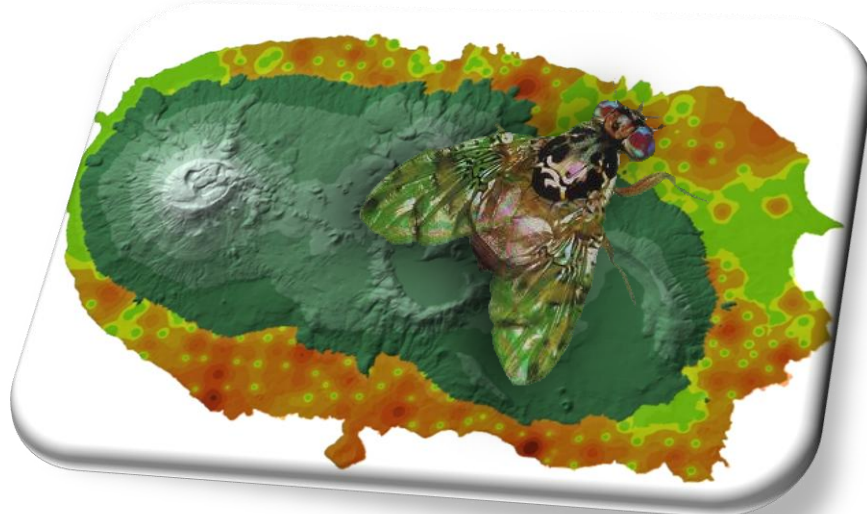




Universidade dos Açores
Departamento de Ciências Agrárias

Contributo para o conhecimento da mosca-do-
Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)
(Diptera: Tephritidae) na Ilha Terceira



Reinaldo Macedo Soares Pimentel

ORIENTADOR: Prof. Doutor David João Horta Lopes

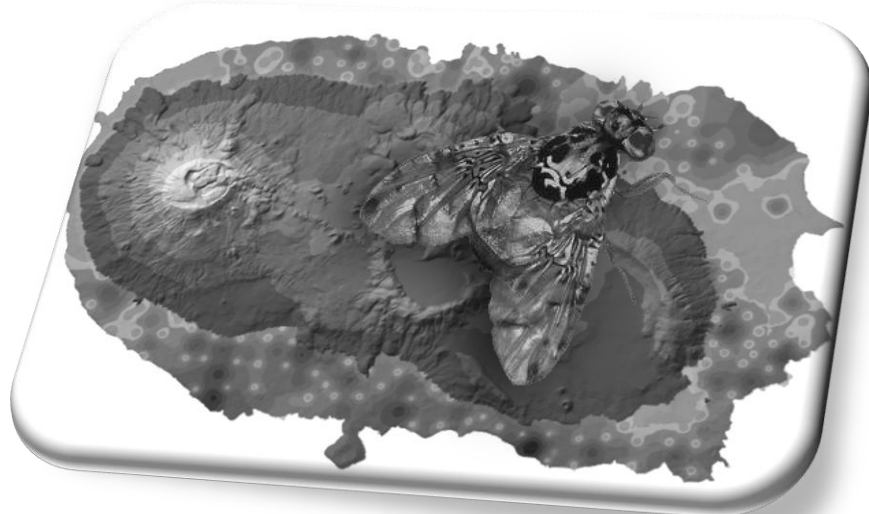
Dissertação de Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza

ANGRA DO HEROÍSMO
Outubro, 2010



Universidade dos Açores
Departamento de Ciências Agrárias

Contributo para o conhecimento da mosca-do-
Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)
(Diptera: Tephritidae) na Ilha Terceira



Reinaldo Macedo Soares Pimentel

ORIENTADOR: Prof. Doutor David João Horta Lopes

Dissertação de Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza

ANGRA DO HEROÍSMO
Outubro, 2010



Aos meus Pais e Irmão...

Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. Doutor David João Horta Lopes pelo incessante encorajamento para a concretização deste trabalho, disponibilidade, transmissão de conhecimentos, paciência e amizade.

Ao engenheiro Luís Dantas e Rita França da BioFábrica da Madeira (Programa Madeira-Med) pela amizade e amabilidade na cedência de bibliografia e informações para a realização deste trabalho.

À Eng.^a Dulce Fernandes dos SDAT pela sua ajuda na recolha de alguns frutos.

Aos meus amigos e colegas de trabalho Matej Zorman, Nicola Macedo, Lúcia Ventura, Maria Helena, Jorge Azevedo, Ana Santos e Clélia Sousa pela amizade e apoio na concretização dos trabalhos de campo.

Aos meus Pais, Irmão e Cunhada pelo apoio, aos Amores da minha vida, Carla Silveira e Beatriz Costa pelo Amor e paciência demonstrada ao longo deste trabalho.

A todos o meu MUITO OBRIGADO!

Trabalhos de campo desenvolvidos no âmbito do Projecto INTERFRUTA II (05/MAC/3.1/A4), co-financiado pelo programa INTERREG III B

Dissertação redigida no âmbito da Bolsa de Iniciação à Investigação M3.1.6/I/393/2009 financiada pela Direcção Regional da Ciência, Tecnologia e Comunicações



INDICE

INDICE	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
1. INTRODUÇÃO	1
2. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA ILHA TERCEIRA.....	4
3. BIOECOLOGIA DA MOSCA-DO-MEDITERRÂNEO (<i>CERATITIS CAPITATA</i> WIEDEMANN) 7	
3.1 Factores abióticos com influência no desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann).....	10
4. PREJUÍZOS CAUSADOS PELA MOSCA-DO-MEDITERRÂNEO (<i>CERATITIS CAPITATA</i> WIEDEMANN).....	12
5. MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DOS INIMIGOS DAS CULTURAS.....	14
6. MEIOS DE PROTECÇÃO UTILIZADOS NA LIMITAÇÃO POPULACIONAL DA MOSCA-DO-MEDITERRÂNEO (<i>CERATITIS CAPITATA</i> WIEDEMANN).....	16
6.1 Meios de protecção biológica	16
6.2 Meios de protecção cultural	16
6.3 Meios de protecção química	17
6.4 Meios de protecção biotécnicos.....	18
6.4.1 Semioquímicos	18
6.4.2 Reguladores de crescimento de insectos.....	19
6.4.3 A utilização de “armadilhas de esterilização”	20
6.4.4 A luta autocida e a limitação populacional da mosca-do-Mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann).....	20
7. MATERIAIS E MÉTODOS	23
7.1 Avaliação dos prejuízos nos frutos	23
7.2 Monitorização dos adultos	23
7.3 Construção de um modelo de previsão de risco para a mosca-do-Mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann)	26
7.4 Testes de dispersão de machos esterilizados	27
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
8.1 Taxas de infestação dos frutos	29
8.2 Monitorização dos adultos de mosca-do-Mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann) .	32
8.3 Modelo de risco para a mosca-do-Mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann)	40
8.3.1 Análise da influência da temperatura na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann).....	41
8.3.2 Análise da influência da humidade relativa na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann)	44
8.3.3 Análise da influência do rácio temperatura/humidade relativa na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann).....	45

8.3.4 Análise da influência da precipitação e insolação na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann)	48
8.3.5 Análise da influência do rácio precipitação/insolação na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann).....	50
8.3.6 Análise da influência do produto entre a Precipitação e Insolação na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann).....	53
8.3.7 Análise da influência de diversas operações matemáticas envolvendo os parâmetros climáticos na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann)	54
8.3.8 Versão final do modelo que envolve os parâmetros climáticos na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann).....	61
8.4 Testes de Dispersão utilizando machos esterilizados	62
8.4.1 Realizados nas parcelas de produção frutícola na freguesia dos Biscoitos	62
8.4.2 Realizados no meio urbano da cidade de Angra do Heroísmo	64
9. CONCLUSÕES	67
10. PERSPECTIVAS FUTURAS.....	70
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS.....	75

RESUMO

A mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) é nativa do Norte de África contudo, graças à sua elevada plasticidade ecológica, invade com grande facilidade novos habitats e daí, actualmente, ser considerada uma importante praga a nível mundial de frutos frescos.

Na Região Autónoma dos Açores, a bioecologia, o comportamento da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) e a sua dispersão dentro da Ilha Terceira foram estudados no âmbito dos trabalhos desenvolvidos pelos Projectos Interfruta e Interfruta II. No âmbito do Projecto Interfruta II, foi instalada uma rede de armadilhas desde os 0 aos 200 metros de altitude, à volta da Ilha Terceira. Esta rede permitiu conhecer a real dispersão desta praga na Ilha Terceira e acompanhar a evolução populacional dos seus adultos ao longo dos diferentes meses do ano, durante mais de três anos. No decorrer dos trabalhos de campo, inerentes à rede de monitorização, foram realizadas amostragens aleatórias de frutos perto da maturação. Foram igualmente recolhidos frutos de infestantes.

Os testes de dispersão de machos esterilizados foram realizados na zona de produção de maçãs (Biscoitos) e urbana (Angra do Heroísmo), de modo a averiguar o grau da sua capacidade de mobilidade e adaptabilidade às condições orográficas e climáticas da Ilha Terceira, foram concretizados seguindo o modelo de dispersão multiposto rodeado por dois círculos concêntricos de armadilhas a 100 e 200 metros dos pontos de dispersão.

De acordo com os dados obtidos na monitorização, foram detectados 15 focos de elevada densidade populacional, de fêmeas adultas de *Ceratitis capitata* Wiedemann, coincidentes também com os principais focos de infestação de frutos. Os frutos mais atacados pela mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), foram as Nêspersas e os Figos, sendo que os frutos da infestante *Solanum mauritianum* Scop. revelaram-se ser um óptimo hospedeiro para a sobrevivência e a propagação da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) na ausência de outros frutos mais apetecíveis pela praga.

Tendo por base esses mesmos registos de capturas e dados climáticos, foi possível construir e validar um modelo de previsão de risco e constatar que as fêmeas da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) apresentam maiores susceptibilidades de serem afectadas pelos factores climáticos. O modelo obtido

apresenta uma forte correlação (90%). No entanto, os valores estimados terão tendência a serem, em termos quantitativos, 25% superiores à densidade populacional observada no campo.

Dos testes de dispersão, verificou-se que estes são uma boa possibilidade de aplicação como meio de protecção alternativo, eficaz e promissor, na limitação populacional desta praga das culturas frutícolas terceirenses.

Palavras-chave: mosca-do-Mediterrâneo; Modelo de risco; Projectos Interfruta; Infestação de frutos; Testes de dispersão de machos esterilizados.

ABSTRACT

The Med-fly (*Ceratitis capitata* Wied.) (Díptera: Tephritidae) worldwide biological adaptability as well as the careless fruit transportation, sometimes infested with eggs or even larvae, were two the most important factors which allowed the fast dispersion of this pest over many continental areas and islands. The behavioral study, as well as the fight and prevention studies about this insect has become very important, because there has been a bigger occurrence of this pest over several fruit cultures, carrying sometimes severe economic impacts to the fruit producers.

In the Azores Islands, especially on Terceira Island the behavioral study of this insect has been done by Interfruta and Interfruta II Investigation Projects.

According to Interfruta II Investigation Project scope, a trap network was placed from 0 to 200 meters of altitude all around Terceira Island. This trap network has allowed a better understanding and knowledge about Medfly (*Ceratitis capitata* Wiedemann) real distribution and monthly population concentration over more than 3 years straight. During this study time, mature fruits were randomly collected independently of its economical importance. In fact, some fruits from weeds were also collected.

The dispersal tests were conducted to evaluate the sterile male dispersion over two areas in Terceira Island, one on apples orchards (Biscoitos) and another on the urban area (backyards of Angra city). All these dispersal tests were done by using 2 concentric (100 and 200 meters of radius) circles of traps and a central line of 7 release points centred at the circles origin.

According to the obtained results from the trap network, 15 places were located as to have the highest population density of *Ceratitis capitata* Wiedemann female's adults. These places are also coincident to the places where were found the fruit infestation.

Loquat fruits and Fig fruits were the most preferable of *Ceratitis capitata* Wiedemann female's adults. Nevertheless also fruits from *Solanum mauritianum* Scop. weed was also found to be a very important fruit host for survival and propagation purposes in lack of other more preferable fruits.

Having in account the trap records and climate data, it was possible to develop and validate a risk prediction model, and realize *Ceratitis capitata* Wiedemann female's

adults are the most susceptible to be affected by the climatic factors. The obtained model has a strong correlation of 90%. However, the estimated model values have a tendency to be 25% higher than the observed values in the field.

From the dispersal tests conducted, it is possible to conclude that this method of *Ceratitis capitata* Wiedemann population limitation can be a very promising and precise way to be applied in Terceira Island to protect Terceira's fruits orchards.

Key words: Medfly, Risk model, Interfruta projects, fruit infestation, sterile males dispersion tests.

1. INTRODUÇÃO

A mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) é nativa do Norte de África contudo, graças à sua elevada plasticidade ecológica, invade com grande facilidade novos habitats e tendo em conta o transporte de alguns frutos infestados, quer com os seus ovos quer com as larvas, acções deste tipo permitira que este insecto se expandisse rapidamente através de áreas continentais e a partir daí alcançando facilmente qualquer região insular (Carvalho & Aguiar, 1997).

Segundo Bodenheimer (1951), a mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) terá sido referenciada pela primeira vez nas ilhas Atlânticas em 1829.

Bodenheimer (1951) e posteriormente Orlando (1980) indicam o adulto desta espécie como sendo muito políforo, podendo infestar entre 250 a 400 hospedeiros. É, por isso, uma espécie que possui uma vasta gama de hospedeiros pelo que constituiu uma séria ameaça sendo considerada uma praga mundial de frutos frescos (Rossler, 1988).

Na Região Autónoma dos Açores, a bioecologia, o comportamento da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) e a sua dispersão dentro da Ilha Terceira foram estudados no âmbito dos trabalhos desenvolvidos pelos Projectos Interfruta e Interfruta II (Lopes *et al.* 2005a; 2005b; 2006). Desses trabalhos, destaca-se o facto de este autor ter demonstrado que a aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ser uma ferramenta muito útil na identificação e delimitação dos focos de infestação da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) bem como na cartografia das zonas de dispersão tornando-se, por isso, um auxiliar precioso em qualquer processo de tomada de decisão por parte dos técnicos na aplicação e medidas de limitação populacional desta praga. A utilização desse tipo de ferramenta permitiu, segundo Lopes *et al.* (2005a; 2006), detectar, de acordo com a própria topografia da Ilha Terceira, possíveis refúgios ocupados por esta praga que poderão facilitar a sobrevivência da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) durante o Inverno.

Noutra vertente de investigação, que abordou o impacto directo da presença da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) nas diferentes parcelas de cultura, os primeiros trabalhos, desenvolvidos por Nunes *et al.* (2004), incidiram sobre a infestação dos frutos e permitiram determinar as taxas de infestação aí encontradas, nos pomares estudados na Ilha Terceira. Estes trabalhos permitiram, também, a

criação de uma lista de potenciais hospedeiros. Este tipo de estudos permitiu, ainda, identificar o período de maior incidência de ataque da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) nos frutos.

Os primeiros estudos das populações de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (desenvolvidos no âmbito do Projecto Interfruta) centraram-se na análise dos pomares com maior relevo económico das três principais zonas de produção frutícola da Ilha Terceira (Angra do Heroísmo, São Sebastião e Biscoitos). Posteriormente, no âmbito do Projecto Interfruta II, foi instalada uma rede de armadilhas, desde os 0 aos 200 metros de altitude, à volta da Ilha Terceira. Esta rede permitiu conhecer a real dispersão desta praga na Ilha Terceira e acompanhar a evolução populacional dos seus adultos ao longo dos diferentes meses do ano, durante mais de três anos.

Na vertente relativa ao estudo de diferentes meios de protecção que possam ser implementados na limitação populacional da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), surge a luta autocida, recorrendo à denominada técnica do insecto estéril como meio de protecção alternativo à aplicação de pesticidas. A possível utilização desta técnica, desprovida de qualquer impacte ambiental, tem vindo a ser testada no âmbito dos trabalhos desenvolvidos pelos Projectos Interfruta e Interfruta II em parceria com a BioFábrica da Madeira (Programa Madeira-Med), com a cedência gratuita de machos estéreis produzidos pela mesma (Lopes *et al.*, 2008). Estes testes envolveram a dispersão destes machos em diversas zonas de produção frutícola e urbana de modo a averiguar o grau da sua capacidade de mobilidade e adaptabilidade às condições orográficas e climáticas da Ilha Terceira, concluindo-se da possibilidade da sua aplicação como meio de protecção alternativo, eficaz e promissor, desta praga das culturas terceirenses.

Os objectivos do presente trabalho, foram:

1. Avaliar os prejuízos através da determinação da taxa de infestação provocada por *Ceratitis capitata* Wiedemann, nas diversas culturas de maior relevo económico, actualizando a lista com todos os potenciais hospedeiros desta importante praga.
2. Criar um modelo de dispersão e de previsão de risco para a Ilha Terceira com base nos dados da monitorização dos adultos obtidos a partir de uma rede de armadilhas e, ao mesmo tempo estimar em termos temporais a sua evolução

populacional e identificar os principais focos de dispersão de *Ceratitis capitata* Wiedemann.

3. Avaliar o comportamento de dispersão dos machos estéreis após a sua libertação no campo e a sua influência sobre o comportamento das populações selvagens dos locais onde foi realizada a dispersão.

2. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA ILHA TERCEIRA

O clima do arquipélago dos Açores é principalmente caracterizado em função da sua localização geográfica, no contexto da circulação global atmosférica e oceânica, e pela influência da massa de água onde está situado (Brito, 1996).

Estando localizado em plena bacia do Atlântico Norte, o Arquipélago situa-se numa zona de transição e de confrontação de massas de ar de proveniência tropical e massas de ar mais frio, temperado ou de origem polar. Encontrando-se suficientemente afastado das costas continentais, as massas de ar de proveniência continental que atingem o arquipélago dos Açores, revelam-se ser descaracterizadas do local da sua origem e apresentam um forte incremento de propriedades associadas ao seu percurso marítimo (Brito, 1996). Todavia, Rodrigues & Rodrigues (2003) afirmam que a composição isotópica da água da chuva dos Açores indicam características de climas quentes marítimos como o é o do Golfo do México. Estes autores interpretam essa característica como resultado da evaporação da água do mar ao longo do giro da corrente do Golfo e respectivas derivações, afirmando tratar-se de características que estão associadas às origens das massas de ar.

O clima na Ilha Terceira é caracterizado pela sua amenidade térmica, pelos elevados índices de humidade do ar e por um regime de ventos persistentes sendo a caracterização sazonal do clima da Ilha Terceira particularmente ditada pelo regime pluviométrico (Brito, 1996).

Segundo Brito (1996), utilizando os valores médios dos registos efectuados junto ao litoral, nomeadamente pela estação climatológica do Instituto de Meteorologia em Angra do Heroísmo, entre 1951 e 1980, como indicadores das condições climáticas médias à escala regional, apresentados na Quadro 1a, poder-se-á deduzir que relativamente à variação média da temperatura ao longo do ano, verifica-se que existe uma variação térmica regular. O mês Agosto regista, em média, os valores mais altos, na ordem dos 21,5°C, apresentando uma temperatura média máxima e mínima de 24,4°C e 18,6°C, respectivamente. O mês de Fevereiro é o que apresenta em média, ao longo do ano, as temperaturas mais baixas na ordem dos 13,2°C sendo a sua temperatura média máxima e mínima de 15,3°C e 11,0°C, respectivamente. O valor de temperatura diário mais alto, observado, ocorreu no mês de Agosto atingindo os 28,3°C, e o valor de temperatura diário mais baixo, observado, ocorreu no mês de Fevereiro descendo até aos 3,8°C.

2. Condições climáticas da Ilha Terceira

A amplitude média da variação diurna da temperatura (diferença das médias das temperaturas máximas e mínimas diárias) é pequena, típica de um clima oceânico, atingindo valores mais altos nos meses de estio (6°C em Julho) e os mais baixos nos meses de Inverno (4°C em Dezembro) (Brito, 1996).

Tal como foi referido anteriormente, e se pode constatar na Quadro 1, a ilha Terceira regista, em média, elevadas percentagens de Humidade Relativa do ar, sendo as percentagens médias mais altas correspondentes ao período nocturno dos meses mais quentes atingindo os 85% no mês de Junho. Tal facto, segundo Brito (1996), estará associado à maior amplitude térmica observada nos meses de Verão.

Quadro 1 – Valores médios da Temperatura do ar, Humidade Relativa, Precipitação, frequência e velocidade do vento por rumo observados em Angra do Heroísmo (74 m) correspondentes ao período de 1951 a 1980 (Brito, 1996)

Mês	Temperatura do ar T (C°)					Humidade relativa do ar RH (%)			Precipitação (mm)									
	Média mensal	Média Máxima	Média mínima	Máxima observada	Mínima observada	Média 12h	Média 18h	Média 00h	Total mês	Máxima diária								
Janeiro	13,7	15,8	11,6	19,0	4,9	80	79	82	145,2	66,2								
Fevereiro	13,2	15,3	11,0	18,5	3,8	79	78	82	131,8	112,0								
Março	13,4	15,7	11,2	20,4	5,5	79	78	84	123,6	93,0								
Abril	14,4	16,8	12,1	20,5	6,1	78	77	84	93,5	200,9								
Mai	16,1	18,6	13,6	24,6	6,4	77	76	84	46,7	36,9								
Junho	18,2	20,8	15,5	25,7	10,2	78	76	85	49,0	54,0								
Julho	20,3	23,3	17,3	27,8	12,2	76	74	84	37,8	82,0								
Agosto	21,5	24,4	18,6	28,3	13,7	76	74	84	47,4	107,8								
Setembro	21,0	23,4	18,5	27,6	12,8	77	75	83	89,6	85,5								
Outubro	18,4	20,8	16,1	25,4	10,3	77	75	83	129,6	104,3								
Novembro	16,2	18,3	14,0	23,0	6,6	77	78	82	121,8	84,6								
Dezembro	14,7	16,7	12,7	20,5	5,6	80	80	82	118,5	85,9								
Ano	16,8	19,2	14,4	28,3	3,8	78	77	83	1134,5	200,9								
	Vento																	
	Frequência (%) e velocidade média Vv (km/h) por rumo																	
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Média	
	%	Vv	%	Vv	%	Vv	%	Vv	%	Vv	%	Vv	%	Vv	%	Vv		
Janeiro	5,9	17,4	8,4	19,9	9,2	20,3	6,0	17,1	12,1	21,1	17,5	22,3	24,4	19,4	6,4	15,3	18,1	
Fevereiro	5,8	18,3	6,8	19,9	10,5	19,4	8,1	16,6	11,7	20,3	19,0	22,3	23,5	21,5	6,3	18,5	18,6	
Março	6,3	17,2	5,9	18,5	9,2	19,6	7,2	14,5	12,0	19,6	21,1	20,2	23,7	15,4	6,8	17,1	17,3	
Abril	6,3	16,7	10,5	16,0	11,3	18,8	8,7	15,8	10,1	17,4	18,0	16,0	18,2	17,4	7,0	16,0	14,8	
Mai	7,3	14,0	7,8	16,1	6,1	18,3	7,9	12,4	8,9	14,4	23,3	14,6	20,6	17,1	7,6	15,3	13,2	
Junho	8,0	9,2	10,3	15,3	5,2	12,9	7,6	11,3	7,3	10,6	23,4	12,4	16,0	16,2	6,8	12,2	10,7	
Julho	7,1	12,3	12,4	14,4	7,3	12,8	9,2	14,3	6,6	9,1	23,4	9,7	10,6	12,3	4,4	11,5	8,9	
Agosto	7,4	11,6	12,0	14,4	7,3	14,8	8,8	11,8	5,3	8,8	23,5	12,0	14,7	13,1	5,9	10,4	9,8	
Setembro	7,6	13,7	13,2	12,0	7,2	18,2	7,0	13,2	8,8	14,1	19,7	13,6	14,4	14,7	7,4	13,6	11,7	
Outubro	9,5	15,6	9,5	17,3	10,1	18,0	8,7	14,7	9,6	17,1	14,3	15,1	17,2	16,0	9,8	17,0	13,9	
Novembro	8,3	14,6	11,6	18,3	14,9	19,0	9,3	19,4	10,7	19,0	10,4	17,9	15,6	16,0	8,3	16,3	15,4	
Dezembro	5,9	15,6	8,4	19,3	13,0	20,7	7,6	17,8	12,1	19,4	15,6	20,0	20,1	17,8	6,9	15,5	17,0	
Ano	7,2	14,9	9,8	16,3	9,2	18,2	8,0	14,9	9,6	16,8	19,1	15,8	18,2	17,3	6,9	15,1	14,1	

A precipitação é, em média, uma constante ao longo do ano, sendo o mês de Janeiro o que apresenta maiores valores médios de precipitação, cerca de 145,2 mm e o mês de Abril é aquele que regista um máximo diário de 200,9 mm. No mês de Julho registam-se os valores médios mais baixos de precipitação, cerca de 37,8 mm.

Relativamente à direcção dos ventos predominantes, constata-se que existe em média uma clara dominância de ventos dos quadrantes Oeste e Sudoeste, sendo os ventos do quadrante Sudoeste os que apresentam maior ocorrência relativamente aos do quadrante Oeste. Em média, nos meses mais frios verifica-se uma maior dominância de ventos do quadrante Oeste, e nos meses mais quentes uma dominância de ventos do quadrante Sudoeste.

Quanto à velocidade média dos ventos, verifica-se que os ventos mais fortes são em média na ordem dos 18.1 e 18.6 km/h, e ocorrem nos meses de Janeiro e Fevereiro respectivamente. Apenas o mês de Julho que apresenta uma velocidade média mais baixa, cerca de 11.5 km/h em relação aos restantes meses.

Dada a localização do Arquipélago, no centro da bacia do Atlântico, este situa-se por vezes na rota dos ciclones tropicais, ou então das tempestades tropicais a que estes últimos deram origem (Rodrigues & Rodrigues, 2001). Essas circulações tropicais ocorrem predominantemente entre Setembro e Dezembro, podendo registar-se esporadicamente, e em circunstâncias muito específicas, ventos que podem atingir os 200 km/h, especialmente nos pontos mais altos da ilha (Rodrigues & Rodrigues, 2001).

3. BIOECOLOGIA DA MOSCA-DO-MEDITERRÂNEO (*CERATITIS CAPITATA* WIEDEMANN)

A mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) tem um ciclo de vida (Fig. 1) que pode durar 21 dias quando a temperatura varia entre 26°C e 29°C, e compreende o período entre a postura e o momento em que os adultos completam a maturidade sexual e iniciam novo período de postura (Carvalho *et al.*, 1999). Assim sendo, o ciclo de vida de *C. capitata* é constituído por quatro estados de desenvolvimento pós-embrionário: ovo, larva, pupa e adulto (Carvalho *et al.*, 1999).

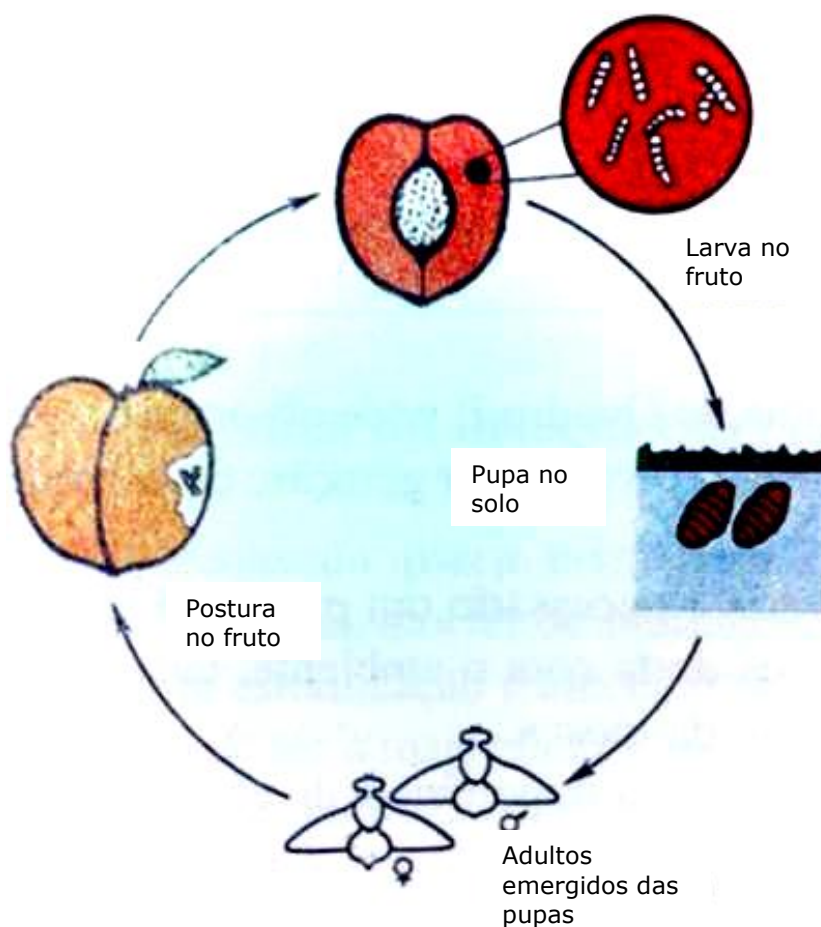


Figura 1 – Ciclo de vida da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (Carvalho *et al.* 1999)

Para Portugal Continental estão referenciadas 5-8 gerações anuais (Carvalho *et al.*, 1999 *fide* Chaves, 1980), para a Ilha da Madeira 8 gerações (Vieira, 1952). No caso dos Açores, e em particular para a Ilha Terceira, de estudos anteriores (Lopes *et al.*, 2005a), observaram-se 4 gerações anuais.

3. Bioecologia da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

O adulto de *C. capitata* caracteriza-se por ser ligeiramente mais pequeno que a mosca doméstica apresentando, em média, um comprimento compreendido entre os 4 mm e os 5 mm (Pereira, 2003).

A diferenciação entre sexos é mais fácil no estado adulto devido à existência de estruturas diferenciadoras (Fig. 2). Os machos apresentam um par de sedas espatuladas na região fronto-orbital anterior enquanto as fêmeas não as possuem. As fêmeas, por sua vez, apresentam um abdómen um pouco mais comprido e pontiagudo do que os machos adaptado para a penetração da polpa dos frutos e para a ovoposição (Leonardo, 2002).

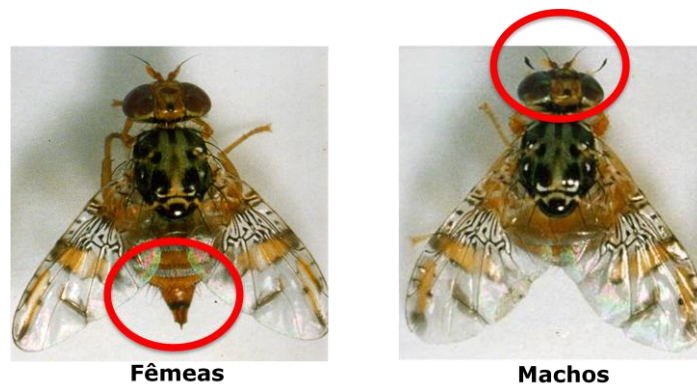


Figura 2 – Adultos de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (Madeira-Med)

Os ovos (Fig. 3) são brancos e translúcidos apresentando cerca de 1,0 mm de comprimento e 0,2 mm de largura.



Figura 3 – Ovos de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (Florida Division of Plant Industry Archive, Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Bugwood.org)

3. Bioecologia da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

A larva (Fig. 4) é de cor variável entre o branco e o creme dependendo da sua dieta alimentar (Leonardo, 2002) podendo atingir no final da 3ª instar cerca de 8 mm de comprimento (Carvalho & Aguiar, 1997).



Figura 4 – Larva de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (Florida Division of Plant Industry Archive, Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Bugwood.org)

A pupa é coartacta, isto porque a pupação ocorre no interior da exúvia da larva do 3º instar, que constitui um invólucro (*puparium*), em forma de barrilete, de início esbranquiçado mas que, em pouco tempo, se torna acastanhado. É no interior desse invólucro que a pupa se forma e fica protegida. É de salientar que é possível distinguir os sexos logo a partir das pupas pela sua cor, uma vez que as pupas dos machos apresentam uma coloração castanha e as das fêmeas são esbranquiçadas (Carvalho & Aguiar, 1997).



Figura 5 – Pupas de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (Scott Bauer, USDA Agricultural Research Service, Bugwood.org)

3.1 Factores abióticos com influência no desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

Tendo como por base os vários trabalhos de investigação realizados onde se destacam os de Bodenheimer (1951), Vieira (1952), Shu-Sheng Liu *et al.* (1995), Papadopoulos *et al.* (1998), Papadopoulos *et al.* (2001) e de Powell (2003) a temperatura e humidade relativa são indicados como os factores de maior impacto no ciclo de vida de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann).

Segundo Vieira (1952), as chuvas intensas e prolongadas, superiores a 125 mm, principalmente quando a temperatura desce para abaixo dos 15°C, provocam uma grande mortalidade de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) por provocarem a sua inactividade e uma elevada taxa de mortalidade entre as pupas. Contudo, ainda de acordo com este mesmo autor, as chuvas bem distribuídas, e desde que o factor térmico não desça abaixo dos 15°C, são favoráveis ao desenvolvimento rápido da praga podendo, mesmo, ser um dos factores climáticos preponderantes na definição dos óptimos de desenvolvimento desta praga.

Vieira (1952) sumarizou as diversas condições de temperatura e humidade relativa que permitem um adequado desenvolvimento de *C. capitata* (Quadro 1).

Quadro 2 – Classificação de zonas a nível de aptidão climática para desenvolvimento de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (adapta. de Vieira, 1952)

Zonas	Temperaturas (°C)	Humidades relativas (%)
Optima	16 – 32	75 – 85
Favorável	10 – 35	60 – 90
Desfavorável	2 – 16 35 – 38	40 – 60 90 – 100
Impossível	< 2 > 40	≤ 40

De acordo com o Quadro 2, a ocorrência das temperaturas da zona “Impossível” durante 1 a 2 meses, em qualquer região, não permite a existência de *C. capitata* e a ocorrência das temperaturas, como sendo descritas como “Desfavorável”, faz diminuir consideravelmente a densidade populacional da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (Vieira, 1952).

Segundo o Quadro 2, apesar do óptimo térmico de desenvolvimento de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) ser considerado como o intervalo de 16°C a 32°C, este investigador afirma que o desenvolvimento do ciclo de vida de

3. Bioecologia da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) poderá estar ainda limitado pelos limites térmicos de 20 e de 29°C. De acordo com Vieira (1952), as temperaturas mais favoráveis ao desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) estão compreendidas entre as 21,1 e 26,7°C, sendo que à temperatura de 24°C uma geração completa-se num tempo mínimo de 11 dias.

4. PREJUÍZOS CAUSADOS PELA MOSCA-DO-MEDITERRÂNEO (*CERATITIS CAPITATA* WIEDEMANN)

O adulto de *C. capitata* é muito polífago (Bodenheimer, 1951; Orlando, 1980) podendo infestar um grande número de hospedeiros.

De entre esses potenciais hospedeiros os pêssegos integram-se nos frutos mais susceptíveis e vulneráveis ao seu ataque. Isto, porque permitem o fácil desenvolvimento dos ovos e larvas desta praga no seu interior. Contudo, nos pomares de citrinos, onde as suas populações atingem níveis elevados, principalmente perto do período de maturação dos frutos, verifica-se uma mortalidade elevada nos ovos e larvas no interior dos frutos, ultrapassando, muitas vezes, os 90%. (Carvalho & Aguiar, 1997).

Normalmente, quando um fruto é atacado e há desenvolvimento de larvas no seu interior, verifica-se um aumento significativo de manchas e surgem depressões em torno dos pontos de ovoposição. Mas, por vezes, mesmo que existam sintomas de ataque não se regista o desenvolvimento de larvas, estes pontos acabam, assim, por ser portas de entrada para outros microrganismos nocivos como diversos fungos que causam o apodrecimento dos frutos afectados. O problema agrava-se quando estes frutos estão misturados com os saudáveis, pois estes podem passar de fruto em fruto e acabar por danificar os que não foram afectados directamente por mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann).

O nível económico de ataque é definido como a intensidade do inimigo registado sobre a cultura à qual se devem aplicar medidas limitativas ou de combate para impedir que a cultura sofra o risco de prejuízos superiores ao custo das medidas de luta a adoptar mais o dos efeitos indesejáveis que estas últimas possam provocar (Amaro, 2003).

Esta medida empírica permite definir o nível a partir do qual se deve intervir na limitação do organismo causador e por isso depende do tipo de cultura, do preço a que esta for vendida e do custo do tratamento.

De acordo com o Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional (COTHN), os diferentes NEA de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) para as diferentes culturas, são os seguintes:

4. Prejuízos causados pela mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)



Ameixa :7-10 adultos/armadilha/semana ou 1 fêmea/armadilha/dia
2-3 frutos atacados



Maçã: Presença



Limão: Maio – Junho: 10 adultos/armadilha/semana e aos primeiros frutos picados;
Setembro – Novembro: 40 - 50 adultos/armadilha/semana e 2 – 3 frutos picados



Pêra:
Presença

Na Ilha Terceira os prejuízos revelam-se de uma extrema importância económica face à escassa produção das parcelas frutícolas agravada de uma enorme taxa de infestação dos frutos que normalmente se regista. De acordo com os trabalhos realizados por Lopes *et al.* (2005) e Costa (2007) (Fig. 6), os figos foram os frutos que apresentaram os valores mais elevados de infestação, com um nível de infestação de 244 larvas/kg de fruto, em Angra. A pereira ocupou o segundo lugar registando 194 larvas/kg de fruto e os pessegueiros o terceiro com 157 larvas/kg de fruto.

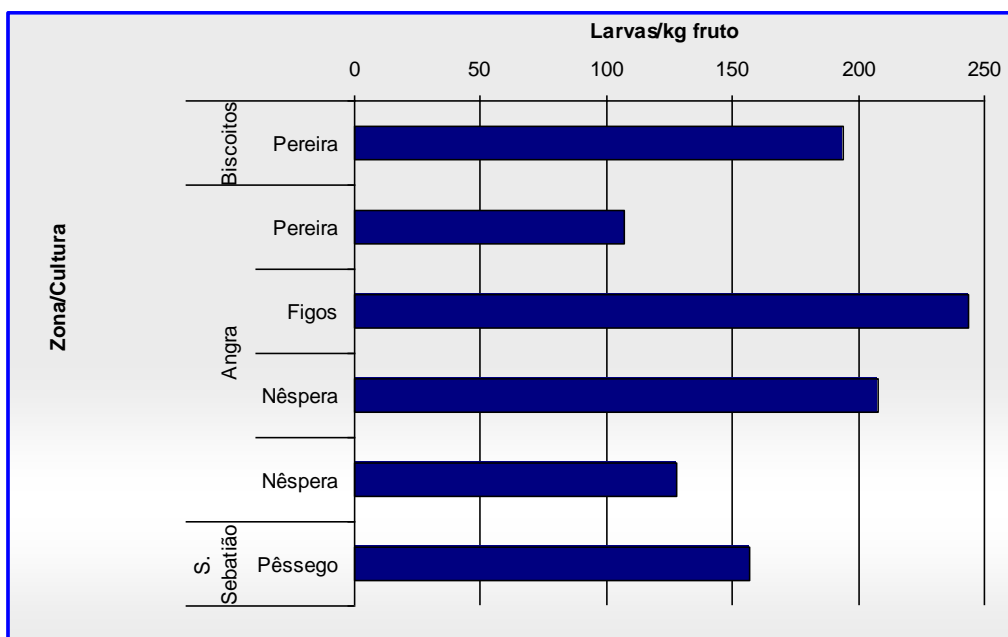


Figura 6 - Quantificação da infestação dos principais hospedeiros analisados (expresso em larvas por quilograma de fruto) (Costa, 2007)

5. MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DOS INIMIGOS DAS CULTURAS

De acordo com Amaro (2003) e Aguiar *et al.* (2005), a protecção integrada é definida como sendo uma modalidade de protecção de plantas em que se procede à avaliação da necessidade de intervenções, através da estimativa do risco, do recurso a níveis económicos de ataque ou a modelos de desenvolvimento dos inimigos das culturas e à ponderação dos factores de nocividade, em que para a tomada de decisão relativa ao uso dos meios de luta, são privilegiadas as medidas indirectas de luta, em especial, a limitação natural e outros mecanismos de regulação natural, e somente recorrendo-se aos meios directos de luta quando indispensável, preferencialmente a luta cultural, física, biológica, biotécnica e à luta química, em última alternativa.

Estes modelos de desenvolvimento dos inimigos das culturas são modelos matemáticos que traduzem, através de fórmulas matemáticas, as concepções do observador quanto às inter-relações existentes entre os componentes do sistema. Através destes modelos procura-se sintetizar toda a complexidade das inter-relações dos componentes do sistema, permitindo isso prever, a partir deles, as respostas inerentes à manipulação de cada um dos seus componentes. Dada a limitação de informação de que à partida se dispõe, normalmente, os modelos traduzem aproximações muito grosseiras da realidade, mas podem ser progressivamente melhorados através de estudos que permitam a sua validação e posteriores investigações tendentes a colmatar as lacunas de conhecimento neles existentes (Amaro, 2003).

De acordo com Amaro (2003), o Quadro 3 resume os principais modelos de previsão e suas aplicações.

Os Serviços de Avisos em França, entre 1975 e 1990, não recorriam normalmente aos modelos para a elaboração dos avisos, mas a situação modificou-se e actualmente dispõem de 28 modelos, 18 relativos a doenças e 10 a pragas, estando 60% a ser utilizados na prática, 20% em fase de validação e 20% em experimentação.

A experiência francesa de utilização de modelos evidencia a necessidade do maior rigor nas observações no campo e nos dados meteorológicos proporcionados pelas estações automáticas, exigindo a sua rigorosa manutenção. Amaro (2003) citando Dubos (2002) insiste nos cuidados para evitar erros na obtenção dos dados meteorológicos e na indispensabilidade de adequada validação do modelo à região em causa.

5. Modelos de desenvolvimento dos inimigos das culturas

Em Portugal, foi também desenvolvido um sistema pericial (JusClem) que recolhe, processa e disponibiliza a informação de estações meteorológicas aos agricultores na forma de mensagens escritas para telemóvel. A utilização do sistema pericial proporcionou reduções no número de tratamentos, entre 8% em 2000 e 75% em 1996, em relação ao sistema tradicional. Este sistema pericial está a ser posto em prática no Oeste por duas organizações de agricultores de protecção integrada, a UNIROCHA e a Central de Frutas do Paíño (Amaro, 2003)

Quadro 3 – Quadro resumo de modelos de previsão e suas aplicações (Amaro, 2003)

País	Modelo	Finalidade
França (1980 – 2002)	Eudémis	Modelo fenológico para a traça-da-uva
	EPI (Estado Potencial de Infecção)	Modelo para o míldio e a podridão-cinzenta que avalia o nível de risco mas não detecta as contaminações
	<i>Potential System Mildiou</i>	Aperfeiçoamentos na previsão e descrição do desenvolvimento epidémico do fungo
	POM (Previsão da Maturação dos Oósporos)	Permite prever em fins de Janeiro a gravidade da doença na Primavera
	MILVIT e o DYONYS	Modelos descritivos dos ciclos epidémicos secundários do míldio
Alemanha	PRO e o FREIBURG	Modelos descritivos dos ciclos epidémicos secundários do míldio
Suíça	WINEMILD	Modelo descritivo dos ciclos epidémicos secundários do míldio
EUA	DMCAST e o LALANCETTE	Modelos descritivos dos ciclos epidémicos secundários do míldio
Austrália	Magarey <i>et al.</i>	Modelo descritivo dos ciclos epidémicos secundários do míldio
Portugal	Soma de temperaturas de Touzeau	Modelos de previsão do pedrado-da-macieira, do pedrado-da-pereira, do bichado-das pomóideas
	EPI e POM	Modelos de previsão de míldio-da-vidreira
	EPI-Míldio	Modelo de previsão de míldio-da-vidreira
	PALM e POM	Modelos de previsão de míldio-da-vidreira
	MIP	Modelo de infecção de pedrado-de-pereira

6. MEIOS DE PROTECÇÃO UTILIZADOS NA LIMITAÇÃO POPULACIONAL DA MOSCA-DO-MEDITERRÂNEO (*CERATITIS CAPITATA WIEDEMANN*)

6.1 Meios de protecção biológica

De forma simplificada, pode-se definir luta biológica como a acção de organismos vivos ou de produtos derivados da sua actividade, para reduzir as populações dos inimigos das culturas e, conseqüentemente, os prejuízos sobre as culturas ou produtos agrícolas (Aguiar *et al.*, 2005).

Os agentes de luta biológica utilizados no combate aos inimigos das culturas designam-se, vulgarmente, auxiliares. Estes podem ser predadores, parasitóides, antagonistas, competidores, herbívoros, micoherbicidas e bio-herbicidas, conforme o seu modo de alimentação e actuação ou a natureza do inimigo que combatem (Aguiar *et al.*, 2005 *fide* Amaro, 2004).

Assim sendo, como meios de protecção biológica na limitação populacional da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) existe a libertação de Parasitóides para os diferentes estádios de desenvolvimento. Para as larvas utiliza-se a *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae), *Diachasmimorpha tryoni* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) e *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) (Hymenoptera: Braconidae).

Para ovos e pupas está referenciado o uso de *Fopius* (Biosteres) *arisanus* (Sonan) (Hymenoptera: Braconidae), *Spalangia* spp. (Hymenoptera: Pteromalidae) e *Pachycrepoideus* spp. (Hymenoptera: Pteromalidae)

6.2 Meios de protecção cultural

A luta cultural abrange práticas culturais tendentes a intervir directamente nas condições de desenvolvimento dos inimigos das culturas, sendo normalmente medidas indirectas de luta (Amaro, 2003).

As medidas indirectas de luta permitem diminuir as fontes de inóculo e eliminar ou reduzir factores de stress, de forma a promover as condições de desenvolvimento da cultura e torná-la capaz de melhor tolerar os ataques dos inimigos das culturas (Aguiar *et al.*, 2005).

6. Meios de protecção utilizados na limitação populacional da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

Este tipo de luta é tendencialmente a menos utilizada pois envolve mais mão-de-obra para a sua concretização, no entanto será provavelmente a que estará mais ao alcance de qualquer fruticultor (Costa, 2007). Considerando o ciclo de vida da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), este tipo de protecção em pomares isolados, poderá revelar-se importante na limitação da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) pois baseia-se na recolha e destruição dos frutos caídos impedindo que as possíveis larvas existentes nos referidos frutos possam completar o seu ciclo de desenvolvimento.

6.3 Meios de protecção química

Na luta química são utilizadas substâncias químicas naturais ou de síntese, designadas pesticidas, para reduzir ou eventualmente eliminar as populações de inimigos das culturas a níveis economicamente toleráveis. (Amaro, 2003; Aguiar *et al.*, 2005).

Em *protecção integrada*, os pesticidas são agrupados em produtos recomendados (lista verde), complementares (lista amarela) e proibidos (lista vermelha).

De acordo com o Decreto-Lei n.º 94/98 de 15 de Abril, designam-se por Produtos fitofarmacêuticos as substâncias activas e as preparações contendo uma ou mais substâncias activas que sejam apresentadas sob a forma em que são fornecidas ao utilizador e se destinem a:

- i) Proteger os vegetais ou os produtos vegetais de todos os organismos prejudiciais ou a impedir a sua acção, desde que essas substâncias ou preparações não estejam a seguir definidas de outro modo;
- ii) Exercer uma acção sobre os processos vitais dos vegetais, com excepção de substâncias nutritivas (como, por exemplo, os reguladores de crescimento);
- iii) Assegurar a conservação dos produtos vegetais, desde que tais substâncias ou preparações não sejam objecto de disposições comunitárias especiais relativas a conservantes;
- iv) Destruir os vegetais indesejáveis;
- v) Destruir partes de vegetais e reduzir ou impedir o crescimento indesejável dos vegetais;
- vi) Serem utilizadas como adjuvante;

6. Meios de protecção utilizados na limitação populacional da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

Os produtos fitofarmacêuticos a utilizar devem estar homologados pela instituição competente que, em Portugal, é o Ministério da Agricultura através da Direcção Geral de Protecção das Culturas (DGPC) (Aguiar *et al.*, 2005).

De acordo de com o COTHN, actualmente os produtos fitofarmacêuticos homologados para a limitação mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) nas diferentes culturas são os que estão discriminados na Quadro 3.

Quadro 3 – Produtos fitofarmacêuticos homologados

Macieiras e Pereiras:	Ameixeira:	Pessegueiro-Damasqueiro:	Laranjeira:
- fosmete; -lambda-cialotrina;	-azadiractina; - lambda-cialotrina;	-lambda-cialotrina;	-lambda-cialotrina;

6.4 Meios de protecção biotécnicos

A designação luta biotécnica, adoptada na publicação *Introdução à Protecção Integrada* em 1982, corresponde a todos os meios normalmente presentes no organismo ou *habitat* da praga, passíveis de certa manipulação, que permitem alterar negativamente certas funções vitais que deles dependem, de forma mais ou menos profunda, verificando-se em geral a morte dos indivíduos afectados (Amaro, 2003; Aguilar *et al.*, 2005).

A luta biotécnica inclui os semioquímicos, reguladores de crescimento de insectos, armadilhas de esterilização e a luta autocida.

6.4.1 Semioquímicos

Os semioquímicos são substâncias ou mistura de substâncias emitidas por uma espécie que interferem no comportamento de organismos receptores, da mesma ou de outras espécies. Podem ser feromonas ou aleloquímicos. As feromonas promovem a comunicação entre indivíduos da mesma espécie, enquanto os aleloquímicos promovem a comunicação entre indivíduos de espécies diferentes.

A utilização de semioquímicos, em particular de feromonas, tem evoluído de forma crescente nos últimos anos. São utilizados em várias modalidades como sejam estudos de biologia, na estimativa do risco, e como meio de luta, para captura em massa, como atracticida, e no método da confusão sexual (Aguilar *et al.* 2005).

6. Meios de protecção utilizados na limitação populacional da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

A mais ampla utilização, em particular de feromonas sexuais e outros semioquímicos, ocorre, na modalidade de realização de estudos de biologia de pragas, da sua distribuição, da sua periódica monitorização e, ainda, na estimativa do risco para avaliar a necessidade de recurso a meios directos de luta (Amaro, 2003).

No caso, como meio de protecção à mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) é concretizado recorrendo à conjugação de armadilhas com feromonas. Destas destacam-se a Armadilha Jackson ou Delta com feromona sexual (trimedlure) para captura dos adultos machos e a armadilha copo mosqueiro ou a armadilha Easytrap® com atractivo alimentar (3Clure) para captura das fêmeas adultas.

6.4.2 Reguladores de crescimento de insectos

Os reguladores de crescimento de insectos são insecticidas que imitam a acção de hormonas no crescimento e desenvolvimento dos insectos ou que inibem certas fases do seu desenvolvimento (Amaro, 2003; Aguiar *et al.*, 2005).

De acordo com Aguiar *et al.* (2005) conforme o modo de acção, podem designar-se reguladores de crescimento de insectos (RCI) ou inibidores de crescimento de insectos (ICI). Os RCI podem ser denominados por juvenóides, os que imitam a acção da hormona juvenil ou miméticos da “ecdisona” os que imitam a acção da hormona da muda). Os ICI são os inibem a síntese da quitina e a deposição da cutícula.

Em protecção integrada, sempre que possível, os reguladores de crescimento são preferencialmente utilizados em relação aos pesticidas, pela sua especificidade (Aguiar *et al.* 2005).

Os reguladores de crescimento de insectos além das vantagens inerentes à sua selectividade, são de reduzida toxicidade para o Homem, os auxiliares e o ambiente. Como inconvenientes destaca-se a exigência da oportunidade do tratamento e, por vezes, o seu custo, que dificultam a generalização da sua utilização face aos insecticidas convencionais (Amaro, 2003).

6.4.3 A utilização de “armadilhas de esterilização”

A utilização das denominadas "bait stations" ou "armadilhas ou estações de esterilização" com a utilização de substâncias reguladoras do crescimento de insectos como agentes esterilizadores é o resultado dessa evolução. A quimio-esterilização através da utilização de gel alimentar com baixa percentagem (3%) de insecticida (como o lufenurão) é uma nova metodologia para controlar, de modo económico, as pragas de insectos (Bachrouch *et al.*, 2008). Os alicerces desta metodologia assentam, essencialmente, na capacidade de atrair os adultos, neste caso específico de *C. capitata*, e de promover a ingestão pelos adultos da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) do lufenurão através de um gel alimentar. Depois dos insectos selvagens ingerirem o gel alimentar contendo o lufenurão, este é integrado no sistema de reprodução e é transmitido à descendência. O papel fundamental do lufenurão, como regulador de crescimento dos insectos, é então evidenciado aquando da emergência das larvas. Como se trata de um agente limitativo do crescimento, as larvas nunca chegam a desenvolver as estruturas bocais adequadas e necessárias para romperem o córion e poderem emergir. Por isso, como tal acabam por ficar confinadas no seu interior, não emergindo e acabando por morrer. Analisando, de uma forma geral, todo este processo, de facto não se verifica a existência de descendentes adultos e como tal, de certa forma, causa o referido efeito de “esterilidade”.

6.4.4 A luta autocida e a limitação populacional da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

A luta autocida está incluída nos meios de protecção biotécnicos e é utilizada para limitar as populações de importantes pragas-chave responsáveis por grandes consumos de insecticidas, como é o caso da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann). Em alguns casos, justifica-se a utilização desta técnica em grandes áreas, que ultrapassam largamente a dimensão da exploração agrícola (Aguar *et al.*, 2005).

Este tipo de técnica, normalmente caracteriza-se por incluir a realização de largadas de insectos estéreis, em grande quantidade, de modo a poderem competir sexualmente com a população selvagem existente no local afectado. Havendo, de facto, uma compatibilidade sexual dos machos estéreis com as fêmeas selvagens, que permitirá, a médio prazo, a uma diminuição progressiva da população da praga-chave para níveis economicamente toleráveis (Hendrichs *et al.* 2002; Barry *et al.*, 2004).

6. Meios de protecção utilizados na limitação populacional da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

Dado o grau de especificidade desta técnica, para a colocar em prática é necessário o conhecimento científico ao nível da bioecologia das pragas onde esta técnica se vai aplicar, a formação de recursos humanos especializados e o desenvolvimento tecnológico que permita a criação em massa dos insectos, a sua esterilização, e a realização de largadas e o controlo da qualidade das técnicas de esterilização (Aguiar *et al.*, 2005).

Na região mediterrânica, tem-se registado uma evolução no sentido da promoção da aplicação cada vez maior deste meio de luta no combate à mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann).

Em 1992, a Região Autónoma da Madeira tomou a iniciativa de solicitar o apoio financeiro da União Europeia para a construção de uma biofábrica de machos estéreis de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) que permitisse concretizar, sem recurso a pesticidas, uma limitação populacional adequada desta praga que tantos prejuízos causa em numerosas culturas (Amaro, 2003). Com este tipo de iniciativa era então implementado o programa Madeira-Med. De acordo com Amaro (2003), as acções de campo, iniciadas em 1994, permitiram conhecer a distribuição dos adultos da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) nas várias áreas frutícolas da ilha da Madeira, a diversas altitudes (0-200 m, 200-400 m, 400-600 m e 600-800 m) e também na ilha do Porto Santo e a sua intensidade de ataque nos frutos de diferentes espécies de plantas presentes nessas áreas. Os resultados obtidos da dispersão dos machos esterilizados, durante 2 anos, produzidos na Biofábrica da Madeira, permitiram, nesta ilha baixar os níveis populacionais ao ponto de se obter uma percentagem de frutos infestados inferior a 2%.

Como consequência directa deste sucesso do Programa Madeira-Med, outros projectos baseados na utilização da técnica do insecto estéril (SIT) foram desenvolvidos em outras Regiões, recorrendo à utilização dos machos esterilizados produzidos na biofábrica da Madeira. No Algarve, face às dificuldades que havia em controlar a mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) em várias culturas, nomeadamente nos citrinos, foi dada prioridade a um Projecto de luta autócida integrado no âmbito do Programa de Iniciativa Comunitária INTERREG II (Amaro, 2003). No entanto, face às restrições financeiras impostas e a profunda remodelação de que foi alvo todo o INIA, este projecto não foi avante, tendo ficado apenas no papel, embora tenha sido delineando para ser apresentado para financiamento a uma iniciativa INTERREG.

6. Meios de protecção utilizados na limitação populacional da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

No Arquipélago dos Açores, na Ilha Terceira, o projecto Interfruta foi pioneiro a nível regional a desenvolver trabalhos de investigação sobre esta problemática, nomeadamente sobre a aplicabilidade da luta autocida, com a concretização de testes de compatibilidade e competitividade sexual entre os machos estéreis produzidos na Biofábrica da Madeira e as populações selvagens presentes nas parcelas de produção frutícola e esses estudos permitiram a determinação do melhor modelo a adoptar para a libertação dos machos estéreis nessas parcelas produtivas (uniposto vs multiposto linear).

De acordo com Amaro (2003), a eficácia da técnica do insecto estéril (SIT) é favorecida pela existência de populações baixas da praga e de áreas para as largadas razoavelmente isoladas, sendo por isso muito aconselhável o seu uso em ilhas ou zonas ecologicamente diferenciadas. Estas exigências reduzem a viabilidade da concretização da luta autocida a situações especiais em que se disponha de amplos recursos financeiros e organizacionais e de um vasto conhecimento sobre a dinâmica das populações, a ecologia e o comportamento das pragas-alvo com grande importância económica.

As vantagens do recurso à técnica do insecto estéril, quando viável, são enormes pois as largadas de insectos estéreis não proporcionam a sua permanência e posterior influência no funcionamento dos ecossistemas onde foram libertados, não havendo riscos para o Homem, animais domésticos, plantas, auxiliares e outros componentes do ambiente. Para além disso trata-se de um meio de protecção perfeitamente compatível com qualquer método de protecção biológica (Amaro, 2003).

De acordo com Amaro (2003), tendo por base estudos da relação custo-benefício já realizados, estes evidenciaram que, ao longo de um período adequado da sua implementação, a luta autocida é economicamente competitiva ou mesmo mais favorável que os métodos convencionais que se baseiam muito na utilização dos meios de protecção química.

7. MATERIAIS E MÉTODOS

7.1 Avaliação dos prejuízos nos frutos

Actualmente, com os resultados obtidos dos Projectos Interfruta I e II, tem-se um conhecimento real da gravidade da infestação nos frutos na Ilha Terceira. Isso resultou da criação de uma lista de potenciais hospedeiros e respectivas flutuações das taxas de infestação ao longo dos meses do ano. Contudo, com o decorrer dos trabalhos do Projecto Interfruta II, encontraram-se outros potenciais hospedeiros que não possuíam qualquer importância económica. A identificação destes hospedeiros e sua inclusão na lista existente é muito importante, porque estes permitem a sobrevivência das populações da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) podendo com a sua presença formar corredores ecológicos que permitem e asseguram a sua dispersão. Como tal, este tipo de conhecimento poderá ser uma importante ferramenta a usar no processo da tomada de decisão no combate a esta importante praga dos frutos frescos.

A determinação das percentagens de infestação dos diferentes hospedeiros basear-se-á nos resultados das amostragens aleatórias no campo de frutos perto da maturação. Esses frutos depois de pesados e armazenados em recipientes apropriados permitirão a pupação de *C. capitata*. O número e o sexo dos indivíduos que emergirem de cada um destes frutos amostrados serão registados (ver página Anexo-1) e permitirão determinar o número de larvas por quilo de frutos amostrado.

7.2 Monitorização dos adultos

A monitorização dos adultos de *Ceratitis capitata* Wiedemann, de Maio de 2006 a Maio de 2008, teve por base uma rede de armadilhas, montada no campo, utilizando o software ArcGis 8.0, segundo uma malha de um quilómetro quadrado de armadilhas (do mesmo tipo), colocada desde os 0 metros até aos 200 metros de altitude (Figura 7).

A delimitação desta cota de altitude teve como base resultados, de trabalhos de monitorização em alguns pomares em diferentes estratos de altitude, obtidos por Lopes *et al.* (2005a). De acordo com estes autores, a maioria das culturas hospedeiras de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) distribuem-se por cotas inferiores aos 200 metros de altitude.

No processo de montagem das armadilhas no campo, recorreu-se a um GPS conectado a um computador portátil de modo a previamente se poder determinar o seu posicionamento com exactidão. No entanto, as irregularidades do terreno, bem como a dificuldade de acesso aos locais pré-determinados para a colocação de algumas das armadilhas no plano teórico, foram as principais razões para que as mesmas não fossem instaladas no local pré-definido, tendo sido alocadas nas proximidades do ponto inicialmente estabelecido a partir do ArcGis. Assim sendo, a partir do modelo teórico que contemplava na sua totalidade a instalação de 319 armadilhas, apenas foi possível a instalação no campo de 274 armadilhas (Figura 8).

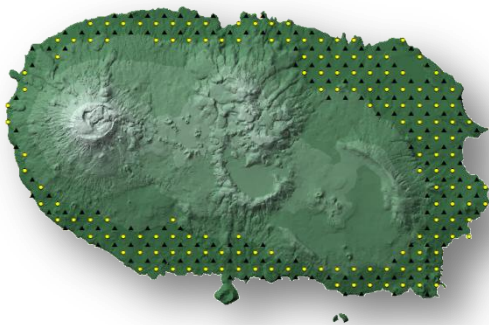


Figura 7 – Distribuição das armadilhas de acordo com a razão de 4 armadilhas Delta para 1 armadilha Easytrap numa malha de 1 km², desde os 0 m até 200 m de altitude

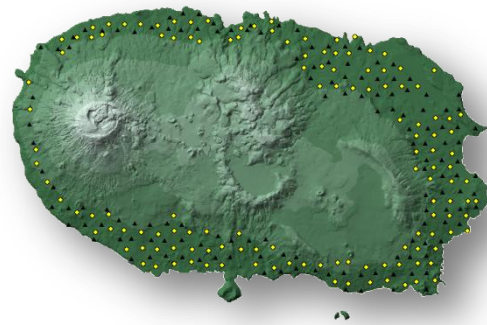


Figura 8 - Distribuição final das armadilhas após colocação no campo.

Dessas 274 armadilhas, 142 armadilhas eram do tipo Delta, com feromona sexual (trimedlure) destinada à atracção dos machos (Figura 9) e 132 Easytrap com atractivo alimentar (3C - constituído por putrescina, trimetilamina e acetato de amónio) vocacionada para a atracção das fêmeas (Figura 10).



Figura 9 – Armadilha tipo Delta com feromona trimedlure para captura de machos adultos de *C. capitata* Wied



Figura 10 – Armadilha EasyTrap com atractivos alimentares 3C para essencialmente capturar fêmeas adultas de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitís capitata* Wiedemann)

A monitorização e contagem dos adultos capturados em cada tipo de armadilha foi realizada quinzenalmente e a manutenção desta rede, no que diz respeito à substituição de feromonas e atractivos alimentares, foi realizada de 45 em 45 dias.

A opção pela utilização destes dois tipos de armadilhas, em função dos diferentes tipos entre as muitas existentes no mercado, teve como base os trabalhos desenvolvidos por Costa *et al.* (2005) e por Costa, 2007, onde estes investigadores demonstraram a sua maior eficácia na captura dos adultos de *C. capitata* e, por isso, a sua maior adequabilidade para os trabalhos de monitorização. De acordo com os referidos trabalhos, a armadilha tipo Delta mostrou-se 100% vocacionada para a captura de machos adultos de *C. capitata* e a armadilha EasyTrap para a captura de fêmeas adultas. No entanto, a armadilha Easy Trap também captura machos adultos de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitís capitata* Wiedemann) De acordo com Costa (2005), a percentagem de capturas de machos adultos de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitís capitata* Wiedemann) neste tipo de armadilha é correspondente a um terço do total de adultos capturados. Ou seja geralmente, o registo de capturas indica três fêmeas de *C. capitata* Wied para um macho de *C. capitata* Wied capturado neste tipo de armadilha.

Tendo em conta este facto e também considerando os objectivos deste trabalho, será importante manter um registo completo de capturas, ou seja, será necessário realizar a contagem dos adultos capturados e fazer a separação por sexos dos adultos capturados nas armadilhas Easytrap.

Os dados registados, provenientes da contagem de adultos de *C. capitata* capturados nas armadilhas (ver página Anexo-2), foram introduzidos numa base de

dados em Access de forma a facilitar o seu tratamento permitindo, por exemplo, a fácil obtenção de gráficos de evolução populacional. A organização da base de dados foi estabelecida através da criação de códigos únicos para cada armadilha. Ainda atendendo a cada código, foram adicionados dados extra, mais concretamente o tipo de ocupação do solo envolvente à armadilha, o que no fim acabou por se traduzir como numa ficha de identificação da própria armadilha. A cada armadilha, foram então sendo adicionados os respectivos registos de capturas dos adultos de *C. capitata*.

Esta base de dados ligada ao ArcGis 9.3 permitirá uma maior dinâmica e facilidade na criação de mapas de evolução populacional por zona e na identificação de focos de infestação e dispersão.

Para o desenvolvimento dos mapas de dispersão em SIG a partir deste registos ir-se-ão utilizar os registos de cada uma das armadilhas colocadas no campo e a sua respectiva localização. Para a distribuição geográfica entre os pontos de amostragem (armadilhas) é utilizado um método de interpolação espacial denominado por IDW (Inverse Distance Weighting). Esta é uma das técnicas de interpolação espacial mais conhecidas a aplicar sobre pontos dispersos e baseia-se no facto de se assumir que a superfície a interpolar deverá ser mais influenciável pelo peso dos pontos que lhe estão mais próximos do que pelos pontos mais afastados. A superfície interpolada resulta da média ponderada dos pontos dispersos sendo que o peso atribuído a cada ponto disperso, a calcular, diminui com o aumento da distância entre este ponto disperso e os pontos que são inicialmente conhecidos.

7.3 Construção de um modelo de previsão de risco para a mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

Com base nos registos de capturas de adultos da rede de armadilhas, implementada em redor da Ilha Terceira entre os 0 e os 200 metros de altitude, e recorrendo ao registo de dados climáticos (da estação localizada no Observatório Meteorológico José Agostinho) registados entre Abril de 2006 e Abril de 2007 (Quadro 4) disponíveis online (www.climaat.angra.uac.pt), construiu-se um modelo de previsão de risco para a mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) explorando as possíveis linhas de tendência que possam vir a ser estabelecidas entre o registo das capturas de adultos e os factores climáticos.

A validação deste modelo foi realizada estabelecendo uma correlação entre dados recolhidos no campo e a informação que foi extraída do modelo.

Quadro 4 – Dados climáticos da estação de Angra do Heroísmo localizada no Observatório Meteorológico José Agostinho (100m de altitude) (www.climaat.angra.uac.pt)

	Mês	Temp Mín (°C)	Temp Média (°C)	Temp Máx (°C)	HR Mín (%)	HR Média (%)	HR Máx (%)	Ins Média (h)	Prec Média (mm)	VV Média (km/h)	VV Máx (km/h)
2006	Abril	11,7	14,5	18,1	64,7	82,3	93,8	3,6	5,3	3,9	19,0
	Maio	15,1	17,4	20,5	61,3	77,4	89,6	0,6	0,8	8,8	32,7
	Junho	16,6	19,1	22,3	58,7	73,0	85,5	0,1	1,5	7,8	32,3
	Julho	18,9	21,7	25,1	60,4	75,7	86,8	0,6	0,2	6,5	26,2
	Agosto	19,8	22,4	25,8	61,0	76,7	88,3	2,1	0,6	4,4	17,6
	Setembro	19,6	22,0	25,0	59,2	74,9	88,0	0,1	4,1	10,7	37,3
	Outubro	16,6	18,8	21,6	63,4	77,6	89,4	0,1	2,5	10,1	39,4
	Novembro	14,9	16,9	19,3	65,4	78,0	88,3	0,3	3,1	11,2	36,9
	Dezembro	13,1	15,3	17,5	67,6	82,0	93,1	1,4	3,3	10,1	35,0
	2007	Janeiro	12,1	14,4	17,9	70,3	84,3	94,0	1,4	2,7	7,1
Fevereiro		12,0	14,6	17,3	66,8	83,4	95,0	2,5	4,9	7,9	33,5
Março		12,0	14,2	17,1	65,6	80,9	91,5	1,5	0,9	7,1	27,5
Abril		12,6	15,4	18,5	66,6	79,8	88,5	2,0	4,6	6,7	27,8

7.4 Testes de dispersão de machos esterilizados

Com o objectivo de averiguar a capacidade de dispersão dos machos esterilizados produzidos na Biofábrica do programa Madeira-Med e de estudar a sua integração entre as populações selvagens da Ilha Terceira, tanto em meio rural como em meio urbano, realizaram-se dois testes de dispersão em simultâneo. Um em pomares de macieiras na zona dos Biscoitos e outro na Cidade de Angra do Heroísmo. A avaliação do comportamento da dispersão dos machos estéreis baseou-se nos registos de capturas de adultos selvagens e estéreis dos dois locais alvo. A diferenciação entre esterilizados e selvagens só foi possível ser realizada pelo facto dos machos esterilizados provirem de pupas coloridas que quando submetidos a radiação de luz ultravioleta evidencia a coloração avermelhada. É de referir que na Biofábrica, durante o processo de produção das pupas, de onde emergem os machos esterilizados, são sujeitas à impregnação do referido pó. Quando os adultos tentam emergir das pupas, o pó impregnado nas pupas praticamente entranha-se na cabeça e no abdómen destes. A contagem e registo de capturas foram então realizados num quarto escuro com iluminação ultravioleta (ver página Anexo-3).

Estes testes de dispersão, tanto o realizado nos Biscoitos como em Angra, assentaram sobre o modelo de dispersão multiposto rodeado por dois círculos concêntricos de armadilhas a 100 e 200 metros dos pontos de dispersão (Figuras 11 e 12 respectivamente). Este tipo de modelo de dispersão multiposto foi o que em trabalhos de investigação anteriores (Lopes *et al.*, 2005, 2006) mostrou contribuir para uma mais eficiente dispersão dos machos esterilizados libertados em detrimento da dispersão a partir de um único ponto. A montagem das referidas armadilhas, bem como a marcação dos pontos de dispersão, foi realizada recorrendo a um GPS que continha as localizações exactas de cada tipo de ponto (armadilha ou ponto de dispersão), pelo que permitiu uma rápida e eficaz montagem dos ensaios com apenas a existência de um erro de 5 metros.

As 30 armadilhas utilizadas nos dois anéis concêntricos são do tipo Delta com feromona sexual específica (trimedlure) (Figura 9). O registo das capturas de adultos foi analisado passadas 24, 72 horas e 7 dias após os machos esterilizados terem sido libertados.

Nos Biscoitos foram libertados 75 mil adultos esterilizados e em Angra do Heroísmo 150 mil adultos.

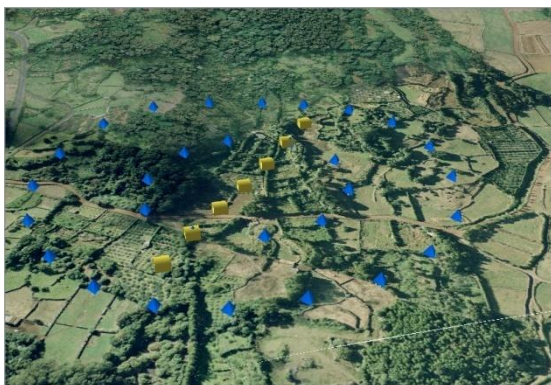


Figura 11 – Mapa tridimensional com os pontos de largada e a localização dos dois círculos de armadilhas nos pomares de macieiras nos Biscoitos.



Figura 12 – Mapa tridimensional com os pontos de largada e a localização dos dois círculos de armadilhas nas quintas e pomares mistos em Angra do Heroísmo.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1 Taxas de infestação dos frutos

Os resultados da análise de infestação apresentam-se Quadro 5. De acordo com Vieira (1952) as fêmeas de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) normalmente seleccionam os frutos mais polposos e aromáticos para realizarem as posturas. De facto, atendendo aos resultados obtidos na determinação de infestação de frutos, comparando com os resultados obtidos por Lopes *et al.* (2005a) e Costa (2007), as nêsperas e os figos, são os frutos mais apetecíveis pelas fêmeas adultas com taxas totais de infestação de 454 e 440 larvas por quilo respectivamente.

Atendendo à área total de estudo (0-200 de altitude) e onde foi possível recolher frutos para a análise de infestação, na Figura 13 estão localizados os locais de amostragem de frutos que evidenciaram infestação por mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann).

Neste trabalho, realizou-se a recolha de frutos sem qualquer interesse comercial como é o caso do *Solanum mauritianum* Scop. que é considerado como uma infestante. Apesar dos poucos frutos recolhidos desta espécie, a taxa de larvas por quilo é muito elevada (150 larvas por quilo), o que poderá ser considerado, também, como um hospedeiro importante principalmente para garantir a manutenção da população uma vez que, de acordo com os resultados obtidos, verifica-se uma elevada taxa de sucesso de emergência de fêmeas neste tipo de fruto.

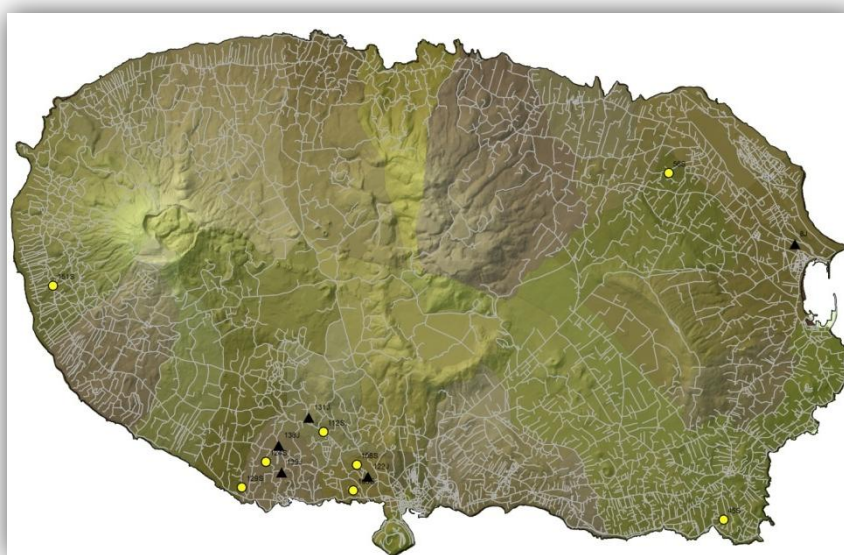


Figura 13 – Localização dos pontos de amostragem onde os frutos revelaram estar infestados.

8. Resultados e Discussão

Quadro 5 – Resumo dos frutos amostrados e respectivas taxas de infestação apuradas

	Local	Fruto	Nome comum	Peso gr	Larvas	Pupas completas	Adultos		Larvas/Kg
							M	F	
	109S	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fona-de-porca	138	0	0	1	6	51
	124S	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fona-de-porca	120	0	0	3	9	100
	139J	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl	Nêspera	460	0	3	9	15	59
	129S	<i>Ficus carica</i> L.	Figo	580	6	0	0	0	10
	161J	<i>Ficus carica</i> L.	Figo	321	0	0	0	0	0
	145S	<i>Ficus carica</i> L.	Figo	230	0	0	0	0	0
	96S	<i>Citrus limon</i> L.	Limão	160	0	0	0	0	0
	41J	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranja	650	0	0	0	0	0
	14J	<i>Ficus carica</i> L.	Figo	293	0	0	0	0	0
	112S	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Fona-de-porca	80	0	0	1	4	63
	138J/119S	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl	Nêspera	295	0	4	0	0	14
	138J/119S	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranja	402	0	0	0	0	0

8. Resultados e Discussão

Quadro 5 – (continuação)

	Local	Fruto	Nome comum	Peso gr	Larvas	Pupas completas	Adultos		Larvas/Kg
							M	F	
	138J/119S	<i>Anona cherimolia</i> Mill.	Anona	1128	0	0	0	0	0
	122J	<i>Ficus carica</i> L.	Figo	5336,1241	0	12	94	67	32
	122J	<i>Anona cherimolia</i> Mill.	Anona	1469	0	0	0	0	0
	45S	<i>Ficus carica</i> L.	Figo	570	0	0	3	0	5
	122J	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl	Nêspera	56	0	1	7	5	232
	139J	<i>Ficus carica</i> L.	Figo	89,55	0	0	1	15	179
	108S	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl	Nêspera	107,52	0	0	2	5	65
	131J	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl	Nêspera	259,15	0	0	11	11	85
	151S	<i>Ficus carica</i> L.	Figo	124,52	0	1	4	3	64
	56S	<i>Ficus carica</i> L.	Figo	181,53	0	1	8	11	110
	45S	<i>Prunus persica</i> L.	Pêssego	652,53	0	5	6	0	17
	8J	<i>Ficus carica</i> L.	Figo	98,35	0	7	0	0	71

8.2 Monitorização dos adultos de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

Considerando a enorme área envolvida na monitorização, há que considerar os numerosos factores que por vezes intervêm na captura dos adultos de *C. capitata* e alguns casos de desaparecimento ou desmontagem de algumas armadilhas. Assim sendo, e para uma maior consistência dos resultados obtidos, os resultados das capturas dos adultos foram interpretados recorrendo à captura Média por Armadilha Dia (MAD), que traduz o número médio de adultos capturados por dia. Com a introdução deste parâmetro, foi possível atenuar o erro provocado pela variação do número de registos mensais como consequência principalmente do desaparecimento de algumas armadilhas. Assim, considerando o objectivo que assistiu à colocação no campo de cada tipo de armadilha, foi possível, sumarizar, ao longo do período de estudo, a MAD de machos e fêmeas adultos capturados nas armadilhas Delta e EasyTrap respectivamente (Figura 14) e juntar a estes dados os obtidos na mesma rede em anos anteriores (2006).

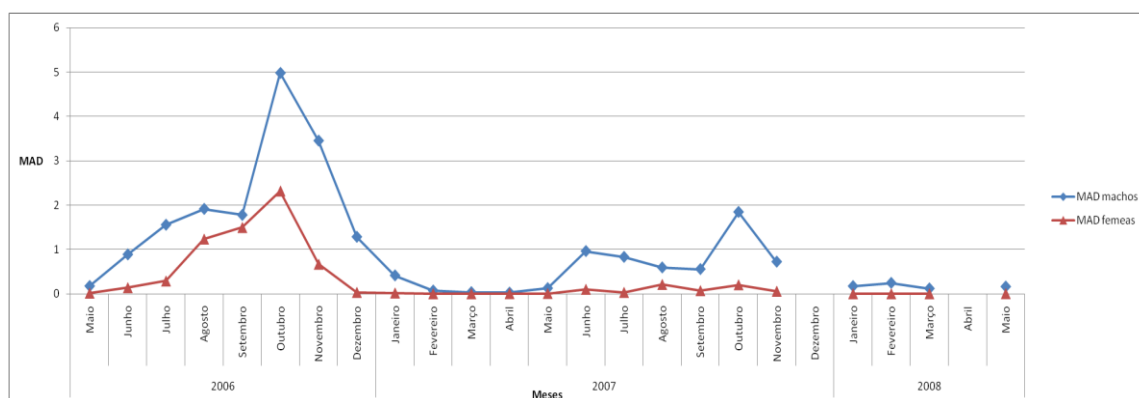


Figura 14 - Curva de voo dos adultos *Ceratitis capitata* Wiedemann.

De acordo com os dados recolhidos, é possível verificar a ocorrência de um pico anual de capturas, de adultos mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) sistemático, embora de diferentes intensidades, no mês de Outubro nos anos 2006 e 2007. Analisando mais em pormenor os dados obtidos, verifica-se que a dinâmica populacional dos adultos de *C. capitata* é semelhante de ano para ano, distinguindo-se apenas pelo nível registado nas capturas. É possível observar, nos dois anos em causa (2006 e 2007), que existe um incremento de capturas desde Maio a Outubro, e um decréscimo acentuado de Outubro a Fevereiro/Março do ano seguinte.

Tendo em conta o compasso de colocação das armadilhas na rede, esta variação na intensidade de capturas de adultos de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis*

capitata Wiedemann) poderá ser explicada por vários factores. Considerando o potencial de mobilidade dos adultos de *C. capitata*, será de admitir que a redução da intensidade de capturas se deveu à deslocação das populações de adultos para outros locais. Esta possibilidade é sustentada pela análise da sequência mensal apresentada na Figura 15, onde é possível verificar a referida mobilidade dos adultos de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) na área estudada ao longo do período de estudo. Analisando a sequência mensal da Figura 16 a mobilidade dos adultos de *C. capitata* é visível e deveu-se, provavelmente, à existência de corredores ecológicos, ou seja, à existência de árvores de fruto hospedeiras desta praga que facilitam a sobrevivência e subsistência dos adultos da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann). Uma dessas árvores de fruto será certamente a figueira, hospedeiro que regista enormes infestações (179 larvas/Kg) e que abunda em vários locais como sejam as parcelas de outras culturas, quintais, terrenos baldios e mesmo em algumas pastagens (Figura 15)



Figura 15- Aspecto de parcelas de pastagem contíguas com figueiras, na freguesia das Cinco Ribeiras.

Considerando que, dos adultos da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), são as fêmeas que desempenham um papel fundamental no aparecimento dos prejuízos nos frutos, pois são elas que causam danos com a oviposição, será fundamental determinar os seus principais focos populacionais. Nesse sentido, tendo em conta a sequência mensal apresentada na Figura 16, utilizando o ArcGis foi possível determinar, cartograficamente, a localização destes focos (Figura 17).

De certa forma o resultado obtido, corresponde ao que já seria de esperar, ou seja, os focos de elevada densidade correspondem na sua maioria à localização das zonas de maior produção frutícola: Angra, São Sebastião e Biscoitos. No entanto,

apesar dos resultados obtidos sugerirem que os focos de elevada densidade populacional de *C. capitata* estão localizados nos pomares de grande produção, a verdade é que os focos detectados provieram de armadilhas colocadas no campo independentemente de esses locais serem não de produção frutícola (Figura 15). Ou seja, os focos foram principalmente detectados em locais onde na sua maioria existem quintas ou mesmo árvores de fruto localizadas pontualmente nessas zonas.

O elevado número de focos detectados em Angra do Heroísmo é de certa forma coincidente com a existência, nas imediações destes, de antigas grandes quintas, algumas das quais actualmente, estão votadas a um certo abandono, não comercializando ou mesmo realizando a recolha de qualquer tipo de fruta.

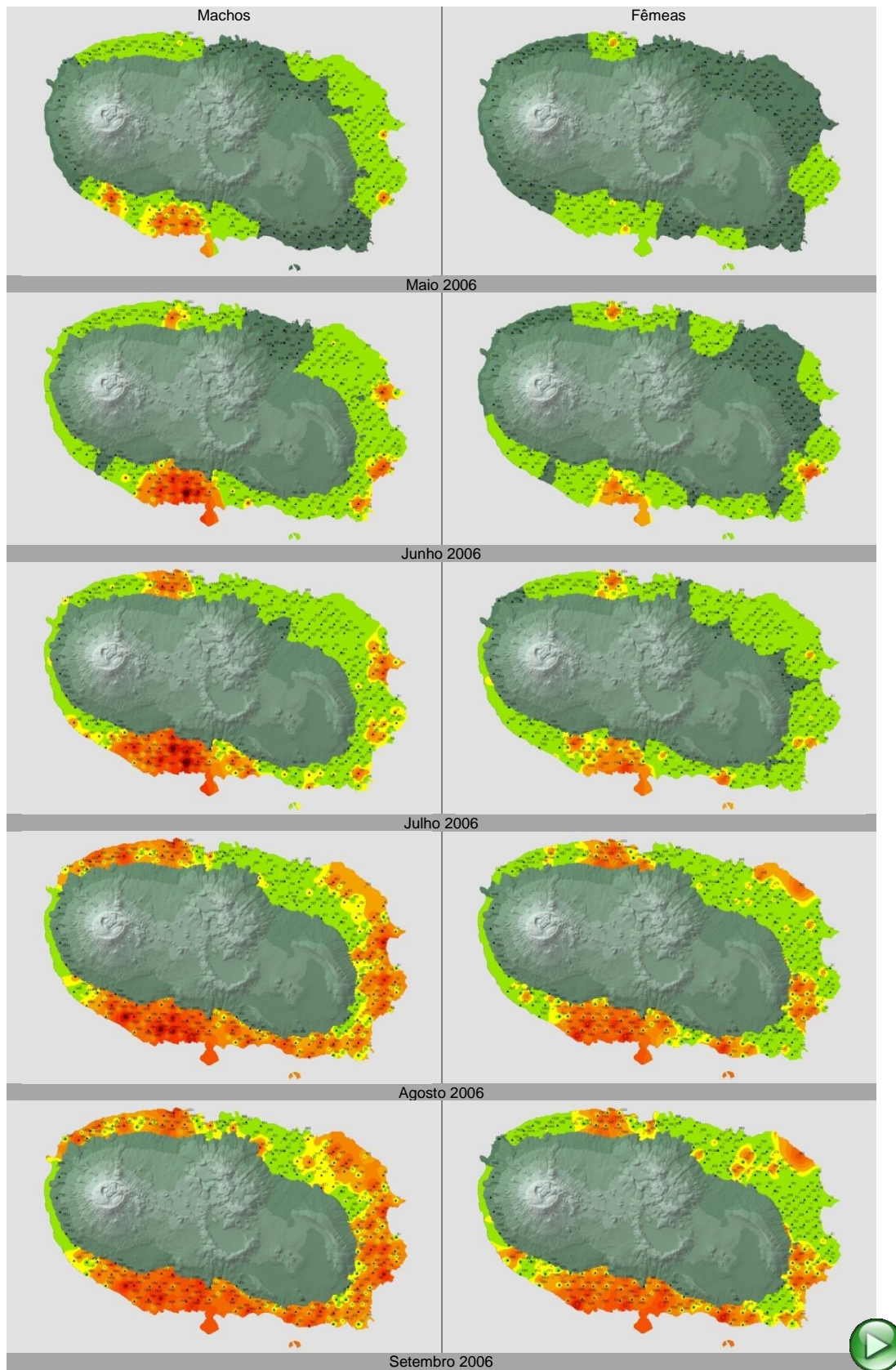


Figura 16 – Mapas de dispersão mensais dos adultos (machos e fêmeas) de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) baseados nos registos das capturas totais na rede de armadilhas implementada na Ilha Terceira.

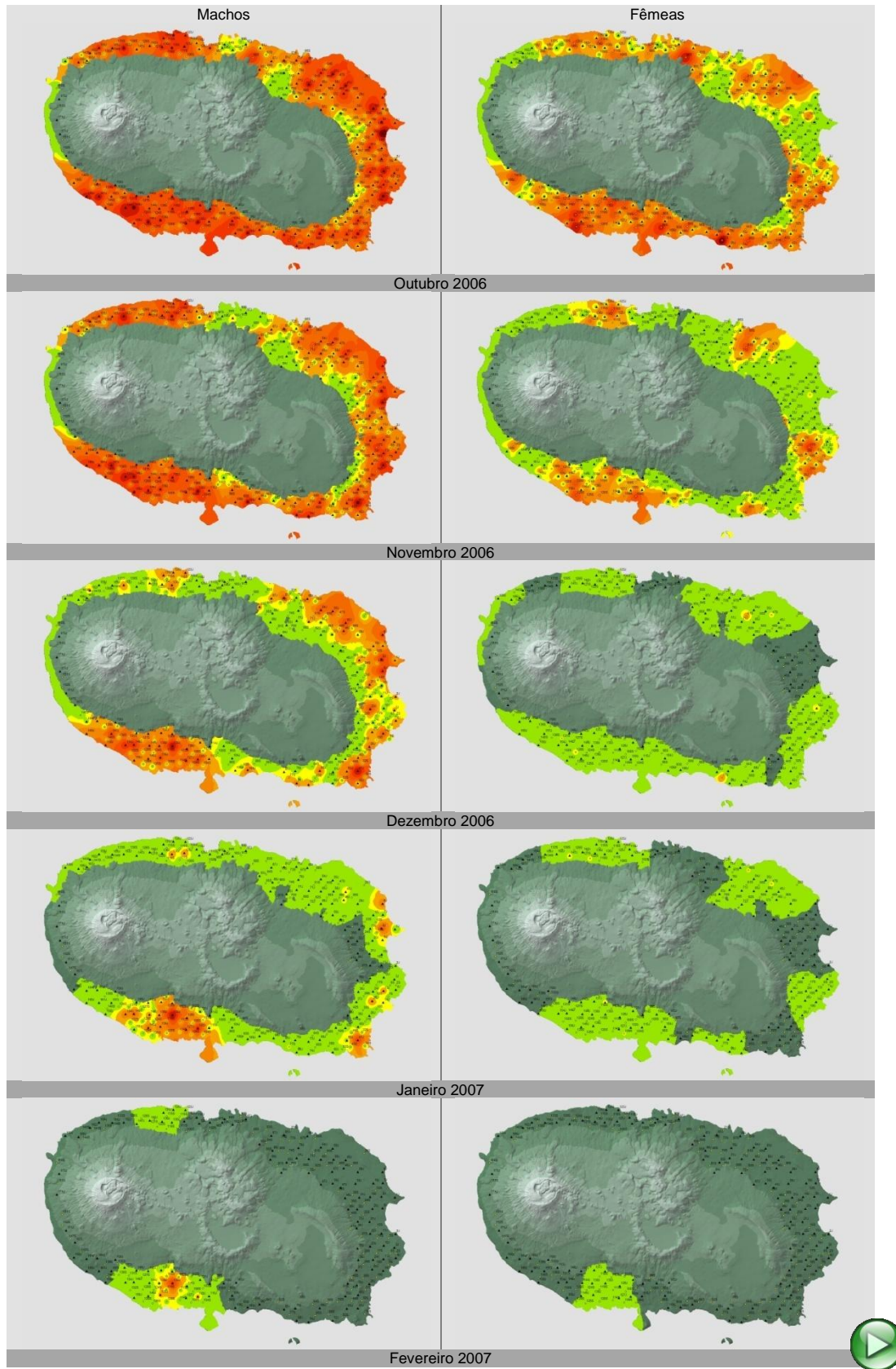


Figura 16 – (continuação).

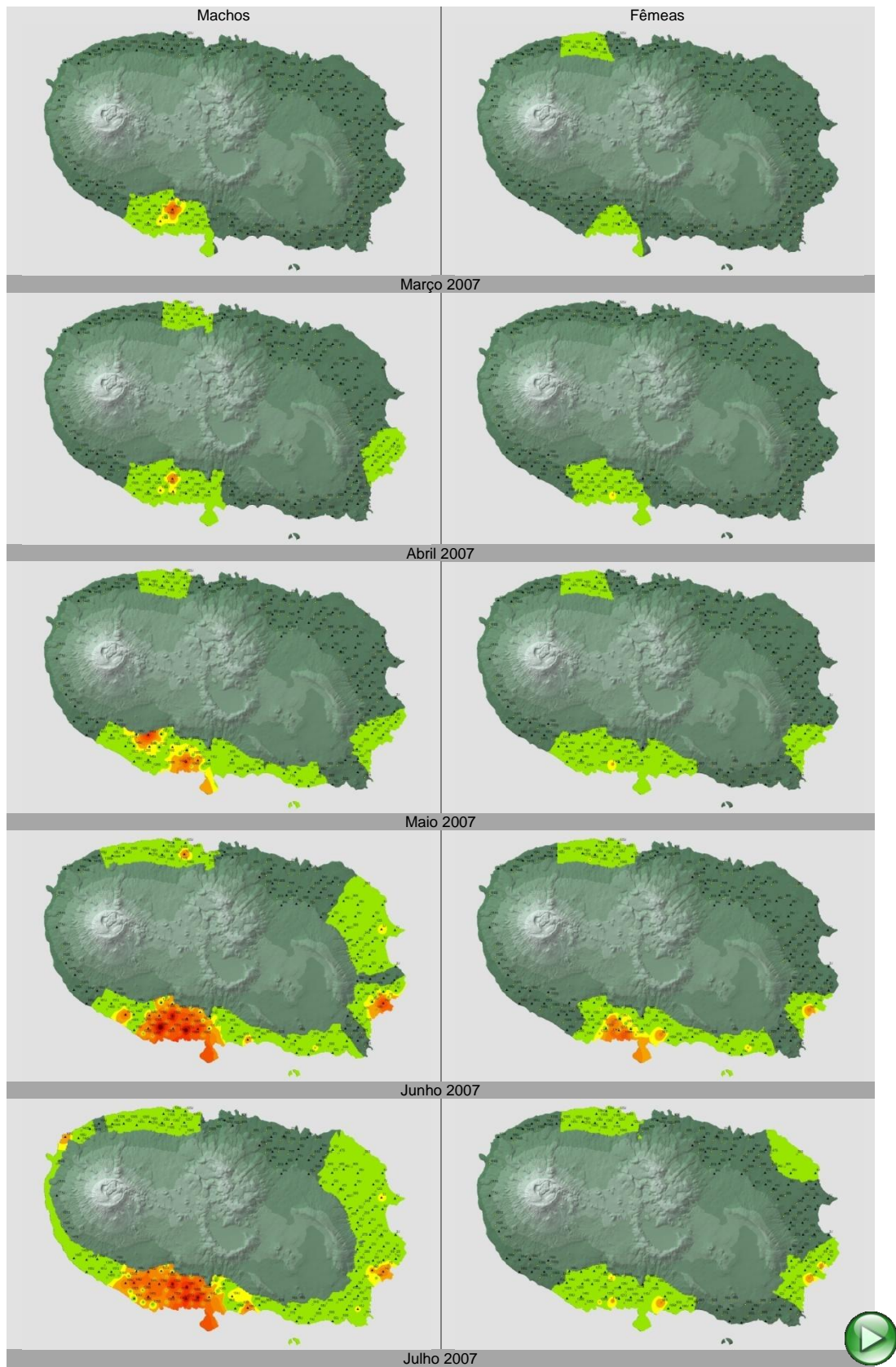


Figura 16 – (continuação)

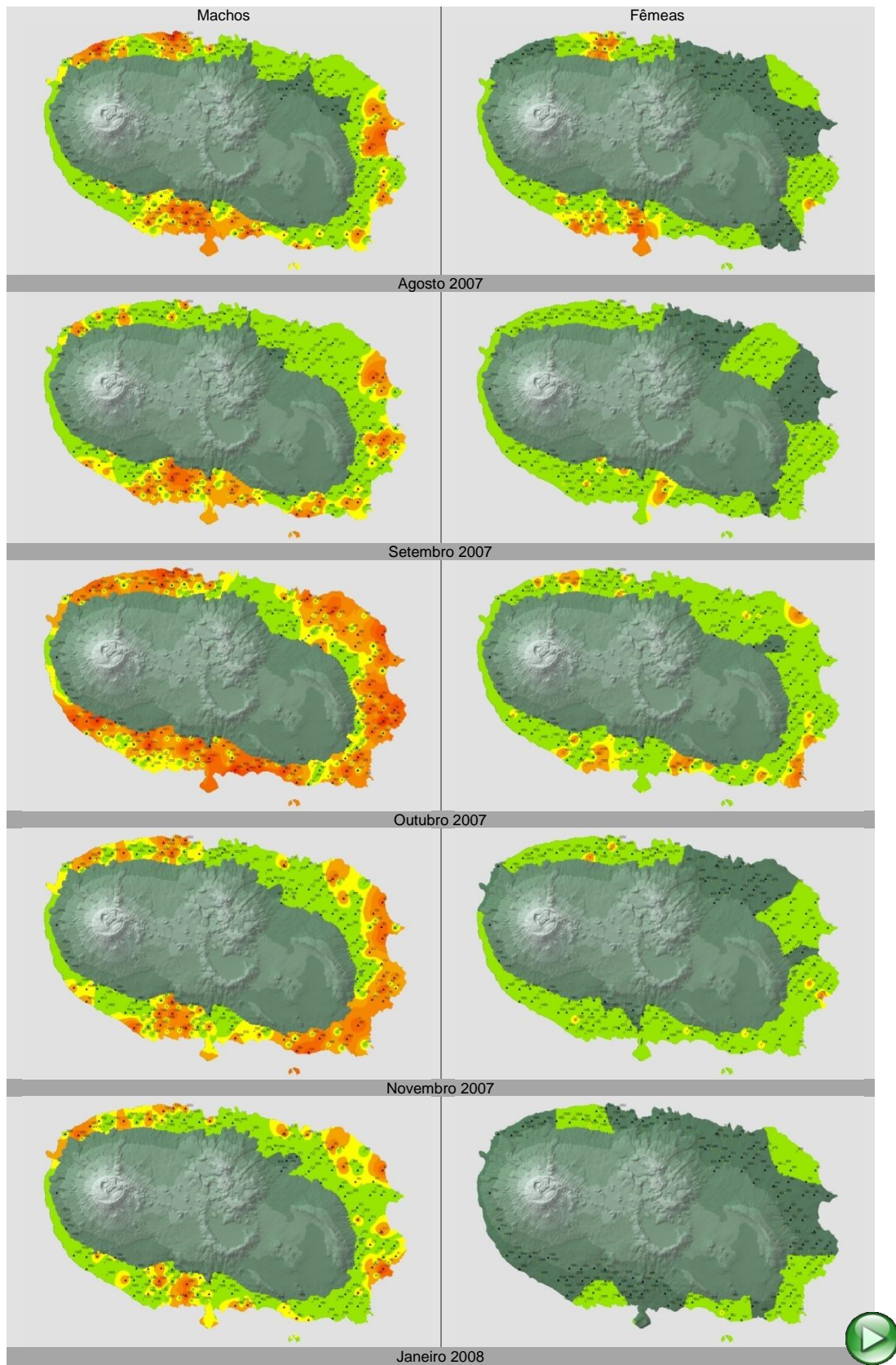


Figura 16 – (continuação)

8. Resultados e Discussão

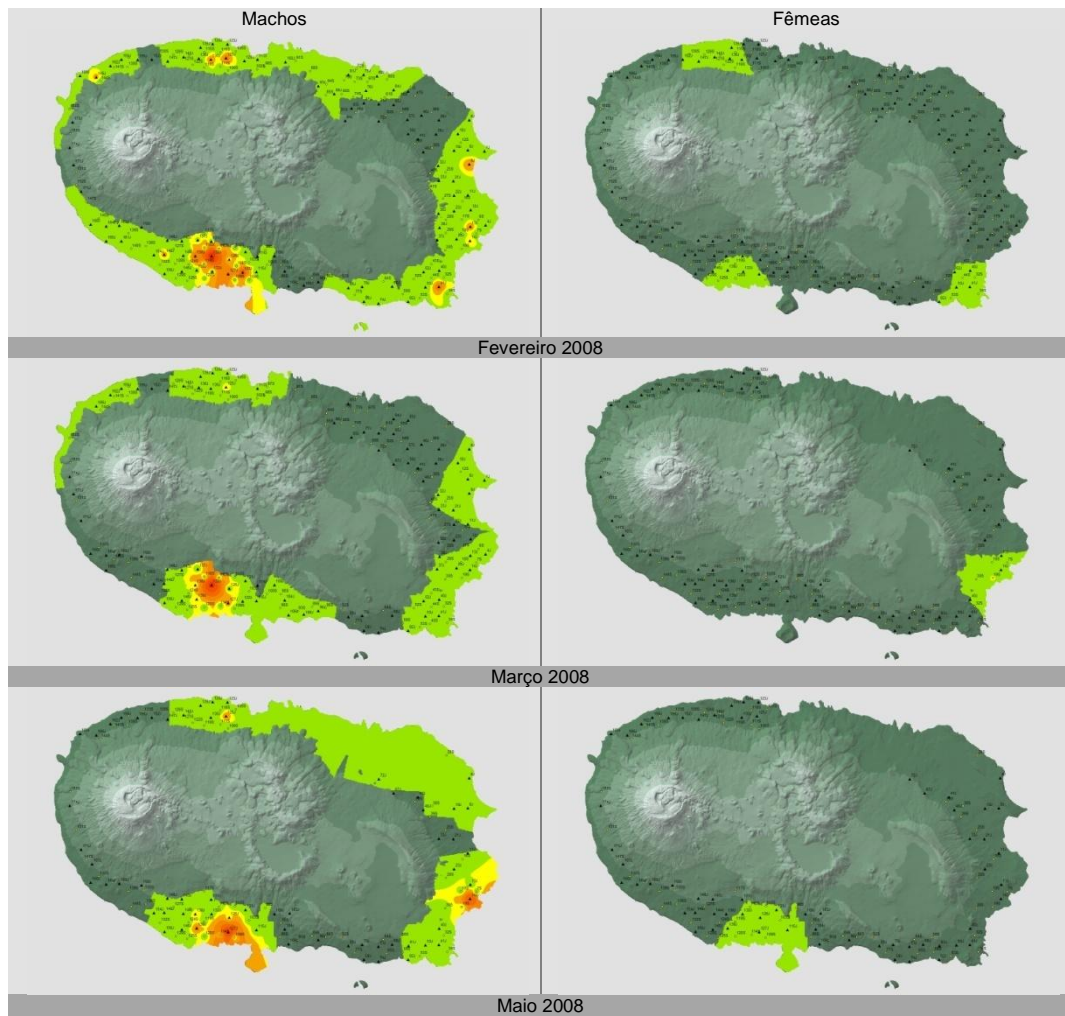


Figura 16 – (continuação)

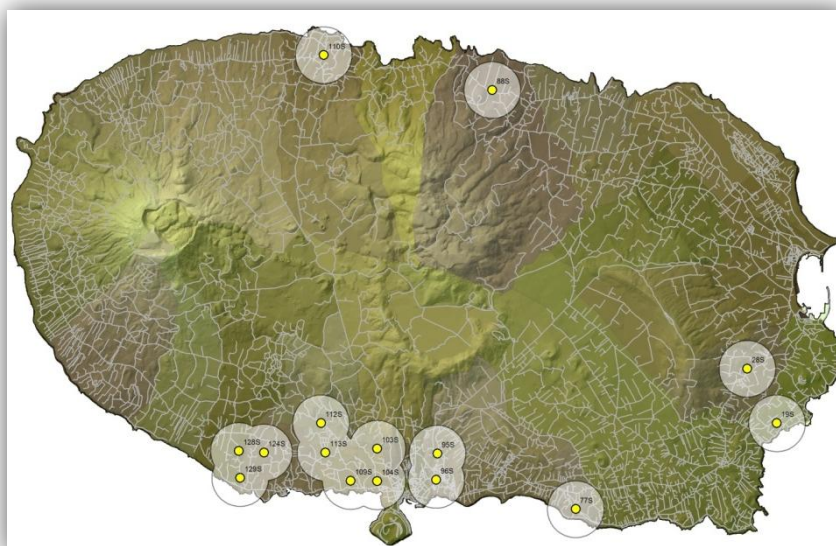


Figura 17 – Localização dos principais focos de elevada densidade populacional de fêmeas adultas de *Ceratitis capitata* Wiedemann.

A determinação destes focos de elevada densidade populacional de fêmeas reveste-se de especial importância para o processo de tomada de decisão principalmente se se pensar numa eventual campanha de controlo integrado desta praga, pois permite direccionar meios e esforços e alocá-los nas imediações de cada um dos focos, dirigindo a assim a intervenção, aumentando a sua eficácia a menores custos e permitindo mais facilmente limitar e diminuir as densidades populacionais presentes desta praga.

Considerando o mapa de localização dos locais de amostragem patentes na Figura 13 que evidenciaram a existência de frutos infestados e os locais de maior densidade populacional patentes na Figura 17, ao realizar a união destes dois mapas em termos de análise, resulta o mapa constante da Figura 18 onde é possível constatar que a maioria dos pontos de amostragem demonstraram possuir frutos infestados, coincidem perfeitamente com as principais áreas de maior densidade populacional de fêmeas adultas.

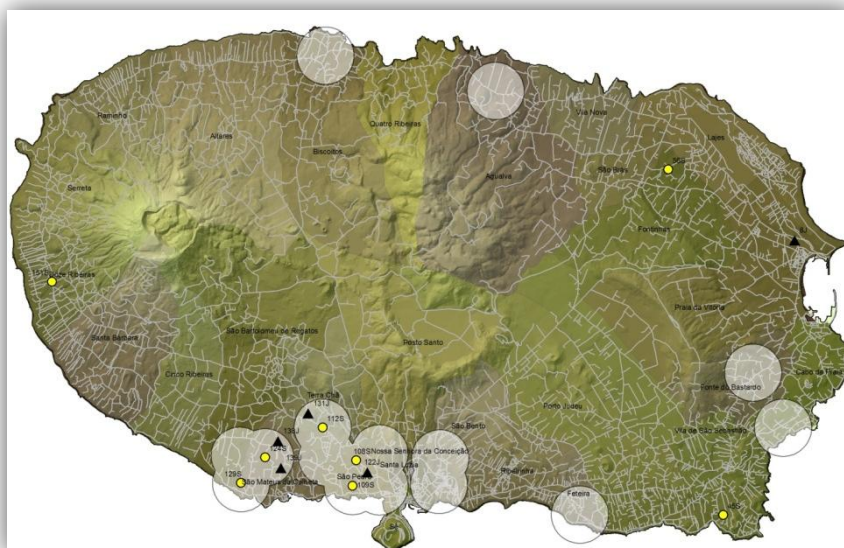


Figura 18 – Comparação da localização dos principais focos de elevada densidade populacional de fêmeas adultas de *Ceratitis capitata* Wiedemann e respectiva localização dos pontos de amostragem de frutos que evidenciaram a existência de frutos infestados.

8.3 Modelo de risco para a mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

As flutuações populacionais reais dos adultos de *C. capitata* estão essencialmente dependentes de dois factores muito importantes: disponibilidade de frutos e condições climáticas. Contudo, as flutuações populacionais que são registadas pelas armadilhas, montadas no campo, estão igualmente dependentes de outro factor que é relativo à qualidade do próprio atractivo. É difícil assegurar que a

eficácia da armadilha sexual se mantenha constante durante um determinado período de tempo, o que pode afectar o número de insectos a capturar (Amaro, 2003). De acordo com este autor é frequentemente problemático procurar correlacionar o total das capturas, num certo período de tempo, com a intensidade de ataque da praga numa dada cultura.

Considerando que, de acordo com os trabalhos realizados por Costa *et al.* (2005) e por Costa (2007), os atractivos provaram ser capazes de se manter viáveis por um período de dois meses (cerca de 60 dias). Como a periodicidade de a substituição dos atractivos foi de 45 em 45 dias, será de assumir que as capturas de adultos terão sido concretizadas utilizando atractivos na sua plena capacidade de atracção. Assim sendo, tentar-se-á evidenciar, ou estabelecer linhas de tendência partindo do registo da MAD em função dos diversos factores climáticos que, de acordo com a revisão bibliográfica realizada, influenciam directamente o ciclo de vida de *C. capitata*.

8.3.1 Análise da influência da temperatura na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

Ao introduzir-se a representação gráfica da evolução da temperatura média mensal ao gráfico da Figura 13, obtêm-se o seguinte gráfico que é apresentado na Figura 19.

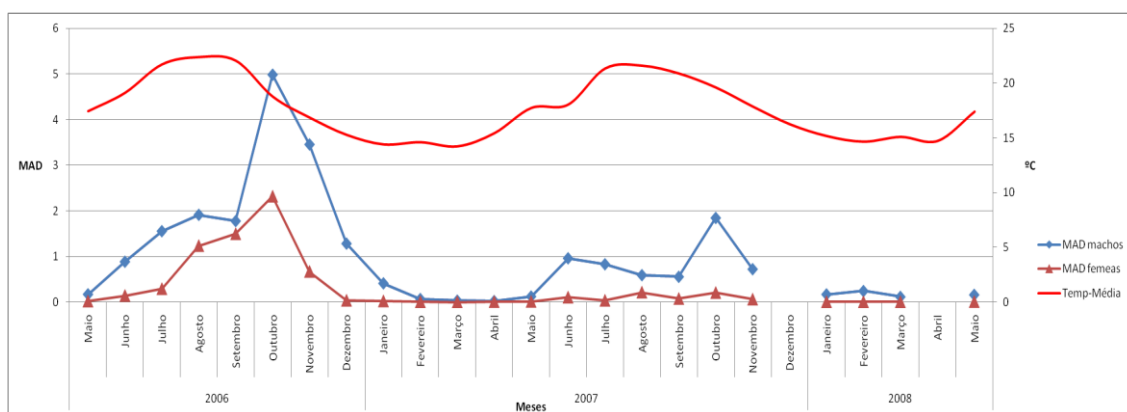


Figura 19 - Curva de voo de adultos *Ceratitis capitata* Wiedemann correlacionada com a variação da temperatura média ao longo do período do estudo.

Da análise da Figura 19, é possível constatar que o verão de 2007 foi ligeiramente mais frio em termos de temperaturas médias relativamente a 2006 e

2008. Contudo, esta situação não será suficiente para explicar a elevada redução registada na quantidade de adultos de capturados. No entanto, tendo em conta os picos populacionais dos dois anos em questão (2006 e 2007) e os meses que imediatamente os antecedem, verifica-se que estes picos populacionais dos adultos de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) ocorrem depois da temperatura média mensal atingir o seu máximo anual. Por este facto, e considerando que o ciclo de vida desta praga tem uma duração média de 21 dias, ou seja, de quase um mês, muito provavelmente as capturas registadas num mês, corresponderão, ou serão reflexos, das variações dos factores físicos observadas no mês anterior. Ou seja, as capturas registadas no mês de Outubro de 2006, por exemplo, poderão ser o resultado da influência directa dos factores climáticos no ciclo de vida da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) durante o mês de Setembro de 2006. Para testar esta possibilidade, e considerando que, de acordo com vários trabalhos já realizados (Vieira, 1952; Bodenheimer, 1980; Fletcher, 1989; Estay *et al.*, 2008), a temperatura é o factor climático que possui maior efeito no ciclo de vida da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), recorreu-se aos seus valores médios mensais e às MAD registadas nos meses de Maio 2006 a Abril 2007, e construíram-se os gráficos apresentados nas Figuras 20 a 25. Com o intuito de dinamizar a interpretação e a respectiva discussão de resultados foram criadas as seguintes conotações:

$MAD_{(M)}$ – Número médio de capturas por Armadilha Dia no mês M

$Temp_{(M)}$ – Temperatura Média do mês M

$Temp_{(M-1)}$ – Temperatura Média do mês imediatamente anterior ao mês M.

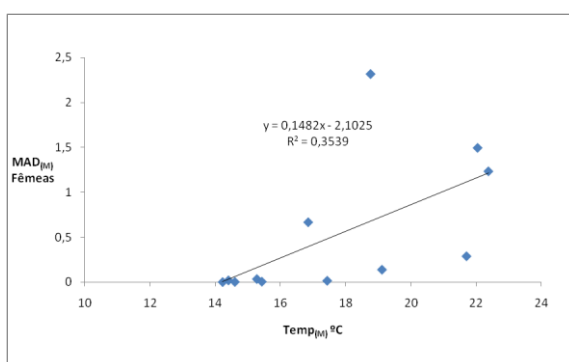


Figura 20 – Relação entre o $MAD_{(M)}$ das Fêmeas e as $Temp_{(M)}$ de Maio 2006 a Abril 2007.

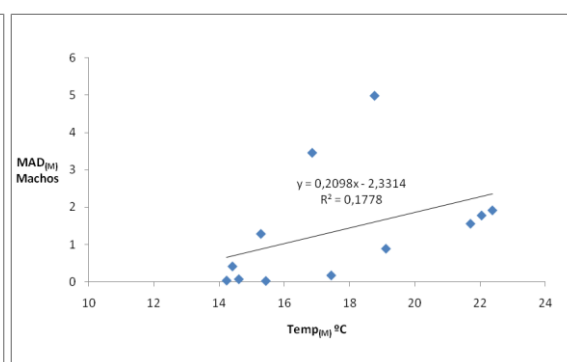


Figura 21 – Relação entre o $MAD_{(M)}$ dos Machos e as $Temp_{(M)}$ de Maio 2006 a Abril 2007.

Da observação das Figuras 20 e 21, é possível constatar, pela forma dispersa como os pontos se encontram, que só muito remotamente poderá existir alguma correlação linear entre a $Temp_{(M)}$ e a $MAD_{(M)}$. Este facto é demonstrado pelas próprias

linhas de tendência linear (Fig. 20 e 21) onde para as capturas das fêmeas se obteve uma correlação de 35% e para as capturas dos machos de apenas 17%.

Analisando esta situação constata-se que o único tipo de linha de tendência com o qual se poderá obter uma maior correlação possível, para este tipo de organização de dados, é a do tipo potencial.

Como se pode verificar nas Figuras 22 e 23 e comparando com as duas obtidas na relação linear (Fig. 20 e 21) constata-se que a correlação entre os dois parâmetros em análise (temperatura e MAD) melhorou substancialmente.

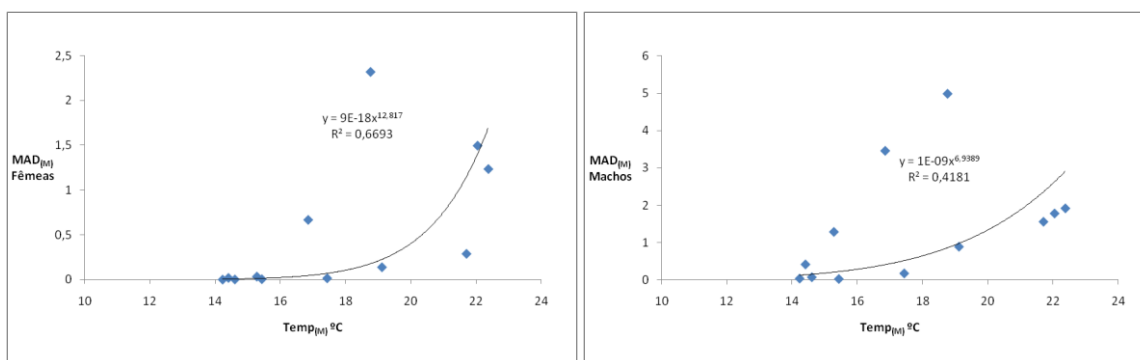


Figura 22 – Relação entre a temperatura e a MAD_(M), de fêmeas, de Maio 2006 a Abril 2007. Figura 23 – Relação entre a temperatura e a MAD_(M), de Machos, de Maio 2006 a Abril 2007.

A correlação das capturas de Fêmeas subiu de 35% para 66% (Fig. 22) com este tipo de análise e a dos Machos dos 17% para 41% (Fig. 23).

De facto, e considerando a bibliografia consultada (Fletcher, 1989), todos os trabalhos referem que as curvas das taxas de desenvolvimento de insectos, relativamente à temperatura, são sempre tendencialmente não lineares, confirmando assim, totalmente, os dados obtidos neste estudo.

Contudo, apesar de a correlação ter melhorado, ambas são ainda fracas. Havendo ainda muitos pontos dispersos, pelo que não foi possível estabelecer qualquer tipo de correlação com estes dados.

Relativamente à hipótese levantada, foi realizada uma análise tendo em conta as Temp_(M-1) (temperatura registada no mês anterior) e os MAD_(M) (capturas registadas no mês). Dessa análise, resultaram as Figuras 24 e 25.

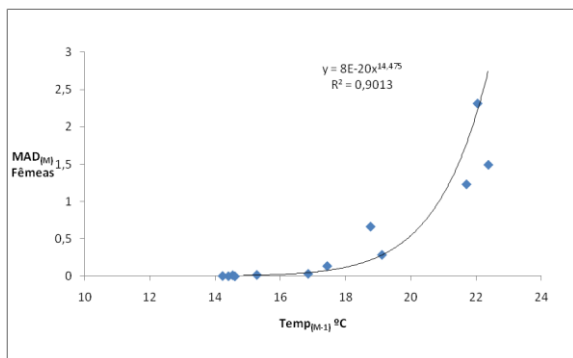


Figura 24 – Relação entre a temperatura e a MAD_(M) de fêmeas, de Maio 2006 a Abril 2007.

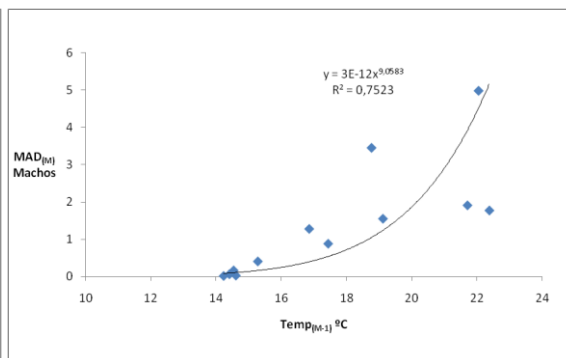


Figura 25 – Relação entre a temperatura e a MAD_(M) de fêmeas, de Maio 2006 a Abril 2007.

De acordo com os gráficos das Figuras 24 e 25, obteve -se uma correlação dos valores da MAD com a Temperatura média, de 90% e de 75% para as Fêmeas e Machos adultos de *C. capitata*, respectivamente. A Figura 24 evidência uma correlação de 90% o que demonstra que de facto existe uma enorme dependência da actividade das fêmeas em relação à temperatura. Contudo o mesmo já não acontece com os machos, pois a Figura 25 também apresenta uma correlação aceitável, o que quer dizer que 75% das MAD_(M) poderão ser explicados pelas variações da Temp_(M-1) registada no mês anterior às capturas. Assim sendo e tendo em conta os resultados obtidos, as análises seguintes das MAD_(M), serão realizadas tendo por base os valores de factores climáticos registados no mês anterior às capturas (M-1).

Para a realização das análises posteriores, bem como no desenvolvimento do modelo de risco, recorreu-se aos registos das capturas relativos aos meses de Maio 2006 a Abril 2007 e aos dados climáticos de Abril 2006 a Março 2007. Os restantes dados de campo (Abril 2007 a Maio 2008), bem como os respectivos dados climáticos, foram utilizados para tentar validar o modelo obtido.

8.3.2 Análise da influência da humidade relativa na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

Como foi anteriormente referido, com base na bibliografia consultada, a Humidade Relativa (HR) desempenha um importante papel no ciclo de vida de *C. capitata*. Assim sendo, e aplicando uma metodologia semelhante à que foi aplicada para o parâmetro temperatura, obtiveram-se as Figuras 26 e 27.

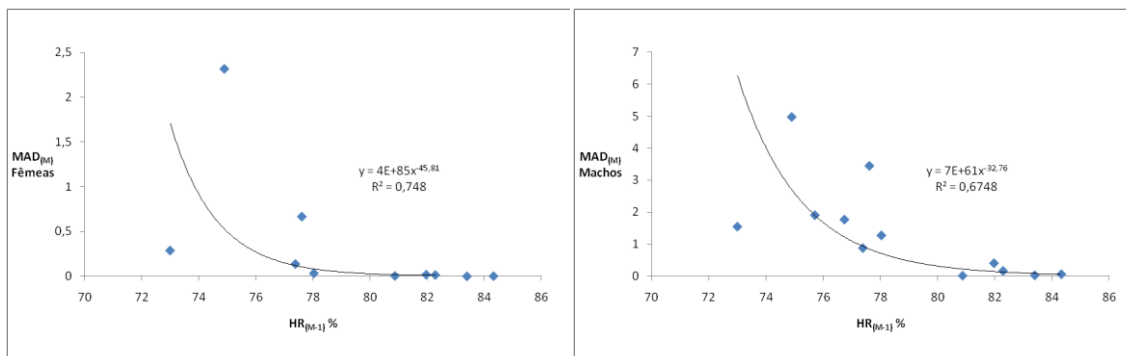


Figura 26 – Relação entre a Humidade relativa (HR%) e a $MAD_{(M)}$, de fêmeas, de Maio 2006 a Abril 2007. Figura 27 – Relação entre a Humidade relativa (HR%) e a $MAD_{(M)}$, de machos, de Maio 2006 a Abril 2007.

De acordo com a Figura 26 cerca de 75% dos valores da $MAD_{(M)}$ das fêmeas poderão ser explicados pela variação da $HR_{(M-1)}$. Apesar de não ser uma correlação alta, esta poderá ser considerada, uma correlação aceitável, pois apenas 25% dos $MAD_{(M-1)}$ é que se encontram mais afastados da linha de tendência. Contudo, já não será possível afirmar o mesmo para os $MAD_{(M)}$ dos machos. De facto, para os machos apenas 67% dos valores da $MAD_{(M)}$ é que possuem correlação com as variações da $HR_{(M-1)}$ (Fig. 27).

Assim, as Fêmeas são as que apresentam maior susceptibilidade de serem afectadas pelas variações da Humidade Relativa registada no mês anterior ($HR_{(M-1)}$).

Tendo com conta os valores médios da Humidade Relativa durante 29 anos de observações (1951-1980) apresentados por Brito (1996), e os valores de aptidão climática para mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) apresentados por Vieira (1952) (Quadro 1), baseando-se em trabalhos de Bodenheimer (1932), é possível constatar que em termos de Humidade Relativa, a Ilha Terceira apresenta, durante o ano inteiro, quase sempre condições favoráveis senão mesmo óptimas para o desenvolvimento de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) pelo que, de certa forma, isso justifica as correlações obtidas para este factor climático.

8.3.3 Análise da influência do rácio temperatura/humidade relativa na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

Considerando o Quadro 2 elaborado por Vieira (1952), citando os trabalhos de Bodenheimer (1932), verifica-se que para cada determinado intervalo de temperatura, há um intervalo de Humidade Relativa pelo que, se houver uma temperatura favorável

ou mesmo ótima e se a humidade for desfavorável, será de admitir que o ciclo de vida da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) será gravemente prejudicado. Será de admitir, também, que assistiremos a um importante aumento da densidade populacional desta praga caso aconteça o inverso. No entanto, no caso da Ilha Terceira, como a Humidade Relativa é geralmente favorável, senão mesmo ótima para o desenvolvimento de *C. capitata*, pelo que pequenas variações da Humidade Relativa, como já foi demonstrado, poderão ter pouca influência no ciclo de vida da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann).

Assim será de admitir a existência de algum rácio entre a Temperatura e a Humidade Relativa que seja favorável ou desfavorável ao normal desenvolvimento e prossecução do ciclo de vida de *C. capitata*. Tendo em conta as baixas correlações, para a temperatura e humidade, obtidas para os machos face às obtidas para as fêmeas, e considerando que são as fêmeas que assumem a maior importância a nível do impacto económico desta praga-chave, pois são responsáveis pelo aparecimento dos danos nos frutos, as análises seguintes foram realizadas tendo por base as MAD das fêmeas.

Assim sendo, fazendo o rácio das $Temp_{(M-1)}$ (relativa ao mês anterior) e as $HR_{(M-1)}$ (do mês anterior), obteve-se a Figura 28.

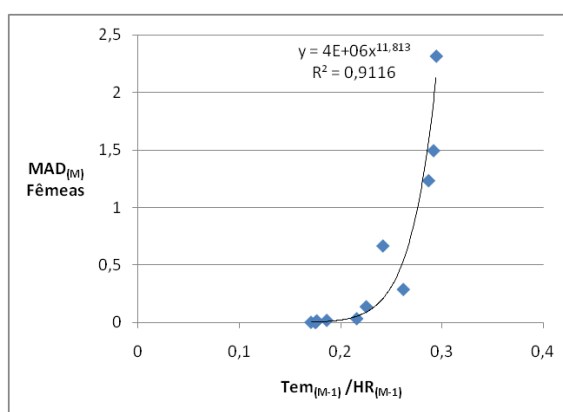


Figura 28 - Linha de tendência e respectiva correlação entre as $MAD_{(M)}$ Fêmeas e o rácio

De acordo com a Figura 28, é possível observar que, aparentemente, existe uma elevada correlação (91%) entre o rácio das $Temp_{(M-1)}$ e $HR_{(M-1)}$. Tendo em conta esta elevada correlação, é credível pensar que existe uma ligação entre as capturas das fêmeas e os valores estimados. Contudo, apesar dos 91% de correlação obtidos unicamente recorrendo à Temperatura Média e à Humidade Relativa do Ar,

certamente estes parâmetros, por si só, não serão capazes de representar a realidade no campo.

Ainda assim, considerando a correlação obtida, será importante testar se este tipo de aproximação poderá ou não, exclusivamente traduzir, de forma aproximada, o que acontece na realidade.

A validação deste tipo de modelos, faz-se através da determinação da correlação entre os valores estimados e os valores de campo. Um modelo perfeito, ou seja, capaz de estimar valores sem qualquer erro, terá uma correlação de 100% e uma linha de tendência linear de $y = x$, em que m é igual a 1 e b igual a 0. Considerando a diversidade de variáveis existentes na natureza e que é praticamente impossível de se conhecer e obter todas essas variáveis, a existência de um modelo perfeito, surge como uma utopia.

Ao validar este modelo que apenas contempla a relação das variáveis climáticas Temperatura Média do Ar e Humidade Relativa do Ar:

Obteve-se a Figura 29

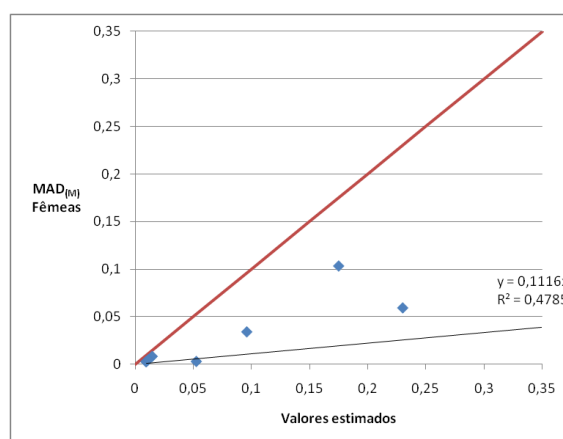


Figura 29 – Validação do modelo de risco para a mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann).

De acordo com a Figura 29, realmente confirma-se o que se suspeitava. A correlação obtida de 47%, bem como o reduzido valor do declive da recta, comprova que, considerar apenas estas duas variáveis climáticas ou a sua relação, não é suficiente para a concretização e validação de um modelo minimamente aceitável.

8. Resultados e Discussão

Este tipo de resultado não exclui, necessariamente, estes parâmetros climáticos e a sua suposta relação. Apenas indica que a relação entre estas duas variáveis climáticas consegue apenas justificar 47% dos valores estimados. Neste caso, há que ponderar a necessidade de se incluírem outros factores climáticos, que possam ser preponderantes.

8.3.4 Análise da influência da precipitação e insolação na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

Considerando o ciclo de vida de *C. capitata* e partindo do princípio que este decorre em parte no solo, talvez seja necessário considerar mais alguns factores climáticos que possam causar alterações ao desenvolvimento das pupas no interior do solo. Destes factores são de realçar, a precipitação (Fig. 30) e a insolação (Fig. 31).

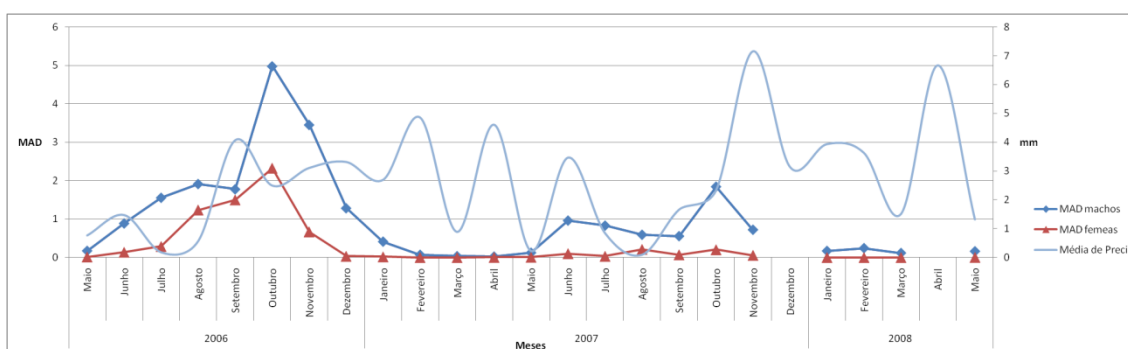


Figura 30 – Relação entre a curva de voo dos adultos mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) e a variação da precipitação média, ao longo do período do estudo.

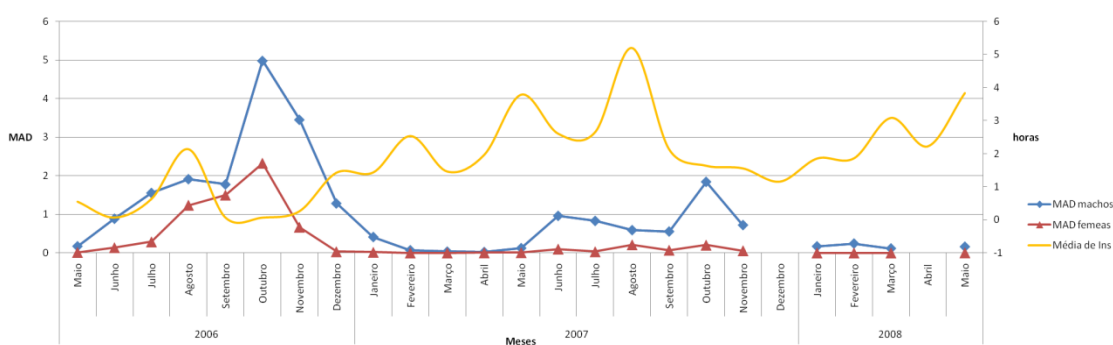


Figura 31 - Relação entre a curva de voo de adultos mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) e a variação da insolação média, ao longo do período do estudo.

É do conhecimento global que todos os organismos que passam parte do seu ciclo de vida no interior do solo obtêm a água necessária para a sua sobrevivência,

principalmente através da humidade presente neste. Parte dessa humidade provém da precipitação. De acordo com Bodenheimer (1951), a falta de água no solo causa a desidratação das pupas, e água em excesso poderá fomentar o aparecimento e proliferação de fungos que vão destruir as pupas.

Assim sendo, ao correlacionar-se as $MAD_{(M)}$ com os valores médios da precipitação total diária, obteve-se a correlação explicitada na Figura 32.

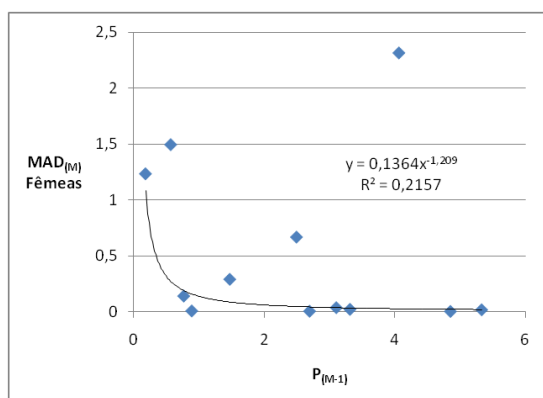


Figura 32 - Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e a precipitação (P), no período deste estudo.

Verifica-se que, havendo alguma correlação entre a quantidade de precipitação e as $MAD_{(M)}$, esta será mesmo muito fraca (Fig. 32). Isto porque, apenas 21% da precipitação ocorrida é que explica as MAD obtidas.

Quanto à Insolação, esta traduz o número total de horas de radiação solar directa. A temperatura do ar num determinado local está, assim, dependente da capacidade do solo de absorver ou reflectir a radiação solar incidente. Assim sendo, o albedo do solo pode contribuir, quer para a variação da temperatura do ar de um determinado local, quer também para a variação da própria temperatura do solo. Contudo, apesar de teoricamente a insolação ser uma variável importante, considerando a área total de estudo e a enorme diversidade de locais onde as armadilhas estiveram montadas, o recurso às $MAD_{(M)}$ de certa forma, diluíram o efeito singular e característico de cada local.

Atendendo à elevada dependência de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) face às variações da temperatura já demonstrada, ao tentar-se estabelecer uma correlação entre as MAD e a Insolação, obteve-se a Figura 33.

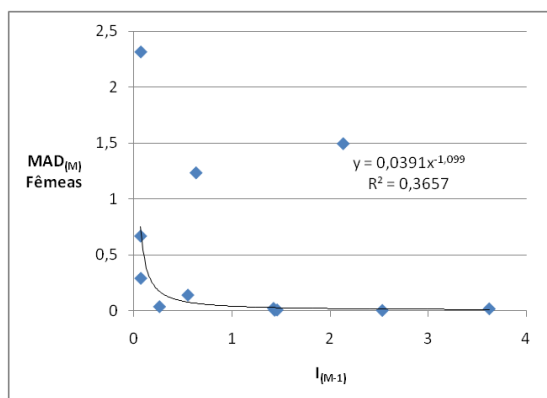


Figura 33 - Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e a insolação, no período deste estudo.

A Figura 33 vai de certa forma ao encontro do que é referido por Vieira (1952) sobre a relação entre as capturas de adultos de *C. capitata* e a radiação solar. De acordo com Vieira (1952), este insecto além de preferir determinadas espécies de fruteiras, procura, num mesmo hospedeiro a parte mais periférica da copa, nos dias ensombrados e de temperatura mais baixa e nos dias mais quentes, de sol descoberto, abandona os sítios mais soalheiros, refugiando-se no interior da copa.

Apesar da Figura 33 parecer uma fraca correlação (36%), entre as capturas e a insolação, é possível identificar uma ligeira relação traduzida pelo facto de que quanto maior é a Insolação, menor é a $MAD_{(M)}$. A existência de pelo menos dois pontos que fogem literalmente a esta linha de tendência dever-se-á certamente à enorme diversidade de condições a que cada uma das armadilhas esteve sujeita, não tendo sido possível obter uma correlação mais sólida.

8.3.5 Análise da influência do rácio precipitação/insolação na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

De acordo com Brady & Weil (1999) um solo seco, aquece mais rápido que um solo húmido. Assim sendo, a insolação que incide num solo seco terá um efeito de incremento térmico mais acelerado do que a mesma quantidade de insolação num solo húmido.

Tendo em conta esta relação de acontecimentos, será de admitir que talvez haja alguma ligação entre estas duas variáveis climáticas (precipitação e insolação) e as $MAD_{(M)}$.

Assim sendo, numa primeira instância foi-se analisar a correlação do rácio entre a Precipitação e Insolação com as $MAD_{(M)}$ e, numa segunda instância, a correlação do produto das duas referidas variáveis climáticas com as $MAD_{(M)}$.

Realizando o cálculo do rácio entre a Precipitação e Insolação e correlacionando-o com as MAD , obteve-se a Figura 34.

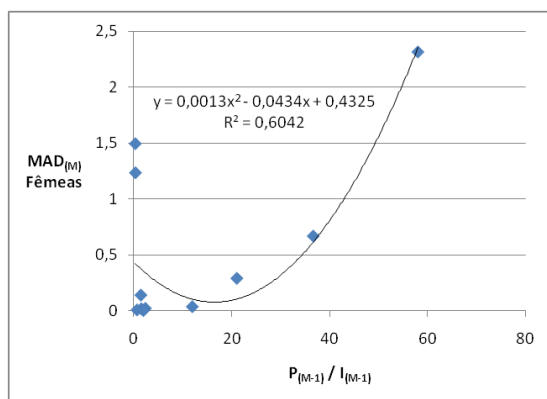


Figura 34 - Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e o rácio entre a Precipitação e a Insolação, no período deste estudo.

De acordo com o gráfico da Figura 34, apesar de se ter obtido uma correlação baixa (60%), aparentemente parece existir alguma relação entre o rácio calculado e as $MAD_{(M)}$. A baixa correlação obtida, certamente deveu-se à existência dos dois "outliers" evidentes na referida Figura.

A existência de "outliers", ou seja, a existência de pontos distantes dos restantes dados, é algo que é comum em muitas análises deste tipo, pois normalmente há sempre outros factores em jogo que certamente não foram considerados. Erro humano na introdução dos valores na base de dados, ou mesmo problemas dos sensores da estação climática, por exemplo, neste caso, poderão ser apenas um ou dois entre muitos outros.

Ao realizar uma análise dos registos de capturas, não se verificou, aparentemente, a existência de quaisquer registos anómalos. Quanto à possibilidade dos dados climáticos não estarem correctos, após uma análise minuciosa, verificou-se que aparentemente, também não foram detectados quaisquer dados climáticos anómalos.

No entanto, ao remover estes dois "outliers" (relativos a Julho e Agosto), a correlação ascendeu praticamente quase a 100%, tal como se pode observar na Figura 35.

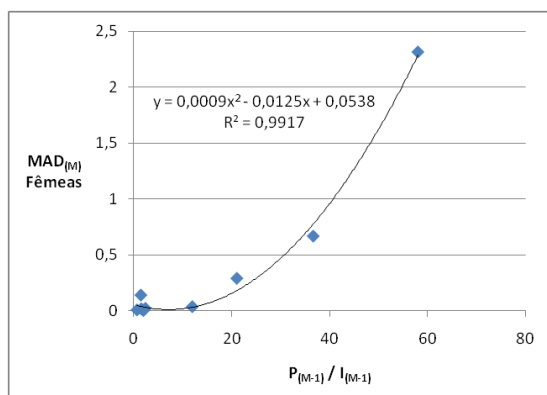


Figura 35 - Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e o rácio entre a precipitação e a insolação, no período estudado.

Contudo, apesar da linha de tendência da Figura 35 apresentar uma elevadíssima correlação entre os valores estimados do rácio e os $MAD_{(M)}$ registados (99%), é de notar que a maioria dos pontos em análise está praticamente quase na origem. Apenas 4 dos 10 meses em análise é que sobressaem em relação aos restantes. Este tipo de situação leva a crer, como os pontos aglomerados na origem estão de tal forma condensados, que cada um desses pontos estará a exercer um peso insignificante em relação aos restantes para obtenção da linha geral de tendência. Admitindo que o aglomerado corresponderia a um único ponto, este e os restantes quatro pontos que sobressaem, é que são os pontos dominadores desta linha de tendência. Desta forma, a diversidade dos seis pontos estaria de certa forma abafada, já para não referir o facto de que os dois "outliers" removidos possuem praticamente o mesmo rácio que o conjunto dos pontos aglomerados.

Considerando a posição, em termos de rácio, dos dois "outliers", será de admitir que estes não deverão ser removidos da análise, pois atendendo ao que foi anteriormente discutido, se não fossem os elevados valores das $MAD_{(M)}$ destes "outliers", estes pontos estariam certamente na origem do gráfico juntamente com os restantes quatro.

Tendo em conta este tipo de situação, será de admitir que existe ou existem outros factores que deveriam ser considerados para que estes dois "outliers" (Julho e Agosto) deixassem de o ser.

Contudo, mesmo incluindo todos os dados, apesar de a correlação ser baixa (60%), não deixa de ser curioso a disposição dos quatro pontos em relação ao aglomerado. A sua disposição sugere que o rácio da Precipitação e Insolação poderá influenciar o ciclo de vida de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) mas, somente, a partir de um determinado nível de rácio, ou, mesmo, a partir de determinadas condições.

8.3.6 Análise da influência do produto entre a Precipitação e Insolação na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

Realizando o cálculo do produto entre a Precipitação e Insolação, e correlacionando-o com as $MAD_{(M)}$, obteve-se a Figura 36.

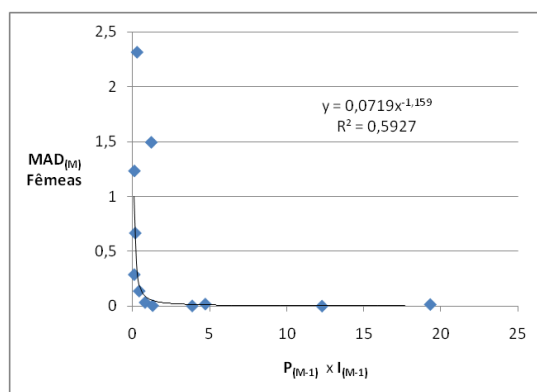


Figura 36 - Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e o produto entre a precipitação e a insolação, no período estudado.

De acordo com a Figura 36, é possível constatar que aparentemente existe uma baixa correlação (59%) entre o produto das duas variáveis climáticas com as $MAD_{(M)}$. A correlação calculada nesta análise é ligeiramente inferior (em cerca de 1%) em relação à análise anterior onde se recorreu ao rácio entre as referidas variáveis climáticas (precipitação e insolação).

Contudo, apesar desta última análise ter revelado uma baixa correlação e ser ligeiramente inferior à anterior, é possível constatar visualmente, que os pontos estão bem distribuídos ao longo dos eixos (Fig. 36). Ou seja, comparando esta com a Figura 34, é possível verificar que nesta última análise, não existem aglomerados de pontos nem "outliers" e os pontos estão bem alinhados entre si, se bem que este alinhamento é muito coincidente com o dos eixos.

Considerando a proximidade dos pontos a ambos os eixos, é compreensível que com este padrão de dispersão de pontos se torne difícil a obtenção de uma equação de uma linha de tendência que satisfaça todos os pontos e desta forma que se obtenha uma correlação mais elevada.

Tendo em conta a testagem das diferentes hipóteses de relação e a discussão de resultados até agora realizada, ficou demonstrado que existem mais do que duas variáveis climáticas em jogo. O problema surge quando se pretende obter uma adequada relação entre as variáveis até agora analisadas de maneira a que justifiquem o máximo dos valores observados no campo.

Considerando os padrões de dispersão de pontos das Figuras 36 e 34, o passo seguinte a dar será o que apresenta o melhor alinhamento de pontos. Neste caso dever-se-á recorrer ao produto da Precipitação com a Insolação, porque, como foi anteriormente referido, neste tipo de análise os pontos do gráfico estão muito próximos dos eixos. Assim sendo, será necessário forçá-los a distanciarem-se dos eixos de modo a revelarem as suas oscilações e a assumirem um formato mais adequado à obtenção de uma linha de tendência satisfatória. Para tal, será necessário realizar operações matemáticas como a soma, a multiplicação ou mesmo a potenciação.

8.3.7 Análise da influência de diversas operações matemáticas envolvendo os parâmetros climáticos na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

Considerando a elevada correlação obtida observada na Figura 28, aquando da testagem do rácio entre a Temperatura e Humidade Relativa do Ar, será importante tentar recorrer a este rácio para a concretização das operações matemáticas anteriormente referidas.

Como resultado dessa testagem para cada uma das diversas operações matemáticas anteriormente referidas, obtiveram-se as Figuras 37 a 39.

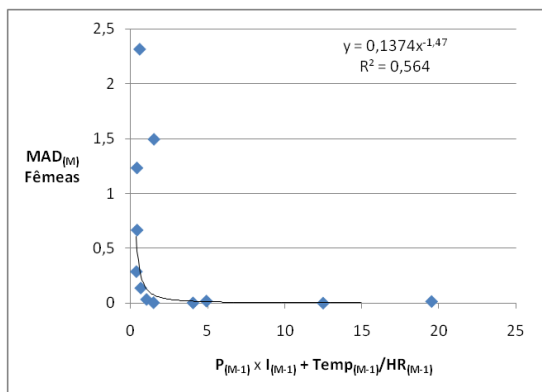


Figura 37 - Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e $(P_{(M-1)} \times I_{(M-1)}) + Temp_{(M-1)}/HR_{(M-1)}$

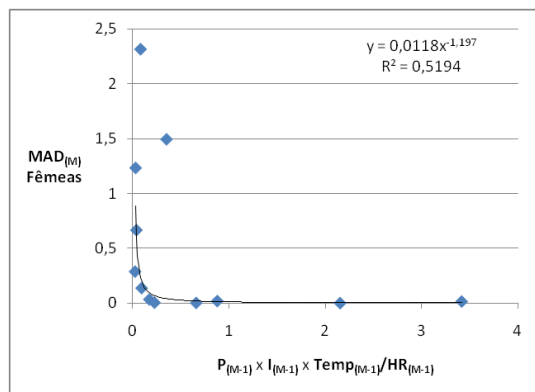


Figura 38 - Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e $(P_{(M-1)} \times I_{(M-1)}) \times Temp_{(M-1)}/HR_{(M-1)}$

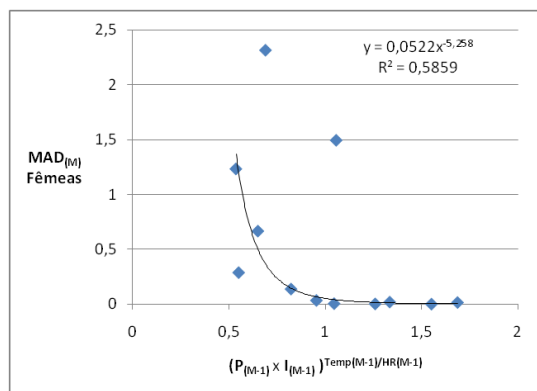


Figura 39 - Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e $(P_{(M-1)} \times I_{(M-1)})^{Temp_{(M-1)}/HR_{(M-1)}}$

Como se pode verificar da análise das Figuras de 37 a 39, é possível constatar que, das operações matemáticas realizadas, a relativa a potenciar o produto da Precipitação com a Insolação, pelo rácio entre a Temperatura e a Humidade Relativa do Ar, é a que aparentemente, transmite maior correlação entre os valores calculados e as $MAD_{(M)}$. No entanto, esta correlação de apenas 58%, não é suficiente. A existência de dois "outliers" na Figura 39, contribui para o facto de não se poder obter uma correlação minimamente aceitável.

Tendo em conta o que foi descrito, aquando da análise da Figura 34, seria de admitir que os dois "outliers" agora evidenciados seriam novamente os que já haviam sido referidos. No entanto, tal não acontece. Na análise da Figura 34, os "outliers" correspondiam aos meses de Julho e Agosto, e agora na Figura 39, os "outliers" correspondem aos meses de Agosto e Setembro. Tendo em conta estes resultados, será de admitir que algo mais terá de ser considerado nesta análise.

Atendendo à dispersão dos pontos na Figura 39, a solução passaria pelo deslocamento em X dos dois "outliers", ou dos restantes pontos. Como cada ponto

não poderá ser alterado independentemente, há que considerar outras possíveis variáveis.

Vieira (1952) refere que não se deve menosprezar a acção dos ventos intensos na diminuição de adultos, como tal, analisando os valores da Velocidade Média e/ou a Máxima do Vento, concluiu-se que estes parâmetros poderá(ão) ajudar a incluir os actuais "outliers" aos restantes dados. Atendendo ao facto que a correlação do rácio entre a Temperatura e a Humidade Relativa do Ar com as $MAD_{(M)}$ é muito elevado (91%), será de admitir que esta componente estará já completa a nível de variáveis. Assim sendo, tentou-se incluir mais variáveis climáticas à base do exponencial. O problema que se levantou novamente foi o relativo ao tipo de operação matemática mais adequada a realizar.

Considerando que os valores do produto da Insolação e Precipitação forneceram valores por vezes ora muito inferiores a 0 ora valores superiores a 1 para o agravamento da dispersão dos pontos, a operação matemática que, talvez, fazia mais sentido de realizar seria a da soma.

Adicionando os valores da Velocidade do Vento à base do exponencial, obtiveram-se as seguintes Figuras 40 e 41.

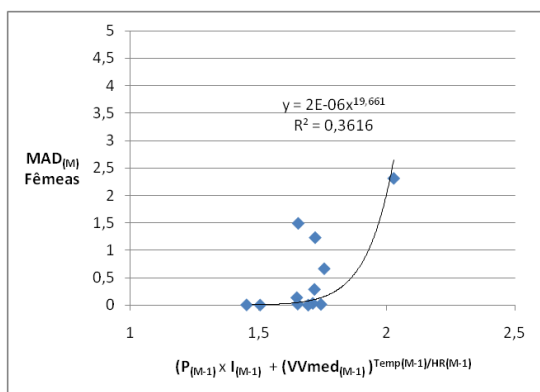


Figura 40 - Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e $(P_{(M-1)} \times I_{(M-1)} + (VVmed_{(M-1)})^{Temp_{(M-1)}/HR_{(M-1)}})$

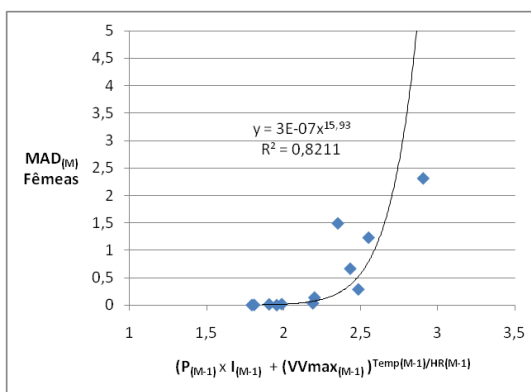


Figura 41 - Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e $(P_{(M-1)} \times I_{(M-1)} + (VVmax_{(M-1)})^{Temp_{(M-1)}/HR_{(M-1)}})$

Atendendo à linha de tendência obtida na Figura 40, a sua correlação baixou para 36%, o que poderá revelar uma fraca correlação entre os valores calculados e as $MAD_{(M)}$. No entanto, após a adição da Velocidade Média do Vento à base do exponencial, a disposição dos dados praticamente quase que se inverteu em relação à Figura 39.

Quanto à Figura 41, esta evidencia uma boa correlação (82%) e à semelhança da Figura 40, também se verifica uma inversão da linha de tendência.

De facto, a velocidade do vento poderá ter impacto na dispersão dos adultos de *C. capitata*. Este impacto tanto pode ser positivo para a sua dispersão, permitindo maiores distâncias por arrasto, como pode ser negativo, obrigando os adultos a abrigarem-se ou mesmo prejudicar as fêmeas adultas aquando da ovoposição. A existência de vento promove também um rápido arrefecimento de todas as superfícies húmidas.

Considerando tudo o que já foi discutido acerca do ciclo de vida de *C. capitata*, o vento poderá ter algum efeito na regulação da temperatura a nível do solo ou noutras superfícies em que se encontrem as larvas de *C. capitata*.

No entanto, mesmo apesar de na Figura 41 se observar uma boa correlação, a Velocidade Máxima é uma medida relativamente fraca a nível de informação. Isto porque, se atendermos ao facto de, por exemplo a Velocidade Média do Vento corresponder a 2km/h, uma rajada esporádica e de fraca duração poderá induzir um registo de uma velocidade máxima de por exemplo 10km/h. Ou seja, a Velocidade Máxima do vento poderá resultar de um ou vários registos iguais de duração ou de durações diferentes, pelo que a correlação obtida (82%) não será provavelmente sólida. Assim sendo, seria de esperar que caso houvesse influência do vento, esta fosse dependente da Velocidade Média do Vento e não da Velocidade Máxima do Vento. Utilizando a Velocidade Máxima, verificou-se que a correlação melhorou significativamente, pelo que será licito deduzir que seria necessário aumentar, ainda mais o valor da base do exponencial.

Apesar de não haver dados quantitativos sobre a duração da intensidade da Velocidade Máxima do Vento, há que considerar também as reduzidas dimensões dos adultos de *C. capitata*. De facto, apesar de esta ser uma variável pouco sólida em termos de informação, uma rajada de vento esporádica, por exemplo, poderá arrastar alguns adultos para longe. Tendo em conta que há necessidade de aumentar o valor da base do exponencial, inclui-se a Velocidade Média e Máxima do Vento.

Como se pretendia aumentar a base do exponencial, ao realizar a soma e o produto dos dois valores de Velocidade, obtiveram-se as Figuras 42 e 43.

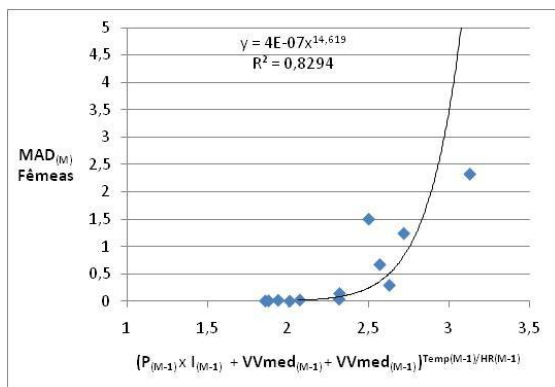


Figura 42 - Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e $(P_{(M-1)} \times I_{(M-1)} + VVmed_{(M-1)} + VVmed_{(M-1)})^{Temp_{(M-1)}/HR_{(M-1)}}$

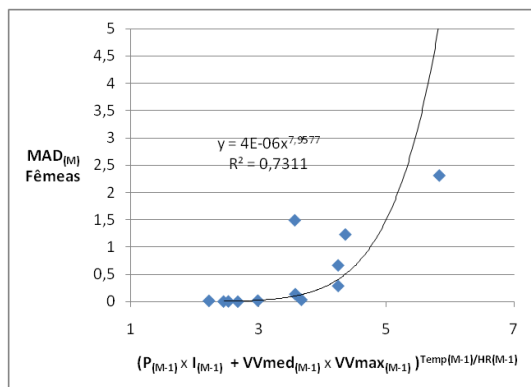


Figura 43 - Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e $(P_{(M-1)} \times I_{(M-1)} + (VVmed_{(M-1)} \times VVmax_{(M-1)}))^{Temp_{(M-1)}/HR_{(M-1)}}$

De acordo com as Figuras 42 e 43, a operação matemática que revelou a melhor correlação, foi a da adição. No entanto, é curioso que a Figura 43 apresente uma correlação muito próxima do aceitável (73%). Tendo em conta essa proximidade, e a possibilidade da existência de outras variáveis não consideradas, ir-se-ão manter as duas operações matemáticas em separado até que uma evidencie, de facto, uma fraca correlação ou que no decorrer do processo de validação exclua uma.

Analisando as figuras anteriores, é possível constatar que a maior diferença entre estes está na posição de um ponto, que no gráfico da Figura 43, se afasta mais da linha de tendência causando muito provavelmente a diferença dos 9% na correlação registada entre as duas situações analisadas. Ainda a respeito da dispersão dos pontos nos dois gráficos, é possível constatar que, de um modo geral, a dispersão dos pontos segue o mesmo tipo de linha de tendência registada na Figura 24 relativa à determinação da correlação entre a $Temp_{(M-1)}$ e os $MAD_{(M)}$. Assim sendo, ao realizar o produto entre a Temperatura Média e o resultado obtido utilizando a função exponencial, será lógico admitir que o tipo de linha de tendência manter-se-á e, poderá mesmo, contribuir para melhorar a correlação entre os valores calculados e as MAD.

Tendo em conta esta hipótese, ao multiplicar a base da função exponencial pela Temperatura Média, em cada uma das funções exponenciais anteriores, obtiveram-se as Figuras 44 e 45.

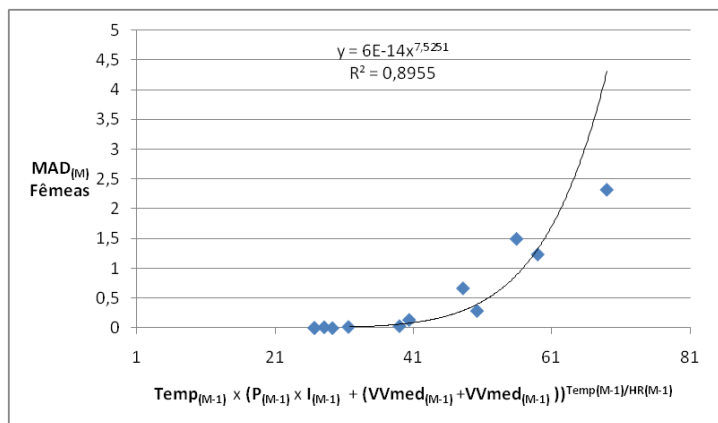


Figura 44 – Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e $Temp_{(M-1)} \times (P_{(M-1)} \times I_{(M-1)} + VVmed_{(M-1)} + VVmed_{(M-1)})^{Temp_{(M-1)}/HR_{(M-1)}}$

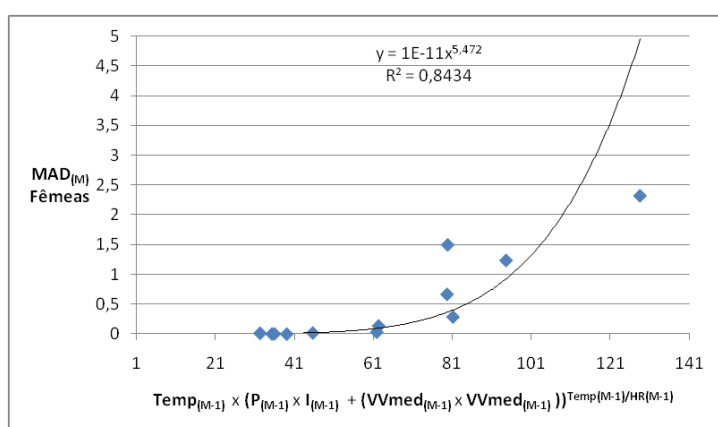


Figura 45 - Linha de tendência e respectiva correlação entre $MAD_{(M)}$ Fêmeas e $Temp_{(M-1)} \times (P_{(M-1)} \times I_{(M-1)} + (VVmed_{(M-1)} \times VVmed_{(M-1)}))^{Temp_{(M-1)}/HR_{(M-1)}}$

Tal como se esperava, obteve-se uma melhoria da correlação em ambas as funções exponenciais. Uma melhoria da correlação em 7% para este tipo de equação exponencial, enquanto em relação ao utilizado para obter as Figuras 43 e 45, obteve-se uma melhoria ainda maior, na ordem dos 11%.

Tendo em conta estes resultados, é possível afirmar que as correlações obtidas são muito satisfatórias, senão mesmo ótimas como a ilustrada pela Figura 44. No entanto, a correlação obtida nesta Figura 44 apenas consegue explicar mais 5% dos dados. Assim, ambas as correlações, mesmo na ausência de outras opções seriam suficientes para serem admitidas para a validação. Face a estes pressupostos avançou-se na testagem e validação de cada uma das equações exponenciais.

Substituindo a variável x , na equação da linha de tendência que relaciona as diferentes variáveis climáticas, pela função exponencial, obtiveram-se as seguintes equações:

- Equação 1

- Equação 2

Ao realizar a validação destas duas equações, obtiveram-se os resultados apresentados nas Figuras 46 e 47.

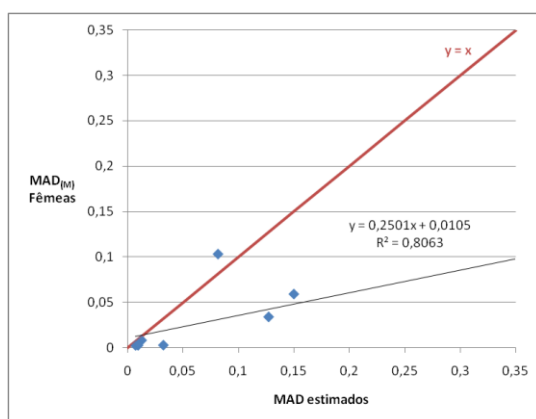


Figura 46 – Resultado da validação da Equação 1.

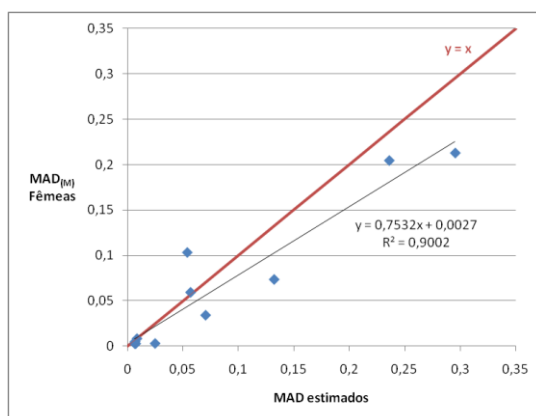


Figura 47 - Resultado da validação da Equação 2.

De acordo com as Figuras 46 e 47, o resultado que revela maior correlação entre os dados estimados e os observados no campo, provem da validação da Equação 2, de onde resulta uma correlação de 90% entre os valores estimados e as $MAD_{(M)}$ observados no campo. O resultado da correlação da validação da Equação 1 é de 80%. Como já referido, no início desta análise, o melhor modelo é aquele que

consegue estabelecer correlações o mais próximo possível de 100% com uma equação de recta com um declive de 1 e um valor de intersecção de 0. Assim sendo, o resultado de validação que melhor satisfaz as referidas condições, é a Equação 2. A referida equação possui uma aproximação muito satisfatória. No entanto, apesar de se verificar uma correlação elevada (90%), de acordo com o declive da recta (0,75), o modelo terá tendência a sobrestimar as $MAD_{(M)}$ calculados. Ou seja, os valores estimados terão tendência a serem, em termos quantitativos, 25% superiores aos $MAD_{(M)}$ observados no campo.

8.3.8 Versão final do modelo que envolve os parâmetros climáticos na explicação do desenvolvimento da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann)

Equação final:

Onde:

Tendo em conta que a $MAD_{(M)}$, traduz o número médio de indivíduos capturados numa armadilha, num dia, ao realizar a divisão da unidade pelo valor obtido pelo modelo, desde que este seja inferior a 1, teoricamente, obter-se-á o número de dias necessários para que uma armadilha esteja no campo para no mínimo capturar um indivíduo. Ou seja, realizando a divisão da unidade pelo valor inferior a 1 obtido a partir do modelo, poder-se-á obter uma previsão, em termos de dias, a partir dos quais surgirão, para uma armadilha, os primeiros indivíduos adultos de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann).

8.4 Testes de Dispersão utilizando machos esterilizados

8.4.1 Realizados nas parcelas de produção frutícola na freguesia dos Biscoitos

Os resultados obtidos a partir dos testes de dispersão nas parcelas de produção de macieiras, no meio rural, da freguesia dos Biscoitos são apresentados na sequência representada nas Figuras 48 a 53.

Da análise visual destas figuras depreende-se que 24 e 72 horas após a libertação dos machos esterilizados, quase todas as armadilhas dos dois círculos concêntricos montados em redor dos pontos de largada registavam já capturas destes. A localização e o comportamento dos machos selvagens foi um ponto importante também a analisar porque foi um indicativo da integração no ambiente dos machos esterilizados após a sua libertação. Pelo que se pode observar na Figura 48 e comparando-a com a Figura 49, é possível constatar que onde se registou a presença de machos selvagens, estavam também presentes machos esterilizados, indicador da plena integração destes no interior da população local.

Os resultados destes testes de dispersão permitem concluir que, os machos esterilizados libertados adaptaram-se muito bem às condições do local pois, em apenas 24 horas o círculo de armadilhas mais externo (200m) já registava capturas suas. Os registos seguintes nas armadilhas indicam que os machos esterilizados continuaram a dispersar-se no interior da parcela tratada e a misturarem-se e a integrar-se, com sucesso, no seio da população selvagem de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann).

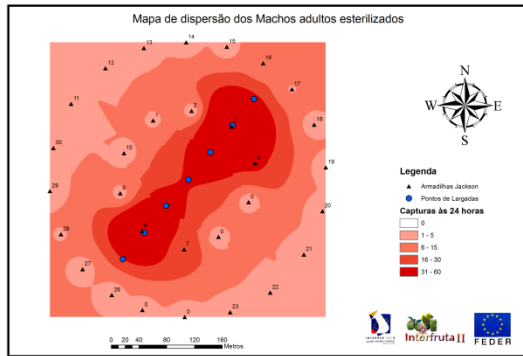


Figura 48 – Dispersão dos machos adultos esterilizados de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), 24 horas após libertação nos pomares de macieira, nos Biscoitos.

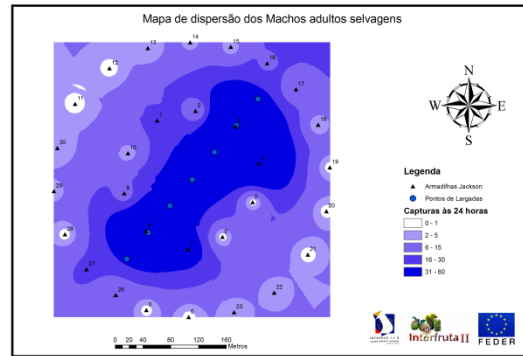


Figura 49 – Dispersão dos machos adultos selvagens de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), 24 horas após libertação dos machos adultos esterilizados, nos pomares de macieira nos Biscoitos.

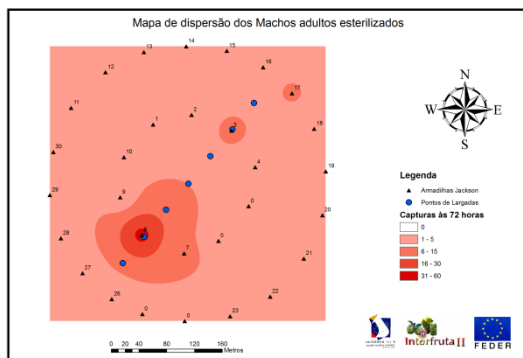


Figura 50 – Dispersão dos machos adultos esterilizados de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), 72 horas após libertação, nos pomares de macieira nos Biscoitos.

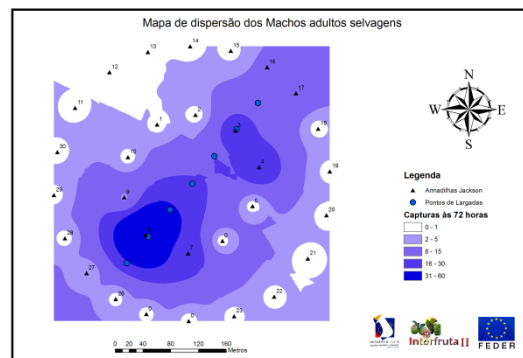


Figura 51 – Dispersão dos machos adultos selvagens de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), 72 horas após libertação dos machos adultos esterilizados, nos pomares de macieira nos Biscoitos.

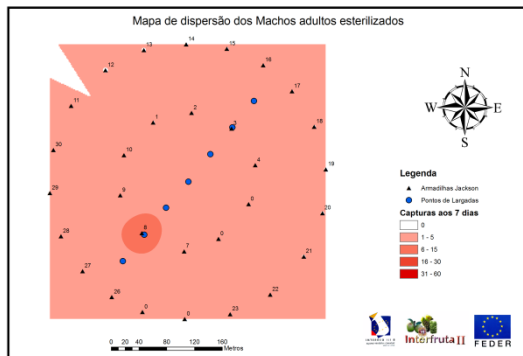


Figura 52 – Dispersão dos machos adultos esterilizados de *C. capitata* (Wieemann.), 7 dias após libertação, nos pomares de macieira nos Biscoitos.

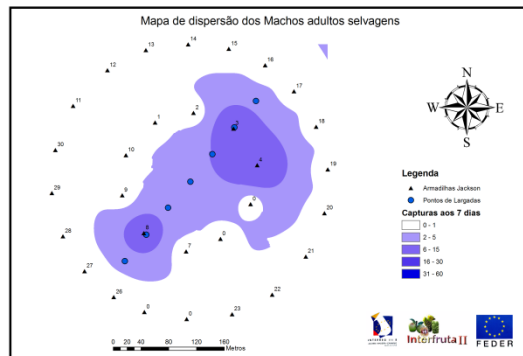


Figura 53 – Representação tridimensional da dispersão dos machos adultos selvagens de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), 7 dias após libertação dos machos adultos esterilizados, nos pomares de macieira nos Biscoitos.

8.4.2 Realizados no meio urbano da cidade de Angra do Heroísmo

No meio urbano, os resultados obtidos a partir do teste de dispersão realizado no interior da cidade de Angra do Heroísmo, são apresentados na sequência desde a Figura 54 à 59.

De acordo com os resultados visíveis nas diferentes figuras que traduzem a evolução após a libertação dos machos esterilizados e comportamento da população selvagens, observou-se que 24 horas após a largada dos machos adultos esterilizados, foi possível registar entre 6 a 15 capturas por armadilha no círculo externo. Atendendo ao que observado no ensaio desenvolvido na zona rural (Biscoitos) esta situação seria também de igual importância, se não fosse o facto de, como se pode verificar a partir da representação tridimensional (Figura 60), da área de dispersão em Angra do Heroísmo, que estes registos de capturas nas armadilhas do círculo externo ocorrem mesmo para além de uma barreira natural de posição altimétrica mais elevada. Este facto evidencia o poder de mobilidade e de adaptação destes machos esterilizados, pois em apenas 24 horas superaram uma barreira natural de altimetria mais elevada e dispersaram-se para o outro lado desta.

Da análise da Figura 49, observa-se uma grande abundância de machos selvagens na área de estudo, pelo que afirmar que os machos esterilizados se integraram com sucesso, poderá ser um pouco prematuro, passadas 24h da sua libertação no campo, visto que estes foram libertados praticamente no centro desta elevada concentração de machos selvagens. Contudo, se se analisar o registo de capturas, quer dos machos esterilizados quer dos machos selvagens desde a Figura 54 à 59, é possível constatar que os machos esterilizados, efectivamente, se integraram no seio dos selvagens pois de acordo com a sequência de registos, constata-se que os focos dos machos esterilizados são coincidentes com os dos machos selvagens.

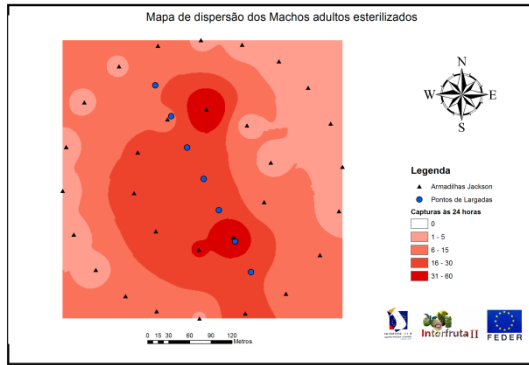


Figura 54 – Dispersão dos machos adultos esterilizados de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), 24 horas após a libertação, nas quintas e pomares mistos em Angra do Heroísmo.

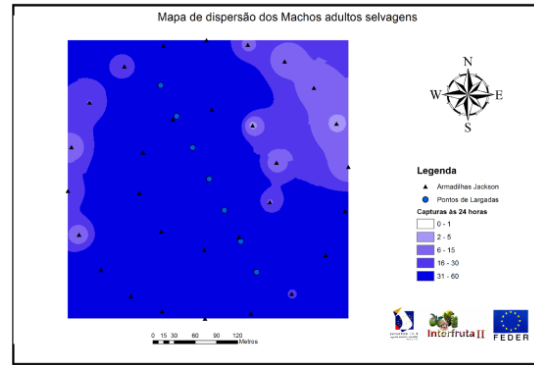


Figura 55 – Dispersão dos machos adultos selvagens de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), 24 horas após libertação dos machos adultos esterilizados, nas quintas e pomares mistos em Angra do Heroísmo.

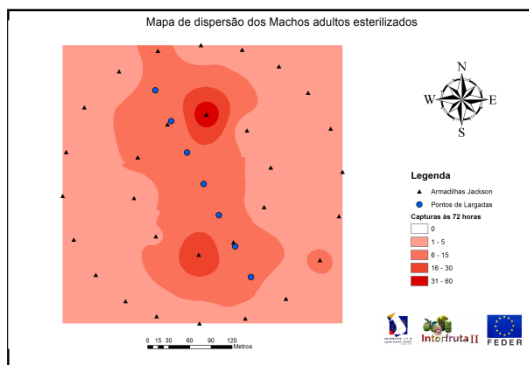


Figura 56 – Dispersão dos machos adultos esterilizados de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), 72 horas após a libertação, nas quintas e pomares mistos em Angra do Heroísmo.

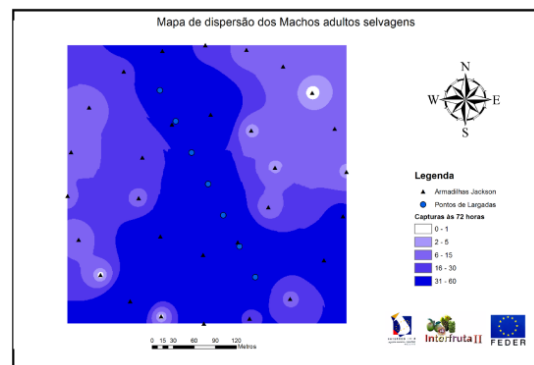


Figura 57 – Dispersão dos machos adultos selvagens de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), 72 horas após libertação dos machos adultos esterilizados, nas quintas e pomares mistos em Angra do Heroísmo.

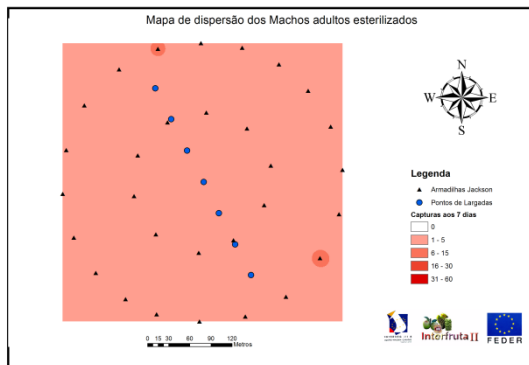


Figura 58 – Dispersão dos machos adultos esterilizados de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), 7 dias após a libertação, nas quintas e pomares mistos em Angra do Heroísmo.

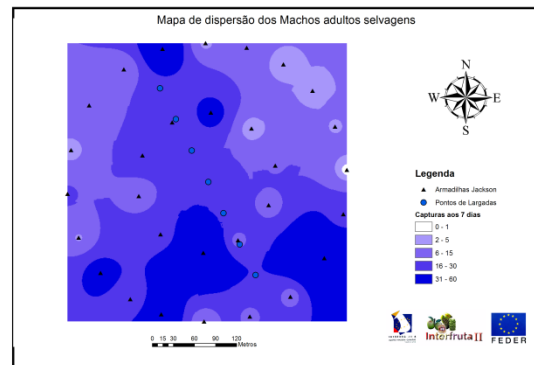


Figura 59 – Dispersão dos machos adultos selvagens de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), 7 dias após libertação dos machos adultos esterilizados, nas quintas e pomares mistos em Angra do Heroísmo.



Figura 60 – Representação tridimensional da dispersão dos machos adultos esterilizados de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), 24 horas após a libertação, nas quintas e pomares mistos em Angra do Heroísmo.

9. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos a nível de infestação de frutos, é possível constatar que a sobrevivência da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) está muito dependente da disponibilidade de frutos. Contudo, como foi demonstrado, *Solanum mauritianum* Scop que é uma infestante, ou seja, o seu fruto não possui qualquer valor económico, é utilizado com sucesso pela mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) para garantir a sua sobrevivência.

De acordo com os resultados obtidos, a nível de monitorização, as Fêmeas são as que apresentam maiores susceptibilidades de serem afectadas pelos factores climáticos, pelo que será importante manter uma monitorização, quer a nível populacional quer a nível dos factores climáticos de modo a que utilizando o modelo criado e validado, se possa obter uma previsão segura e atempada, constituindo assim uma forma real de estimativa de risco de acordo com cada uma das culturas a proteger.

Os modelos são aproximações grotescas da realidade e tentam sumarizar algo em apenas alguns cálculos e como tal apresentam algumas limitações.

O modelo obtido, foi desenvolvido com dados provenientes de 274 armadilhas dispersas pela Ilha Terceira, dos 0 aos 200 metros de altitude, e como tal o efeito de microclimas associados a depressões geográficas está diluído neste tipo de modelo que no fundo só avalia o risco, tendo em consideração as variáveis climáticas para a Ilha Terceira. É um modelo direccionado, somente para a previsão da presença de adultos de *C. capitata*.

Parte do ciclo de vida da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) ocorre no solo. É certo que o modelo tem em consideração a precipitação e insolação, mas o tipo e as características deste substrato também é um factor importante a ser considerado, pois dependentemente da sua qualidade (compactação) e cobertura vegetal, irá determinar a profundidade a que as larvas de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) se irão soterrar para pupar protegendo-se, assim, dos referidos factores físicos adversos.

A disponibilidade de alimento, como para qualquer ser vivo, é um factor extremamente importante para o seu desenvolvimento e sobrevivência. Parte desse alimento é água, e essa variável está de certa forma contemplada no modelo com inclusão da precipitação. Contudo, este insecto necessita de líquidos também

açucarados que normalmente estão apenas presentes nos frutos hospedeiros. Dado o carácter geral deste modelo, a disponibilidade de frutos não foi considerada e como tal constitui uma grande limitação.

As dispersões provenientes dos diversos focos detectados, sugerem a existência de corredores ecológicos para esta praga, como sejam por exemplo pomares abandonados ou simplesmente áreas onde existem, por exemplo infestantes (caso do *Solanum mauritanum* Scopoli, mas que são preponderantes para a sua sobrevivência. Quando se refere pomares abandonados, é de englobar, também, os próprios quintais de particulares, que embora de reduzida área e dimensão, contêm pelo menos uma árvore de fruto (como por exemplo araçazeiros e figueiras) bastante atractivos para a mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann). O facto destas árvores de fruto, na sua maioria, se encontrarem em terrenos particulares e de reduzida dimensão, torna difícil estender a estas situações a sensibilização no sentido da realização de tratamentos contra esta praga, quando esta atinge níveis populacionais elevados.

Considerando o possível raio de dispersão de um único adulto de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) sem distinção entre meio rural e urbano, ressalta o facto de ser necessário tomar medidas realistas no sentido da limitação populacional desta praga anualmente, não só nas zona de produção mas também nas zonas urbana adjacentes, caso contrário, o facto de não se tomarem quaisquer medidas pode prejudicar gravemente quem realmente pretende limitar a actuação desta praga ao inviabilizar a eficácia da aplicação das possíveis medidas de combate.

Assim sendo, o combate a esta praga terá de ser previamente programado de uma forma integrada e dinâmica a nível de Ilha envolvendo Serviços Agrários, produtores e a população em geral, pois a existência de corredores ecológicos que permitem a dispersão e a multiplicação desta importante praga deve-se, em muito, à falta de manutenção de parcelas e a existência de pequenas árvores de fruto em cada quintal.

Com base nos resultados apresentados e discutidos, pode-se afirmar que a luta autocida, e implementação da técnica SIT, recorrendo neste caso à aquisição e utilização de machos esterilizados produzidos na Biofábrica da Madeira, poderá de facto funcionar e ser aplicada às condições da Ilha Terceira, quer em meio rural quer em meio urbano.

O recurso a estes meios biotécnicos como forma de combate à mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) permite, no fundo, a concretização do grande objectivo que é implementar uma protecção integrada contra pragas ao contrário da aplicação de medidas tradicionais de protecção de plantas que actualmente se realiza na Ilha Terceira, baseados unicamente na aplicação de produtos químicos. A realização de campanhas de combate recorrendo, por exemplo, à luta autocida, através das largadas de machos estéreis ou a utilização de estações quimio-esterilizantes será, provavelmente, a forma mais eficaz de se conseguir esse objectivo.

De acordo com o mapa de localização dos principais focos de elevada densidade populacional de fêmeas adultas de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) obtido no decorrer deste trabalho, as áreas que implicarão maior atenção em eventuais campanhas de combate, serão os 15 focos detectados. Considerando que praticamente é a partir destes focos que as fêmeas iniciam a dispersão pela Ilha Terceira, a aplicação de medidas biotécnicas, em particular através da técnica SIT, certamente contribuirá para uma grande redução da população de *C. capitata*.

A altura adequada à realização das campanhas poderá ser facilmente encontrada recorrendo ao modelo de risco obtido, uma vez que este permite, de certa, forma prever a densidade populacional desta praga, de modo a que as campanhas possam ter a máxima eficácia e efeito abrangendo a maior número de adultos de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) possível.

10. PERSPECTIVAS FUTURAS

Considerando que o modelo de risco obtido resulta da determinação das relações entre cada um dos factores climáticos envolvidos, e de que se obteve sucesso na sua validação utilizando um lote alargado de dados provenientes de um período de análise de 13 meses, seria importante realizar mais algum trabalho de modo a testar a sua fiabilidade. Como já foi referido, os resultados de saída do modelo obtido são para a Ilha Terceira no seu global, no entanto seria importante subdividir os dados de monitorização em diferentes secções pela Ilha Terceira no sentido de tornar o modelo obtido mais adequado a cada local da Ilha Terceira.

Considerando a existência de infestantes produtoras de fruto, será importante realizar algum trabalho a nível de recolha desses mesmos frutos para determinar possíveis infestações da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann).

Considerando os mapas de localização dos principais focos de infestação e de elevada densidade de fêmeas adultas de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann), e considerando que a luta autocida poderá ser implementada nas condições da Ilha Terceira, será importante desenvolver algum trabalho de limitação nestes mesmos locais recorrendo aos machos esterilizados produzidos na Biofábrica da Ilha da Madeira de modo a reduzir a densidade populacional selvagem local.

A rede de monitorização que foi montada permitiu obter uma clara imagem do que se passa a nível de Ilha em relação à localização e movimentações da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann). Manter uma rede deste tipo será importante na medida em que permitirá manter uma monitorização constante sobre os locais de maior densidade populacional. Atendendo ao mapa dos locais de maior densidade populacional de fêmeas.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, A.; Godinho, M.; Costa, C. (2005). "Produção Integrada". Sociedade Portuguesa de Inovação; Porto; pp: 104 pág.
- Amaro, P. (2003); A protecção Integrada; ISA/Press, Lisboa; pp: 458 pág.
- Bachrouch, O., Mediouni-Ben Jemâa, J., Alimi, E., Skillman, S., Kabadou, T., and Kerber, E. (2008). Efficacy of the Lufenuron Bait Station Technique to Control Mediterranean Fruit Fly (Medfly) *Ceratitis capitata* in Citrus Orchards in Northern Tunisia. *Tunisian Journal of Plant Protection* 3: 35-45.
- Barry, J.D.; Blessinger, T.; Morse JG.. (2004). Recapture of sterile Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) in California's Preventative Release Program. *Journal of Economic Entomology* v.97 (5), pp: 1554-1562
- Bodenheimer, F. S. (1951). *Citrus entomology. In the Middle East with special references to Egypt, Iran, Irak, Palestine, Syria, Turkey*. S. Gravenhage.
- Brady, N.C. & Weil, R.R. (1999). *The Nature and Properties of Soils*. 12th editon; Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 879pp.
- Brito, E.. 1996. *Modelação do clima insular à escala local – Modelo CIELO aplicado à Ilha Terceira*. Departamento de Ciências Agrárias da Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.
- Carvalho, J. & Aguiar, A. (1997). *Pragas dos Citrinos na Ilha da Madeira*. Secretaria Regional de Agricultura, Florestas e Pescas, Funchal, Madeira, Portugal. 411 pp.
- Carvalho, J. P; Aguiar, A. M. F; Brazão, C; Cravo, D; Félix, A. P; Fernandes, A; Pereira, R; Pestana, M; Rodrigues, M; Sardinha, D & Vasconcelos, Z. (1999). *Contribuição para a Protecção Integrada na Região Autónoma da Madeira. Região Autónoma da Madeira. Secretaria Regional de Agricultura Florestas e Pescas. Direcção Regional de Agricultura. Direcção de Serviços de Investigação Agrícola. POSEIMA / MADEIRA*. 363 pp.
- Costa, R. (2007). *Contributo para o estudo da mosca-do-Mediterrâneo, (Ceratitis capitata Wied.) (Diptera: Tephritidae) e formas de combate em pomares da Ilha*

Terceira. Relatório de estágio de Licenciatura em Engenharia Agrícola; Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 87 pp.

Costa, R.; Nunes, L.V.; Pimentel, R.; Dantas, L. & Lopes, D.J.H. (2005) Determinação da eficácia de diferentes armadilhas na captura de adultos de *Ceratitidis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) na ilha Terceira (Açores). Actas Portuguesas de Horticultura, V congresso Ibérico de Ciências Hortícolas, Seminário do Vilar, Porto, Vol.7:53-58

Estay, S. A.; Lima, M.; Labra, F. A. (2009). Predicting insect pest status under climate change scenarios: combining experimental data and population dynamics modeling. *Journal of Applied Entomology* n.º133, pp: 491-499

Fletcher, B.S. (1989). "Temperature - development rate relationships of the immature stages and adults of Tephritid fruit flies" in A.S. Robson & G. Hooper (eds.), Fruit flies: their biology natural enemies and control. Elsevier Science Publ., New York, 446p.

Hendrichs, J. H.; Robinson, A. S. R.; Cayol, J. P.; Enkerlin, W.. (2002). Medfly areawide sterile insect technique programmes for prevention, suppression or eradication: the importance of mating behavior studies. *Florida Entomologist* v. 85(1)

Leonardo, J. (2002). *Incidência da Mosca-do-Mediterrâneo, Ceratitidis capitata (Wied.) (Díptera: Thephritidae) em pomares de pessegueiros, macieiras e citrinos na Ilha Terceira e testagem de diferentes armadilhas no seu combate*. Relatório de estágio de Licenciatura em Engenharia Agrícola; Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 104 pp.

Lopes, D. J. H.; Pimentel, R.; Costa, R.; Dantas, L.; Correia, O.; Mumford, J. D. & Mexia, A. (2005b) "Importância dos testes de Dispersão no conhecimento do comportamento dos adultos esterilizados da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitidis capitata* Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) libertados num pomar da Ilha Terceira". Actas do VII Encontro Nacional de Protecção Integrada, Coimbra, Portugal, Vol.2 (*in press*).

Lopes, D.J.H.; Pimentel, R.; Costa, R.; Perez, R.C.; Dantas, L.;Ornelas, L.; Silva, D.;Carvalho, M.C.; Mumford; J.D. & Mexia, A.M.M. (2005a) The Interfruta project and the study of Mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata* Wied.) (Diptera:

Tephritidae) distribution in the fruit orchards of Terceira island, Azores. FAO/IAEA INTERNATIONAL CONFERENCE ON AREA-WIDE CONTROL OF INSECT PESTS: Integrating the sterile insect and related nuclear and other techniques, Viena, Áustria. *Book of extended synopses*: 229

Lopes, D.J.H.; Pimentel, R.; Nunes, L.V.L.; Costa, R.M.; Silva, L.; Ázera, S.; Silva, D.; Mumford, J.D. & Mexia, A.M.M. (2006). A aplicabilidade dos SIG na definição de manchas de infestação de mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (*Ceratis capitata* Wiedmann) (Diptera: Tephritidae) na Ilha Terceira e sua aplicabilidade ao estudo de outras pragas chave. *Bol. San. Veg. Plagas*, 32: 385-389.

Lopes, D.J.H.; Pimentel, R.; Macedo, N.; Zorman, M; Ventura, L.B., Dantas, L.; Mexia, A.M.M.; & Mumford, J. (2008) "Aplicabilidade dos SIG no estudo da mosca-do-Mediterrâneo (*Ceratitis capitata* Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na Ilha Terceira". Comunicação oral apresentada em Abril de 2008 no Primeiro Congresso Regional de Fruticultura e Viticultura, promovido pelo Projecto INTERFRUTA II no anfiteatro Departamento de Ciências Agrárias.

Nunes, L.V.L.; Costa, R.M. Dantas, L. & Lopes, D.J.H. (2004) Determinação do grau de infestação em frutos e identificação dos hospedeiros de *Ceratitis capitata* Wiedman (Diptera: Tephritidae) na Ilha Terceira (Açores). *Boletim do Museu Municipal do Funchal* (submetido).

Orlando, T. L.. (1980). *Estudio sobre las hospederas potenciales de la mosca del Mediterráneo Ceratitis capitata Wiedemann*. Con énfasis en las presentes en el área del Soconusco, Chiapas. México. Secretaria de Agricultura y Recurso Hidráulicos, 95 pp.

Papadopoulos, N. T.; Katsoyannos, B. I.; Carey, J. R..1998. Temporal Changes in the composition of the Overwintering Larval Population of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in Northern Greece. *Entomological Society of America* v.91 no. 4 pp: 430-434

Papadopoulos, N. T.; Katsoyannos, B. I.; Carey, J. R.; Kouloussis, N. A..2001. Seasonal and Annual Occurance of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in Northern Greece. *Annals Entomological Society of America* v.94 no. 1 pp: 41-50

11. Referências Bibliográficas

- Pereira, J., (2003); “O comportamento da Mosca-do-Mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Díptera: Tephritidae) em Pegões”; Dissert. Mestrado em Agricultura e Horticultura Sustentáveis; Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 138 pp.
- Powell, M. R. (2003) Modeling the Response of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) to Cold Treatment. *Journal of Economic Entomology* v.96 (2), pp: 300-310
- Rodrigues, F. C. & Rodrigues, A. F. (2003). Distribution of environmental isotopes in precipitation on a small oceanic Island (Terceira-Azores): Some particularities based on preliminary results. *Arquipelago – Agrarian Sciences and Environment*. Vol 1, nº1, pp: 35-40.
- Rodrigues, F. C. & Rodrigues, A. F. 2001. Fingerprint of North Atlantic cyclonic activity by deuterium and oxygen 18 contents of water vapour. Proceedings of the Global Change Open Science Conference: Challenges of a Changing Earth. July 2001. Amsterdam, The Netherlands.
- Rossler, Y. (1988). Country-wide control of the Mediterranean fruit fly (Medfly) in Israel. International Citrus Congress (6th: 1988: Tel Aviv, Israel): Margraf. **3**: 1275-1283.
- Shu-Sheng Liu; Guang-Mei Zhang; Jun Zhu. 1995. Influence of temperature variations on rate of development in insects: Analysis of Case Studies from Entomological Literature. *Annals of The Entomological Society of America* v.88 no. 2 pp: 107-119
- Vieira, R. M. S. (1952). “A mosca da Fruta *Ceratitis capitata* Wiedemann na Ilha da Madeira”. Edição do Grémio dos Exportadores de frutas e produtos hortícolas da Ilha da Madeira. 219 pp

ANEXOS



Ficha de registo de frutos

Armadilha ou Local	Data	Fruto	Peso (g)	Caixa ID	Infestação			
					n.º de larvas	n.º de Pupas	Machos adultos	Fêmeas adultas
	/ /							
	/ /							
	/ /							
	/ /							
	/ /							
	/ /							
	/ /							
	/ /							
	/ /							
	/ /							
	/ /							
	/ /							
	/ /							
	/ /							



Ficha de registo de capturas dos testes de dispersão

Data	Período de observação do ensaio	Local do ensaio
/ /		

Armadilha	Machos Selvagens	Machos Esterilizados	Notas
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			

27

28

29

30
