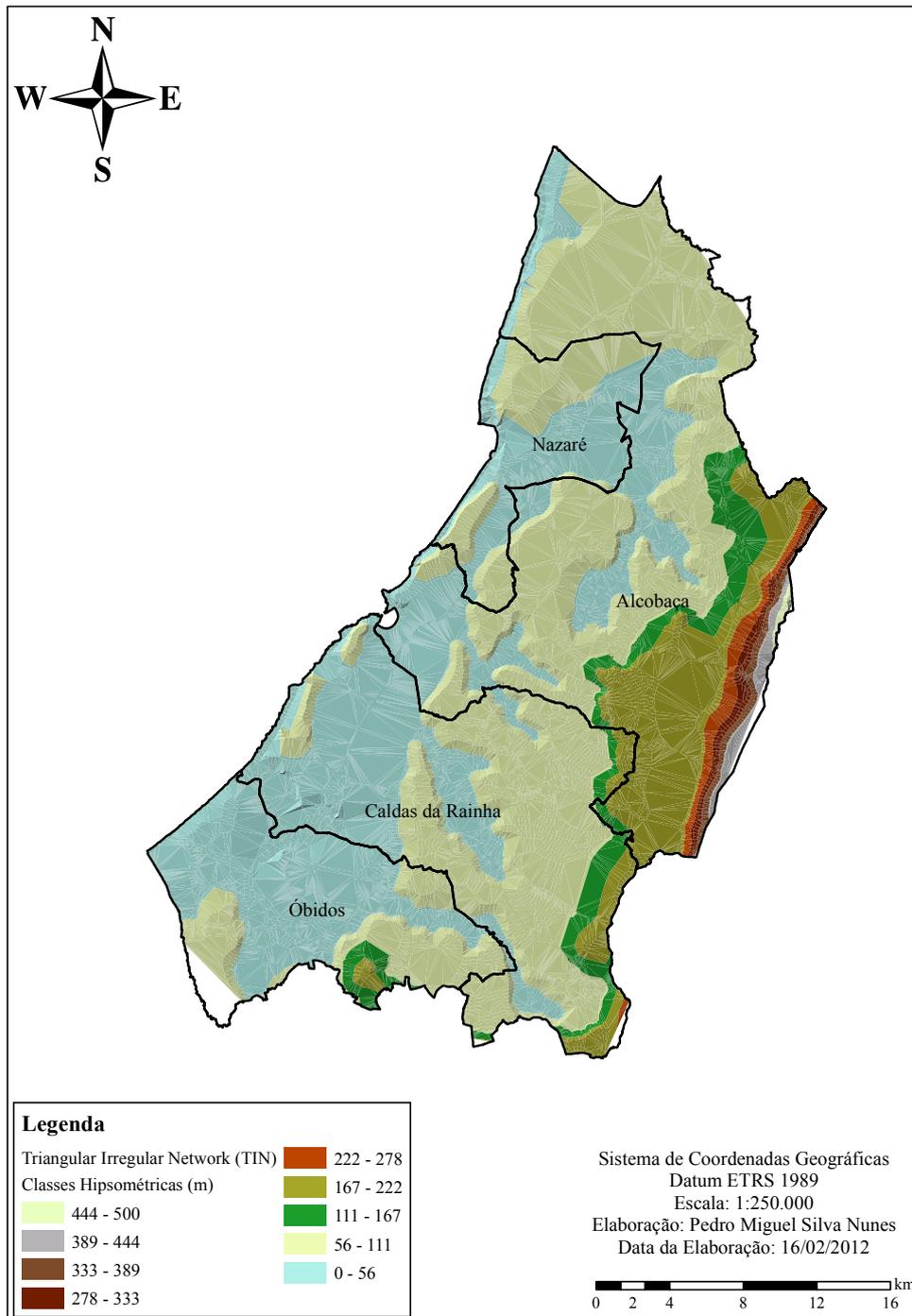


Figura 13 – *Triangular Irregular Network (TIN)* Carta Hipsométrica da região em estudo.

Na zona Oeste predomina o cultivo de pomóideas, naturalmente favorecida pelas condições climáticas e edáficas, onde se destaca com grande relevância, até pelo peso que representa na balança comercial portuguesa, a produção de pêra Rocha e Maçã (variedades *Royal Gala*, *Jonagored*, *Granny Smith*, *Fuji*, *Reineta* e *Starking*) (Soares *et al.*, 2004).

Um dos inimigos culturais que maiores prejuízos causa aos fruticultores é o bichado da fruta *Cydia pomonella* L. pelos estragos e desvalorização comercial que causa na fruta. Por outro lado, é uma praga que é possível determinar a emergência dos adultos com base em modelos que recorrem ao somatório do excedente da temperatura superior a 10°C (Soares *et al.*, 2004).

III.2. Estações Meteorológicas

Actualmente a região Oeste está equipada com um conjunto de EMAs que disponibilizam informação do registo de dados meteorológicos, que posteriormente poderá ser utilizado em modelos matemáticos com capacidade de previsão da ocorrência de doenças e pragas em áreas geográficas limitadas, que correspondem à zona envolvente da EMA.

As EMAs utilizadas nesta dissertação de entidades privadas, a sua maioria, ou de entidades públicas. As EMAs privadas são propriedade de organizações de produtores e associações de agricultores, que na sua maioria disponibilizam esta informação aos seus associados, por outro lado, as EMAs de entidades públicas têm os seus dados disponíveis através da internet, estando a sua consulta ao dispor de todos.

As EMAs privadas encontram-se distribuídas pelos associados que compõem a organização ou associação de agricultores e os registos são recebidos por um

computador que trata a informação e disponibiliza-a através da páginas *web* (<http://infoagro.cothn.pt>), propriedade do COTHN.

As EMAs públicas fazem parte de uma rede de Estações Meteorológicas distribuídas a nível nacional e estão disponíveis na página *web* do Instituto da Água, I. P. (INAG, I. P.) (<http://www.snirh.pt>). A distribuição geográfica das EMAs utilizadas nesta dissertação é assinalada pelo Figura 14, enquanto a localização e a entidade responsável está listada no Quadro 3.

Quadro 3 - Estações Meteorológicas utilizadas nesta dissertação, as entidades responsáveis e a sua localização, Figura 14

EMAS	Entidade Responsável	Concelho	Freguesia
Montes	AARA	Alcobaça	Montes
Alcobaça	Unirocha	Alcobaça	Montes
Quinta Nova (Alcobaça)	Frubaça	Alcobaça	Alcobaça
Cela	AARA	Alcobaça	Cela
Cela (SNIRH)	INAG, I.P.	Nazaré	Famalicão
Quinta do Matão	Frubaça	Alcobaça	Vimeiro
Alfeizerão	AARA	Alcobaça	Alfeizerão
Santa Catarina	Frubaça	Caldas da Rainha	Santa Catarina
Óbidos	INAG, I.P.	Óbidos	Óbidos (São Pedro)
Barragem de Óbidos	DGADR	Óbidos	Óbidos (São Pedro)

A recolha dos dados é efectuada por um *modem*, diariamente e, posteriormente, enviado via GPRS para um computador onde todos os dados são uniformizados e disponibilizados nas respectivas páginas *web*.

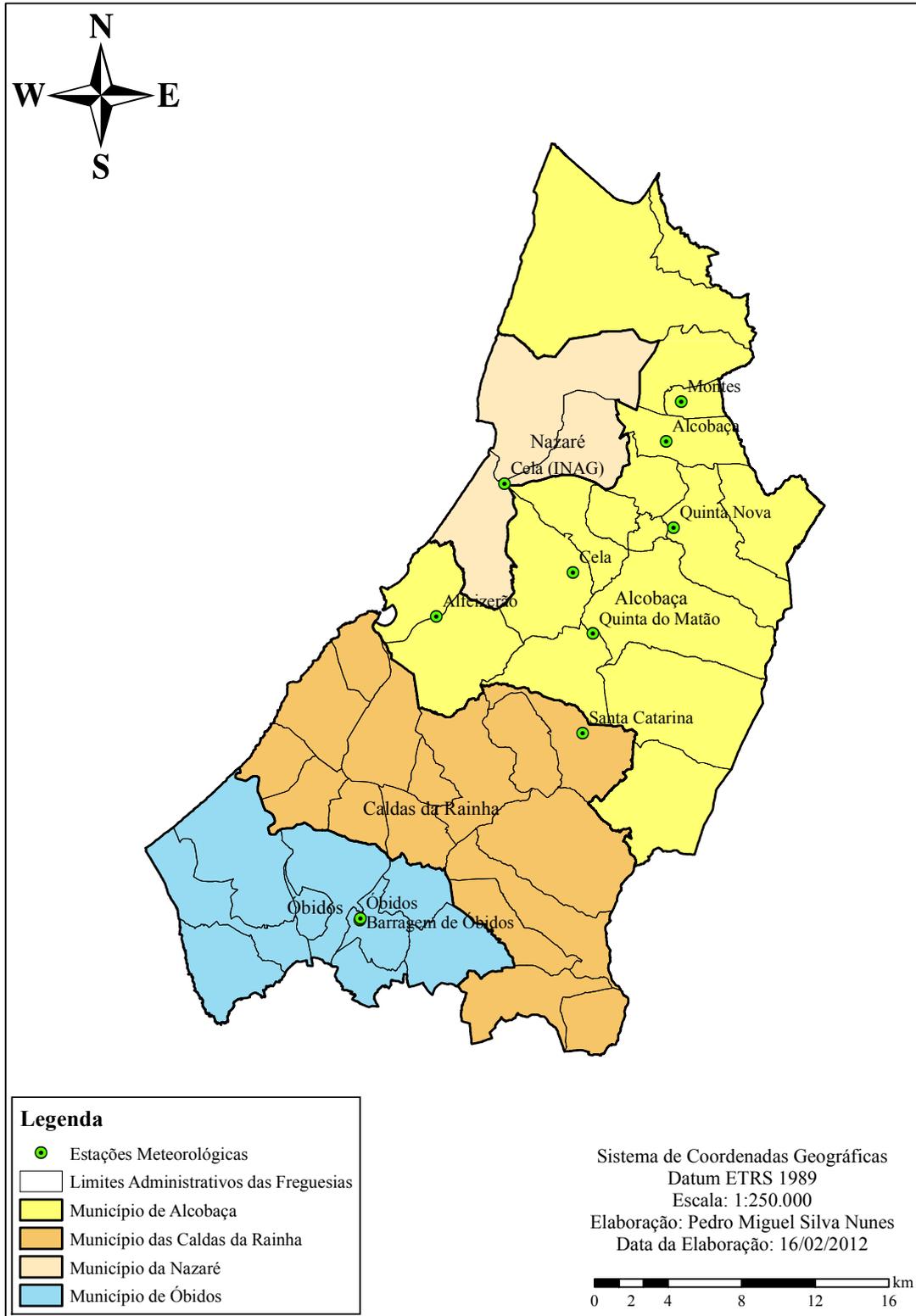


Figura 14 – Carta administrativa local e a localização geográfica das Estações Meteorológicas emissoras de dados para a dissertação.

III.3. Tratamento dos dados

A selecção de dados foi realizada com algum cuidado, uma vez que, em algumas EMAs existiam quebras no registo dos dados, nomeadamente de alguns sensores, como o udómetro, o sensor da humectação e o sensor da temperatura.

Após análise detalhada dos últimos 10 anos, considerou-se o ano 2008, seria o ano mais completo (relativamente às variáveis meteorológicas importantes para o estudo; temperatura do ar média diária e temperatura do ar horária).

Para o cálculo da temperatura crepuscular recorreu-se à média aritmética das temperaturas do ar horárias registadas no período entre as 18 horas e as 22 horas. Enquanto a temperatura do ar média diária foi utilizada para o cálculo dos graus dia (somatório das temperaturas do ar médias diárias superiores a 10°C), de acordo com a bibliografia (Shaffer *et al.*, 1985; Gold *et al.*, 1987; Murali *et al.*, 1991; Kührt *et al.*, 2006; David W., 2007; Scomparin, 2009).

Os valores de graus dia base que definem as várias fases de desenvolvimento do bichado da fruta para a elaboração dos mapas desta dissertação estão descritas no Quadro 4, para além da temperatura crepuscular de 15,5°C que define o início da actividade da praga.

Quadro 4 – Valores do somatório de temperaturas médias diárias determinadas para as várias fases de desenvolvimento da *Cydia pomonella* L. (bichado da fruta), em Portugal (Região Oeste).

Fase de desenvolvimento da praga	Valores validados para a Região Oeste (Graus Dia)
Acasalamento	3 de Abril de 2008
<i>Início da contagem dos graus dia</i>	
Início das penetrações	90
<i>Instar L1</i>	
<i>Instar L2</i>	
<i>Instar L3</i>	
<i>Instar L4</i>	
<i>Instar L5</i>	
Pupa	440
Segunda geração	560

Iniciando a contagem dos graus dia, no dia 1 de Janeiro, é possível verificar que a entrada da praga em actividade coincide com o dia 3 de Abril de 2008. Após esta data, inicia-se nova contagem dos graus dia para determinação das futuras fases da praga. Após a entrada em actividade e, sempre que a temperatura crepuscular seja superior a 15,5°C, a praga inicia as posturas.

III.4. Interpolação dos dados

A introdução dos dados da região de estudo no ArcGIS implica o agrupamento por EMA dos graus dia, temperatura crepuscular calculada e da localização geográfica (coordenadas geográficas) das EMAs emissoras de dados meteorológicos.

Através da página *web* do Sistema Nacional de Informação de Ambiente (<http://sniamb.apambiente.pt/webatlas/index.html>) foi possível reunir algumas *shapefiles* necessárias para a delimitação e localização da região de estudo, Quadro 5.

Quadro 5 – *Shapefiles* recolhidas através da página *web* do Sistema Nacional de Informação de Ambiente.

Shapefiles	Sistema de Coordenadas	Datum
Altimetria	Lisboa Hayford-Gauss IGEOE	Lisboa Hayford-Gauss
Concelhos e Freguesias de Portugal	GCS ETRS 1989 TM06 Portugal	D ETRS 1989
Território português	Lisboa Hayford-Gauss IGEOE	GCS Lisboa

O mapa das freguesias inseridas na região de estudo, Figura 14, foi construído com base na carta dos concelhos e freguesias de Portugal, com recurso ao *clip*. Uma das funções desta ferramenta é dividir os polígnos seleccionados.

O mapa dos concelhos foi construído com base no mapa das freguesias, já construído, e com recurso ao *union*. Esta ferramenta permite unir num só polígono, conservando as linhas divisórias anteriores, todos os polígnos seleccionados.

Por fim, a carta hipsométrica, Figura 13, foi construída utilizando um *tin* (representação vectorial da superfície terrestre), Quadro 6, com a carta de altimetria de Portugal.

Quadro 6 – Especificações para a elaboração do *tin*, na construção da carta hipsométrica.

Shapefiles	Especificações
Altimetria (Região de Estudo)	<i>Height source: Cota</i> <i>Triangulate as: Hard line</i>
Concelhos (Região de Estudo)	<i>Height source: None</i> <i>Triangulate as: Hard clip</i>

Relativamente às variáveis (Graus Dia e Temperatura Crepuscular) foram agrupadas por EMAs em períodos temporais de 15 dias até ao fim do mês de Julho. Foi determinado que o estudo iria incidir na primeira geração da praga, bichado da fruta, por esta representar o maior período temporal em a praga confere estragos à cultura e também por ser esta a responsável pelo maior número de tratamentos fitossanitários.

A produção de mapas para os graus dia foi conseguido através do método de *ordinary kringing*, com 5 pontos e células de 150 metros, suavizados com filtro de média circular com 5 pontos e células de 150 metros, através da ferramenta *neighborhood statistics*.

Foi necessário elaborar mapas individuais para cada uma das variáveis, neste caso, Graus Dia e Temperatura Crepuscular, para cada 15 dias, iniciando a 3 de Abril e terminando a 31 de Julho.

No entanto, os mapas finais implicam o cruzamento de informação entre os mapas de graus dia e os mapas da temperatura crepuscular. Por isso foi feito um *reclassify*, para reclassificar os valores representados nos mapas de graus dia e temperatura crepuscular, de forma a permitir o cruzamento da informação num único mapa, Quadro 7.

Quadro 7 – Especificações do *reclassify* dos mapas da temperatura crepuscular e graus dia.

Temperatura Crepuscular (°C)	Reclassify	Graus Dia (°C)	Reclassify
≥ 15,5	1	< 90	1
< 15,5	0	90 – 440	2
		440 – 560	3
		> 560	4

Para elaborar o mapa final é possível fazê-lo através da *raster calculator*, utilizando a multiplicação entre os mapas reclassificados (graus dia e temperatura crepuscular).

IV. Discussão e Resultados

A georreferenciação de informação na agricultura tem sido apontada por vários estudos, como mais uma ferramenta que pode valorizar a gestão integrada das culturas e das suas biocenoses (Claire H, 2001; Rao *et al.*, 1999; Plümer, 2005; Coulson, 1992; Singh *et al.*, 2007; Carvalho *et al.*, n.d.; Régnière *et al.*, 1995; Lee *et al.*, 2010).

Como foi referido na metodologia, a utilização de interpoladores de dados do ArcGIS impunha o recurso a pelo menos 10 pontos de recepção de dados em toda a região de estudo. Dependendo da distribuição geográfica desses pontos e da forma como estes conseguiam perceber as variações microclimáticas existentes na região, melhores resultados se obteriam.

Como é possível verificar pela Figura 14 a distribuição espacial das Estações Meteorológicas é muito desigual, ficando concentradas maioritariamente a norte, deixando os concelhos de Caldas da Rainha e Óbidos com uma cobertura menor pela rede de EMAs.

Apesar da heterogeneidade espacial dos pontos de registo de dados meteorológicos, ainda foi possível obter resultados que podem ser relevantes numa prescrição de tratamentos fitossanitários para o controlo de populações da praga do bichado da fruta.

Avaliando os mapas que ilustram a distribuição da acumulação das temperaturas do ar médias diárias, superiores a 10°C (Graus Dia) é possível concluir que a região mais costeira está sensivelmente 15 dias adiantada, em relação à região mais interior, Figura 15. Deste modo, a janela de oportunidade do tratamento fitossanitário não será necessariamente no mesmo momento temporal para todos os agricultores da região de estudo, na óptica da maximização da eficácia do tratamento fitossanitário.

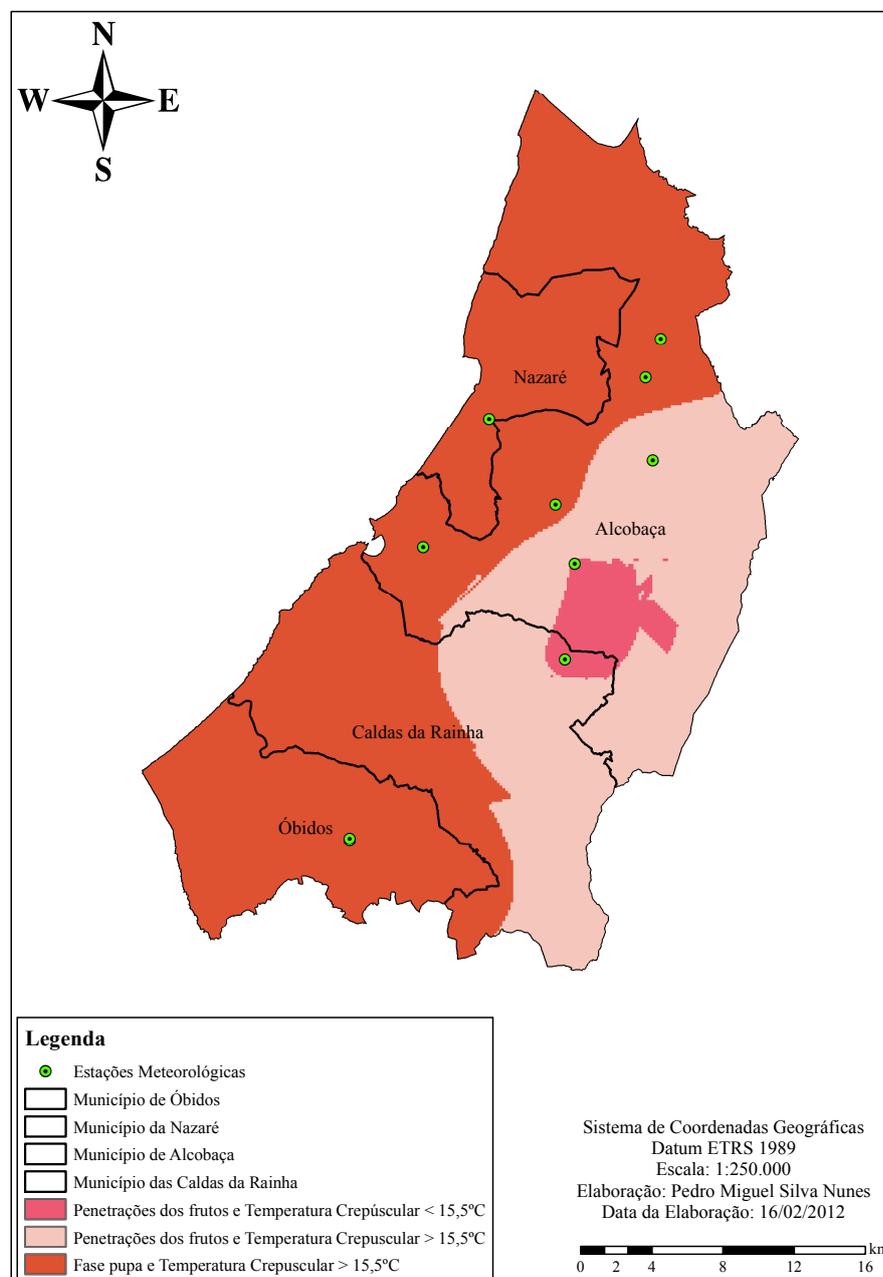


Figura 15 – Carta de Graus Dia *versus* Temperatura Crepuscular, da região de estudo; Data: 30 de Junho de 2008.

Analisando a Figura 16, é possível verificar que a região mais costeira atinge o patamar dos 560 Graus Dia, caracterizadores da emergência da segunda geração da praga, na primeira quinzena de Julho de 2008, ficando a faltar entre 30 a 45 dias para o início da colheita das primeiras pomóideas. Isto pode ser revelador que uma segunda geração da praga pode provocar estragos muito próximo da colheita.

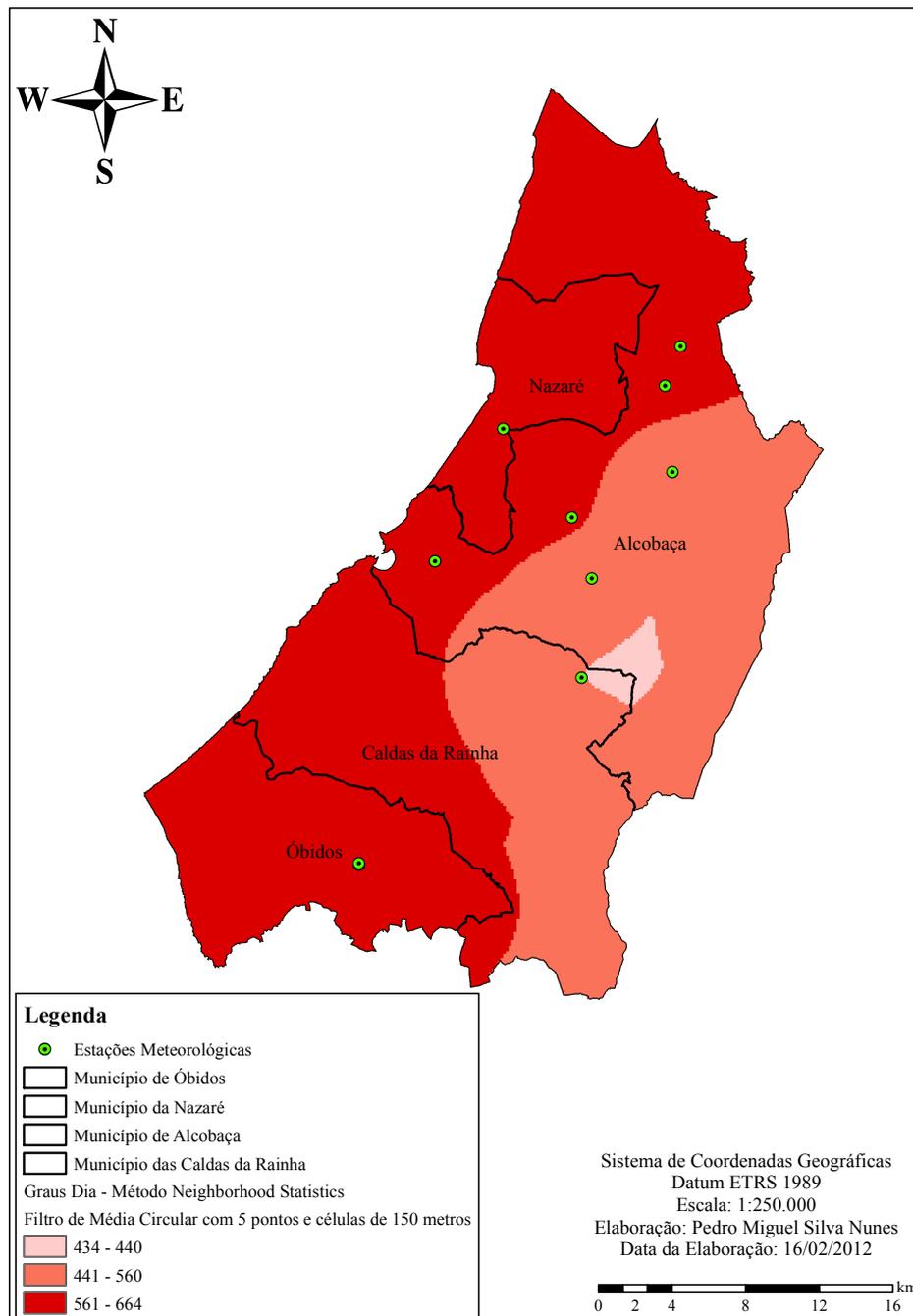


Figura 16 – Carta de Graus Dia, suavizada pelo método de *Neighborhood Statistics*, da região de estudo; Data: 15 de Julho de 2008 (Filtro de média circular com 5 pontos e células de 150 metros).

É também possível verificar que em alguns períodos, algumas regiões, não registam a temperatura crepuscular mínima (15,5°C) para o início do acasalamento e posturas. Este é um facto a considerar, uma vez que as condições que praga encontra para se multiplicar não são iguais em toda a extensão da região de estudo, podendo existir níveis de populações inferiores em regiões onde se registam temperaturas crepusculares abaixo dos 15,5°C, Figura 17.

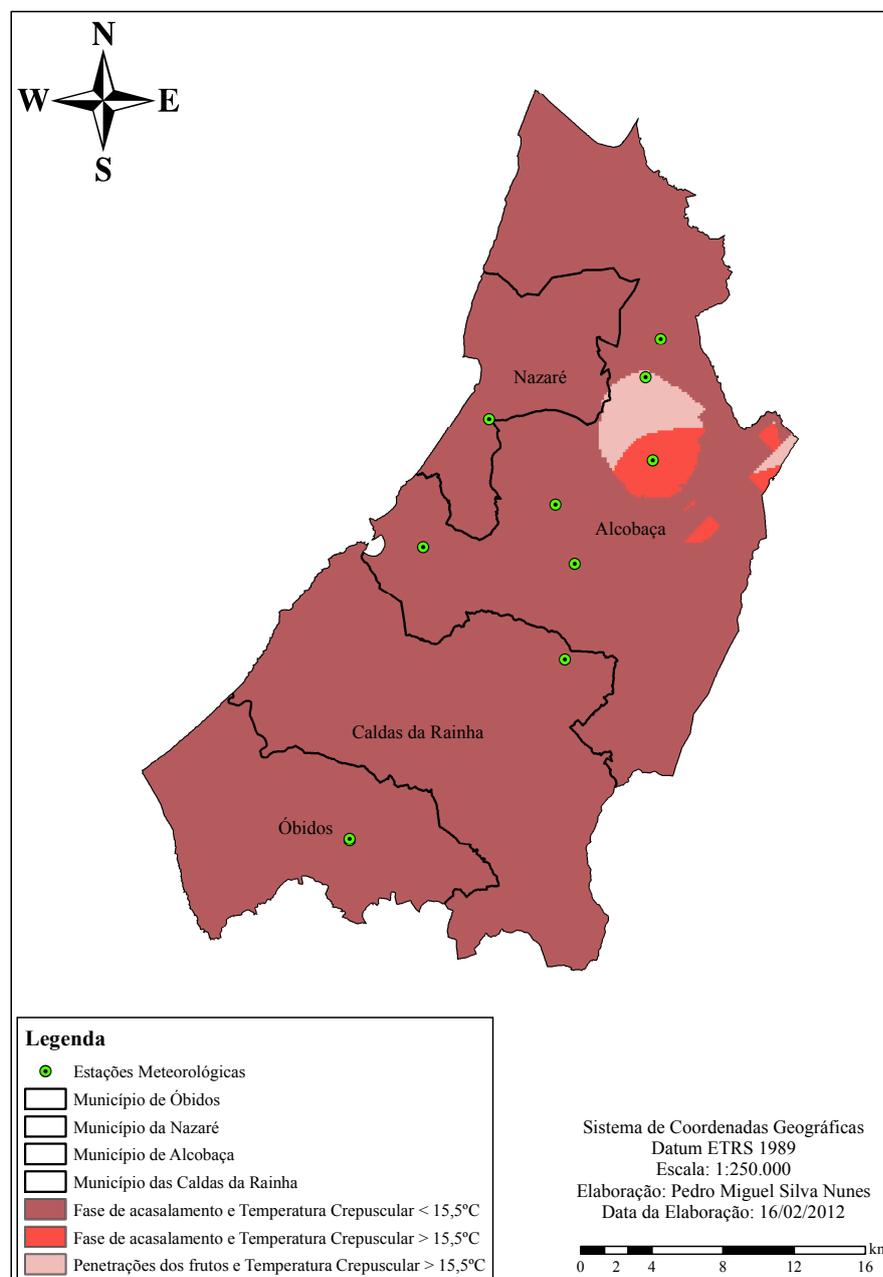


Figura 17 – Carta de Graus Dia *versus* Temperatura Crepuscular, da região de estudo; Data: 30 de Abril de 2008.

Reunindo toda a informação relativa aos Graus Dia e à Temperatura Crepuscular, num único mapa, é possível determinar espacial e temporalmente a fase em que a praga se encontra, e assim, determinar quais os melhores momentos para a realização do tratamento fitossanitário, em que é maximizada a eficácia desse tratamento.

Através Figura 18, primeira quinzena de Abril, é possível verificar que apesar de toda a região ter atingido a fase de acasalamento, a temperatura crepuscular ainda não atingiu o mínimo (15,5°C) para que a praga entre em actividade, apenas se verificando em algumas áreas, nomeadamente no concelho de Alcobaça. O mesmo se verificou na Figura 17, segunda quinzena de Abril.

A Figura 19 no Anexo III, primeira quinzena de Maio, ilustra que a praga já evoluiu para a fase larvar da penetração dos frutos e que essa já se verifica em toda a extensão da região de estudo. Deste modo, os tratamentos a adoptar pelos agricultores a partir da primeira quinzena de Maio deixaram de ser os ovicidas e passaram a ser os larvicidas.

Se analisarmos com maior atenção é possível verificar que grande parte da região de estudo passou a fase do acasalamento e das posturas sem que existisse condições para que esta entrasse em actividade e por isso o tratamento com ovicidas deveria ser ponderado.

Numa óptica de produção integrada de culturas, a utilização de mapas que definam espacial e temporalmente as fases de uma praga, como o bichado da fruta, poderão ser importantes para atenuar o recurso à luta química, como os tratamentos fitossanitários e com isto diminuir os gastos energéticos, que estes possam representar numa exploração.

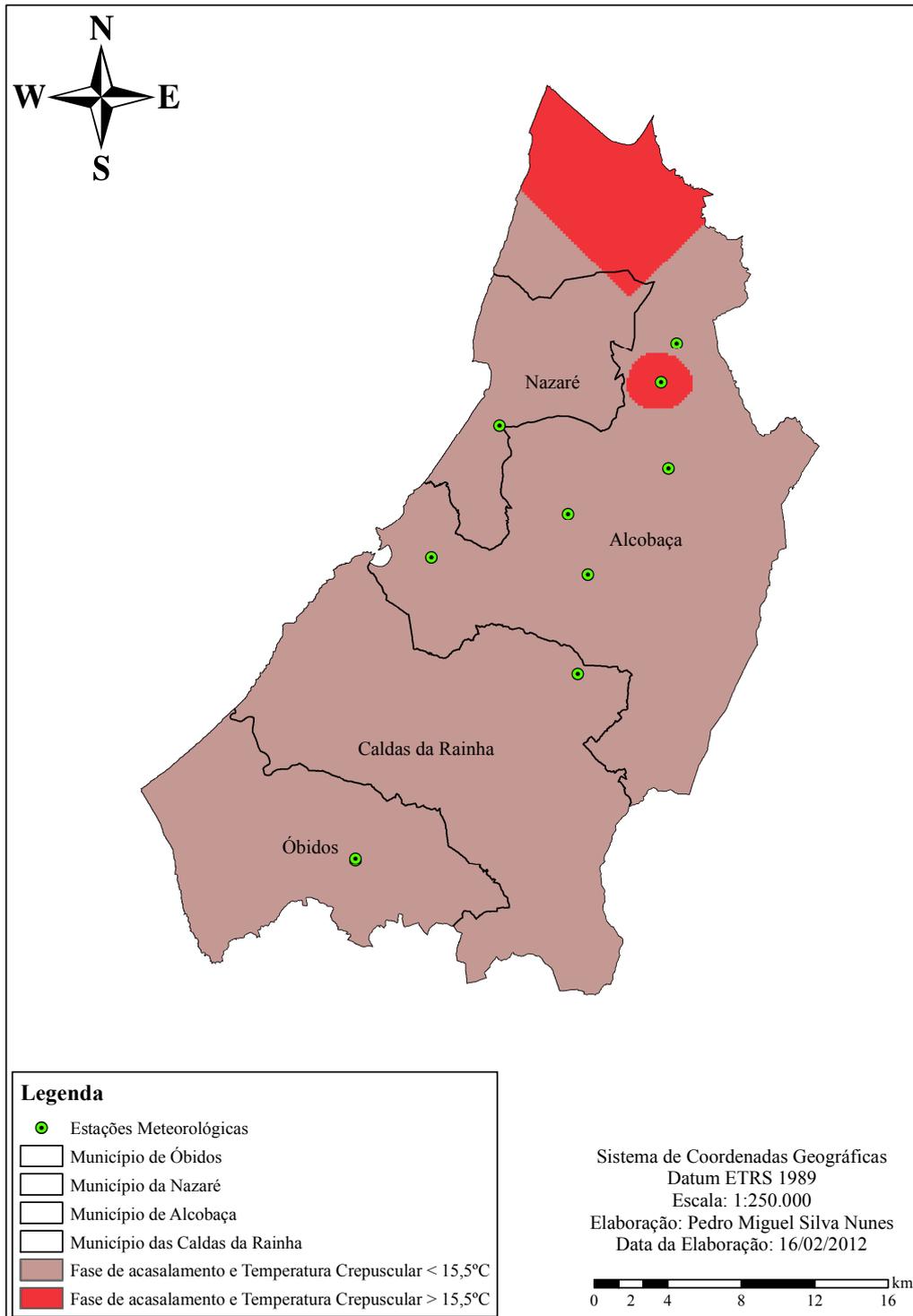


Figura 18 – Carta de Graus Dia *versus* Temperatura Crepuscular, da região de estudo; Data: 15 de Abril de 2008.

I.1. Balanço energético da cultura

O recurso aos factores de produção (fitofármacos, fertilizantes, água, entre outros) envolve um gasto energético que deve ser contabilizado para melhor avaliar o balanço energético da cultura.

Com o balanço energético de uma cultura é possível avaliar com algum rigor quais as operações e/ou factores de produção que maior impacto têm na produção dessa cultura e, assim, determinar novos métodos que visem a diminuição desse gasto energético.

O Quadro 8 e o Quadro 9 apresentam o balanço energético para pomares de pêra Rocha em diferentes condições e, resultam do cálculo dos gastos energéticos totais e parciais, Quadro 16 e Quadro 17 do Anexo II. O Quadro 8 é o balanço energético de um pomar de pêra Rocha (*FEC*), ou seja, da *Final Energy Consumption*, é a energia tal como ela é disponibilizada, nas suas várias formas. O Quadro 9 é o balanço energético de um pomar de pêra Rocha (*PEC*), ou seja, da *Primary Energy Consumption*, é a energia tal como entra no sistema energético, ou seja, é a energia que após transformação dá origem à energia final.

O Quadro 8 e Quadro 9 esquematizam os gastos energéticos directos e indirectos que um pomar de pêra Rocha pode representar. Os gastos energéticos directos são contabilizados pelo somatório das despesas com o combustível utilizado na rega e/ou a electricidade utilizado na rega, a electricidade usada nas câmaras de armazenamento e por fim todo o combustível usado nas diferentes operações culturais. Os gastos energéticos indirectos são o somatório dos custos com a plantação, fertilização, aplicação de fitofármacos, água da rega e armazenamento.

Quadro 8 – Balanço energético de um pomar de pêra Rocha (*FEC*), (Ozkan *et al.*, 2007).

Especificações		Unidades	Menos Inputs	Mais Inputs
Total de <i>inputs</i> energéticos directos		GJ/ha	5,9	7,7
Total de <i>inputs</i> energéticos indirectos		GJ/ha	16,6	20,0
Total de <i>inputs</i> energéticos (Intensidade energética)	{1}	GJ/ha	22,6	27,7
Produtividade	{2}	t/ha	30,0	50,0
Coefficiente de conversão		GJ/t	11,8	11,8
Output energético	{3}	GJ/ha	354,0	590,0
Balanço energético (Ganho líquido energético)	{3-1}	GJ/ha	331,4	562,3
Rácio produtividade energética	{2/1}	t/GJ	1,3	1,8
Intensidade energética	{1/2}	GJ/t	0,8	0,6
Rácio energético	{3/1}		15,7	21,3

Quadro 9 – Balanço energético de um pomar de pêra Rocha (*PEC*), (Ozkan *et al.*, 2007).

Especificações		Unidades	Menos Inputs	Mais Inputs
Total de <i>inputs</i> energéticos directos		GJ/ha	8,4	10,9
Total de <i>inputs</i> energéticos indirectos		GJ/ha	16,6	20,0
Total de <i>inputs</i> energéticos (Intensidade energética)	{1}	GJ/ha	25,1	30,9
Produtividade	{2}	t/ha	30,0	50,0
Coefficiente de conversão		GJ/t	11,8	11,8
Output energético	{3}	GJ/ha	354,0	590,0
Balanço energético (Ganho líquido energético)	{3-1}	GJ/ha	328,9	559,1
Rácio produtividade energética	{2/1}	t/GJ	1,2	1,6
Intensidade energética	{1/2}	GJ/t	0,8	0,6
Rácio energético	{3/1}		14,1	19,1

Os valores registados no Quadro 8 e Quadro 9 demonstram que os rácios energéticos positivos que se obtêm devem-se às elevadas produtividades que são claramente compensadoras em relação aos gastos energéticos, ou seja, por cada unidade de energia que seja utilizada na produção obtém-se vinte vezes mais.

Apesar de um pomar que recorre a mais factores de produção (*mais inputs*) ter um custo energético superior é no final compensador, visto que esse gasto energético reflecte-se na produção final e nos ganhos energéticos, subindo estes próximo das duas vezes em relação ao pomar com recurso a menores factores de produção (*menos inputs*).

O Quadro 8 e o Quadro 9, também demonstram que os gastos energéticos mais significativos num pomar de pêra Rocha são os gastos energéticos indirectos, dos quais se destacam todas as operações culturais realizadas durante um ano agrícola na cultura.

O cálculo dos gastos energéticos totais e parciais permitiu confirmar, através dos Quadro 16 e Quadro 17, no Anexo II, que os gastos energéticos indirectos são a principal fonte de *inputs*, é também demonstrado que as fertilizações e os tratamentos fitossanitários representam a maior percentagem dos gastos energéticos indirectos.

Dos gastos energéticos totais, os insecticidas e os fungicidas representam 25% e 23%, respectivamente, ficando os fertilizantes com uma percentagem um pouco inferior, nomeadamente 14%, como se pode verificar através do Quadro 10 e Quadro 11.

Quadro 10 – Distribuição dos maiores gastos energéticos num pomar com menos *inputs*.

Factores de Produção	Gastos Energéticos (MJ/ha)	Percentagem (%)
Combustível	7.758,0	31%
Insecticidas	6.309,5	25%
Fungicidas	5.745,4	23%
Fertilizantes	3.587,4	14%
Total	25.062,0	93%
Fungicidas + Insecticidas	12.054,9	48%

Quadro 11 – Distribuição dos maiores gastos energéticos num pomar com mais *inputs*.

Factores de Produção	Gastos Energéticos (MJ/ha)	Percentagem (%)
Combustível	7.758,0	25%
Insecticidas	6.309,5	20%
Fungicidas	5.745,4	19%
Fertilizantes	5.060,9	16%
Rega	4.356,0	14%
Total	29.229,8	95%
Fungicidas + Insecticidas	12.054,9	39%

Considerando os tratamentos fitossanitários (fungicidas e insecticidas) estes representam cerca de 48% num pomar com recurso a maiores *inputs* (pomar regado e melhor nutrido) e 39% num pomar com recurso a menores *inputs* (pomar de sequeiro e pior nutrido). Deste modo, a redução de um tratamento pode representar um importante impacto nos gastos energéticos finais da cultura e, conseguir-se maior economia dos recursos utilizados.

Considerando a praga em estudo, bichado da fruta (*Cydia pomonella* L.) e, utilizando os calendários de tratamentos disponíveis pela casa comercial *Saptec Agro*, é possível determinar a quantidade de substância activa utilizada num tratamento fitossanitário por hectare e, assim, determinar através dos índices de conversão energética utilizados no Quadro 16 e Quadro 17 para determinar a despesa energética que representa um tratamento fitossanitário para o bichado da fruta. Desta avaliação resulta que 140 MJ ha⁻¹ são os gastos energéticos indirectos (exclusivamente a substância activa) de um tratamento fitossanitário para o bichado da fruta, representando, cerca de 0,44% dos gastos energéticos totais.

I.1. Limitações

A localização das Estações Meteorológicas pode ser um factor determinante para melhor determinar os diferentes microclimas definidos pela orografia do terreno. Neste trabalho, apenas foi possível reunir um conjunto de Estações Meteorológicas mais vasto no concelho de Alcobaça, ao invés dos concelhos de Óbidos e Caldas da Rainha. O mesmo também se verificou, na região costeira com um menor número de Estações Meteorológicas.

As Estações Meteorológicas são equipamentos que requerem uma manutenção regular a todos os seus sensores e também uma aferição exaustiva dos registos recolhidos. Após análise dos registos dos últimos 10 anos das temperaturas do ar, foi possível verificar um conjunto de erros muito grande, devido às deficientes manutenções e ausência de validações dos dados. Seria importante que cada uma destas estações na sua descrição apresentasse um indicador do seu estado de actividade (em manutenção, desactivada, activa, entre outros) para melhor elucidar os interessados da qualidade dos dados recolhidos.

O Quadro 4 ilustra as diferentes fases para determinação das diferentes fases evolutivas do bichado da fruta. Os valores presentes neste quadro actualmente os mais aceites pelos técnicos de campo da região oeste. No entanto, o início da fase de acasalamento, determinada a 3 de Abril de 2008 foi determinada à semelhança do ano 2007 devido à falta de dados (temperatura do ar) para efectuar o somatório dos Graus Dia.

Dados relativos à quantidade de fitofármacos utilizados por cultura em Portugal, nas suas diversas famílias é também muito reduzido, bem como os gastos energéticos de cada cultura. Apesar da importância bastante significativa do cálculo do balanço energético das culturas, neste momento, apenas está disponível para a cultura da vinha, que foi naturalmente um guia para esta dissertação.

Os dados recolhidos para o cálculo do balanço energético, nomeadamente a quantidade de factores de produção utilizados na cultura da pêra Rocha recorreu-se a diversas fontes bibliográficas, nomeadamente “*O Livro da Pêra Rocha*”, para além da consulta a uma casa comercial de produtos fitofarmacêuticos *Sapex Agro*.

Esta dissertação pode demonstrar o peso importante que representa os tratamentos fitossanitários numa cultura como a pêra Rocha durante um ano agrícola, nomeadamente com uma praga como o bichado da fruta, *Cydia pomonella*. No entanto, estes custos energéticos podem ser verificados noutros inimigos culturais que também são objecto de tratamentos fitossanitários, nomeadamente, o pedrado da pereira, *Venturia pyrina*, que representa o maior número de tratamentos fitossanitários durante o ano agrícola em pomóideas (produção de pêra e maçã).

V. Conclusão

Esta dissertação permitiu verificar algumas premissas importantes, nomeadamente a localização e os registos das Estações Meteorológicas.

Os dados recolhidos foram validados através da comparação de registos com Estações Meteorológicas vizinhas em regiões relativamente próximas, reduzindo significativamente e, a um número mínimo de falhas, permitindo, por sua vez a utilização desses registos nos interpoladores para a obtenção de mapas válidos.

Apesar dos resultados já demonstrarem valores bastante significativos a serem considerados para uma tomada de decisão, esta teria um suporte bastante superior caso a produção de mapas recorresse não só à distribuição temporal e espacial das variáveis climatológicas, como também da orografia do terreno, permitindo uma melhor definição dos microclimas de cada região.

A georreferenciação dos registos meteorológicos pode fornecer importantes ferramentas ao técnico, auxiliando-o na tomada de decisão, nomeadamente nos tratamentos fitossanitários. A elaboração de mapas definindo temporal e espacialmente as diferentes fases evolutivas do bichado da fruta permite determinar com maior fiabilidade a janela de oportunidade para efectuar os tratamentos fitossanitários.

A Figura 17 e Figura 18 ilustram que apesar da praga já estar na fase de acasalamento, a temperatura crepuscular não é ainda suficiente em algumas regiões da região de estudo. No entanto, a Figura 17 demonstra a importância destes mapas, uma vez que parte da região entra na fase das penetrações dos frutos pelas larvas indicando que nesta região os tratamentos fitossanitários aplicados devem ser larvicidas, ao invés dos ovicidas utilizados durante a fase do acasalamento.

Estas diferenças demonstram que existem regiões, que devido à sua morfologia orográfica e microclimática, apresentam ritmos diferentes na evolução da praga, como é possível verificar em algumas figuras, como a Figura 15 e Figura 20 do Anexo IV.

É determinante a definição temporal e espacialmente das fases evolutivas do bichado da fruta, porque deste modo é possível determinar a janela de oportunidade que maximiza a eficiência dos tratamentos fitossanitários para esta finalidade. Esta informação conjugada com os registos de capturas da praga, recolhidos dos pontos de observação biológica (POB), também eles georreferenciados, podem justificar melhores resultados e maior eficiência dos tratamentos fitossanitários, conseguindo a diminuição da população da praga para níveis inferiores ao Nível Económico de Ataque. O aumento da eficiência da aplicação de produtos fitofarmacêuticos pode significar uma redução do volume de substância activa a aplicar por hectare, resultando por isso, numa economia de diversos factores de produção, nomeadamente, na quantidade de fitofármacos, combustíveis e água utilizada na preparação dos tratamentos fitossanitários, durante um ano.

É assim importante a correcta definição da janela de oportunidade porque nos conduz a uma economia de factores de produção, que por sua vez irá representar um decréscimo dos gastos energéticos da cultura, verificado através dos quadros dos *inputs* energéticos e do balanço energético para a cultura da pêra Rocha, Quadro 8 e Quadro 9. Por outro lado, o Quadro 10 e Quadro 11 permitiram avaliar e determinar qual o peso dos diversos factores de produção na cultura da pêra Rocha. Desta forma foi considerado os tratamentos fitossanitários (fungicidas e insecticidas) os mais importantes, uma vez que, representam aproximadamente 50% dos gastos energéticos totais, Quadro 10 e Quadro 11.

Avaliando um único tratamento fitossanitário para o bichado da fruta é possível determinar que este representa cerca de 0,44% dos gastos energéticos totais, ou seja, 140 MJ ha^{-1} , representando por isso um gasto energético elevado. Deste modo, quando se recorre a tratamentos fitossanitários com recurso a volumes de calda por hectare menores, pode significar uma redução importante nos gastos energéticos totais.

Através deste trabalho foi possível determinar a grande importância que representa a utilização destes sistemas integrados de Estações Meteorológicas associadas a modelos matemáticos e Pontos de Observação Biológica. Estes recursos representam um acréscimo muito significativo na qualidade da tomada de decisão e, por fim, numa redução dos gastos energéticos de uma determinada cultura.

Deveria ser ponderado uma distribuição espacial mais estratégica das Estações Meteorológicas face aos condicionamentos dos microclimas e orografia da região, não perdendo a oportunidade de associar alguns Pontos de Observação Biológica a algumas Estações Meteorológicas, permitindo recolher dados com maior fiabilidade. Deste modo, este sistema de previsão e apoio à decisão daria um importante incremento de qualidade nos alertas dos sistemas de avisos já em funcionamento no país.

Referências Bibliográficas

- Amaro, P. (2003). *A protecção integrada*. Lisboa: DRARO; INIAP EAN; ISA DPPF SAPI.
- Amaro, P. (2004). *Colóquio: A Protecção Integrada da Vinha*. Lisboa: ISA Press.
- Amaro, P. (2006). *As Características Toxicológicas dos Pesticidas, em Portugal em 2005*. Lisboa: ISA Press.
- Amaro, P. (2007). *A Política de Redução dos Pesticidas em Portugal*. Lisboa: ISA Press.
- ANIPLA. (2011). Mercado Nacional de Agroquímicos. *Associação Nacional da Indústria para a Protecção das Plantas*. Retrieved from <http://www.anipla.com/mercado.html>
- Bailey, A.P., Basford, W.D., Penlington, N., Park, J.R., Keatinge, J.D.H., Rehman, T., Tranter, R.B. & Yates, C.M. (2003). A comparison of energy use in conventional and integrated arable farming systems in the UK. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 97, 241–253.
- Carvalho, J.M.O. & Aranha, J.T.M. (n.d.). *Criação e Aplicação de Um SIG para a Lezíria do Tejo: O caso das cheias do rio Tejo no Vale de Santarém*.
- Claire H, J. (2001). GEO_BUG: a geographical modelling environment for assessing the likelihood of pest development. *Environmental Modelling & Software*, 16, 753–765.
- Clemente, J. (2001). A protecção integrada de pomóideas e a certificação em Portugal (pp. 76–80). Presented at the III Seminário Brasileiro de Produção Integrada Frutas, Bento Gonçalves.
- Coulson, R.N. (1992). Intelligent geographic information systems and integrated pest management. *Crop Protection*, 11, 507–516.
- David W., O. (2007). Chapter 12 - Modeling for Prediction and Management. *Insect Resistance Management* (pp. 255–268). San Diego: Academic Press. Retrieved

from

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123738585500149>

- Deike, S., Pallutt, B. & Christen, O. (2008). Investigations on the energy efficiency of organic and integrated farming with specific emphasis on pesticide use intensity. *European Journal of Agronomy*, 28, 461–470.
- Garratt, M.P.D., Wright, D.J. & Leather, S.R. (2011). The effects of farming system and fertilisers on pests and natural enemies: A synthesis of current research. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 141, 261–270.
- Gold, H.J., Kendall, W.L. & Shaffer, P.L. (1987). Nonlinearity and the effects of microclimatic variability on a codling moth population (*Cydia pomonella*): A sensitivity simulation. *Ecological Modelling*, 37, 139–154.
- Hond, F. (2003). *Pesticides: problems, improvements, alternatives*. Oxford UK ;;Malden MA USA: Blackwell Science.
- Jacquet, F., Butault, J.-P. & Guichard, L. (2011). An economic analysis of the possibility of reducing pesticides in French field crops. *Ecological Economics*, 70, 1638–1648.
- Jarvis, C.H. (2001). GEO_BUG: a geographical modelling environment for assessing the likelihood of pest development. *Environmental Modelling & Software*, 16, 753–765.
- Kimber, I. (2011, September 22). Codling Moth *Cydia pomonella* L. *UKmoths*. Página Web Guia. Retrieved September 15, 2011, from <http://ukmoths.org.uk/images/hires/codlingSF.jpg>
- Kührt, U., Samietz, J., Höhn, H. & Dorn, S. (2006). Modelling the phenology of codling moth: Influence of habitat and thermoregulation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 117, 29–38.
- Lavadinho, A.M.P. (1993). Protecção de pomares de pomóideas, contra o Bichado da Fruta, *Cydia pomonella* L. *Revista de Ciências Agrárias de Portugal*, 16, 89–104.

- Lee, W.S., Alchanatis, V., Yang, C., Hirafuji, M., Moshou, D. & Li, C. (2010). Sensing technologies for precision specialty crop production. *Computers and Electronics in Agriculture*, 74, 2–33.
- López, J.G. de O., Torres, J.S., Marquilles, R.T. & Solosona, M.T. (1992). *Peral : control integrado de plagas y enfermedades*. Barcelona: Agro Latino.
- Mantineo, M., D'Agosta, G.M., Copani, V., Patanè, C. & Cosentino, S.L. (2009). Biomass yield and energy balance of three perennial crops for energy use in the semi-arid Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 114, 204–213.
- Murali, N.S. & Percy-Smith, A. (1991). Database management system for monitoring and warning of codling moth (*Cydia pomonella*) and carrot fly (*Psila rosae*). *Computers and Electronics in Agriculture*, 6, 267–272.
- Nascimento, A.A. & Sampaio, M. de L.B.A. (2001, November). Luta Biotécnica no Combate ao Bichado das Pomóideas (*Cydia pomonella*). FRUCAR - Comércio de Frutas, Lda.
- Nelson, E.E. (2008, April 17). Codling moth. *IPM Images*. Retrieved September 19, 2011, from <http://www.ipmimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5360745>
- Ozkan, B., Fert, C. & Karadeniz, C.F. (2007). Energy and cost analysis for greenhouse and open-field grape production. *Energy*, 32, 1500–1504.
- Plümer, L. (2005, April 25). *GIS-baierte Erfassung und Prognose der räumlichen Verteilung von Pflanzenkrankheiten*. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn.
- Rao, M.N., Waits, D.A. & Neilsen, M.L. (1999). A GIS-based modeling approach for implementation of sustainable farm management practices. *Environmental Modelling & Software*, 15, 745–753.
- Régnière, J., Cook, B. & Bergeron, V. (1995). *BioSIM : a computer-based decision support tool for seasonal planning of pest management activities : user's manual*. Sainte-Foy Quebec: Canadian Forest Service - Quebec.

- Santo, F.E. (2005). *Caracterização Climática: Ano 2005* (Anuário) (p. 32). Lisboa: Instituto de Meteorologia, I. P.
- Scomparin, A.L.X. (2009, December). *Desenvolvimento de diferentes populações de Cydia pomonella (Lepidoptera: Tortricidae) em temperaturas variáveis e consequências na modelagem fenológica*. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.
- Shaffer, P.L. & Gold, H.J. (1985). A simulation model of population dynamics of the codling moth, *Cydia pomonella*. *Ecological Modelling*, 30, 247–274.
- Singh, D., Sao, R. & Singh, K.P. (2007). A remote sensing assessment of pest infestation on sorghum. *Advances in Space Research*, 39, 155–163.
- Soares, J., Clemente, J., Ferreira, J.C., Sousa, M.L. de, Azevedo, J., Isidoro, N., Mendonça, C., Antunes, R., Bizarro, H., Fialho, D. & Martins, J. (2004). *O Livro da Pêra Rocha - Novas Tecnologias da Produção* (2.^a Edição., Vols. 1-4, Vol. Volume Terceiro). Cadaval: ANP.
- Strapatsa, A.V., Nanos, G.D. & Tsatsarelis, C.A. (2006). Energy flow for integrated apple production in Greece. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 116, 176–180.
- Straub, C.S., Finke, D.L. & Snyder, W.E. (2008). Are the conservation of natural enemy biodiversity and biological control compatible goals? *Biological Control*, 45, 225–237.
- Suckling, D.M., Walker, J.T.S. & Wearing, C.H. (1999). Ecological impact of three pest management systems in New Zealand apple orchards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 73, 129–140.

Anexo(s)

Anexo I. Mercado Português de Agroquímicos segundo a ANIPLA

Quadro 12 - Mercado Português de Agroquímicos (à Distribuição) em valor (M€).

Ano	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996
Segmentos															
Fungicidas	51 488	50 428	44 160	41 221	35 453	34 052	45 282	46 129	47 234	51 978	53 293	56 989	53 154	47 267	44 492
Insecticidas	23 565	20 776	14 211	18 603	21 089	20 918	22 504	20 446	21 309	19 591	21 884	23 167	21 824	22 487	19 723
Herbicidas	39 298	44 789	36 542	35 102	33 814	31 700	42 951	42 670	39 594	39 068	35 324	37 843	37 940	33 923	32 320
Diversos	4 146	4 052	4 783	6 389	5 532	4 888	5 753	5 849	5 740	5 898	5 951	6 305	6 510	6 463	6 075
Total	118 497	120 045	99 696	101 315	95 888	91 558	116 490	115 094	113 877	116 535	116 452	124 304	119 428	110 140	102 610

Fonte: (ANIPLA, 2011).

Quadro 13 - Variação, do valor, do Mercado Português de Agroquímicos (à Distribuição) em percentagem.

Ano	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996
Segmentos															
Fungicidas	2,0%	14,2%	7,1%	16,3%	4,1%	-24,8%	-1,8%	-2,3%	-9,1%	-2,5%	-6,5%	7,2%	12,5%	6,2%	
Insecticidas	13,0%	46,2%	-23,6%	-11,8%	0,8%	-7,0%	10,1%	-4,0%	8,8%	-10,5%	-5,5%	6,2%	-2,9%	14,0%	
Herbicidas	-12,0%	22,6%	4,1%	3,8%	6,7%	-26,2%	0,7%	7,8%	1,3%	10,6%	-6,7%	-0,3%	11,8%	5,0%	
Diversos	2,0%	-15,3%	-25,1%	15,5%	13,2%	-15,0%	-1,6%	1,9%	-2,7%	-0,9%	-5,6%	-3,1%	0,7%	6,4%	
Total	-1,0%	20,4%	-1,6%	5,7%	4,7%	-21,4%	1,2%	1,1%	-2,3%	0,1%	-6,3%	4,1%	8,4%	7,3%	

Fonte: (ANIPLA, 2011).

Quadro 14 - Volume de Pesticidas comercializado pelo Mercado Português de Agroquímicos (à Distribuição) em T. ou ML..

Ano	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996
Segmentos															
Fungicidas	11 844	11 732	14 723	14 252	13 866	14 926	15 635	16 306	15 005	13 915	13 966	14 853	13 679	13 149	12 379
Insecticidas	2 496	2 612	2 217	3 196	3 024	2 920	3 033	2 985	2 824	2 616	3 273	3 491	3 414	3 097	3 063
Herbicidas	5 167	4 747	4 107	5 678	5 533	4 788	6 024	6 288	5 864	6 399	5 479	5 921	6 125	5 651	5 470
Diversos	1 551	1 710	1 382	2 323	2 140	1 574	1 986	1 827	2 061	1 926	2 151	2 200	2 189	2 037	1 988
Total	21 057	20 801	22 429	25 449	24 563	24 208	26 678	27 406	25 754	24 856	24 869	26 465	25 407	23 934	22 900

Fonte: (ANIPLA, 2011).

Quadro 15 - Variação, do volume, do Mercado Português de Agroquímicos (à Distribuição) em percentagem.

Ano	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996
Segmentos															
Fungicidas	1,0%	-20,3%	3,3%	2,8%	-7,1%	-4,5%	-4,1%	8,7%	7,8%	-0,4%	-6,0%	8,6%	4,0%	6,2%	
Insecticidas	-5,0%	17,8%	-30,6%	5,7%	3,6%	-3,7%	1,6%	5,7%	8,0%	-20,1%	-6,2%	2,3%	10,2%	1,1%	
Herbicidas	9,0%	15,6%	-27,7%	2,6%	15,6%	-20,5%	-4,2%	7,2%	-8,4%	16,8%	-7,5%	-3,3%	8,4%	3,3%	
Diversos	-9,0%	23,7%	-40,5%	8,6%	36,0%	-20,7%	8,7%	-11,4%	7,0%	-10,5%	-2,2%	0,5%	7,5%	2,5%	
Total	1,0%	-7,3%	-11,9%	3,6%	1,5%	-9,3%	-2,7%	6,4%	3,6%	-0,1%	-6,0%	4,2%	6,2%	4,5%	

Fonte: (ANIPLA, 2011).

Anexo II. Gastos energéticos da pêra Rocha

Quadro 16 - Cálculo dos gastos energéticos da cultura da pêra Rocha em plena produção, considerando o mínimo de *inputs* de factores de produção.

Input	Dimensão	Directo/Indirecto	Quantidade	FEC		PEC	
				MJ/unidades input	MJ/ha	MJ/unidades input	MJ/ha
Plantação (4 m x 2 m)	plantas/ha	Indirecto	1.200,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fertilizantes - Sintéticos							
Azoto	kg/ha	Indirecto	65,0	40,0	2.600,0	40,0	2.600,0
Fósforo	kg/ha	Indirecto	24,0	13,3	319,4	13,3	319,4
Potássio	kg/ha	Indirecto	80,0	8,4	668,0	8,4	668,0
Outros, ex. Cálcio	kg/ha	Indirecto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fitofármacos							
Herbicidas	kg sa/ha	Indirecto	3,6	272,6	981,2	272,6	981,2
Fungicidas	kg sa/ha	Indirecto	21,1	272,6	5.745,4	272,6	5.745,4
Insecticidas	kg sa/ha	Indirecto	23,2	272,6	6.309,5	272,6	6.309,5
Irrigação/Use da água							
Uso de combustível	l/ha	Directo	0,0	36,0	0,0	49,3	0,0
Uso de electricidade	kWh/ha	Directo	0,0	3,6	0,0	8,8	0,0
Uso de água	m³/ha	Indirecto	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0
Operações culturais, Uso de combustível	l/ha	Directo	157,3	36,0	5.662,8	49,3	7.758,0
Armazenamento							
Câmaras de armazenamento	m²/ha	Indirecto	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uso de electricidade	kWh/ha	Directo	77,5	3,6	279,0	8,8	680,5
Outros							
Uso total directo de energia					5.941,8		8.438,5
Uso total indirecto de energia					16.623,5		16.623,5
Uso total de energia					22.565,3		25.062,0
				MJ/ton		MJ/ton	
Produtividade (ton/ha)	ton/ha		30,0		752,2		835,4
Uso energético na região				Uso de energia			
				FEC		PEC	
Área	ha/região		174.083		3.928.236.251		4.362.866.840

Fonte: (Soares *et al.*, 2004; Ozkan *et al.*, 2007).

Quadro 17 - Cálculo dos gastos energéticos da cultura da pêra Rocha em plena produção, considerando o máximo de *inputs* de factores de produção.

Input	Dimensão	Directo/Indirecto	Quantidade	FEC		PEC	
				MJ/unidades input	MJ/ha	MJ/unidades input	MJ/ha
Plantação (4 m x 2 m)	plantas/ha	Indirecto	2.500,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fertilizantes - Sintéticos							
Azoto	kg/ha	Indirecto	95,0	40,0	3.800,0	40,0	3.800,0
Fósforo	kg/ha	Indirecto	32,0	13,3	425,9	13,3	425,9
Potássio	kg/ha	Indirecto	100,0	8,4	835,0	8,4	835,0
Outros, ex. Cálcio	kg/ha	Indirecto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fitofármacos							
Herbicidas	kg sa/ha	Indirecto	3,6	272,6	981,2	272,6	981,2
Fungicidas	kg sa/ha	Indirecto	21,1	272,6	5.745,4	272,6	5.745,4
Insecticidas	kg sa/ha	Indirecto	23,2	272,6	6.309,5	272,6	6.309,5
Irrigação/Use da água							
Uso de combustível	l/ha	Directo	50,0	36,0	1.800,0	49,3	2.466,0
Uso de electricidade	kWh/ha	Directo	0,0	3,6	0,0	8,8	0,0
Uso de água	m³/ha	Indirecto	3.000,0	0,6	1.890,0	0,6	1.890,0
Operações culturais, Uso de combustível	l/ha	Directo	157,3	36,0	5.662,7	49,3	7.758,0
Armazenamento							
Câmaras de armazenamento	m²/ha	Indirecto	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Uso de electricidade	kWh/ha	Directo	77,5	3,6	279,0	8,8	680,5
Outros							
Uso total directo de energia					7.741,7		10.904,4
Uso total indirecto de energia					19.987,0		19.987,0
Uso total de energia					27.728,7		30.891,4
				MJ/ton		MJ/ton	
Produtividade (ton/ha)	ton/ha		50,0		554,6		617,8
Uso energético na região				Uso de energia			
				FEC		PEC	
Área	ha/região		174.083		4.827.100.940		5.377.667.329

Fonte: (Soares *et al.*, 2004; Ozkan *et al.*, 2007).

Anexo III. Carta de Graus Dia *versus* Temperatura Crepuscular

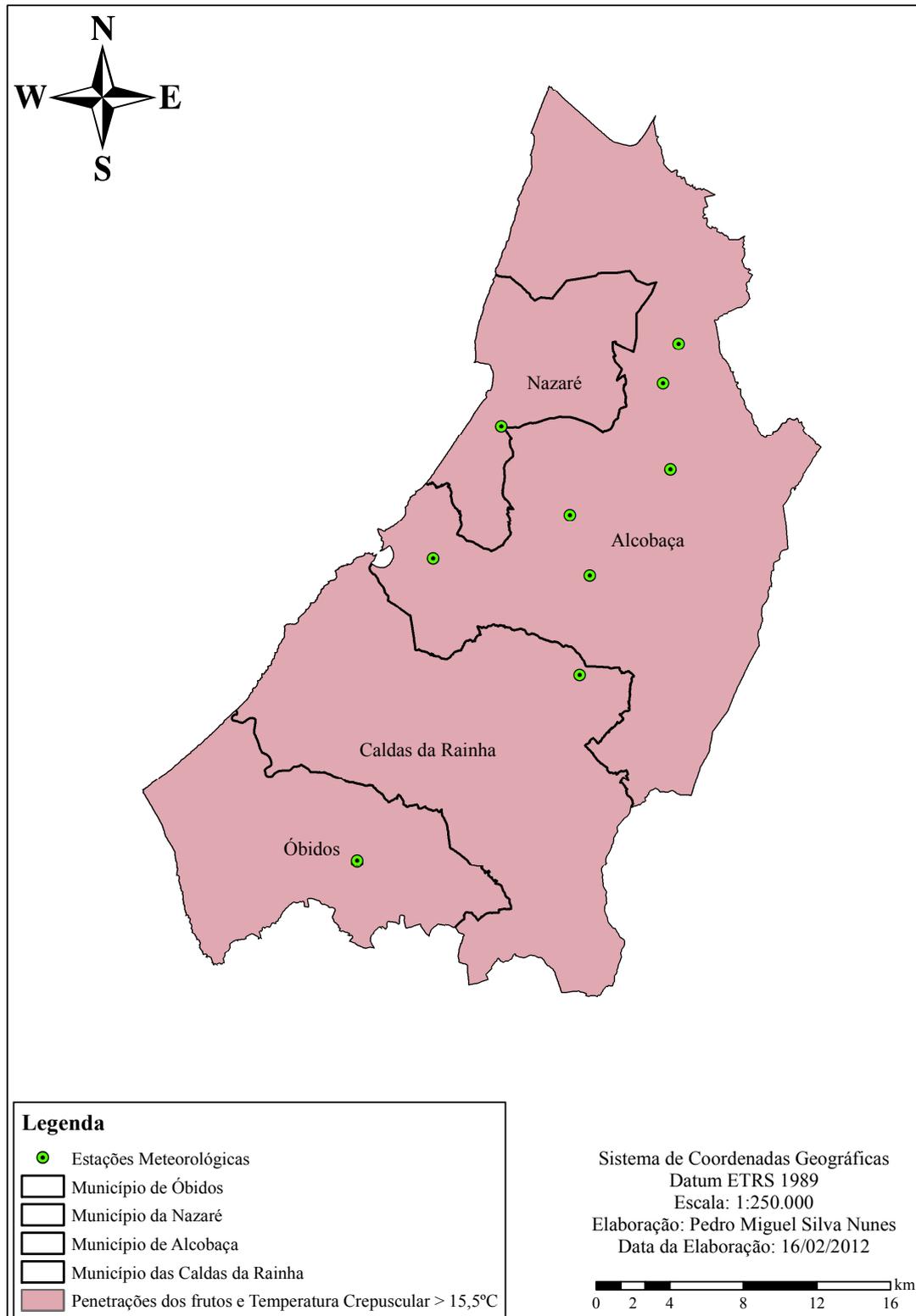


Figura 19 – Carta de Graus Dia *versus* Temperatura Crepuscular, da região de estudo; Data: 15 de Maio de 2008.

Anexo IV. Carta de Graus Dia *versus* Temperatura Crepuscular

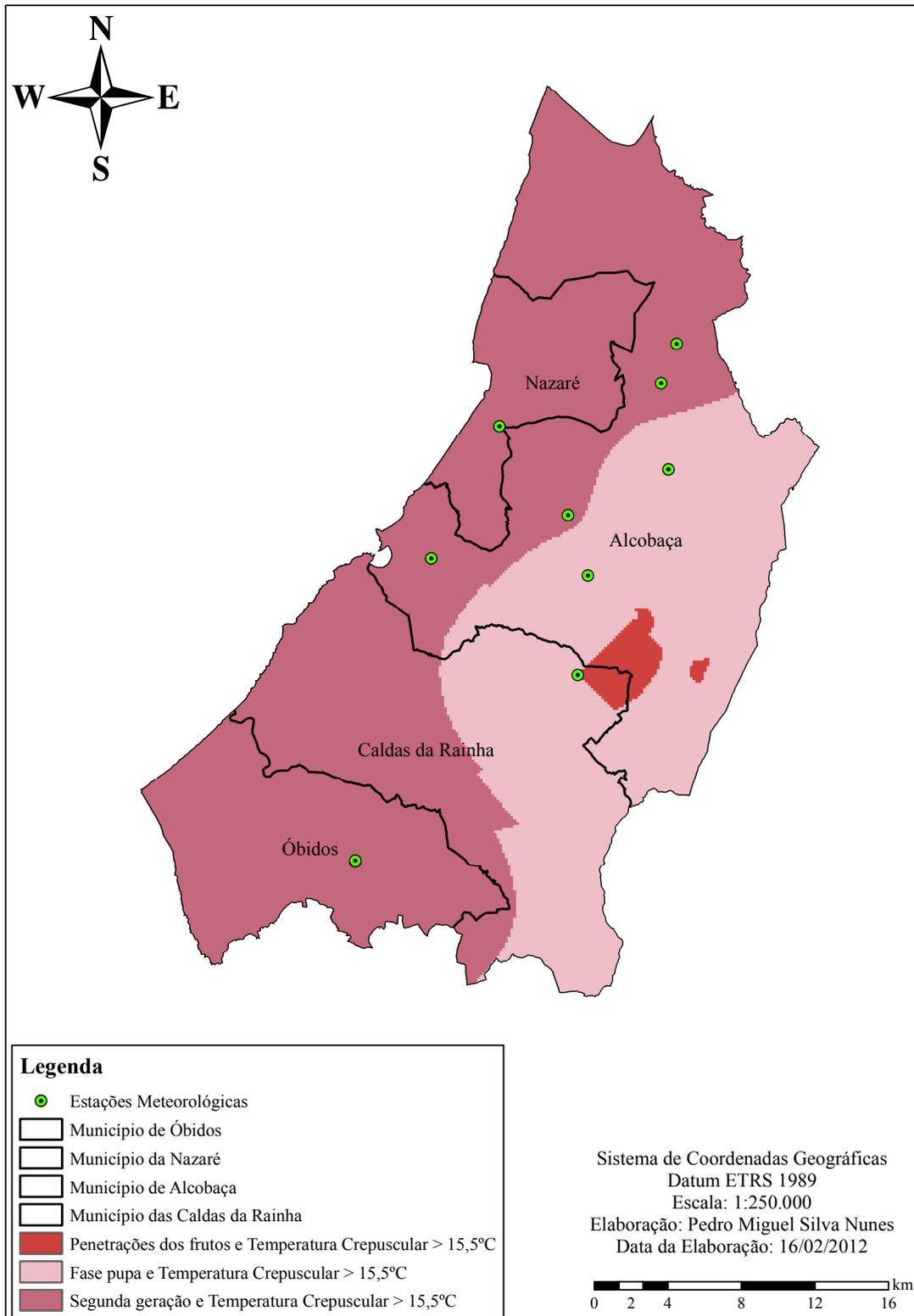


Figura 20 – Carta de Graus Dia *versus* Temperatura Crepuscular, da região de estudo; Data: 15 de Julho de 2008.