

**Composição química e atividades biológicas
dos metabolitos secundários de *Cryptomeria japonica* (L.f.) D.Don
sobre a lagarta da pastagem *Pseudaletia unipuncta* Haworth
(Lepidoptera: Noctuidae)**

Dissertação de Mestrado

Ana Carolina Serpa Rodrigues

Mestrado em

Biodiversidade e Biotecnologia



**Composição química e atividades biológicas
dos metabolitos secundários de *Cryptomeria japonica* (L.f.) D.Don
sobre a lagarta da pastagem *Pseudaletia unipuncta* Haworth
(Lepidoptera: Noctuidae)**

Dissertação de Mestrado

Ana Carolina Serpa Rodrigues

Orientadores:

Doutora Elisabete Maria de Castro Lima

Departamento de Ciências da Física, Química e Engenharia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade dos Açores

Doutora Maria Luísa de Melo Oliveira

Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade dos Açores

Dissertação de Mestrado submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Biodiversidade e Biotecnologia

*Dedicada à avó, ao avô e ao tio,
“Sair da ilha é a pior maneira de ficar nela!”*

Daniel de Sá

Agradecimentos

Às minhas orientadoras, Doutora Elisabete Maria de Castro Lima e Doutora Maria Luísa Oliveira, o meu muito obrigada por tornarem isto possível. Pela vossa excelente orientação. Por toda a vossa dedicação, tempo despendido, amizade, carinho, palavras de conforto nas alturas mais complicadas e pela paciência que demonstraram. Por todos os conhecimentos transmitidos e acima de tudo por todo o auxílio e disponibilidade que mostraram ao longo de todo o trabalho experimental e escrita da tese.

Ao Doutor José Silvino Santos da Rosa agradeço o apoio e transmissão de conhecimentos.

Ao senhor Manuel F. Almeida, técnico de laboratório, o meu muito obrigada por toda a ajuda que prestou e pela disponibilidade que mostrou em fornecer-me os diversos materiais essenciais à realização do trabalho experimental.

Aos meus amigos e colegas de laboratório Filipe Arruda, Ana Rita, Jorge Frias e Tiago Paiva por estarem sempre lá para mim. Por me transmitirem pensamentos positivos e por todas as palavras de apoio nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais e namorado, João, Clotilde e Frederico por estarem sempre lá para mim, por não me deixarem desistir, pelos momentos de descontração e por serem o meu amparo, sempre. Às minhas queridas sobrinhas por me fazerem sorrir sempre no momento certo. Obrigada por estarem sempre lá.

À minha família em geral e amigos próximos por contribuírem para o meu sucesso.

O meu sincero obrigada.

Resumo

Na presente tese foram avaliadas, pela primeira vez, as atividades biológicas (ovicida, larvicida, efeitos subletais, efeito antialimentar, efeito de inibição de crescimento e repelência) dos óleos essenciais (OEs) e de extratos orgânicos de *Cryptomeria japonica* (espécie florestal mais relevante dos Açores) sobre a lagarta das pastagens *Pseudaletia unipuncta*, uma das principais pragas agrícolas da Região com consequências graves para a economia local.

Os extratos vegetais a testar (OEs e extratos orgânicos) foram obtidos da ramada de *C. japonica* oriunda da ilha de São Miguel (Açores). O OE foi obtido por hidrodestilação (OE-HD) e por arraste de vapor (OE-AV). Os extratos orgânicos foram obtidos por maceração a frio com acetona e por extração com Soxhlet usando, sequencialmente, solventes orgânicos de polaridade crescente (hexano, diclorometano e metanol). Tendo-se observado a formação de duas fases heterogêneas nos 4 extratos orgânicos obtidos, procedeu-se à sua separação antes da concentração total, resultando assim oito amostras de extratos orgânicos.

No ensaio ovicida, à concentração de 10 mg ml^{-1} , o ACE-Sol (parte sólida do extrato de acetona) e o HEX-FrSol (fração solúvel do extrato de hexano) foram os que apresentaram uma maior atividade inibitória seguido do MET-Res (parte resinosa do extrato de metanol), com valores de 78,6, 66,8 e 55,2%, respetivamente. Em relação à dose letal (DL_{50} e DL_{90}) de inibição de eclosão de ovos, os valores (em mg ml^{-1}) mais baixos foram observados em ACE-Sol (6,58 e 28,16), DIC-Res (parte resinosa do extrato de diclorometano) (9,55 e 24,41) e HEX-FrSol (8,94 e 28,84), respetivamente.

No ensaio larvicida (por contacto, fumigação e ingestão) só foi detetada toxicidade por ingestão, sendo o OE-HD o tratamento mais ativo, originando 12% de mortalidade, seguido pelos OE-AV, HEX-FrIns (fração insolúvel do extrato de hexano) e HEX-FrSol com 6% de mortalidade.

Os efeitos subletais em larvas eclodidas no ensaio da atividade ovicida foram monitorizados. Verificou-se uma diminuição significativa na duração do ovo provocada pelo OE-HD de menos 0,3 dias comparando com o controlo e foi também o responsável pelo aumento da mortalidade das pupas juntamente com o MET-Res. O

OE-AV teve influência na percentagem de larvas mortas e de adultos deformados. A duração larvar e longevidade dos adultos, bem com número de ovos postos pelas fêmeas obtidas dos ovos anteriormente tratados, não foram afetadas pelo efeito dos tratamentos. Os extratos HEX-FrIns, MET-Res, HEX-FrSol e DIC-Res apresentaram influência na duração das pupas. O ACE-Sol foi o que reduziu mais o peso das pupas. Os extratos ACE-Ole (parte oleosa do extrato de acetona), MET-Res e DIC-Res originaram uma redução significativa no número de fêmeas o que levou a uma redução no valor do *sex ratio* da população.

Relativamente ao efeito na nutrição e metabolismo das larvas de *P. unipuncta* no 4º estado larvar, todos os OEs e extratos testados reduziram significativamente, tanto o alimento consumido como o peso ganho, com o DIC-Res, o ACE-Sol e o OE-HD a provocarem o decrescimento mais pronunciado no comportamento alimentar. Os parâmetros nutricionais *feeding deterence index* e a inibição de crescimento foram influenciados principalmente pelos DIC-Res e ACE-Sol. Estes extratos também apresentaram um efeito negativo no processo de assimilação e conversão do alimento em massa corporal, influenciando significativamente os índices eficiência de conversão do alimento digerido, eficiência de conversão do alimento ingerido e a taxa metabólica relativa causando um elevado custo metabólico.

No que diz respeito à repelência através de teste com hipótese de escolha, à 1h e 2h de ensaio, o OE-AV foi o que se mostrou mais ativo, seguido pelo OE-HD.

A partir dos resultados obtidos neste trabalho podemos concluir que existe potencial inseticida dos OEs e extratos orgânicos de *C. japonica* sobre *P. unipuncta* e que podem vir a ser usados no controlo desta praga. Os OEs apresentaram atividade de toxicidade por ingestão (OE-HD), diferentes efeitos subletais, antialimentares (OE-HD) e acentuada atividade repelente (OE-AV). Em relação aos extratos orgânicos verificamos, de uma forma geral, que ACE-Sol, HEX-FrSol e MET-Res mostraram atividade ovicida, efeitos subletais e antialimentares, para além do efeito repelente de DIC-Res e ACE-Sol. Mais estudos terão de ser realizados de modo a otimizar a sua utilização.

Palavras-chave: *Cryptomeria japonica*, *Pseudaletia unipuncta*, óleo essencial, extratos orgânicos, inseticida botânico, ovicida, larvicida, efeitos subletais, repelência, antialimentar.

Abstract

In the present thesis, the biological activities (ovicide, larvicide, sublethal effects, antifeedant effect, growth inhibition and repellency) of essential oils (EOs) and organic extracts of *Cryptomeria japonica* (the most relevant forest species from the Azores) were evaluated for the first time against *Pseudaletia unipuncta*, one of the main agricultural pests in the Region with serious consequences for the local economy.

The plant based extracts to be tested (EOs and organic extracts) were obtained from *C. japonica* leaves and stems from the island of São Miguel (Azores). EO was obtained by hydrodistillation (EO-HD) and by steam-distillation (EO-SD). The organic extracts were obtained by cold maceration with acetone and extraction with Soxhlet using sequentially organic solvents of increasing polarity (hexane, dichloromethane and methanol). The formation of two heterogeneous phases in the 4 organic extracts obtained were observed, reason why they were fractionated before the total concentration, resulting in eight samples of organic extracts.

In the ovicidal assay, at 10 mg ml⁻¹ concentration, ACE-Sol (solid part of the acetone extract) and HEX-FrSol (soluble fraction of hexane extract) showed the highest inhibitory activity followed by MET- Res (resinous part of the methanol extract), with values of 78.6, 66.8 and 55.2%, respectively. Regarding the lethal dose (LD₅₀ and LD₉₀) of egg hatching inhibition, the lowest values (in mg ml⁻¹) were observed in ACE-Sol (6.58 and 28.16), DIC-Res (resinous part of the dichloromethane extract) (9.55 and 24.41) and HEX-FrSol (8.94 and 28.84), respectively.

In the larvicidal test (contact, fumigation and ingestion) only toxicity by ingestion was detected, with EO-HD being the most active treatment, causing 12% mortality, followed by EO-SD, HEX-FrIns (insoluble fraction of hexane extract) and HEX-FrSol with 6% mortality.

The sublethal effects in larvae emerged in the ovicidal assay were monitored. There was a significant decrease on egg duration of 0.3 days, caused by EO-HD, compared to control and was also responsible for the increase of pupal mortality along with MET-Res. EO-SD had an influence on the percentage of dead and adult deformed larvae. The larval duration and the longevity of the adults, as well as the number of eggs laid

by the females obtained from the eggs previously treated, were not affected by the treatments. The extracts HEX-FrIns, MET-Res, HEX-FrSol and DIC-Res had influence on pupae's duration. ACE-Sol showed more influence on the pupae's weight. ACE-Ole extracts (oily part of the acetone extract), MET-Res and DIC-Res resulted in a significant reduction in the number of females, which led to a reduction in the sex ratio of the population.

Regarding the nutritional and metabolic effects on *P. unipuncta* larvae in the 4th larval stage, all EOs and extracts tested reduced significantly both consumed diet and gained weight with DIC-Res, ACE-Sol and EO-HD causing the most pronounced decrease in food behavior. The nutritional feeding deterrence index (FDI) and growth inhibition parameters were mainly influenced by DIC-Res and ACE-Sol. These extracts also had a negative effect on the process of assimilation and conversion of food into body mass, significantly influencing the digestible food conversion efficiency, conversion efficiency of the ingested food and the relative metabolic rate causing a high metabolic cost.

The repellency assay, at 1h and 2h showed that EO-SD was most active, followed by the EO-HD.

From the results obtained in this work we can conclude that there is an insecticidal potential of the EOs and extracts of *C. japonica* on *P. unipuncta* and that can be used in the control of this pest. The EOs presented toxicity through ingestion (EO-HD), different sublethal effects, antifeedant (EO-HD) and high repellent activity (EO-SD). In general, ACE-Sol, HEX-FrSol and MET-Res showed ovicidal effects, sublethal and antifeedant effects, in addition to the repellent effect of DIC-Res and ACE-Sol. More studies will have to be carried out in order to optimize its use.

Keywords: *Cryptomeria japonica*, *Pseudaletia unipuncta*, essential oil, organic extracts, botanical insecticide, ovide, larvicide, sublethal effects, repellency, antifeedant.

Índice

Agradecimentos.....	IV
Resumo.....	V
Abstract	VIII
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos.....	XI
Lista de Figuras.....	XII
Lista de Tabelas.....	XIII
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Contribuição científica.....	3
1.4 Estrutura da tese.....	4
2. Revisão bibliográfica.....	4
2.1 A importância económica do complexo agroflorestal da Região Autónoma dos Açores.....	4
2.2 <i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L. f.) D. Don: a espécie florestal mais importante da Região Autónoma dos Açores.....	8
2.3 <i>Pseudaletia unipuncta</i> Haworth (Lepidoptera: Noctuidae): uma das pragas agrícolas da Região Autónoma dos Açores causadora de perdas económicas significativas.....	15
2.4 A importância dos metabolitos secundários vegetais nas sociedades modernas.....	19
2.4.1 Generalidades.....	19
2.4.2 Metabolitos secundários como fonte de inseticidas de origem vegetal.....	21
2.4.2.1 Óleos essenciais.....	23
2.4.2.2 Extratos orgânicos.....	25
2.5 Estudos de caracterização química e de atividades biológicas dos óleos essenciais das folhas de <i>C. japonica</i>	26
3. Materiais e Métodos	28
3.1 Material vegetal.....	28
3.1.1 Recolha e preparação do material vegetal.....	28
3.1.2 Obtenção dos extratos vegetais: óleo essencial e extratos orgânicos.....	29
3.2 Bioensaios.....	33
3.2.1 Inseto.....	33
3.2.2 Atividade ovicida.....	34
3.2.3 Toxicidade em larvas de <i>P. unipuncta</i>	35
3.2.3.1 Toxicidade por contacto.....	35
3.2.3.2 Toxicidade por fumigação.....	35
3.2.3.3 Toxicidade por ingestão.....	36
3.2.4 Efeitos subletais.....	36
3.2.5 Atividade antialimentar e de inibição do crescimento.....	37
3.2.6 Repelência.....	39
3.3 Determinação da composição química do óleo essencial de <i>C. japonica</i> por cromatografia gasosa (GC) e por cromatografia gasosa/espectrometria de massa (GC/MS).....	40
3.4 Análise estatística.....	41
4. Resultados e Discussão.....	42
4.1 Atividade ovicida.....	42
4.2 Toxicidade.....	45
4.3 Efeitos subletais.....	46
4.4 Efeito na nutrição e metabolismo das larvas de <i>P. unipuncta</i> no 4º estado larvar.....	49
4.5 Teste repelência (teste com hipótese de escolha)	54
4.6 Análise da composição química do óleo essencial de <i>C. japonica</i>	56
5. Conclusão.....	59
6. Referências bibliográficas.....	61

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

- AC** – Alimento consumido
- ACE-Ole** – Extrato de acetona (parte oleosa)
- ACE-Sol** – Extrato de acetona (parte sólida)
- AD** – Digestibilidade aproximada
- ANOVA** – Análise de variância
- C-Ace** – Controlo acetona
- C-Etn** – Controlo etanol
- DIC-Res** – Extrato de diclorometano (parte resinosa)
- DL** – Dose letal
- DMS** – Diferença mínima significativa
- ECD** – Eficiência de conversão do alimento digerido
- ECI** – Eficiência de conversão do alimento ingerido
- EP** – Erro padrão
- FDI** – *Feeding deterence index*
- gl** – Graus de liberdade
- H** – Fator de heterogeneidade
- HEX-FrIns** – Extrato de hexano (fração insolúvel)
- HEX-FrSol** – Extrato de hexano (fração solúvel)
- IC** – Inibição de crescimento
- IP** – Índice de preferência
- LC** – Limite de confiança
- MC** – Custo metabólico
- MET-Res** – Extrato de metanol (parte resinosa)
- OE** – Óleo essencial
- OE_s** – Óleos essenciais
- OE-AV** – Óleo essencial obtido por arraste de vapor
- OE-HD** – Óleo essencial obtido por hidrodestilação
- PG** – Peso ganho
- RAA** – Região Autónoma dos Açores
- RCR** – Taxa de consumo relativo
- RGR** – Taxa de crescimento relativo
- RMR** – Taxa metabólica relativa
- v/v** – Volume por volume
- w/v** – Massa por volume
- χ²** – Qui-quadrado

Lista de Figuras

Figura 1. Constituição do arquipélago dos Açores: grupo ocidental (Flores e Corvo), grupo central (Faial, Pico, São Jorge, Graciosa e Terceira) e grupo oriental (São Miguel e Santa Maria) (in http://www.azores.dk/index.htm).....	5
Figura 2. Detalhes da árvore de <i>Cryptomeria japonica</i> : a estrutura em copa cônica ou piramidal da criptoméria (A); ramos com cones femininos (primeiro plano em cima) e masculinos da criptoméria nos Açores (B) (in Dias <i>et al.</i> , 2007, foto à direita).....	9
Figura 3. Carta de distribuição de povoamentos de produção de <i>Cryptomeria japonica</i> no arquipélago dos Açores (in Abreu, 2011).....	10
Figura 4. Povoamentos de produção nas zonas altas, que constituem elementos de controlo da água e abrigo às terras de produção agropecuária.....	11
Figura 5. Corte transversal de toros de <i>Cryptomeria japonica</i> dos Açores (in http://drrf-sraa.azores.gov.pt/areas/viveiros-florestais/Documents/Panfleto_Tecnico_Criptomeria.pdf).....	13
Figura 6. Indivíduo adulto (esquerda) e larva (direita) da lagarta das pastagens nos Açores.....	16
Figura 7. Esquema simplificado das principais vias biossintéticas de metabolitos secundários e inter-relações com o metabolismo primário nas plantas (adaptado de Lindroth, 1972).....	20
Figura 8. Ramada (folhas e ramos finos) de <i>Cryptomeria japonica</i> açoriana da variedade cerne vermelho.....	28
Figura 9. Processos de destilação do óleo essencial: hidrodestilação com aparelho de Clevenger modificado (A) e aparelho para destilação por arraste de vapor (B). Ampliação dos tubos de separação dos dois aparelhos (C), imagens à esquerda e à direita, respetivamente, mostrando a separação nítidas das fases oleosa e aquosa.....	30
Figura 10. Processos de extração: maceração a frio com acetona (A) e extração por Soxhlet (B) usando, sequencialmente, solventes de polaridade crescente para obtenção de diferentes extratos orgânicos (C).....	30
Figura 11. Ilustração da concentração de extratos orgânicos através de um evaporador rotativo (aparelho de destilação simples a vácuo).....	32
Figura 12. Amostras obtidas da ramada de <i>Cryptomeria japonica</i> açoriana. Óleos essenciais extraídos por hidrodestilação e arraste de vapor, respetivamente (A). Extratos orgânicos obtidos por extração por Soxhlet – usando, sequencialmente, hexano (B), diclorometano (C) e metanol (D) – e por maceração a frio com acetona (E), mostrando as duas fases heterogêneas obtidas em cada um dos quatro extratos.....	33
Figura 13. Uma réplica do ensaio ovicida em que as caixas estão assinaladas com o tratamento e concentração utilizada.....	34
Figura 14. Larva de <i>Pseudaletia unipuncta</i> no 5º estado.....	36
Figura 15. Adulto de <i>Pseudaletia unipuncta</i>	37
Figura 16. Ensaio de repelência onde se apresentam 4 dos 8 tratamentos realizados.....	40
Figura 17. Percentagem média (\pm erro padrão) de ovos de <i>Pseudaletia unipuncta</i> não eclodidos, após tratamento com óleos essenciais e extratos orgânicos de <i>Cryptomeria japonica</i> à concentração de 10 mg ml ⁻¹ . Os valores foram corrigidos pela fórmula de Abbott relativamente ao controlo com etanol nos OEs e acetona nos extratos orgânicos. Médias assinaladas pela mesma letra não são significativamente diferentes, de acordo com teste ANOVA seguido pelo teste DMS ($P < 0,05$). As abreviaturas das amostras testadas encontram-se definidas na Tabela 2..	42
Figura 18 (A-G). Efeitos dos OEs e extratos orgânicos de <i>Cryptomeria japonica</i> no metabolismo e parâmetros nutricionais de <i>Pseudaletia unipuncta</i> no 4º estado larvar após 72h de ingestão de	

folhas de milho tartadas com 175 µg cm⁻². **ECI**: eficiência de conversão do alimento ingerido; **ECD**: eficiência de conversão do alimento digerido; **MC**: custo metabólico; **RMR**: taxa metabólica relativa; **RGR**: taxa de crescimento relativo; **RCR**: taxa de consumo relativo; **AD**: digestibilidade aproximada; as abreviaturas das amostras testadas encontram-se definidas na Tabela 2; C-Etn: controlo etanol; C-Ace: controlo acetona. Médias seguidas da mesma letra não são significativamente diferentes, de acordo com teste: ANOVA seguido pelo teste DMS ($P < 0,05$) para RCR, RMR e RGR e teste χ^2 para comparação de proporções para ECD, ECI, MC e AD..... 52

Lista de Tabelas

Tabela 1. Composição química (%) dos óleos essenciais das folhas de 14 plantas de <i>Cryptomeria japonica</i> oriunda de diferentes locais (adaptado de Satyal & Setzer, 2015).....	27
Tabela 2. Designações e abreviaturas dos óleos essenciais e dos extratos orgânicos obtidos da ramada de <i>Cryptomeria japonica</i> açoriana.....	32
Tabela 3. DL ₅₀ e DL ₉₀ dos OEs e extratos orgânicos de <i>Cryptomeria japonica</i> na inibição da eclosão de ovos de <i>Pseudaletia unipuncta</i> , 7-8 dias após o início do tratamento.....	43
Tabela 4. Influência dos OEs e extratos orgânicos de <i>Cryptomeria japonica</i> na mortalidade e desenvolvimento de <i>Pseudaletia unipuncta</i>	47
Tabela 5. Efeitos subletais dos OEs e extratos orgânicos de <i>Cryptomeria japonica</i> no peso da pupa, número de ovos, <i>sex ratio</i> e percentagem de adultos deformados de <i>Pseudaletia unipuncta</i>	48
Tabela 6. Efeitos dos OEs e extratos orgânicos de <i>Cryptomeria japonica</i> no metabolismo e parâmetros nutricionais de <i>Pseudaletia unipuncta</i> no 4º estado larvar após 72h de ingestão de folhas de milho tratadas com 175 µg cm ⁻²	50
Tabela 7. Atividade repelente dos OEs e extratos orgânicos de <i>Cryptomeria japonica</i> em larvas de <i>Pseudaletia unipuncta</i>	55
Tabela 8. Composição química (%) do óleo essencial (OE) da ramada de <i>Cryptomeria japonica</i> oriunda de São Miguel (Açores) obtido por hidrodestilação (OE-HD) e arraste de vapor (OE-AV)...	58

1. Introdução

1.1 Enquadramento

O impacto ambiental do crescimento acelerado da população mundial tem sido alvo de grande discussão e interesse na sociedade atual. Uma das maiores preocupações é a escassez de recursos naturais. De facto, para suprir as necessidades e os desejos da crescente população mundial, tem havido um aumento do consumo de matéria-prima, aliado ao não reaproveitamento de bens de consumo. Verifica-se que o descarte rápido é bastante comum ao fim de algum tempo para dar lugar ao novo e mais atual. É a chamada Economia Linear de “extrair-consumir-descartar” em que as matérias-primas e produtos têm apenas um propósito de utilização. O modelo de produção para o qual é urgente e necessário transitar defende, nomeadamente, que os resíduos devem ser transformados, através da inovação, em potenciais subprodutos ou outros materiais, que promovam a reutilização, recuperação e reciclagem. A União Europeia, em particular, colocou recentemente em marcha um conjunto de políticas de sinergia focadas na Economia Circular e na Bioeconomia com o objetivo de criar uma Europa mais sustentável. Ao estender o ciclo de vida dos produtos e ao reciclar materiais, uma abordagem circular e de bioeconomia pode ajudar a reter valor e funcionalidade dos materiais por mais tempo, assim como evitar o desperdício (EEA, 2018). É contudo necessário que todos os países fiquem alerta para esta problemática, devendo também haver uma maior e mais real sensibilização por parte dos mais novos através das escolas e de campanhas que demonstrem efetivamente os efeitos devastadores da escassez de recursos proveniente do extremo consumo que se tem vindo a verificar.

A importância da Economia Circular para a Região Autónoma dos Açores (RAA) tem vindo a ser debatida em diversos eventos realizados, nomeadamente, na Associação Nonagon – Parque de Ciência e Tecnologia de São Miguel, no respeitante às oportunidades para as empresas do setor agrícola, da pecuária, agroindústria, pesca e mar, e turismo. Num desses eventos, realizado em 2017, no âmbito do projeto SCREEN - Sinergias entre as Regiões Europeias para uma Economia Circular, a temática foi “A Cadeia de Valor da Criptoméria”. Esta planta, cuja madeira é altamente valorizada, assume um papel fulcral na definição da nova Estratégia Florestal dos Açores

direcionada para o desenvolvimento do setor florestal na Região, anunciada em 2014 pela Direção Regional dos Recursos Florestais, e que assenta na investigação, promoção, incentivo, dinamização e modernização da fileira e na gestão responsável do património florestal (DRRF, 2014; DR nº 5/2018).

A criptoméria é atualmente considerada a espécie florestal mais relevante da RAA, não só pela sua importância económica, ocupando 60% da área florestal de produção, mas também porque os seus povoamentos são um elemento estrutural da paisagem açoriana. Ocupando cerca de um terço do território, a floresta local suporta um setor de importância económica considerável e com um potencial de expansão enorme (DR nº 179/2006; Dias *et al.*, 2007; DRRF, 2014). Por outro lado, mais de metade do território é utilizada pela atividade agrícola e pela pastagem, apresentando valores de cerca de 56%. As pastagens permanentes continuam a ocupar parte muito significativa da superfície agrícola útil (88 %) (DR nº 95/2017).

Sendo o complexo agroflorestal um pilar importante da economia da RAA, as atividades dos setores agrícola e florestal geram uma elevada quantidade de resíduos, pelo que a Região tem na biomassa uma nova oportunidade de desenvolvimento e crescimento.

De acordo com as Boas Práticas recomendadas para a gestão de resíduos produzidos pela atividade florestal da RAA (DRRF, 2016a), nomeadamente os designados “sobrantes vegetais” (ramos, bicadas ou partes de troncos), a prioridade deve ser a sua remoção para valorização da biomassa florestal. No caso específico dos desperdícios da criptoméria, o investimento público nos Açores (enquadrado nas Orientações de Médio Prazo 2017-2020), para a “Diversificação e Valorização do Espaço Rural”, tem sido aplicado na “produção, caracterização e qualificação dos seus óleos essenciais, bem como na promoção e divulgação do óleo essencial desta planta em diversas vertentes do seu uso e qualidade” (e.g. DR nº 5/2018, medida 2.4.9).

De acordo ainda com as Boas Práticas recomendadas pela DRRF (2016a), no caso concreto do combate a pragas, só deve recorrer-se à utilização de produtos químicos sintéticos em último recurso, procurando minimizar-se o seu impacto sobre o ambiente e saúde humana.

Neste contexto, estudos de biovalorização de desperdícios de criptoméria da RAA, com potencial impacto na economia da Região, no ambiente e na saúde pública, revestem-se de grande importância. Na presente tese de mestrado foram usadas as ramadas (folhas e ramos finos) de criptoméria açoriana para a obtenção de extratos orgânicos e de óleo essencial (OE) e determinada, pela primeira vez nesta espécie, a sua atividade biológica na “lagarta das pastagens”, uma das principais pragas agrícolas da Região, que afeta particularmente as pastagens da ilha de São Miguel, com impacto negativo para o setor agrícola regional.

1.2 Objetivos

A presente tese tem como objetivo a avaliação do potencial inseticida (ovicida, larvicida e efeitos subletais), repelente, antialimentar e de inibição de crescimento dos metabolitos secundários (OE e extratos orgânicos) da ramada de *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L. f.) D. Don oriunda da ilha de São Miguel sobre *Pseudaletia unipuncta* Haworth (Lepidoptera: Noctuidae), vulgarmente conhecida por “lagarta das pastagens”.

1.3 Contribuição científica

O desenvolvimento dos Açores encontra-se fortemente dependente da melhoria da qualidade da produção, em especial na área agropecuária, pelo que se reveste de grande importância económica o controlo eficaz de organismos que constituam pragas agrícolas. Os inseticidas botânicos, “amigos do ambiente”, constituem uma estratégia alternativa e/ou complementar aos inseticidas químicos convencionais cujo uso intensivo nas últimas décadas tem provocado danos graves, em humanos e ecossistemas. Por outro lado, as políticas ambientais atuais apontam para uma melhor gestão e valorização dos resíduos vegetais.

Este estudo inovador reveste-se, assim, de grande interesse para o setor agroflorestal da RAA uma vez que representa um contributo para o conhecimento das atividades biológicas dos metabolitos secundários (OE e extratos orgânicos) da ramada de *C. japonica* dos Açores, nomeadamente da sua ação como controlador de uma das principais pragas agrícolas da Região, o que servirá para avaliar as suas potenciais

aplicações na indústria agroquímica e, conseqüentemente, poder vir a constituir uma mais-valia económica e social para a Região.

1.4 Estrutura da tese

Esta tese está organizada em seis secções, sendo que a primeira corresponde à presente introdução que é constituída por um breve enquadramento do tema que justifica o interesse deste estudo, pelos objetivos do estudo, pela proposta de contributos e pela organização da tese. Na segunda secção é feita uma revisão da literatura relevante. A terceira secção refere-se ao trabalho experimental desenvolvido. Na quarta secção apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos. Na quinta secção são apresentadas as principais conclusões do trabalho e propostas sugestões para trabalho futuro. Na sexta, e última secção, é apresentada a bibliografia.

2. Revisão bibliográfica

2.1 A importância económica do complexo agroflorestral da Região Autónoma dos Açores

Os Açores são um arquipélago transcontinental que se encontra situado no meio do Oceano Atlântico e é constituído por um total de 9 ilhas agrupadas em três grupos: Ocidental, Central e Oriental (Figura 1). Apresenta um clima temperado oceânico, um relevo de origem vulcânica bastante acidentado e uma área total próxima dos 2350 km², irregularmente distribuídos, com a maior ilha, São Miguel, atingindo os 757 km², e a menor, o Corvo, ocupando uma área de cerca de 17 km². O seu isolamento originou, desde cedo, uma intensa exploração dos seus recursos naturais para suprir a necessidade de autossuficiência das populações nas suas carências básicas (Dias, 1989).