



**Maria da Costa**

**Valorização de espécies com valor etnobotânico em  
Timor-Leste**



**Maria Costa**

**Valorização de espécies com valor etnobotânico em Timor-Leste**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Biologia, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Maria da Conceição Lopes Vieira dos Santos, Professora Catedrática da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e da Doutora Maria Celeste Pereira Dias, Investigadora do Pós-Doutoramento do CESAM – Centro de Estudos de Ambiente e do Mar da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos habitantes da República Democrática de Timor-Leste em harmonia com a biodiversidade wellaceana.

## **O júri**

Presidente

**Prof. Doutor Carlos Manuel Martins da Costa**

professor catedrático do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Vogais

**Prof. Doutora Maria da Conceição Lopes Vieira dos Santos**

professora catedrática da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (orientadora)

**Prof. Doutor Amadeu Mortágua Velho da Maia Soares**

professor catedrático do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Carlos Manuel Correia**

professor associado da Escola de Ciências da Vida e do Ambiente da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Prof. Doutor José Manuel Moutinho Pereira**

professor auxiliar da Escola de Ciências da Vida e do Ambiente da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Prof. Doutora Susana Maria Pinto de Carvalho**

professora auxiliar convidada da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto



## **agradecimentos**

Terminada esta obra, é com um especial prazer que tenho o privilégio de poder agradecer a todos os que, das mais diversas formas, contribuíram para a sua concretização.

Obrigada especialmente:

Às entidades governamentais dos dois países, República Portuguesa e República Democrática de Timor-Leste, cuja cooperação permitiu-me o prosseguimento dos estudos.

À cooperação das universidades de Aveiro, Porto e Minho que disponibilizou o curso doutoral do MAPBioPlant e requisitos para sua concretização.

Ao Fundo do Capital Humano de Timor-Leste que através do Ministério da Educação e Cultura tem dispensado atempadamente apoio financeiro na realização do curso de doutoramento.

Às minhas orientadoras, Prof. Dra. Maria da Conceição Lopes Vieira dos Santos e Dra. Maria Celeste Pereira Dias, pela forma próxima e disponível com que sempre orientaram este trabalho, proporcionando-me sempre as melhores condições para a sua execução e os incentivos necessários a uma constante motivação.

A todo o grupo do Laboratório de Biotecnologia e Citómica (Departamento de Biologia) pela ajuda, companheirismo, bondade, compreensão e paciência que sempre me tem dispensado.

Ao pessoal docente do Departamento da Química, Professora Diana Pinto e Professora Clara Magalhães, pelo apoio que sempre disponibilizou-me.

## palavras-chave

Alterações climáticas, biodiversidade, educação e formação, práticas etnobotânicas, Timor-Leste.

## resumo

À semelhança de outros países, também Timor-Leste está a sofrer inúmeros desafios ambientais. Alguns destes desafios mais notáveis prendem-se com riscos que, de forma direta ou indireta, podem estar associados à exploração de recursos naturais e/ou, numa escala mundial, a alterações climáticas. Neste trabalho é apresentada uma revisão dos riscos emergentes associados a alterações climáticas que Timor-Leste enfrenta atualmente e é feita uma breve contextualização das características geográficas, históricas, climáticas e socioeconómicas de Timor-Leste que são essenciais para se compreender os verdadeiros impactos dos riscos de degradação ambiental no país. A degradação ao nível de desmatamento e empobrecimento dos solos, com riscos resultantes de seca e de raios ultravioleta (UVB) na produção vegetal e o consequente empobrecimento das populações é também aqui abordado. Exploram-se ainda aspetos relevantes de espécies com importância etnobotânica, essenciais à preservação quer por identidade cultural, quer por representarem medidas de apoio a melhorar a saúde de populações empobrecidas. Das espécies estudadas selecionaram-se duas, *Adenanthera pavonina* e *Melia azedarach* para serem expostas a estresses associados a alterações climáticas (seca e radiação ultravioleta-B). O estudo das respostas fisiológicas destas duas espécies a estas condições permitiu contribuir para a valorização destas espécies em programas de reflorestação e protecção de práticas etnobotânicas a ela associadas. Os parâmetros utilizados para avaliação de estresse foram o crescimento, fotossíntese (trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a*, pigmentos, açúcares, etc.) e parâmetros associados com estresse oxidativo (ex. permeabilidade da membrana, MDA). Demonstrou-se que estas duas espécies apresentam algumas características de resistência a condições de seca e *A. pavonina* também apresenta uma boa capacidade de tolerância ao estresse de raios UVB. Estes resultados permitirão contribuir para estratégias de preservação e/ou de restauração ambiental em Timor-Leste, mantendo ligações às práticas e valorizações destas espécies no dia-a-dia dos leste-timorenses. Realizou-se também um levantamento sobre o valor etnobotânico de algumas espécies vegetais (90) mais usadas pelo povo leste-timorense que permitirá alertar esta comunidade para a importância de espécies vegetais e preservação ambiental. Finalmente, neste trabalho efetuou-se uma ação de formação em Timor-Leste para formandos (sobretudo professores) com o objetivo de transpor estes resultados a profissionais leste-timorenses, com vista a aumentar a literacia em áreas das ciências biológicas/ambientais. Os resultados obtidos mostram que este trabalho representa um importante contributo para valorizar, de forma multidisciplinar, a floresta e práticas etnobotânicas associadas a ela, na cultura do povo leste-timorense.

**keywords**

Biodiversity, climate change, education and training, ethnobotanical practices, East-Timor.

**abstract**

Similarly to other countries, East-Timor is exposed to numerous environmental challenges. Some of the most notable risks are, directly or indirectly, associated with the exploitation of natural resources and/or, on a global scale, to climate changes. This thesis presents a review of emerging risks associated with climate changes that East-Timor is currently facing, and makes a brief contextualization of geographical, climatic, historical and socio-economic characteristics of East-Timor that are essential to understand the true dimension of the expected impact in the country of the risk of environmental degradation. The risks of soil degradation and deforestation, as well as of increasing exposure to drought and ultraviolet (UVB) radiation on plant production and the consequent impoverishment of populations is also addressed here. We also explore relevant aspects of plant species with importance in local *ethnobotany*, essential to preserve cultural identity - either because they represent support measures to improve the health of disadvantaged populations. Of the listed species two were selected: *Adenanthera pavonina* and *Melia azedarach* for functional studies under climate change associated stress (drought and UVB radiation). The study of physiological responses of these two species to these conditions allowed to contribute to the future use of these species in reforestation programs and to protect ethnobotanical practices associated with their use. The physiological parameters used for evaluation were: growth rates, photosynthesis (gas exchange, chlorophyll fluorescence, pigments, sugars, etc.) and parameters associated with oxidative stress (eg. membrane permeability, MDA). It was demonstrated that these two species present some characteristics of resistance to drought conditions and *A. pavonina* also presents a good capacity for UVB tolerance. These results will contribute to preservation strategies and / or environmental restoration in East-Timor, strengthening practices (involving these species) in the day-to-day lives of the East-Timor populations. We also performed a survey on the ethnobotanical value of some plant species (90 species were screened) commonly used by the East-Timor populations. The results may contribute to highlight in this community the importance of plant species and environmental preservation. Finally, in this work we made a training course in East-Timor (mostly for teachers but other professionals also attended) in order to transpose technical skills to East-Timor professionals, to increase literacy in the areas of biological/environmental sciences. The results show that this work is an important contribution to promote, in a multidisciplinary way, the forest (and ethnobotanical practices associated with it) in the culture of the East-Timor people.

# ÍNDICE

Júri

Agradecimentos

Palavras-chave/Resumo

Keywords/Abstract

## Capítulo I

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. Visão geral da parte leste da ilha Timor sob aspeto biogeográfico.....</b>          | <b>5</b> |
| 1.1. Introdução Geral.....  | 7        |
| 1.1.1. República Democrática de Timor-Leste: contextualização geográfica e histórica..... | 7        |
| 1.1.2. Timor-Leste.....   | 7        |
| 1.1.3. Divisão administrativa.....  | 9        |
| 1.1.4. Ambiente, solos e clima.....   | 10       |
| a) Ambiente e solos.....  | 10       |
| b) Clima.....   | 13       |
| 1.1.5. Seca e desertificação.....   | 16       |
| a) Conceitos gerais.....  | 16       |
| b) Sistemas florestais, seca e degradação de solos.....                                   | 18       |
| 1.1.6. Radiação UVB em Timor-Leste.....   | 24       |
| 1.1.7. Biodiversidade: fauna e flora em Timor-Leste.....                                  | 27       |
| a) Fauna.....   | 28       |
| b) Flora.....   | 30       |
| 1.1.8. Espécies com valor etnobotânico em Timor-Leste.....                                | 33       |
| 1.1.9. Educação, investigação e proteção ambiental .....                                  | 36       |
| 1.2. Objetivos Gerais .....   | 38       |

## Capítulo II

|  |           |
|--|-----------|
| <b>2. Resposta ao stress de espécies com valor ambiental, alimentar e medicinal em Timor-Leste .....</b> | <b>41</b> |
| 2.1. Introdução.....   | 43        |
| 2.1.1. Efeito do défice hídrico e radiação UVB no crescimento e fisiologia das plantas.....              | 45        |
| 2.1.2. Efeito do défice hídrico e radiação UVB na fotossíntese.....                                      | 51        |
| 2.1.3. Relação fotossíntese-concentração de açúcares-ajuste osmótico.....                                | 53        |
| 2.1.4. Stress oxidativo.....   | 54        |
| 2.1.5. As espécies modelo.....   | 55        |
| 2.2. Materiais e métodos.....  | 56        |
| 2.2.1. Material vegetal: <i>A. pavonina</i> e <i>M. azedarach</i> .....                                  | 56        |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.2. Germinação, condições de cultura e crescimento.....  | 57 |
| 2.2.3. Imposição de condições de stress.....  | 57 |
| 2.2.4. Determinação de taxa de sobrevivência.....   | 59 |
| 2.2.5. Determinação do estado hídrico das plantas.....  | 60 |
| a) Teor relativo em água.....   | 60 |
| b) Potencial hídrico.....   | 60 |
| 2.2.6. Determinação da fotossíntese:trocas gasosas e fluorescência da<br>clorofila <i>a</i> .....               | 60 |
| a) Determinação das trocas gasosas.....   | 60 |
| b) Determinação da fluorescência da clorofila <i>a</i> .....  | 61 |
| 2.2.7. Quantificação de pigmentos fotossintéticos:clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i><br>carotenóides ..... | 61 |
| 2.2.8. Determinação da permeabilidade da membrana celular.....  | 62 |
| 2.2.9. Quantificação da concentração de malondealdeído.....   | 63 |
| 2.2.10. Determinação da concentração de açúcares solúveis totais.....   | 63 |
| 2.2.11. Determinação da concentração de amido.....  | 64 |
| 2.2.12. Determinação da atividade total antioxidante e do conteúdo de fenóis...65                               |    |
| 2.3. Resultados .....   | 66 |
| 2.3.1. <i>A. pavonina</i> .....   | 66 |
| a) Sobrevivência, crescimento e aspeto morfológico das plantas.....   | 66 |
| b) Teor relativo em água.....   | 67 |
| c) Fotossíntese.....  | 68 |
| d) Pigmentos fotossintéticos: clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> e carotenóides.....                       | 74 |
| e) Açúcares solúveis e amido.....   | 76 |
| f) Permeabilidade da membrana.....  | 77 |
| g) Malondealdeído.....  | 78 |
| h) Atividade total antioxidante.....  | 79 |
| i) Conteúdo em fenóis.....  | 80 |
| 2.3.2. <i>M. azedarach</i> .....  | 81 |
| a) Sobrevivência, crescimento e aspeto morfológico das plantas.....   | 81 |
| b) Potencial hídrico.....   | 82 |
| c) Fotossíntese.....  | 83 |
| d) Pigmentos fotossintéticos: clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> e carotenóides.....                       | 86 |
| e) Açúcares solúveis e amido.....   | 88 |
| f) Permeabilidade da membrana e conteúdo em MDA.....  | 89 |
| 2.4. Discussão .....  | 90 |
| 2.4.1. <i>A. pavonina</i> .....   | 91 |
| 2.4.2. <i>M. azedarach</i> .....  | 95 |
| 2.5. Conclusões.....  | 97 |

### Capítulo III

|   |            |
|---|------------|
| <b>3. Levantamento de algumas espécies com valor etnobotânico em Timor-Leste.....</b> | <b>101</b> |
| 3.1. Introdução.....  | 103        |
| 3.2. Objetivos.....   | 105        |
| 3.3. Materiais e métodos.....   | 106        |
| 3.3.1. Levantamento 1.....  | 106        |
| 3.3.2. Levantamento 2.....  | 106        |
| 3.4. Resultados e Discussão .....   | 107        |
| 3.4.1. Levantamento 1.....  | 107        |
| 3.4.2. Levantamento 2.....  | 109        |
| a) Análise dos grupos de entrevistados.....   | 110        |
| b) Análise das respostas dos entrevistados ao questionário.....                       | 112        |
| 3.5. Conclusões.....  | 114        |

### Capítulo IV

|   |            |
|---|------------|
| <b>4. Transposição de conhecimentos em biologia para Timor-Leste.....</b>   | <b>115</b> |
| 4.1. Introdução.....  | 117        |
| 4.1.1. Educação e investigação: ferramenta de proteção ambiental em Timor-Leste.....  | 117        |
| 4.1.2. O ensino em ciências em Timor-Leste: breve contextualização e o exemplo do INFORDEPE.....  | 120        |
| 4.2. Objetivos.....   | 121        |
| 4.3. Materiais e métodos.....   | 122        |
| 4.3.1. Elaboração dos questionários.....  | 122        |
| 4.3.2. Questionário para ação de formação em Dili.....  | 122        |
| 4.4. Resultados e discussão.....  | 127        |
| 4.4.1. Seleção dos formandos e aplicação da ação.....   | 127        |
| 4.4.2. Questionário 1: Caracterização da população de formandos na ação de formação.....  | 128        |
| 4.4.3. Questionário 2: Competências nas áreas da biologia e ambiente com ligações relevantes às áreas de preservação da biodiversidade e desenvolvimento do país..... | 132        |
| 4.4.4. Questionário 3: Diagnóstico de competências em trabalho prático de laboratório em biologia.....  | 140        |
| 4.5. Conclusões .....   | 146        |

### Capítulo V

|   |            |
|---|------------|
| <b>5. Conclusões gerais e perspectivas futuras.....</b> | <b>147</b> |
| <b>Referências bibliográficas.....</b>                  | <b>149</b> |



# Capítulo I

## 1. Visão geral da parte leste da ilha Timor sob aspeto biogeográfico

*Parte da informação aqui apresentada foi divulgada pela autora em congressos e em artigos científicos de que M Costa foi co/autora.*

### Artigos científicos

M Costa, Dias MC, Santos C (2015) **Uma análise de riscos associados a degradação de zonas florestais em Timor-Leste e perspectivas de menorização.** Submetido a *CERNE*.

### Comunicações em Congressos

Costa Maria, Dias Maria Celeste, Santos Conceição (2015) **A resposta de *Adenanthera pavonina* às alterações climáticas: contributo para a valorização desta espécie em zonas degradadas da República Democrática de Timor-Leste** IV encontro nacional pós-graduação. 30 de Março a 2 de Abril 2015 Universidade de Aveiro, Portugal, pag.28.

Costa M, Pinto G, Dias C, Santos C (2013) **Recursos florestais em Timor-Leste: estudos fisiológicos de uma espécie vegetal com interesse ambiental e medicinal.** International conference East-Timor and its region: a transdisciplinary view. Aveiro, Portugal, 19-20 July.

Maria da Costa, Gloria Pinto, Conceição Santos (2012) **The response to stress of *Melia azedarach*.** 3º Workshop annual MAP BioPlant, Becoming a Plant: mechanisms and physiology of plastid acquisition. 4–5 December, Universidade de Aveiro, Portugal, pag.23.

Azevedo Carla, Costa Maria, Costa Armando, Pinto Glória, Dias Maria Celeste, Oliveira Helena, Santos Conceição (2012) **Effects of water stress on the physiological performance of *Melia azedarach*** 3º Workshop annual MAP BioPlant, Becoming a Plant: mechanisms and physiology of plastid acquisition. 4–5 December, Universidade de Aveiro, Portugal, pag.35.

## Resumo

A introdução aqui apresentada integra uma revisão dos riscos emergentes, e sobretudo associados a alterações climáticas (e a várias práticas antropogénicas), que Timor-Leste enfrenta atualmente. Em particular, este trabalho faz um levantamento da caracterização feita por estudos científicos e documentos oficiais. Dos documentos oficiais consultados destacam-se o Plano Estratégico de Desenvolvimento (PED), o Programa de Ação Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (PANAC), a Constituição da Republica de Timor-Leste (Constituição da República Democrática de Timor-Leste, documentos oficiais de vários ministérios e da Organização das Nações Unidas (ONU) ou de Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP). Esta revisão faz uma prévia contextualização das características geográficas, históricas, climáticas e socioeconómicas de Timor-Leste que são essenciais para se compreender os verdadeiros impactos dos riscos de degradação ambiental no país. A degradação ao nível de desmatamento e empobrecimento dos solos, com riscos resultantes de seca e de raios ultravioleta (UVB) na produção vegetal e o conseqüente empobrecimento das populações é também aqui abordado. Neste estudo também se exploram medidas que as entidades leste-timorenses procuram implementar para combater estes riscos e que combinam medidas diretas com requisitos de formação de pessoal especializado e de investigação. Exploram-se ainda aspetos relevantes de espécies de importância etnobotânica, essenciais à preservação quer por identidade cultural, quer por representarem medidas de apoio a melhorar a saúde de populações empobrecidas. Finalmente, esta revisão aborda aspetos essenciais para transpor estes resultados a profissionais leste-timorenses, com vista a aumentar a literacia em áreas ainda pouco implementadas no dia-a-dia e na educação dos leste-timorenses, como a educação ambiental, ecofisiologia vegetal de plantas nativas, etc.

**Palavras-chave:** Timor-Leste, Plano Estratégico de Desenvolvimento, biodiversidade, desmatamento, reflorestação, formação.

## **1.1. Introdução Geral**

### **1.1.1. República Democrática de Timor-Leste: Contextualização geográfica e histórica**

*No dia 28 de Novembro, pelas 00 horas em 1975, fez-se a proclamação da independência na vila Aisirimou, uma das localidades do distrito de Aileu.  
Costa M, 2014*

#### **1.1.2. Timor-Leste**

A República Democrática de Timor-Leste (RDTL), em uso comum denominada Timor-Leste, é a parte oriental da ilha de Timor que está localizada entre o Sudoeste Asiático e a Austrália (Durand, 2010), e engloba o enclave de Oecusse-Ambeno e as ilhas de Ataúro e Jaco. O território da RDTL estende-se por uma área de cerca de 15 mil km<sup>2</sup>. Os habitantes, apesar de serem de várias etnias, são em pequeno número e as povoações encontram-se frequentemente muito distanciadas. A cidade de Díli, situada num dos treze distritos, é capital deste jovem país (Thomaz, 2008).

Timor-Leste tem uma única fronteira terrestre que separa este país da Indonésia (parte ocidental da ilha). Timor-Leste localiza-se entre os mares de Savo e de Timor, separa-se da Austrália pelo mar de Timor (Sudeste Asiático) e é considerado a zona mais oriental do Arquipélago de Sonda. A área oriental é atravessada por uma cordilheira de montanhas (Ramelau, Cablac, Matebia, Mundo Perdido) com uma área que excede os quinze mil quilómetros quadrados (GERTIL, 2002).

Timor-Leste foi durante séculos uma província ultramarina portuguesa até 1975, altura em que, com a revolução dos cravos em Portugal em 1974, a parte oriental da ilha proclamou a sua independência em 28 de Novembro. Após um curto período de liberdade a recente nação sofreu uma ocupação pela República da Indonésia. Na sequência desta ocupação, estão bem documentadas as privações que este país sofreu durante um quarto do século (ex. Gomes, 2010; Canarim e Canarim, 2013).

Finalmente, sob forte pressão internacional, Timor-Leste retoma a sua independência, altura em que foi internacionalmente reconhecida a 20 de Maio de 2002. Sendo um dos mais jovens países do mundo, a RDTL enfrenta problemas estruturais muito sérios, que culminam com as precárias condições económicas, sanitárias, da educação (da maioria da população) e condições ambientais muito deterioradas (PED, 2011-2030; Conde e Santos, 2013). Algumas das maiores fragilidades estão nos serviços públicos com inadequadas infra-estruturas, elevadas taxas de mortalidade e carência alimentar na saúde pública incluindo ainda elevada percentagem de analfabetismo e de pobreza da população, essencialmente nas comunidades rurais.

A população ainda tem grande tradição de práticas agroflorestais, com culturas sobretudo de milho, arroz, amendoim, mandioca/cassava e batata-doce. O aproveitamento da floresta inclui por exemplo, noqueira-de-iguape, fruta-pão, pau-rosa, teca, mogno, canarium, moringueiro, amargoseira, tento-carolina, palmeira-de-leque, coco, café, canela e cravo. A criação de animais para consumo doméstico nomeadamente mamíferos e aves como por exemplo búfalos, cavalos, ovelhas, frangos que são os principais produtos da agro-pecuária em Timor-Leste. Realça-se que o café representa uma importante fonte de rendimento, para cerca de 1/3 das famílias lestemorenses [dados do Banco Mundial e Banco Asiático de Desenvolvimento (BM e BAD), 2007].

Associado aos desafios socioeconómicos, Timor-Leste enfrenta também um aumento do risco de degradação ambiental, referido no Programa de Desenvolvimento Nacional (PDN), como por exemplo com secas prolongadas que degradam a cobertura vegetal e solos, e regiões em risco imediato de extinção de espécies endémicas (PDN, 2002; Conde e Santos, 2013).

### 1.1.3. Divisão administrativa

A divisão administrativa do território da RDTL integra cinco regiões, sendo estas compostas por um ou mais distritos, conforme se descreve em seguida (GERTIL, 2002):

- Região 1 - Baucau, Lautém, Manatuto e Viqueque;
- Região 2 - Aileu, Dili e Liquiçá;
- Região 3 - Ainaro, Ermera e Manufahi;
- Região 4 - Bobonaro e Covalima;
- Região 5 – Oecusse- Ambeno.

Por outro lado, e considerando dimensões geográficas e edafoclimáticas, o país pode dividir-se em quatro partes que são (GERTIL, 2002):

1. O território principal (metade oriental da ilha de Timor);
2. A ilha de Ataúro;
3. O ilhéu de Jaco;
4. O enclave de Oecusse-Ambeno.

O território principal integra as quatro regiões (e está dividido em 12 distritos) ao que se junta Oecusse, na parte ocidental da ilha (no território da nação vizinha). A ilha de Ataúro está incluída na administração do distrito de Dili e o ilhéu Jaco na do distrito de Lautém.



Figura 1.1. Divisão administrativa da República Democrática de Timor-Leste (dados do census de 2004/DNE). Legenda dos distritos: Lautém; Baucau; Viqueque; Manatuto; Dili; Aileu; Manufahi; Liquiçá; Ermera; Ainaro; Bobonaro; Cova-lima; Oecusse-Ambeno (<http://tmor-lestegov.tl>).

Assim, considerando a divisão administrativa, Timor-Leste tem 13 *distritos* (mantendo os limites dos 13 *concelhos* definidos até 1975, aquando da administração do governo português) (Figura 1.1).

Em cada um destes distritos existe uma cidade capital. Além disso, cada *distrito* contém subdivisões designadas *subdistritos* (grupo de *sucos*), *sucos* (grupo de povoações), *povoações* (grupo conoas) e *conoas* (grupo de famílias).

Cada um dos 67 subdistritos também tem uma vila capital. Existem 498 sucos no país, o que dá em média 7 sucos por subdistrito. Por exemplo, Baucau tem 63 sucos, sendo o distrito com maior número de sucos; enquanto Ainaro é o distrito composto apenas por 21 sucos, o menor distrito do país (<http://timor-leste.gov.tl>).

#### **1.1.4. Ambiente, Solos e Clima**

*“O povo de Timor-Leste tem uma relação forte com o ambiente natural. Durante gerações, os nossos antepassados dependeram do ambiente para obter alimentação, vestuário, materiais de construção e tudo o mais de que necessitavam para as suas vidas. Vivámos em harmonia com o ambiente e utilizávamo-lo de forma sustentável para suportar as nossas famílias”.*

(PED, 2011-2030 )

##### **a) Ambiente e solos**

Timor-Leste está a sofrer inúmeros desafios ambientais. Alguns destes desafios mais notáveis prendem-se com riscos que, de forma direta ou indireta, podem estar associados a exploração de recursos naturais e/ou, numa escala mundial, a alterações climáticas. Cita-se por exemplo, a poluição atmosférica (sobretudo em Dili), a subida das águas do mar e/ou a desertificação dos solos em várias zonas do país (PED, 2011-2030; Conde e Santos, 2013).

Timor-Leste, desde 2002 - ano da restauração da sua independência - tem procurado responder a estes e outros desafios ambientais, tendo para isso ratificado inúmeros tratados internacionais de proteção ambiental destacando -se o *Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas*, o *Protocolo de Quioto*, a *Convenção das Nações Unidas sobre Biodiversidade*,

a *Convenção das Nações Unidas para o combate a Desertificação*, a *Convenção de Viena para a Protecção da Camada de Ozono* e o *Protocolo de Montreal para a redução de substâncias que destroem a camada de ozono*, como também programas nacionais intensificadas pelas decisivas ordens dos líderes do governo de Timor-Leste nos documentos oficiais [Resolução do Governo (RG), 2007].

Neste sentido, o governo de Timor-Leste está a desenvolver estratégias de promoção de *gestão de terrenos e mar, conservação da biodiversidade, adaptação e mitigação das alterações climáticas* (Constituição RDTL, 2002) Exploraremos aqui com mais detalhe riscos e medidas associados a alterações climáticas e à degradação de solos e da floresta leste-timorenses (PANAC, 2011).

Embora existam dados históricos de que a floresta da ilha de Timor (e em particular de Timor-Leste) era rica, ao longo dos séculos passados (e sobretudo no final do século XX) procedeu-se a destruição da floresta com abates excessivos e queimadas consecutivas dando lugar a problemas ambientais: “...*desabamentos de terras, erosões crónicas, ameaças à vida selvagem e diminuição de fontes de alimentos*” (RG, N<sup>os</sup> 8 e 9). Como assinalado neste documento esta destruição teve implicações ambientais e socio-rurais, pelas implicações negativas nas numerosas famílias “*que ainda dependem das florestas para obter alimentos, combustível, medicamentos e materiais de construção*” (PED, 2011-2030). Nesse âmbito de realidades o *Desenvolvimento Ambiental* e/ou desenvolvimento sustentável pode ser definido como ‘*desenvolvimento que dá resposta às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em dar resposta as suas próprias necessidades*’ (PED, 2011-2030). Em linha com esta definição, Timor-Leste reconhece a necessidade de renovar os laços entre o povo e o ambiente, em particular o reconhecimento que o sucesso do desenvolvimento depende da saúde dos ecossistemas aquáticos e terrestres (Constituição RDTL, 2002).

As alterações climáticas apresentam desafios ambientais e políticos, como por exemplo a subida do nível do mar, aumento do risco de inundações, aumento da frequência de condições meteorológicas extremas que

favorecem o aumento de risco de fogos florestais, episódios de seca, e degradação ambiental (PED, 2011-2030).

Estes fenómenos aumentam os riscos de pobreza e de migrações, recentemente identificados pelo Relatório ACP das Migrações para a região africana, Caraíbas e Pacífico, onde Timor-Leste (um dos 12 países piloto deste estudo) está identificado como país de risco (ACPOBS/2011/NI04). O retrato traçado por esta entidade é sem dúvida preocupante: *“Timor-Leste sofre vários eventos climáticos extremos durante o ano. Prevê-se que as alterações climáticas façam com que a pluviosidade aumente e tenha mais oscilações e que tornem o país mais quente e mais seco, afectando a agricultura de subsistência nas zonas rurais, que é a principal fonte de rendimento. Outros grandes problemas são a desflorestação, que conduz à erosão, e o rápido crescimento populacional, cujos efeitos combinados aumentam o risco de deslocações induzidas pelo ambiente”* (OIM, 2009a; UNDP, 2008; *in* ACP).

Qualquer plano de desenvolvimento combatendo ao mesmo tempo os riscos das alterações climáticas, passa pelas linhas estratégicas de um desenvolvimento sustentável, contemplando obrigatoriamente as necessidades das gerações futuras. Embora Timor-Leste seja um dos países com menores emissões de dióxido de carbono, média de 0,02 toneladas por pessoa ao ano (Constituição RDTL, 2002), é um país particularmente exposto e sensível as alterações globais que todos os países contribuem (PED 2011-2030).

Um dos aspetos mais graves da exposição de ecossistemas terrestres e aquáticos às alterações climáticas é o seu clima poder tornar-se mais quente e mais seco (estação seca), assim como aumentarem episódios extremos mais graves e mais frequentes.

A distribuição geográfica da exposição a seca de Timor-Leste está já documentada no PED (Figura 1.2).

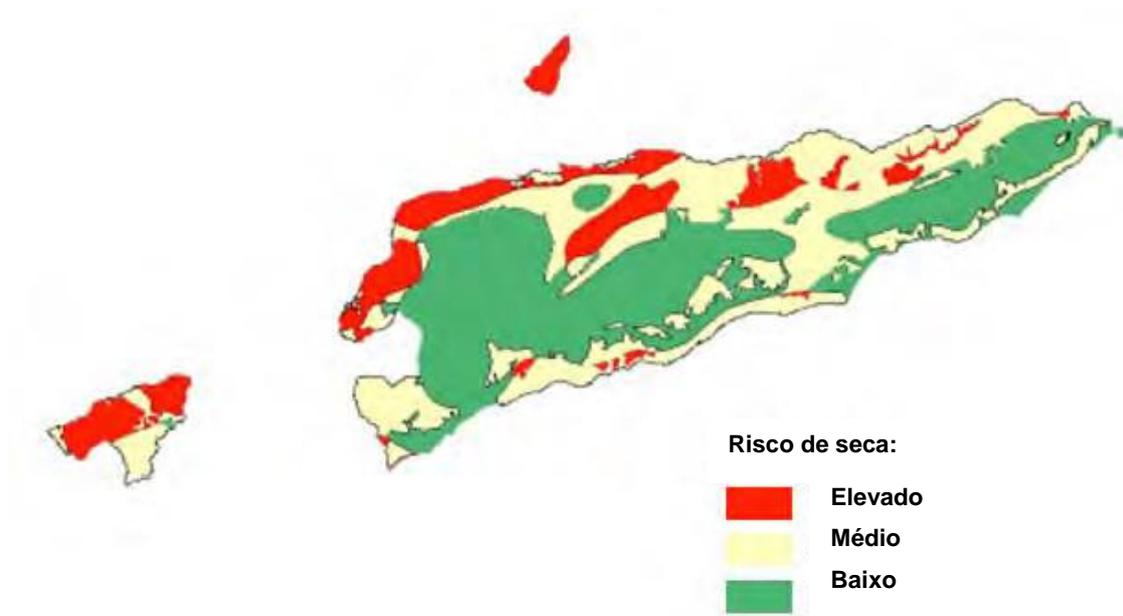


Figura 1.2. Mapa de Timor-Leste com as zonas de maior risco de seca (Gabinete de Gestão de Desastres Naturais, 2010; PED, 2011-2030)

Sendo estas alterações sentidas em ecossistemas aquáticos e terrestres, terão consequências ainda não verdadeiramente avaliadas na produção aquática (lagos e lagoas, rios, ribeiras e zonas costeiras), agrícola e florestal que constituem fontes de alimento para a população e por conseguinte na segurança alimentar e na disponibilidade de outros recursos naturais e serviços como por exemplo turismo (GERTIL, 2002).

O Programa de Ação Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas proposto em 2011 irá intensificar, com base na identificação de prioridades de Timor-Leste, a adaptação às alterações climáticas implementando medidas relevantes e/ou estratégias propícias à adaptação do país. O governo propõe-se ainda, até 2015, criar um Centro Nacional de Alterações Climáticas (PED, 2011-2030).

## **b) Clima**

Como referido acima, alterações no clima de Timor-Leste são uma das vertentes mais graves associadas a fenómenos de “alterações climáticas”. Descreve-se a seguir as características típicas do clima deste país:

A RDTL encontra-se numa zona subtropical e caracteriza-se por um clima quente e húmido. As monções climáticas são influenciadas pela inversão do regime dos ventos que acarreta mudanças na humidade, temperatura e precipitação durante o ano. Assim existem a época das chuvas e a época das secas: a época das chuvas vai de Novembro a Junho e a época das secas vai dos meses de Julho até Outubro (GERTIL, 2002; Ministério de Agricultura, Florestas e Pescas (MAFP), 2007; Conde e Santos, 2013).

As diferentes altitudes são a causa do clima ser variado de região para região. Contudo, a temperatura é mais elevada no período entre os meses de Julho e Outubro. Duma maneira geral o clima é muito quente e húmido no litoral e no interior, nas zonas montanhosas, a temperatura é mais suave (GERTIL, 2002).

Os fatores bióticos e abióticos caracterizam diferentes espaços naturais em Timor-Leste. Assim, e como já referido anteriormente, pode definir-se quatro espaços naturais que são:

- Costa norte,
- Costa sul,
- Interior montanhoso,
- Extremo leste.

A costa norte engloba áreas dos distritos de Bobonaro, Liquiçá, Dili (Ataúro), Baucau e norte de Manatuto sem excluir o enclave de Oecusse Ambeno no território da nação vizinha. Aqui, na costa norte, o clima é quente, seco e a altimetria é inferior a 600 metros. Existe apenas uma estação de chuva anual. Os solos são pouco férteis porém em áreas contíguas aos cursos de água designadamente nas margens de ribeiras e lagos, permitem as atividades de agricultura principalmente na produção do arroz, feijão, amendoim, mandioca e milho que são a base de alimentação das populações (GERTIL, 2002).

A costa sul é constituída por zonas dos distritos de Covalima, Ainaro, Manufahi, Viqueque e sul de Manatuto incluindo as áreas montanhosas de Baucau e Viqueque. Aqui, o clima é quente e húmido e tem duas estações de chuva por ano. As altitudes são inferiores a 600 metros e os solos têm abundância de água pelo que são mais férteis. A suficiência hídrica faculta a costa sul como potente produtor de base alimentar (arroz, feijão, amendoim,

mandioca e milho) do povo de Timor-Leste. O interior montanhoso é uma realidade bem distinta entre a costa norte e a costa sul. É caracterizado por clima mais frio (da montanha), as altitudes que oscilam entre os 1000 e 3000 metros e nessa altimetria a precipitação anual é bastante elevada. Esse espaço natural, interior montanhoso, envolve áreas dos distritos de Aileu e Ermera na totalidade, o sul de Liquiçá, o norte de Ainaro e áreas montanhosas de Baucau e Viqueque. Os solos são muito férteis porém são pouco propícios à agricultura devido aos declives bastante acidentados. Nas zonas montanhosas (Figura 1.3) a temperatura é inferior a 24°C sendo o clima nas referidas zonas é mais agradável. Maubisse e Hatu-Builico constituem zonas montanhosas em que a temperatura pode atingir os 4°C especialmente nas encostas de Tata-Mailau. As áreas de baixa altitude e áridas têm temperatura que acusam mais de 24°C durante a época seca. Finalmente, o extremo leste é o espaço natural de menor dimensão no país apesar de ser embocadura dos três grandes espaços naturais constituídos por costa norte, costa sul e interior montanhoso. Nele convergem as características da costa norte e costa sul, no entanto, abrange apenas um único aglomerado de subdistritos, o Distrito de Lautém. No extremo leste o clima é quente e húmido. As altitudes são inferiores a 500 metros e muito raramente os ultrapassam. A humidade atinge os valores mais altos do país e os solos férteis propiciam atividades de agricultura (GERTIL, 2002).

As áreas quentes e húmidas são regiões que têm uma altitude até 600 metros ou maiores, com temperatura acima dos 24°C e têm períodos de chuvas prolongados. As áreas montanhosas são regiões de altitude acima dos 600 metros com temperatura inferior a 24°C e têm um período de estação seca bastante curto (GERTIL, 2002; MAFP, 2007).



Figura 1.3. Áreas montanhosas de Timor-Leste: a) aldeias em Maubisse; b) povoações em Aileu; c) um dos picos mais altos da cordilheira de Ramelau; d) rochedos escarpados entre Ainaro, Aileu e Ermera (fotografias da autora).

### 1.1.5. Seca e desertificação

#### a) Conceitos gerais

Uma forte base da economia de Timor-Leste é a componente rural. Nesta, o setor florestal é reconhecido como um dos alicerces mais importantes para as famílias e para o desenvolvimento sustentável do país. Contudo, Timor-Leste (TL) que se encontra no exterior do arco das ilhas vulcânicas, apresenta algumas diferenças relativamente a outros países das ilhas vizinhas que são de natureza fortemente vulcânica. Apesar de ser incluída na zona *hotspots*, *Região Wallacea* (Conde e Santos, 2013), a ilha de Timor é em geral considerada como tendo um solo agreste e com baixa produtividade [TL - National Action Programmes and National Draft to Combat Land Desertification (NDCLD), 2008]. Para esta situação poderão contribuir algumas práticas antrópicas (ex. agricultura itinerante, exploração descontrolada de espécies florestais de elevado valor económico e ambiental como o sândalo, do qual a quase generalizada destruição da floresta primária no país é o melhor exemplo), ou ainda a rápida remoção de

matéria orgânica em alguns locais (TL- NDCLD, 2008]. Acresce o perfil acidentado do país que dificulta as atividades agrícolas ou florestais, calcula-se que cerca de 44% da área da RDTL tem uma inclinação de, ou superior a 40% (MAFP, 2007). Na Resolução do governo (RG) 8/06 [Jornal da Republica Democrática de Timor-Leste (RDTL), RG 8/06].

Timor-Leste ratifica a adesão à “Convenção Internacional de Combate à Desertificação nos Países Afectados por Seca Grave e ou Desertificação”. Neste documento Timor-Leste reconhece que “... a desertificação e a seca são problemas de dimensão global na medida em que afectam todas as regiões do Globo e que se torna necessária uma ação conjunta da comunidade internacional para combater a desertificação e ou mitigar os efeitos da seca;...Tendo em mente que a desertificação e a seca afectam o desenvolvimento sustentável através das suas inter-relações com importantes problemas sociais, tais como a pobreza, a má situação sanitária e nutricional, a insegurança alimentar, e aqueles que decorrem da migração, da deslocação forçada de pessoas e da dinâmica demográfica; ...Cientes de que as estratégias de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca terão a sua máxima eficácia se se basearem numa observação sistemática adequada e num conhecimento científico rigoroso e se estiverem sujeitas a uma reavaliação contínua;” (Jornal da RDTL, RG, 8/06). Esta ratificação traz ainda outra mais-valia, ao adoptar uma uniformização de linguagem e conceitos científicos de impacto social. Assim, nessa ratificação, Timor-Leste e outros países definem como:

- **desertificação:** “... a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e sub-húmidas secas, resultantes de vários factores, incluindo as variações climáticas e as actividades humanas;” (Jornal da RDTL, 8/06);

- **combate à desertificação:** “...actividades que fazem parte do aproveitamento integrado da terra nas zonas áridas, semiáridas e sub-húmidas secas com vista ao seu desenvolvimento sustentável e que têm por objectivo:

- i) a prevenção e ou redução da degradação das terras;
- ii) a reabilitação de terras parcialmente degradadas; e
- iii) a recuperação de terras degradadas;” (Jornal da RDTL, RG, 8/06);

- **seca:** “... fenómeno que ocorre naturalmente quando a precipitação registada é significativamente inferior aos valores normais, provocando um sério desequilíbrio hídrico que afecta negativamente os sistemas de produção dependentes dos recursos da terra,” (Jornal da RDTL, RG, 8/06);
- **mitigação dos efeitos da seca:** “... actividades relacionadas com a previsão da seca e dirigidas à redução da vulnerabilidade da sociedade e dos sistemas naturais àquele fenómeno no quadro do combate à desertificação (Jornal da RDTL, RG, 8/06);
- **terra:** “...sistema bio produtivo terrestre que compreende o solo, a vegetação, outros componentes do biota e os processos ecológicos e hidrológicos que se desenvolvem dentro do sistema;” (Jornal da RDTL, RG, 8/06);
- **degradação da terra:** “redução ou perda nas zonas áridas, semiáridas e sub-húmidas secas, da produtividade biológica ou económica e da complexidade das terras agrícolas de sequeiro, das terras agrícolas de regadio, das pastagens naturais, das pastagens semeadas, das florestas ou das áreas com arvoredos dispersos, devido aos sistemas de utilização da terra ou a um processo ou combinação de processos, incluindo os que resultam da actividade do homem e das suas formas de ocupação do território como por exemplo erosão do solo, deterioração das propriedades químicas-físicas-biológicas do solo, e destruição da vegetação (Jornal da RDTL, RG, 8/06);
- **zonas áridas, semiáridas e sub-húmidas secas:** “...todas as áreas, com excepção das polares e das subpolares, nas quais a razão entre a precipitação anual e evapotranspiração potencial está compreendida entre 0,05 e 0,65 (Jornal da RDTL, RG, 8/06);
- **zonas afectadas:** “...zonas áridas, semiáridas e ou sub-húmidas secas afectadas ou ameaçadas de desertificação (Jornal da RDTL, RG, 8/06).

Ao longo desta tese serão adoptadas estas definições.

## **b) Sistemas Florestais, seca e degradação de solos**

A área total de florestas em Timor-Leste é cerca de 1,4 milhões de hectares (ha), com perto de 350 000 ha sob ameaça de degradação (PED, 2011-2030).

Estima-se que cerca de 80% da população de Timor-Leste depende do sistema agroflorestal para sua subsistência, quer para a obtenção de madeira, de outros produtos florestais não lenhosos, como para aquisição de combustível, material para construções, artesanato e mobiliário [Jornal da RDTL, RG, 9/2007; GERTIL, 2002; Banco Mundial e Banco Asiático de Desenvolvimento (BM e BAD), 2007].

Por outro lado, Timor-Leste tem uma das taxas de desflorestação mais elevadas da região, estando a perder área florestal a um ritmo nunca antes visto. Dentro das causas históricas já referidas, restam ainda algumas causas, das quais se destaca o corte desregulado para lenha, e/ou, sobretudo, a conversão da floresta em terreno agrícola (ex. associado a práticas de agricultura itinerante). De facto, calcula-se que 76% da mão-de-obra neste país se dedica à agricultura de subsistência. No documento “Breve Desenvolvimento Económico e Social” os autores estimam que a expansão de terrenos agrícolas para manter uma densidade rural constante possa estar a ter lugar na ordem de cerca de 15.000 hectares por ano o que se pode traduzir num declínio da área florestal de cerca de 1,8% por ano (BM e BAD, 2007).

**Dez maiores taxas de desflorestação no Leste Asiático e Pacífico**

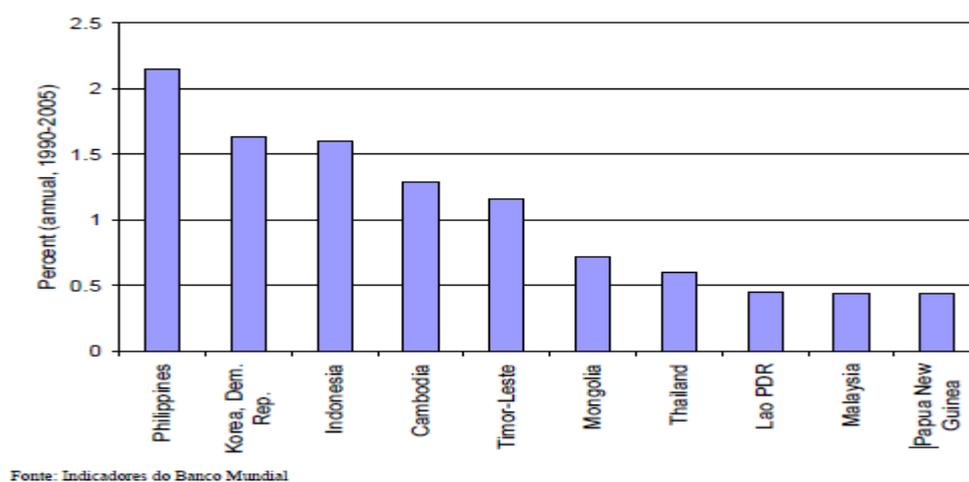


Figura 1.4. Gráfico representativo dos países com a maior taxa de desflorestação no Leste Asiático e Pacífico (Figura 4, retirado de BM e BAD 2007).

Estas elevadas taxas de desflorestação estão patentes nos dados mostrados pelo Banco Mundial, onde Timor-Leste aparece em quinto lugar nos países com a maior taxa de desflorestação no Leste Asiático e Pacífico (BM e BAD, 2007) (Figura 1.4).

A sustentabilidade da floresta de Timor-Leste é essencial para as famílias que dela dependem para obtenção de alimento, material de construção, vestimento, artesanato e medicamentos. Acrescenta-se ainda a influência positiva nas dimensões socioeconómicas do país nomeadamente turismo e outros serviços (Jornal da RDTL, Série I N° 21/2007).

Esta importância é reconhecida em vários documentos oficiais como por exemplo, a resolução do governo (RG) de Timor Leste no primeiro de Agosto sobre estratégias para o sector florestal (RG N°9/2007).

O governo através do Ministério da Agricultura, Florestas e Pescas (MAFP) reconhece os riscos de degradação ambiental e a importância dos ecossistemas pela sua diversidade biológica e que a conservação das florestas é uma tarefa prioritária no planeamento do desenvolvimento do sector florestal (PED, 2011-2030).

Salienta ainda, o MAFP, que *“A desflorestação e a degradação das florestas nacionais é um problema grave na maioria das zonas montanhosas e em muitas zonas áridas das terras baixas, que está a causar a erosão do solo e das rochas e a deposição de detritos no leito dos rios. A floresta ajuda a manter a fertilidade dos solos, a proteger as bacias hidrográficas e a reduzir os riscos de cheias e deslizamentos de terras”* (Jornal da RDTL, Série I N°21/2007). Outro documento oficial do mesmo ano relata: *“A destruição de florestas, a sua degradação e a pobreza encontram-se mutuamente crescendo e a menos que sejam abordados firmemente numa forma integrada, serão um obstáculo ao êxito dos programas de redução da pobreza e de segurança ambiental de Timor-Leste. O crescimento económico acelerado e o aumento da dependência da população em relação à floresta estão a comprometer os ecossistemas florestais e os serviços que estas providenciam, bem como a manutenção e a qualidade dos recursos hídricos, a conservação da biodiversidade e a agricultura sustentável.”* (Jornal da RDTL, Série 1N° 21/2007). Este documento propõe ainda que estratégias de desenvolvimento nacional deverão contribuir para combater a

desflorestação e a degradação florestal (Jornal da RDTL, Série 1 N°21, 2007).

Os problemas ambientais também são reconhecidos no PED, 2011-2030: “os recursos florestais continuam a degradar-se rapidamente, devido ao abate contínuo de árvores para lenha e agricultura, aos fogos florestais, a procura crescente de terras e recursos, e a maior exploração e conversão florestal. Estima-se que a desflorestação esteja a ocorrer a um ritmo de 1,1% ao ano. ... A meta prevista dos Objectivos de Desenvolvimento do Milénio que estima 55% das terras cobertas pela floresta continua a ser um objectivo ambicioso” (PED, 2011-2030).

A degradação de solos implica ainda outros riscos que Timor-Leste também enfrenta atualmente, como sejam a *diminuição das águas subterrâneas, ameaças à vida selvagem, a diminuição dos recursos alimentares* que causariam sérias consequências para a qualidade de vida das populações (Jornal da RDTL, Série 1N° 21/2007). Para combater estes riscos, Timor-Leste propôs, no PED, 2011-2030, um plano de gestão florestal com vista a promover a reflorestação e práticas sustentáveis de gestão de terras e mar no país. Destacam-se:

- **a implementação** de políticas de gestão de bacias hidrográficas e zonas costeiras especialmente reabilitar e proteger o mangue e regular a exploração de areia ;
- **a definição** de legislação específica sobre florestas na qual visa a importância dos aspectos relativos à posse de terras.
- **reflorestação** em todas as áreas degradadas, nomeadamente as áreas inclinadas nos arredores da capital, Dili. Também neste âmbito foi proposta a plantação de florestas comunitárias que possam ser geridas pelas comunidades rurais e a instalação de plantações industriais (Jornal da RDTL, N° 21/ 2007).
- **introdução** de programas de redução de incêndios florestais;
- **substituição** do uso de lenha por outras fontes de energia, e/ou plantação de florestas com crescimento rápido. Por exemplo, calcula-se que uma família leste-timorense utiliza cerca de 24 kg de lenha por dia para cozinhar (PED, 2011-2030; DNCF, 2007), sendo esta considerada como um

combustível "gratuito", o que dificulta mudanças de hábitos de uma população empobrecida;

- **umentar** a eficácia do cumprimento das leis ambientais e leis florestais referidas no PED 2011-2030 (RG 9/2007).

Além disso, a definição de zonas de conservação natural, ou parques nacionais, têm um impacto crucial na preservação ambiental, e noutros setores socioeconómicos do país como sejam a educação, economia e turismo. Destaca-se o Parque Nacional Nino Konis Santana como a primeira área protegida da República de Timor-Leste (RG, N°8/2007).

Existem ainda várias localidades designadas oficialmente (PED, 2011-2030) como regiões de preservação: *“Outras áreas que serão protegidas em zonas de conservação são: Tilomar, Ramelau, Fatumasin, Ilha de Atauro-Manucoco, Matebian, Kablake, Builo, Clere-Lore, MonteJ Paitchao, e lago Iralalero, ilha de Jaco, Monte Diatuto, Be Malae-Atabae, Maubara, Mak-Fahik e Sarim, Tasitolu, Areia Branca, Estuário de Irabere e Iliomar. “* (PED 2011-2030). Assim, a política para o setor florestal de Timor-Leste plasmada na RG N° 9/2007 contempla a adoção de uma abordagem integrada de gestão sustentável dos recursos florestais, baseada na preservação do espaço natural. Aqui, a proteção das florestas nacionais e os serviços ecológicos são assumidos como uma gestão da terra e mar de importância fundamental. As medidas propostas na RG N°9/2007 e pelo MAFP no seu primeiro relatório sobre degradação do solo envolvem:

- Proteção das florestas;
- Participação das comunidades e do setor privado no desenvolvimento do setor florestal;
- Conservação das bacias hidrográficas;
- Florestação e recuperação dos solos;
- Condições favoráveis de desenvolvimento do setor privado;
- Desenvolvimento institucional do setor florestal (MAFP, 2007).

As medidas de proteção de florestas, de florestação, rearboreção e recuperação dos solos são particularmente importantes, para combater riscos de desertificação e empobrecimento dos solos em Timor-Leste. Para além das excessivas explorações de madeira no passado (sândalo, teca,

pau-rosa), as práticas atuais desregradas agravam ainda mais este problema. Por exemplo, o país não é auto-suficiente em madeira sendo necessário reverter esta situação (Jornal da RDTL, Série 1Nº 21/ 2007).

Dados do Ministério de Agricultura, Floresta e Pescas mostram que *“a nível global, as plantações florestais ocupavam em 2000, 187 milhões de hectares, ou cerca de 5% da cobertura florestal global e um pouco mais de 1% do uso global da terra. As plantações florestais forneceram 35% da oferta industrial global de madeira bruta em 2000 e espera-se que esta percentagem deve aumentar para 44% até 2020”* (MAFP, 2007).

Por outro lado, um documento sobre a política florestal desenvolvida pelo Banco Asiático de Desenvolvimento reconhece que a procura de produtos florestais está a aumentar a nível global, podendo comprometer medidas sustentáveis de proteção ambiental e do setor florestal (Jornal da RDTL, Série I Nº 21/ 2007).

Um objetivo importante da presente política florestal em Timor-Leste passa por aumentar a autossuficiência de matérias-primas florestais, envolvendo um programa de florestação sustentado que dará emprego e receitas, para além dos benefícios ambientais (Jornal da RDTL, Série I Nº21/ 2007).

Algumas das estratégias propostas pelas entidades oficiais passam por:

*“Promover programas ecologicamente realistas de florestação, através de novas plantações, reflorestação e recuperação (plantação de enriquecimento, restrição do acesso às zonas montanhosas) e regeneração natural para otimizar a produtividade da floresta natural das bacias hidrográficas e da orla costeira, bem como das plantações florestais”;...*

*“Produzir, até 2040, 50% da procura nacional de madeira necessária, a partir de plantações florestais locais”....*

*“Estabelecer inventários dos recursos florestais específicos, lenhosos e não lenhosos”;...*

*“Onde necessário planear e coordenar as actividades de florestação e reflorestação, a DNCF, em cooperação com as comunidades rurais, efectuará o planeamento da gestão das florestas, incluindo o zonamento, para determinar onde é que a florestação e as actividades silvícolas relacionadas são aconselháveis do ponto de vista ecológico, físico,*

*económico e social; Merecerá especial atenção a produção sustentável, através da florestação com espécies adequadas”;...*

*–“Promover e incentivar a plantação de árvores de sombra, palmeiras, coqueiros e pequenos bosques recreativos”; ...*

*–“Planear, organizar, financiar e executar programas de investigação prioritárias sobre questões relacionadas com a criação, a gestão e a utilização das florestas que suportará um desenvolvimento sustentável do sector florestal, a redução da pobreza, emprego e fontes de receitas”;...*

*–“Estudo e resolução dos problemas relacionados com o estabelecimento das florestas que possam surgir durante a implementação das plantações florestais, programas agroflorestais ou de silvicultura comunitária pelas comunidades rurais” ( in Jornal da RDTL, Série I N° 21/ 2007).*

Relativamente ao desenvolvimento institucional do setor florestal o mesmo documento refere estratégias que envolvem por exemplo,

*- “criar e manter um serviço florestal nacional;*

*- “proporcionar aos técnicos selecionados oportunidades de formação universitária em silvicultura e temas relacionados, em universidades estrangeiras;...Um objectivo específico de curto prazo consiste em aumentar ...o número de funcionários com habilitações universitárias no domínio da silvicultura e da gestão dos recursos naturais...;*

*–“manter um nível suficiente de financiamento e investimento no sector florestal, reforçar a capacidade técnica e de gestão; prestar progressivamente formação profissional ao pessoal da DNCF,...(in RG, 9/2007; MAFP, 2007).*

O impacto deste fatores (ex, seca) ainda é pouco conhecido em espécies usadas em Timor-Leste. No capítulo 2, abordaremos este estudo em duas espécies lenhosas de grande valor para os leste-timorenses.

#### **1.1.6. Radiação UVB em Timor-Leste**

Um dos efeitos mais dramáticos do efeito de estufa e alterações climáticas é a degradação da camada protetora de ozono na atmosfera, o que permite a passagem de raios ultravioletas (UV). Os efeitos nefastos dos raios UV estão bem documentados para humanos e outros animais. Embora haja alguns estudos para plantas, dentro dos fatores associados a alterações climáticas

(ex. seca, temperatura elevada) os efeitos da radiação UV é provavelmente um dos menos estudados. Para humanos o risco causado pela radiação UV é medida pela *Minimal Erythmal Dose* (dose de UV causador de avermelhamento de pele humana não exposta). Este valor depende das características da pele designadamente presença de melanina e nas peles mais sensíveis (ex. para povos do norte do hemisfério com pouca melanina, o valor base corresponde aproximadamente a  $200\text{Jm}^{-2}$  podendo em africanos e populações das Caraíbas atingir um valor de  $1000\text{Jm}^{-2}$  (<http://www.weatheronline.co.uk/reports/>, consultado em 24/03/2015).

Uma análise de portais de clima na internet revela que Dili, Timor-Leste, tem um índice-UV (exposição à radiação UV) em média de 12 (Figura 1.5). A “força” da radiação ultravioleta é expressa como índice-UV.

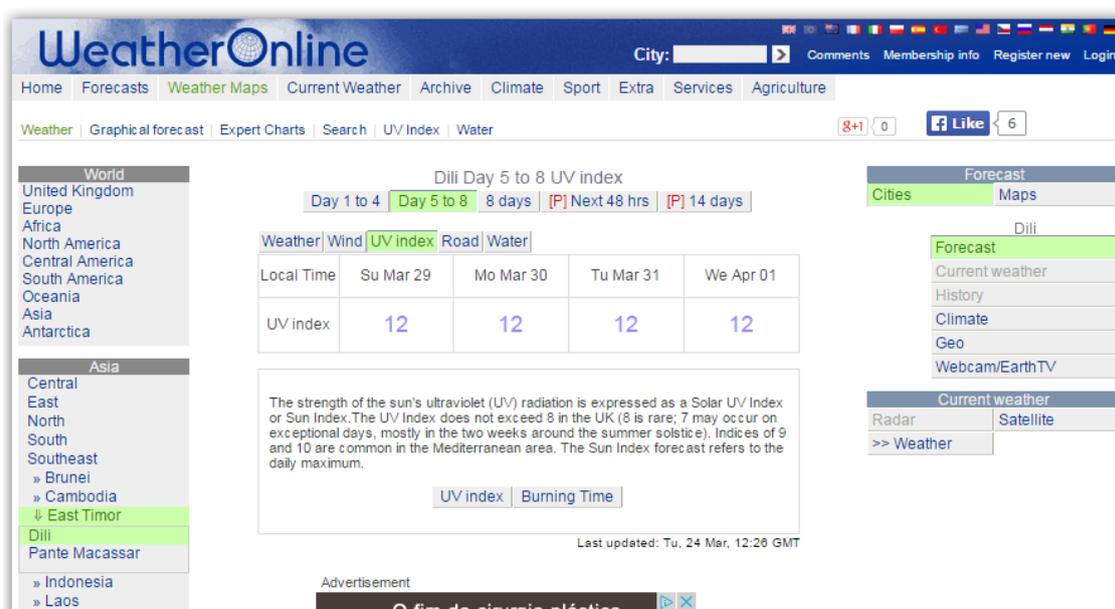


Figura 1.5 Exemplo de índice de UV (12) estimado em portal online para Dili, Timor-Leste. <http://www.weatheronline.co.uk/EastTimor/Dili/UVindex/Day5to8.htm>

As entidades governamentais da RDTL, já alertadas para estes riscos, numa maneira geral associados às alterações climáticas, publicaram em 2011 um importante documento (RG nº 33/2011) que consta no PANAC. Neste documento estratégico, ainda pouco do conhecimento do cidadão comum em Timor-Leste, alerta-se para os riscos de aumento de radiação UV (sobretudo para riscos de doenças/cancro de pele), e propõem-se medidas nomeadamente na seção “Desenvolvimento da capacidade,

consciencialização, conhecimentos, monitorização”, refere-se no ponto 15: *“Desenvolvimento de estratégias e destaque da capacidade dos recursos humanos (formação e cursos sobre pontos essenciais relacionados com as alterações climáticas, doenças respiratórias e outras relacionadas com as alterações climáticas, assistência médica, impactos da radiação UV, formação sobre evacuação, fumigação - formação sobre insecticidas, visando a redução de mosquitos) e conhecimentos sobre saúde materno-infantil”* (PANAC, 2011).

Também, reconhecendo a íntima ligação entre a camada de ozono, e o aumento de radiação UV, as entidades leste-timorenses publicaram o Decreto-Lei 36/2012 que visa o controlo das importações e exportações de substâncias que empobrecem a camada do ozono: *“ O presente diploma estabelece as regras para o licenciamento das importações e exportações de substâncias que empobrecem a camada do ozono tendo em vista a protecção do ambiente e a implementação na ordem jurídica interna das directrizes constantes da Convenção de Viena para a protecção da camada do ozono e do Protocolo de Montreal para a redução de substâncias que empobrecem a camada do ozono* (<http://www.jornal.gov.tl/?q=node/1123>, consultado em 24/03/2015).

De acordo com os dados da Organização Mundial de Saúde (WHO), Timor-Leste em 2004 foi um dos países com maior exposição aos raios UV, registando valores de 5667, apenas ultrapassado por países como o Líbano e Maldivas no continente asiático, países da África e da América como Burkina Faso, Chade, Etiópia, Quênia, Somália, Barbados e Peru (<http://rho.emro.who.int/rhodata/node.main.164?lang=en>).

Em termos de comparação nesse mesmo ano, citam-se países vizinhos como a Austrália que teve uma média de índice UV de 3206, e a Indonésia com valores de 5220. Por outro lado, Portugal teve valores de 2585 (dados consultados em <http://rho.emro.who.int/rhodata/node.main.164?lang=en>, consultado em 24/03/2015).

O mesmo portal mostra que Timor-Leste teve para 2002 dados oficiais com baixa atribuição de doenças e mortes por 100000 habitantes causadas por radiação UV (Figura 1.6).

|  | UV radiation<br>tributable DALYs<br>(‘000) <sup>i</sup> | UV radiation attributable<br>DALYs per 100’000<br>capita <sup>i</sup> | UV radiation<br>attributable<br>deaths <sup>i</sup> | UV radiation attributable<br>deaths per 100’000<br>capita <sup>i</sup> |
|--|---|---|---|--|
| Country                                      | 2002  | 2002  | 2002  | 2002   |
| Switzerland                                  | 2976  | 40  | 244   | 3  |
| Syrian Arab Republic                         | 5146  | 28  | 45  | 0.24   |
| Tajikistan                                   | 1132  | 18  | 33  | 0.50   |
| Thailand                                     | 46138   | 71  | 243   | 0.37   |
| The former Yugoslav<br>republic of Macedonia | 853   | 42  | 66  | 3  |
| Timor-Leste                                  | 88  | 9   | 2   | 0.24   |
| Togo   | 2721  | 47  | 40  | 0.69   |
| Trinidad and Tobago                          | 300   | 23  | 5   | 0.36   |
| Tunisia                                      | 3616  | 37  | 50  | 0.51   |
| Turkey                                       | 12842   | 18  | 401   | 0.57   |
| Turkmenistan                                 | 975   | 20  | 36  | 0.75   |

Figura 1.6. Dados oficiais da Organização Mundial de Saúde sobre doenças e mortes atribuídas a radiação UV (<http://rho.emro.who.int/rhodata/node.main.164?lang=en>)

Estes dados mostram que, se por um lado será espectável uma adaptação natural das populações humanas, animais e vegetais nativas, por outro lado, estes valores remontam a mais de 10 anos, altura da independência do país, e por isso muito provavelmente estimados por baixo. Seria assim urgente voltar a fazer um levantamento exaustivo de doenças associadas a radiação de UV no país.

Tendo em conta os valores extremamente elevados de radiação UV em Timor-Leste, saliente-se que pouco se sabe sobre os efeitos nas plantas e o seu impacto no setor agroflorestal do país. Por outro lado, muitas culturas importantes para o país (ex, cafeeiro) necessitam de sombreamento, que naturalmente é fornecido por árvores mais altas, cuja copa protege plantas de crescimento mais rasteiro. Esta prática é comum em Timor-Leste, e desconhece-se o impacto do empobrecimento dos solos, e de alterações climáticas nessas culturas. No capítulo 2 serão discutidos alguns aspetos mais relevantes dos efeitos da radiação dos raios ultravioletas (UV), em particular a radiação UVB, na fisiologia de plantas.

### 1.1.7. Biodiversidade: fauna e flora em Timor-Leste

A riqueza da biodiversidade é bastante curiosa pelas espécies, componentes da flora e fauna da ilha Timor que é incluída na Região Wallace um dos 34

pontos (*hotspots*) de interesse mundial, sendo que seja possível considerar o jovem país, RDTL, uma zona de interesse mundial pelas espécies endémicas da sua biodiversidade (PED, 2011-2030).

Tendo em conta a divisão em quatro grandes regiões (costa norte, costa sul, interior montanhoso e extremo leste), em função das características edafoclimáticas, será de esperar que estas zonas também tenham diferentes características nos seus ecossistemas, e em particular na biodiversidade nomeadamente de variadas e inúmeras espécies que constituem a fauna e a flora (GERTIL, 2002).

De facto, algumas destas particularidades edafoclimáticas naturalmente favoreceram a existência inicial de uma biodiversidade exuberante, sobretudo evidente na fauna e flora, estimando-se que cerca de 0,05% das espécies do país são endémicas (Trainor et al., 2007; Thomaz, 2008).

Descrevem-se a seguir aspetos principais relacionados com a biodiversidade da fauna e da flora mais relevantes de Timor- Leste.

#### **a) Fauna**

A fauna de Timor-Leste é composta por mamíferos, aves, répteis, anfíbios e peixes de água doce. A maior parte da fauna é formada por espécies asiáticas, excluindo os grandes mamíferos como elefantes e grandes felinos. Recentemente foram descobertas novas espécies de morcegos, rãs, osgas e lagartixas. A existência de espécies endémicas contribui para a entrada de Timor-Leste na região Wallaceana - onde coexistem a fauna e a flora Indo-Malaia e Australásia – (Jornal da Republica de Timor-Leste, Resolução do Governo, 9/2007), e que encerra um bom número de espécies endémicas: 262 aves, 127 mamíferos, 33 rãs, 99 répteis, 50 peixes de água doce e 1500 plantas (Trainor et al., 2007).

Apesar da importância da interligação ambiental fauna – flora, não vai ser alvo de estudo neste trabalho, pelo que só se refere aqui algumas das espécies consideradas mais relevantes ou interessantes. Mencionam-se algumas espécies endémicas de Timor-Leste além duma boa percentagem de répteis e anfíbios (50% de rãs), de que se destaca o crocodilo, símbolo nacional, e de grande distribuição em zonas pantanosas (ex. no sul) (Figura 1.7).



Figura 1.7. Exemplo de coleção de selos evocativa de algumas espécies de anfíbios e reptéis nativas de Timor-Leste, emitidos no Ano Internacional da Biodiversidade de 2010 (retirado de PED, 2011-2030).

Dos mamíferos (Figura 1.8) são exemplos o *Crocidura tenuis* (musaranho de Timor), *Rattus timorensis* (rato de Timor), o *Macaca fascicularis* (macaco), o *Paradoxurus hermaphroditus* (rato-de-palmeira), o *Sus scrofa* (javali), o *Cervus timorensis* (veado), o *Mus musculus* (rato-caseiro), a *Rattus tanezumi* (ratazana-caseira), a *Rattus norvegicus* (ratazana), o *Rattus exulans* (rato-do-campo) e a *Phalanger orientalis* (meda). Os peixes de água doce são como o *Oryzias timorensis* (peixe-do-arroz), e *Craterocephalus laisapi* (novo peixe) (Trainor et al., 2007).



Figura 1. 8. Alguns mamíferos existentes em Timor-Leste a) meda e b) macaco.( Retirado de <http://fotos.sapo.tl/tags/timorleste/?listar=poucas&ordenar=maisrecentes&pagina=11829>)

## b) Flora

Como foi dito anteriormente, Timor-Leste é caracterizado por numerosas serras e montanhas com alguns planaltos e planícies. Apesar do processo de desflorestação, existe ainda boa variedade de tipos de florestas tropicais em pequenas áreas:

- Floresta de altitude, são zonas com elevações maiores que mil 1000 metros;
- Floresta alta persistente formada por áreas cuja cobertura vegetal dominante é composta por árvores que atingem 40 metros;
- Floresta semi-persistente que já apresenta outro aspecto; nela as árvores são menores e na maioria são caducifólias, com 20 metros de altura, suavizam o panorama agreste de terras meio desérticas (Trainor et al., 2007).

Os espaços naturais, principalmente as costas norte e sul apresentam manchas verdes com plantas de médio e grande portes tais como as das famílias *Arecaceae*, *Anacardiaceae*, *Annonaceae*, *Apocynaceae*, *Bombacaceae*, *Bignoniaceae*, *Bixaceae*, *Burseraceae*, *Clusiaceae*, *Casuarinaceae*, *Combretaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Hernandiaceae*, *Lauraceae*, *Leguminosae/ Cesalpiniaceae*, *Leguminosae/ Mimosaceae*, *Leguminosae/ Papaveraceae*, *Malvaceae*, *Meliaceae*, *Moraceae*, *Moringaceae*, *Muntingeaceae*, *Myrtaceae*, *Nyctaginaceae*, *Oxalidaceae*, *Pandanaceae*, *Rhamnaceae*, *Rutaceae*, *Rhyzophoraceae*, *Rubiaceae*,

Sapindaceae, Sapotaceae, Santaceae, Sterculiaceae e Verbenaceae (Sousa et al., 2011).

Espécies pertencentes a estas 36 famílias mencionadas desempenham um papel preponderante no quotidiano dos habitantes de Timor-Leste (Costa, 2010). As comunidades das zonas costeiras, por exemplo, tiram proveito das palmeiras (tronco, folhas, frutos) designadamente *Areca cathecu*, *Arenga pinnata*, *Borassus flabelifer*, *Caryota mitis*, *Cocus nucifera* e *Corypha utan* que crescem geralmente nos litorais apesar de poderem ser encontradas nas planícies, nos planaltos e zonas próximas do sopé das montanhas (Lidon et al., 2001).

Nas zonas montanhosas, predominam *Eucaliptus urophylla* (palavão preto), mais em zonas de floresta moderadamente densa. As espécies florestais consideradas com maior valor económico são palavão e/ou eucalipto branco, sândalo, teca, pau-rosa, palavão preto e mogno. As espécies sândalo e teca encontram-se largamente destruídas no território de Timor-Leste. A teca apresenta uma área ainda representativa (3500-4500ha). As restantes existem em pequenos bosques isoladas nas cinco regiões do território da RDTL (Jornal da RDTL, Série I N<sup>o</sup>21/2007).

A tabela 1.1 foi construída com base numa pesquisa na literatura (Costa, 2010; Sousa et al., 2011) e de recolha de informação local pela autora. A referida tabela indica algumas das espécies que são identificadas pelo nome científico, pelo nome comum e/ou pelo nome local. As espécies indicadas pertencentes às várias famílias como por exemplo *Arecaceae*, *Leguminosae*, *Meliaceae*, *Moringaceae*, *Rubiaceae* e outras famílias já mencionadas, têm largo uso na vida do povo especificamente como fitoterápicos na medicina tradicional em Timor-Leste.

Tabela 1.1. Algumas espécies florestais de Timor Leste (Costa, 2010; Sousa et al 2011)

| Nº | Nome comum ou local      | Nome científico                                 |
|----|--------------------------|---|
| 1  | Arequeira                | <i>Areca cathecu</i> L.                         |
| 2  | Gamuteira                | <i>Arenga pinnata</i> (Wurmb) Merr.             |
| 3  | <b>Palmeira-de-leque</b> | <b><i>Borassus flabelifer</i> L.</b>            |
| 4  | Tuarú                    | <i>Caryota mitis</i> L.,                        |
| 5  | Coqueiro                 | <i>Cocus nucifera</i> L.                        |
| 6  | Palmeira-arenga          | <i>Corypha utan</i> Lam.                        |
| 7  | Saguseiro                | <i>Metroxylon sagu</i> Rottb.                   |
| 8  | Sisal                    | <i>Agave rígida</i> Mill.                       |
| 9  | Cajueiro                 | <i>Anacardium occidentale</i> L.                |
| 10 | Mangueira                | <i>Mangifera indica</i> L.                      |
| 11 | Amaré/Cajamangueira      | <i>Spodias dulcis</i> Parkinson                 |
| 12 | Aiata/ Fruta-do-conde    | <i>Annona squamosa</i> L.                       |
| 13 | Gravioleira              | <i>Annona muricata</i> L.                       |
| 14 | Aikananga                | <i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook.,            |
| 15 | Quineira                 | <i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.           |
| 16 | Loendro-amarelo          | <i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold          |
| 17 | Frangipani               | <i>Plumeria obtusa</i> L.                       |
| 18 | Loendreira               | <i>Nerium oleander</i> L.                       |
| 19 | Sumaumeira               | <i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.                  |
| 20 | Ipê-de-jardim            | <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex. Kunth.       |
| 21 | Aitui                    | <i>Dolichandrone spathacea</i> (L.f.) K. schum. |
| 22 | Uruczeiro                | <i>Bixa orellana</i> L.                         |
| 23 | Cerejeira                | <i>Muntingia calabura</i> L.                    |
| 24 | Aikiar                   | <i>Canarium oleosum</i> (Lam.) Engl.            |
| 25 | Aifeu                    | <i>Garuga floribunda</i> Decne.                 |
| 26 | Loureiro-de-alexandria   | <i>Calophyllum inophyllum</i> L.                |
| 27 | Estramangueira           | <i>Casuarina junghuhniana</i> Miq.              |
| 28 | Amendoeira-da-índia      | <i>Terminalia catappa</i> L.                    |
| 29 | Amendoeira-da-china      | <i>Aleuritis molucana</i> (L.) Willd.           |
| 30 | Aveloz                   | <i>Euphorbia tirucalli</i> L.                   |
| 31 | Pinhão-manso             | <i>Jatropha curcas</i> L.                       |
| 32 | Ríssino                  | <i>Ricinus communis</i> L.                      |
| 33 | Quebra-pedra             | <i>Phyllanthus niruri</i> L.                    |
| 34 | Chagas-velhas            | <i>Jatropha gossypifolia</i> L.                 |
| 35 | Aisarmalén               | <i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeel            |
| 36 | Aimeti                   | <i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.              |
| 37 | Abacateiro               | <i>Percia americana</i> Mill.                   |
| 38 | <b>Tento-carolina</b>    | <b><i>Adenantha pavonina</i> L.</b>             |
| 39 | Marabu                   | <i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.  |
| 40 | Algarobeira              | <i>Prosopis juliflora</i> (Swartz) DC.          |
| 41 | Acácia-esponjeira        | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit      |
| 42 | Samaneiro                | <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.              |
| 43 | Acácia-de-jardim         | <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.         |
| 44 | Chama-da-floresta        | <i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.      |
| 45 | Cássia-da-tailândia      | <i>Senna siamea</i> (Lam.) Irwin & Barneby      |
| 46 | Canafistula              | <i>Cassia fistula</i> L.                        |
| 47 | Cássia-javanesa          | <i>Cassia javanica</i> L. subsp. Javanica       |
| 48 | Tamarindeiro             | <i>Tamarindus indica</i> L.                     |
| 49 | Pão-de-pobre             | <i>Manihot esculenta</i> Crantz                 |
| 50 | Pau-rosa                 | <i>Pterocarpus indicus</i> Willd.               |
| 51 | Cacaueiro                | <i>Theobroma cacao</i> L.                       |
| 52 | Algodoeiro               | <i>Gossypium arboreum</i> L.                    |
| 53 | Agodoeiro-da-praia       | <i>Hibiscus tiliaceus</i> L.                    |
| 54 | KLeinhovia               | <i>Kleinhovia hospita</i> L.                    |
| 55 | Aigomis                  | <i>Sterculia quadrifida</i> R. Br.              |
| 56 | Árvore-de-bayur          | <i>Pterospermum acerifolium</i> (L.) Willd.     |
| 57 | <b>Amargoseira</b>       | <b><i>Melia azedarach</i> L.</b>                |
| 58 | Aisaria                  | <i>Toona sinensis</i> (A. Juss.) M. Roem.       |
| 59 | Mogno                    | <i>Swietenia macrophylla</i> King.              |
| 60 | Árvore-de-fruta-pão      | <i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg   |

|    |                         |  |
|----|-------------------------|--|
| 61 | <b>Moringueiro</b>      | <b><i>Moringa oleífera</i> Lam.</b>        |
| 62 | Eucalipto               | <i>Eucalyptus alba</i> Reinw.              |
| 63 | Jameleiro               | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels         |
| 64 | Goiabeira               | <i>Psidium guajava</i> L.                  |
| 65 | Romãzeira               | <i>Punica granatum</i> L.                  |
| 66 | Cravo-da-índia          | <i>Syzygium aromaticum</i> Merrill & Perry |
| 67 | Bilimbeiro              | <i>Averrhoa bilimbi</i> L.                 |
| 68 | Caramboleira            | <i>Averrhoa carambola</i> L.               |
| 69 | Pandano-havaiano        | <i>Pandanus tectorius</i> Parkinson        |
| 70 | Ailok                   | <i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.            |
| 71 | Marmeleiro-da-india     | <i>Aegles marmelos</i> (L.) Corr.Serr.     |
| 72 | Limaseiro               | <i>Citrus limon</i> L.                     |
| 73 | Cafezeiro               | <i>Coffea arabica</i> L.                   |
| 74 | <b>Ailenuk</b>          | <b><i>Morinda citrifolia</i> L</b>         |
| 75 | Aitorobou               | <i>Nauclea orientalis</i> L.               |
| 76 | Aikatimun               | <i>Timonius timon</i> (Spreng.) Merr.      |
| 77 | Árvore-do-óleo-macassar | <i>Schleichera oleosa</i> (Lour) Oken.     |
| 78 | Caimiteiro              | <i>Chrysophyllum cainito</i> L.            |
| 79 | Sapotilheira            | <i>Manilkara zapoca</i> (L.)P. Royen       |
| 80 | Sândalo branco          | <i>Santalum álbum</i> L.                   |
| 81 | Puna-bastarda           | <i>Sterculia foetida</i> L.                |
| 82 | Teca                    | <i>Tectona grandis</i> L.                  |
| 83 | Sabugueiro              | <i>Sambucus nigra</i> L.                   |
| 84 | Papaieira               | <i>Carica papaya</i> L.                    |
| 85 | Aituri                  | <i>Sesbania grandiflora</i> (L.) Pers.     |
| 86 | Pata-de-vaca            | <i>Bauhinia forficata</i> L.               |
| 87 | Açafrão-da-terra        | <i>Curcuma longa</i> L.                    |
| 88 | Konhaku                 | <i>Amorphophallus konjac</i> K.Koch        |
| 89 | Inhame                  | <i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott     |
| 90 | Rumbodo                 | <i>Ficus racemosa</i> L.                   |

### 1.1.8. Espécies com valor etnobotânico em Timor-Leste

A transformação dos ecossistemas naturais intensificou-se desde o final do século XIX, com a destruição de grandes áreas florestais e introdução de culturas permanentes ou de plantação (cafeeiro, coqueiro, seringueira, caneleira, cacauero e pimenta). Muitas destas culturas estavam enquadradas num sistema de exploração quase agro-florestal, cuja importância, hoje se destaca o coqueiro e o cafeeiro (Jesus et al., 2011).

Muitas espécies florestais, tradicionalmente, apresentam interesses aos habitantes como por exemplo para lenha, construção, artesanato, ou usadas na alimentação e na medicina tradicional como fitoterápicos no tratamento e/ou alívio de doenças, indisposições físicas das pessoas nas comunidades mais carentes no interior do país. A Figura 1.9 mostra-nos algumas espécies florestais consideradas indispensáveis no quotidiano da vida das comunidades no interior de Timor-Leste.



Figura 1.9 Espécies florestais que apresentam, tradicionalmente, interesse aos habitantes com valor ambiental, comercial, alimentar e medicinal: a) amargoseira, b) cafezeiro, c) tento-carolina; d) kovemaluku.

O bambú tem uma grande distribuição pelo território de Timor-Leste. Relativamente a esta espécie, destaca-se a Política Nacional de Bambú no Programa de Reflorestação de Timor-Leste. A par do bambú, a cultura de sândalo está a ser promovida em viveiros estatais do país. Em particular, técnicas de germinação do sândalo estão a ser divulgadas nos viveiros de rearborização do país, para fins de reflorestamento e controle de erosão. Nestas perspectivas, os viveiros comunitários têm sido apoiados por entidades governamentais (PED 2011-2030). De registar ainda que existe indústria artesanal de produção de mobiliário, cestaria além dos produtos não lenhosos como o mel e a *zagra* (açúcar castanho extraído das palmeiras) (Figura 1.10).

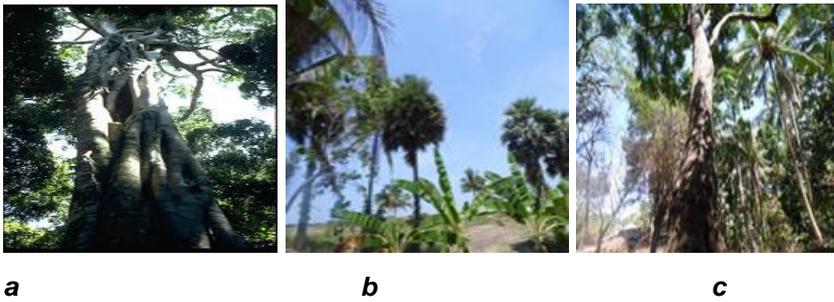


Figura 1.10. Exemplo de espécies florestais de interesse comercial em Timor: a) rumbodo (aimutin ho bani b) palmeira-de-leque; c) *kaiwamé*.

Timor-Leste, nos dias atuais, apresenta áreas secas e quentes que tendem a transformar-se em solos degradados e conseqüentemente em localidades desérticas. O panorama tende a aumentar os níveis de degradação que futuramente contribui para a diminuição de zonas de manchas verdes. Essa situação torna-se aguda com atividades agrícolas de subsistência que ainda priorizam o desmatamento e queimadas.

Para além das espécies florestais de interesse, destacam-se ainda espécies usadas na agricultura. Esta é sobretudo itinerante (desmatamento e queimadas) e culturas de sequeiro (monoculturas) que constituem práticas agressivas à flora (Jesus et al., 2012).

Como referido acima, ainda hoje as espécies mais relevantes são milho, arroz, amendoim, feijão e outras leguminosas, melão-de-são-caetano, mandioca, inhame, sinkumás/jicama, batata-doce, abóbora e outras espécies da família cucurbitaceae que constituem as principais culturas durante o ano. Os agricultores, pouco informados sobre técnicas de produção alimentar, não só minimizam as colheitas como também degradam os terrenos adequados à agricultura. Por exemplo, a agricultura itinerante e os respetivos labores fazem com que a maior parte dos solos sejam degradados pela contínua mudança das hortas de monocultura, desmatamento e queimadas que proporcionam a diminuição da cobertura vegetal no seu todo principalmente as espécies florestais com valor etnobotânico. As espécies utilizadas na medicina tradicional requerem ações de reabilitação de matas e florestas. Os programas de preservação da biodiversidade priorizam espécies com valor ambiental, alimentar e medicinal, como é o caso das duas espécies florestais escolhidas nesse

trabalho e que são conhecidas por tento-carolina (*Adenantha pavonina* L.) e amargoseira (*Melia azedarach* L.). Com vista a alargar o conhecimento sobre as várias espécies deste país, no capítulo 2 desta tese vão ser alvo de estudo as duas espécies mencionadas (*A. pavonina* e *M. azedarach*).

#### **1.1.9. Educação, investigação e proteção ambiental**

Para se compreender a realidade atual dos profissionais e sobretudo professores leste-timorenses, tem obrigatoriamente que se compreender o percurso da história recente de Timor-Leste e a enorme base de identidade cultural que tem sido evidente, baseado ou melhor dito, sustentado na Lei de Bases da Educação (LBE, 2008), através de recentes atividades como por exemplo, Programa de Restruturação do Ensino Básico, Programa de Reestruturação do Ensino Secundário e levados a cabo por meio da cooperação entre Timor-Leste e Portugal através do Ministério da Educação e Cultura de Timor-Leste (MEC/TL) e da Universidade de Aveiro (UA/Portugal) no ano de 2011 (LBE/ 2008; MEC/TL& UA/P, 2011).

As referidas medidas foram extraordinariamente importantes para a harmonização dos programas de ensino em todo o país, independência nos programas e manuais usados nas escolas do país e consolidação do português como língua de veiculação do ensino. Mas sobretudo, era crucial para as entidades leste-timorenses que estes programas tivessem uma abordagem forte e interdisciplinar no desenvolvimento sustentável, e usando um ensino baseado em contexto, promover o ensino científico-tecnológico com conhecimento de situações e contextos importantes para a realidade do povo de Timor-Leste (PED, 2011-2030).

Estas medidas foram de encontro à necessidade de Timor-Leste de ter uma política que promova a qualificação de recursos humanos, sobretudo em áreas científico-tecnológicas, onde quadros técnicos estão a fazer falta no setor empresarial e industrial do país.

Mas Timor-Leste precisa ainda de criação de infra-estruturas e estabelecer parcerias com instituições nacionais e internacionais para fazer frente a desafios tecnológicos e ambientais nomeadamente a rede da saúde pública e o meio ambiente. Algumas destas infraestruturas passam pela capacitação

de instituições de formação de profissionais/técnicos e de professores, em que se destacam a Universidade Nacional de Timor Lorosa'e (UNTL) e o Instituto de Formação de Professores e Profissionais da Educação (INFORDEPE), ambos em Dili (Figura 1.11).



Figura 1.11 a. Instalações do INFORDEPE em Dili (<http://www.infordepe.tl/legislacao/>); b. Universidade Nacional de Timor Lorosa'e em Dili ([http://www.anaaa.gov.tl/Accredited-institutions/untl\\_en](http://www.anaaa.gov.tl/Accredited-institutions/untl_en)).

Em particular, e como foi dito acima, a política ambiental e florestal no desenvolvimento sustentável de Timor-Leste, implica uma série de medidas e estratégias que requerem uma larga população de profissionais altamente qualificados. Cita-se por exemplo a divulgação da Resolução do Governo (RG) de Timor-Leste 9/2007 no Jornal da República do mesmo ano:

*“Promoção de programas ecologicamente realistas de florestação para otimizar a produtividade da floresta natural;*

*“ Estabelecer inventários dos recursos florestais específicos, lenhosos e não lenhosos”;*

*“Efectuar o planeamento da gestão das florestas, promover a produção sustentável, através da florestação com espécies adequadas”.* Salientam-se ainda, adicionados aos programas supracitados algumas estratégias como:

*“Planear, organizar, financiar e executar programas de investigação prioritárias sobre questões relacionadas com a criação, a gestão e a utilização das florestas que suportará um desenvolvimento sustentável do sector florestal, a redução da pobreza, emprego e fontes de receitas”;*

*“Estudo e resolução dos problemas relacionados com o estabelecimento das florestas que possam surgir durante a implementação das plantações florestais, programas agroflorestais ou de silvicultura comunitária pelas comunidades rurais” (RG, 9/2007).* Assim, contribuir para o desenvolvimento de Timor-Leste na protecção e recuperação ambiental e florestal, implica

não só fortalecer a componente de investigação científica em domínios de biologia das plantas, como também desenvolver atividades de promoção de competências nestas áreas por professores e profissionais técnicos.

## 1.2. Objetivos Gerais

Foi objetivo geral deste trabalho contribuir de forma multidisciplinar para a melhorar as condições de reflorestação de zonas áridas de Timor-Leste através da valorização de espécies florestais com valor etnobotânico e da formação de profissionais e/ou técnicos empenhados na referida área.

Baseado nas metas supracitadas vão-se desenvolver dois objetivos, cada um com abordagem distinta:

**O objetivo 1** procura investigar o grau de tolerância de espécies relevantes (*A. pavonina* e *M. azedarach*) ao combate da seca e da elevada incidência dos raios ultravioletas (UVB). Permitirá, este objetivo, contribuir para estratégias de preservação e/ou restauração ambiental em Timor-Leste. Assim, através do conhecimento de duas espécies florestais de grande importância ambiental e com valores relevantes na medicina tradicional vai poder-se minimizar os problemas de degradação no território leste-timorense.

**O objetivo 2** procura investigar conhecimentos prévios de profissionais leste-timorenses sobre riscos de alterações climáticas, e a sua reação a aspetos relacionados com biologia vegetal, alterações climáticas e desertificação. Visa também proporcionar a transposição de conhecimentos em biologia vegetal para esses formandos. Este objetivo permitirá contribuir para estratégias de formação de profissionais em Timor-Leste (sobretudo professores, considerando o papel chave destes no moldar de gerações) em áreas de biologia vegetal e florestal.

Assim, este trabalho divide-se em duas partes, de acordo com os dois referidos objetivos.

**Para atingir o objetivo 1 são propostas as seguintes metas:**

- Identificar espécies florestais com valor etnobotânico resistentes aos eminentes problemas no país;
- Selecionar as espécies florestais (*A. pavonina* e *M. azedarach*) com ocorrência em todo o território da RDTL;
- Avaliar a performance fisiológica de *A. pavonina* e *M. azedarach* em condições de estresse abiótico (danos oxidativos e a capacidade antioxidante, capacidades de resposta no metabolismo do carbono/fotossíntese);
- Divulgar e intensificar o uso sustentável de espécies florestais que contribuem para melhoria do meio ambiente local e preservação da biodiversidade no seu todo.

**São propostos, para atingir o objetivo 2, as seguintes metas:**

- Identificar saberes em biologia e ambiente relevantes para dimensões estruturantes de profissionais leste-timorenses (educação, saúde, ambiente e agricultura);
- Consciencializar as comunidades para os eminentes problemas no país (riscos provenientes de mudanças climáticas, degradação de florestas e solos, além de secas prolongadas);
- Transpor os conhecimentos adquiridos sobre biologia vegetal em contexto ambiental (ex. reflorestação) relevante para Timor-Leste;
- Promover a intensificação de práticas etnobotânicas e promover o uso sustentável de recursos vegetais, especialmente as espécies medicinais;
- Valorizar e divulgar métodos de preservação da flora com particular atenção às espécies endêmicas.



## Capítulo II

### 2. Resposta ao stress de espécies com valor ambiental, alimentar e medicinal em Timor-Leste

*Parte da informação aqui apresentada foi divulgada pela autora em congressos e em artigos científicos de que M Costa foi co/autora.*

#### **Artigos científicos**

Dias M.C., Azevedo C., **Costa M.**, Pinto G., Santos C. (2014) Melia azedarach plants show tolerance properties to water shortage treatment: An ecophysiological study. *Plant Physiology and Biochemistry*. 75, 123-127

**M Costa**, MC Dias, C Correia, J Moutinho, C Santos (2015) Profiling the tolerance of *Adenantha pavonina* to climate changes episodes of drought and UV radiation: a functional approach. Submetida à revista "*Plant Physiology and Biochemistry*".

## Resumo

O presente trabalho tem por objectivo elucidar a resposta de duas espécies nativas e de interesse ambiental, alimentar, medicinal e comercial em Timor-Leste, a fatores associados a alterações climáticas, em particular à seca e/ou radiação UVB. As espécies modelo são *Adenanthera pavonina* e *Melia azedarach*, duas espécies importantes nas práticas etnobotânicas e que, se tolerantes, poderão ser usadas na reflorestação de zonas degradadas de Timor-Leste.

Para o efeito expuseram-se plantas de *A. pavonina* e de *M. azedarach* a condições controlo (plantas regadas) e de stress hídrico (imposto por falta de rega). Também se avaliou em *A. pavonina* o efeito de radiação de UVB (isolado e combinado com a seca). Após o tratamento, avaliou-se a resposta das plantas no crescimento e características morfológicas, na fotossíntese (conteúdo de clorofilas e carotenóides) e no conteúdo dos açúcares. Analisou-se ainda o efeito dos tratamentos de stresses no stress oxidativo, nomeadamente na peroxidação lipídica (MDA) e em danos da membrana (permeabilidade membrana). Os resultados mostram que o défice hídrico levou ao decréscimo da abertura estomática em *M. azedarach*, e diminuiu a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e o conteúdo em clorofilas. Contudo, este stress aumentou o nível de açúcares solúveis mas não à custa de redução de amido. Por outro lado, ocorreram danos da membrana, mas não devido a peroxidação lipídica. *A. pavonina*, de um modo geral, revelou ser sensível aos UVB. Embora ambas as espécies tenham revelado alguma tolerância a stress hídrico, as condições de stresses a que elas foram submetidas não permitiram comparar as duas espécies entre si. Plantas de *A. pavonina* apresentaram redução do conteúdo hídrico e diminuição da abertura estomática, mas sem afetar os níveis de CO<sub>2</sub>. Os pigmentos fotossintéticos aumentaram e a eficiência do fotossistema II foi pouco afetada. Por outro lado, os açúcares solúveis parecem ter pouca relevância para o equilíbrio osmótico nesta espécie. O stress por UVB aumentou os danos das membranas e peroxidação lipídica. Sugerimos que ambas as espécies, *A. pavonina* e *M. azedarach*, podem tolerar níveis de défice hídrico. Estes resultados abrem perspectivas ao uso destas duas espécies em programas

de reabilitação de solos degradados e reflorestação de zonas com riscos de desertificação em Timor-Leste.

**Palavras-chave:** Timor-Leste; seca; reflorestação; alterações climáticas; *Adenantha pavonina* (Kaiwamé/tento-carolina); *Melia azedarach* (aikun/amargoseira); défice hídrico; fotossíntese; stress oxidativo.

## 2.1. Introdução

A República Democrática de Timor-Leste geralmente conhecida por Timor-Leste enfrenta problemas de secas prolongadas e consequentes alterações climáticas com elevados índices de exposição aos raios prejudiciais do sol. Desde os finais da década de 80 que a problemática das alterações climáticas despertou o interesse da comunidade internacional. Contudo, apesar da crescente preocupação e dos inúmeros esforços mundiais que têm sido desenvolvidos para diminuir e/ou travar algumas fontes responsáveis por estas alterações, muito mais precisa de ser feito pois as previsões do painel internacional para as alterações climáticas (IPCC-Climate change, 2007) apontam ainda para um aumento da frequência e da intensidade de fenómenos climáticos extremos. Alterações nas temperaturas (ex. aumento de temperatura média ou ondas de calor extremo), aumento de fenómenos de stress hídrico (ex. seca) e aumento da intensidade de radiações ultravioletas (sobretudo UVB) são tipos de stress abióticos que podem surgir associados às alterações climáticas.

As alterações nas condições ambientais fazem com que a rapidez e adequação das respostas fisiológicas das plantas sejam essenciais para a sua sobrevivência. Assim, o crescente aumento de ondas de calor acompanhadas por elevados índices de radiação ultravioleta (UVB) e alterações nos padrões de precipitação (sobretudo seca) constituem um grande desafio para a produtividade das culturas agroflorestais podendo resultar em elevadas perdas económicas e limitar a produtividade das plantas no mundo inteiro, sobretudo em regiões onde a precipitação é distribuída de um modo irregular ao longo do ano e os índices de radiação UVB são muito elevados. Mais, na natureza, estes fenómenos surgem

muitas vezes associados, levando assim a que sistemas agroflorestais estejam expostos a vários stresses ao mesmo tempo.

Num contexto das alterações climáticas, o efeito do défice hídrico na resposta dos sistemas agroflorestais tem mais relevância do que outros como as inundações. O impacto do défice hídrico na fisiologia das plantas tem sido vastamente estudado ao longo das últimas décadas e as respostas fisiológicas/bioquímicas e as adaptações das plantas à seca estão bem estabelecidas (ex. Flexas et al., 2006; Chaves e Davies, 2010).

Para além do stress hídrico, e devido à problemática da diminuição da camada de ozono, também o efeito do aumento das radiações UVB na performance das plantas tem sido alvo de vários estudos (ex. Hollósy et al., 2002; Lidon e Ramalho, 2011). Contudo, mais esforços são necessários para perceber os efeitos deste último stress na fisiologia/bioquímica das plantas, mecanismos de proteção e adaptação e sobretudo dos efeitos combinados destes stresses, aproximando a situações reais.

Estratégias importantes para combater a seca, ou para utilizar zonas com risco de degradação, passam por usar sistemas de irrigação (difíceis em sistemas naturais ou grandes áreas florestais), selecionar espécies com resistência/tolerância e que por outro lado sejam naturais da região. Ainda pode-se melhorar práticas de cultura (ex. aconselhamento das variedades, da idade da planta a cultivar, práticas de germinação, época de sementeira, adubação, etc.). Aconselham-se também outras medidas como mistura de espécies, por exemplo o uso de sombreamento e o uso de quebra ventos poderão ajudar a reduzir riscos de seca na região. Estes aspetos são particularmente importantes para Timor-Leste, pois não só porque este país está exposto a stresses associados a alterações climáticas, como também se tem verificado um aumento de zonas áridas onde a falta de água é um problema crescente (PED, 201-2030). A intervenção humana (agricultura itinerante) dizimou a maior parte das florestas primárias e cresceu a área de solos que se tornaram áridos, degradados o que torna a produção agrícola e o ambiente nesses locais desfavoráveis à vida das populações (Figura 2.1).



Figura 2.1 Regiões do país com as florestas primárias dizimadas e solos degradados; a) na região litoral; b) no interior do país.

Por outro lado, os esforços de rearborizar e reflorestar que estão a ser feitos no país implicam conhecer bem as espécies a seleccionar para evitar escolhas erradas e/ou monoculturas. Implica ainda conhecer as melhores formas de cultivar estas espécies, e como elas respondem às alterações climáticas. Assim como também conhecer cientificamente outras estratégias como alteração de sistemas de irrigação, características e adequação dos solos nas zonas de risco, selecção de espécies nativas mas com maior tolerância e conhecer fitossanidade, etc. Todas estas dimensões implicam a formação de técnicos altamente qualificados nestas áreas multidisciplinares.

### **2.1.1. Efeito do défice hídrico e radiação UVB no crescimento e fisiologia das plantas**

#### Défice hídrico

A condição hídrica da planta depende da disponibilidade de água no solo e na atmosfera que influenciam a taxa de transpiração pelos estomas e pela teoria da tensão-adesão-coesão (taxa de absorção de água pelas raízes) no sistema xilémico. Assim, quanto mais seca estiver a atmosfera (menor potencial de vapor de água), maior a taxa de transpiração, que implica maior absorção de água pelas raízes no solo.

O stress hídrico (embora normalmente aplicado apenas a défice de água, por também implicar excesso de água) causado por défice de água, ocorre quando a perda de água não é compensada pela absorção de água pelas

raízes, por falta de água suficiente no solo. À medida que o solo seca, torna-se mais difícil às raízes absorver água do solo (Figura 2.2)

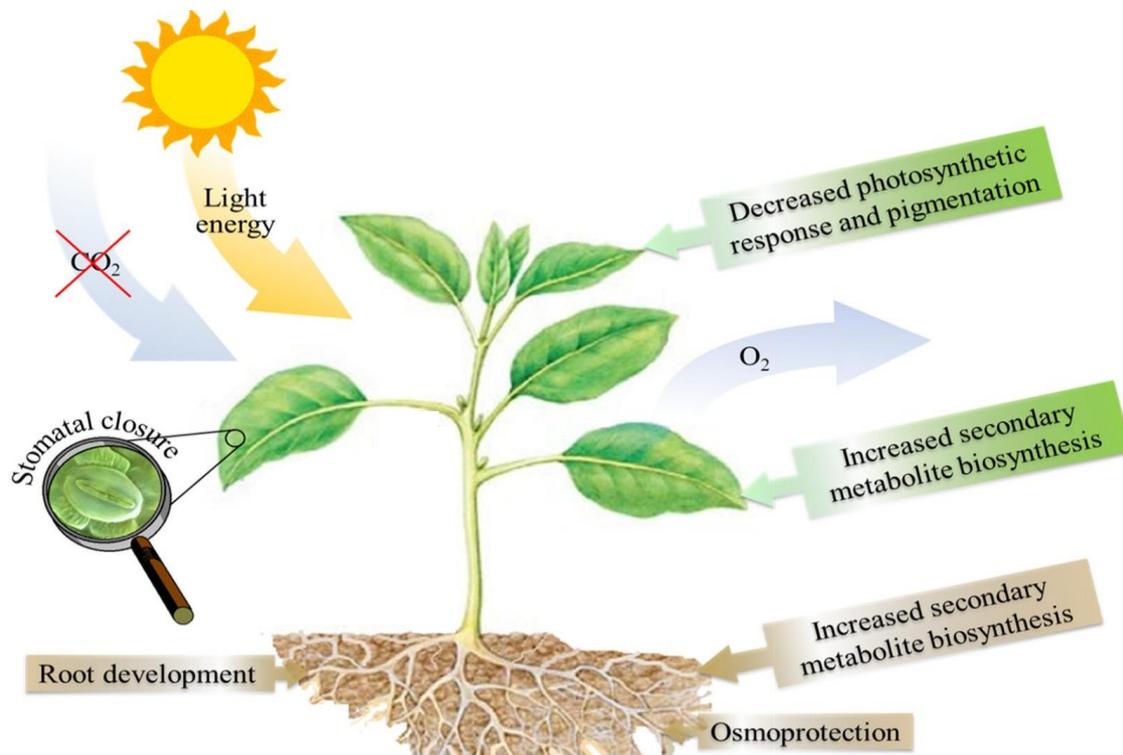


Figura 2.2. Alguns aspectos gerais de resposta fisiológica das plantas a estresse por déficit de água. (Retirado de <http://www.intechopen.com/source/html/41861/media/fig.jpg>).

Face aos requisitos e tolerância a stress hídrico, as plantas podem classificar-se como *hidrófitas* (crescem parcial ou totalmente submersas, onde a água é abundante, como é o caso do arroz); *mesófitas* (vivem bem onde a disponibilidade hídrica é média e as precipitações são adequadas, como é o caso da maioria das plantas cultivadas); *xerófitas* (ocorrem geralmente em desertos ou em regiões de baixa precipitação pluviométrica, como os cactos com folhas pequenas, caules suculentos, etc.).

Dado que a maioria das espécies de interesse agroflorestal são mesófitas há que estudar características de resposta fisiológica e adaptação à falta de água nestas plantas. A deficiência hídrica provoca reações fisiológicas e morfológicas, como a murchidão (emurchecimento) das folhas e redução da área foliar, menor alongamento de planta (nanismo), queda de flores e frutos, diminuição da abertura estomática e ajustamento osmótico. Além disso, o déficit de água pode afetar indiretamente (pela diminuição da

abertura estomática) ou diretamente (afetando a fase luminosa e a fase não luminosa) a fotossíntese, e reduz assim a síntese de açúcares que influencia negativamente no crescimento e produção. As plantas podem ser consideradas como resistentes à seca se se caracterizam por desenvolver mecanismos para escapar ou tolerar um déficit hídrico severo (Santos, 1998; Santos e Carlesso 1998).

As plantas podem usar diferentes mecanismos, nomeadamente:

- *fuga à seca* (ex. plantas que aceleram o ciclo de vida ou entram em dormência até se atingir um nível adequado de humidade do solo);
- *tolerância à seca* (plantas apresentam características que lhes permitem lidar com a seca, sofrendo por exemplo redução no seu teor de água, sem, contudo, serem injuriadas).

Descrevem-se a seguir algumas características associadas a efeitos do stress hídrico na morfologia e fisiologia das plantas, e à sua adaptação a estas condições (Figura 2.3).

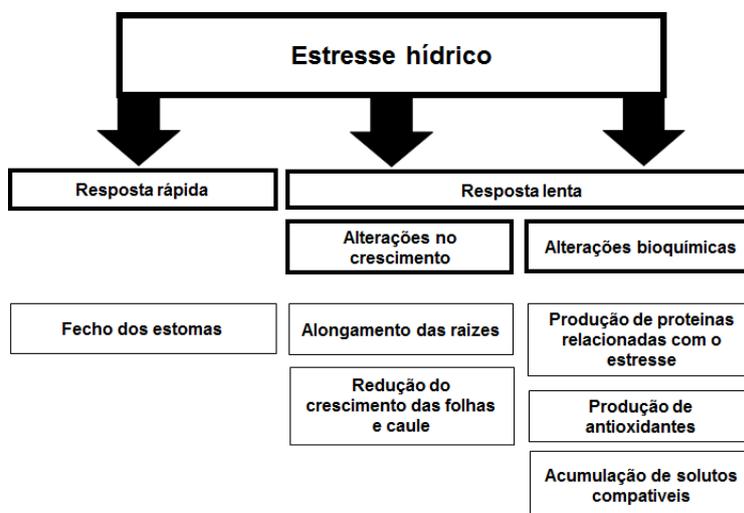


Figura 2.3 Resposta geral das plantas a stress hídrico (<http://www.intechopen.com/books/abiotic-stress-in-plants-mechanisms-and-adaptations/stomatal-responses-to-drought-stress-and-air-humidity>)

A diminuição da abertura estomática é uma das respostas mais rápidas, estando dependente da produção de hormonas (ex. ABA) onde regulam a abertura estomática reduzindo a perda de água da planta por transpiração (Santos 1998).

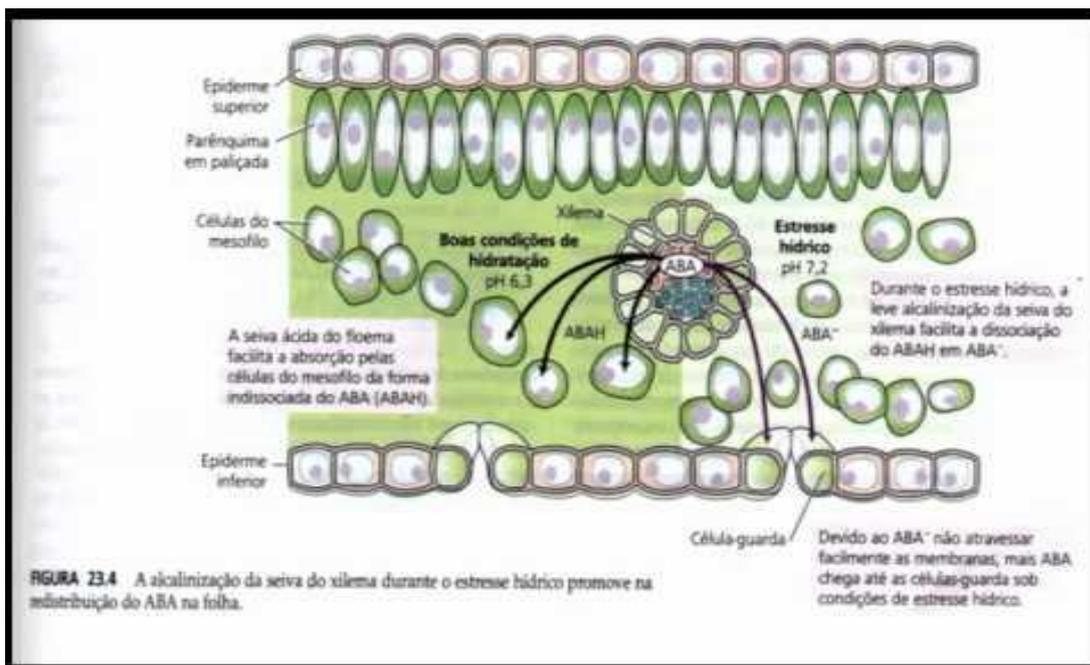


Figura 2.4 Alguns efeitos da seca na fisiologia da folha (ex. abertura dos estomas, trocas gasosas, etc) (Taiz e Zeiger, 2006, versão brasileira)

Também a redução da expansão celular é uma das respostas mais frequentemente observadas em plantas expostas a stress hídrico. Esta redução leva a que as plantas em stress apresentem folhas com células mais pequenas, e/ou menos camadas de células, tendo assim menor área e espessura foliar (Taiz e Zeiger, 2006). Desta forma a planta diminui a área das folhas e assim o número de estomas e a transpiração. Caso o stress seja prolongado pode até levar à queda das folhas, para reduzir a taxa de transpiração pois ajusta a área foliar (Taiz e Zeiger, 2006). Em contrapartida pode aumentar o comprimento das raízes (mas estas ficam mais finas), para, tentar atingir zonas do solo mais profundas. Além disso pode ocorrer um aumento de depósito de cera (aumento de cuticularização das folhas), impedindo assim a perda de água por regiões que não sejam os estomas e limitando também as trocas de gases por estas regiões (Figura 2.4) (Taiz e Zeiger, 2006).

Com a redução da água disponível no solo, a planta ao transpirar perde água que não é repostada pelas raízes. Assim, este fenómeno leva a que as células estejam em défice hídrico. Os processos metabólicos na célula ou fisiológicos da planta, que dependem do estado de turgescência das células

são mais sensíveis ao déficit hídrico. Dentro destes fenômenos citam-se por exemplo o alongamento celular. Este (alongamento celular) condiciona fortemente o crescimento da planta, nomeadamente a expansão foliar e o alongamento das raízes. Como já foi referido anteriormente, a *tolerância à seca* nas plantas permite que estas reduzam o seu teor de água, sem que contudo, serem injuriadas. Para manter a turgescência as plantas podem acumular solutos e assim obrigar a entrada de água para manter/ajustar o equilíbrio osmótico. Estes solutos podem ser sais inorgânicos (ex. potássio, cloreto), ou açúcares solúveis, ácidos orgânicos, aminoácidos (ex. prolina), etc. A este mecanismo de manutenção da pressão de turgescência em baixos níveis de potencial hídrico, à custa da diminuição do potencial osmótico, denomina-se ajuste osmótico. Outro mecanismo implica a redução no volume celular que irá concentrar o suco celular e provocar a diminuição do potencial osmótico que assim mantém o ajuste osmótico. Este fenómeno liga-se assim muito com a fotossíntese (tendo em conta a síntese dos açúcares, e com a abertura dos estomas e transpiração). O transporte no floema (tal como no xilema) depende do estado de turgescência da planta. Assim, se a planta perde água e entra em desidratação ou diminuição do potencial hídrico, este também ocorre no floema, o que pode diminuir o movimento de solutos transportados (ex. açúcares como glucose, sacarose, frutose) que podem ser importantes para o ajuste osmótico (Cunha, 2010).

### Radiação UVB

De entre a radiação ultravioleta que incide sobre a superfície terrestre, cerca de 99-95% é composta pela radiação UVA (320-400 nm) e <5% pela radiação UVB (280-315 nm). Já a radiação UVC (200-280 nm) é praticamente absorvida na totalidade pelos gases atmosféricos (Frohnmeier and Staiger, 2003).

Parte da radiação UVB é filtrada pela camada de ozono e outros gases atmosféricos, mas com a diminuição da camada de ozono espera-se um aumento da radiação UVB sobre a superfície terrestre. Esta radiação é absorvida diretamente por várias biomoléculas, tais como ácidos nucleicos, proteínas e lipídios, levando por vezes à formação de vários tipos de fotoprodutos que podem comprometer a estrutura e a função dessas

macromoléculas. Estas alterações/modificações induzidas pela radiação UVB podem ter um impacto significativo em muitos processos biológicos (Lidon e Ramalho, 2011). É claro que isto depende da intensidade e da duração dos raios UVB, assim como da interação deste stress com outros stresses (a)bióticos.

Trabalhos realizados com mais de 300 espécies vegetais mostraram que cerca de 50% são sensíveis aos raios UVB e cerca de 20-30% apresentam sensibilidade moderada à radiação UVB. A maior parte das espécies que foram classificadas como sensíveis à radiação UVB (ex. arroz, milho, trigo, centeio e girassol), a redução do crescimento (diminuição da área foliar e do caule) foi apontada como sendo o principal efeito desta exposição (Teramura and Sullivan, 1994). Em particular, a exposição a níveis elevados de UVB pode induzir alterações na estrutura e anatomia das folhas (ex. aumento da espessura e número de camadas de tecidos como o mesófilo/parênquima, aumento da concentração de cloroplastos próximos da face adaxial da epiderme, em consequência da redução da capacidade de transporte dos elétrons, aumento na densidade de tricomas nas folhas e redução da densidade e abertura estomática), redução da expansão e desenvolvimento celular (Boeger et al., 2006; Lidon e Ramalho, 2011; Martínez-Lüscher et al., 2015).

Os danos que os raios UVB podem causar nas plantas dependem da eficiência dos mecanismos de proteção e reparação tal como do aumento da produção de substâncias (ex. flavonóides e outros compostos fenólicos na folha) ou estruturas que absorvem a radiação (Mazza et al., 2000). Os compostos que absorvem a radiação UVB alteram as propriedades ópticas das folhas, atenuando a radiação UVB através dos tecidos foliares, reduzindo os possíveis danos no DNA. Os flavonóides têm um papel muito importante na proteção das plantas contra os potenciais danos provocados pela radiação UVB (Ravindra et al., 2010). Estes compostos são capazes de absorver a luz na região de 280-320nm e assim atuam como filtros de UV protegendo os tecidos fotossintéticos (Agrawal et al., 2010). Para além destes pigmentos, também os carotenóides têm um papel antioxidante e podem atuar como filtro interno contra a radiação UVB (Ravindra et al., 2010).

### 2.1.2. Efeito do déficit hídrico e radiação UVB na fotossíntese

Um dos principais alvos do déficit hídrico e da radiação UVB é o aparelho fotossintético (ex. Lidon e Ramalho, 2011; Dias et al., 2014a). Muito trabalho tem sido desenvolvido nesta área, e são apontados como principais os seguintes efeitos diretos destes stresses (Hollósy, 2002; Chaves et al., 2003):

- Danos no fotossistema II (PSII);
- Diminuição da atividade e concentração da enzima ATPase na membrana dos tilacóides;
- Declínio da atividade e concentração da enzima ATP-sintetase;
- Redução da atividade e concentração da enzima RuBisCO;
- Redução da abertura estomática (e diminuição da taxa de transpiração);
- Diminuição da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e decréscimo da produção de O<sub>2</sub>;
- Redução da síntese de clorofila e diminuição da concentração de pigmentos fotossintéticos (clorofila *a* e *b*);
- Redução de açúcares de reserva (ex. amido).

A taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> é muito vulnerável a pequenas alterações do déficit hídrico, e tanto os efeitos estomáticos (diminuição da abertura estomática e diminuição da concentração intercelular de CO<sub>2</sub>) como os não-estomáticos ou bioquímicos (redução da atividade da enzima RuBisCO ou diminuição do conteúdo de Ribulose-1,5-bisfosfato) são apontados como os principais responsáveis pela descida da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. O PSII também é sensível ao déficit hídrico e a diminuição da sua atividade resulta normalmente no desequilíbrio entre a produção e a utilização de electrões, provocando, deste modo, alterações consideráveis no rendimento quântico do PSII ( $\Phi$ PSII) (Vassileva et al., 2012). Quando o déficit hídrico é severo este pode restringir a produção de ATP através da inativação da enzima ATP sintetase (Tezara et al., 1999) (Figura 2.5).

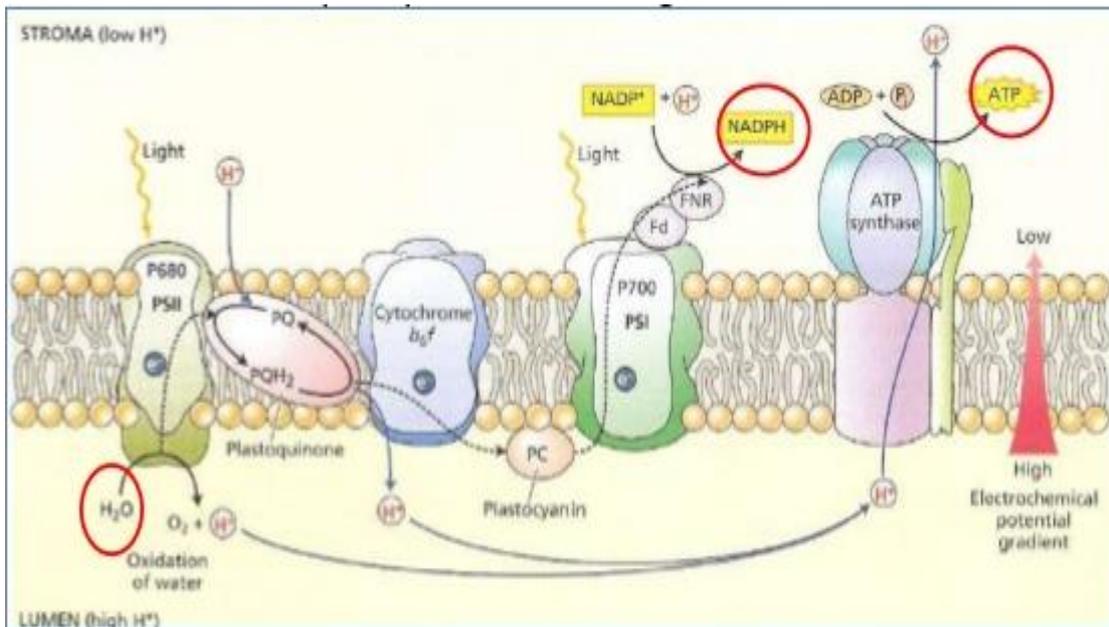


Figura 2.5 Descrição do fotofosforilação (com a constituição dos fotossistemas I e II com clorofilas, carotenóides, etc.), e cadeia transportadora de electrões para produzir ATP e NADPH necessários ao ciclo de Calvin (retirado de Taiz e Zeiger, 2006).

Também a radiação UVB induz danos/alterações tanto nas reações dependentes da luz (fotoquímica) como no Ciclo de Calvin. A redução da taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  está primeiramente relacionada com a diminuição do conteúdo e atividade das enzimas do ciclo de Calvin, tais como, entre outras, a RuBisCO e a sedoepulose 1,7-bifosfatase (Allen et al., 1998). Em relação às reações fotoquímicas, estas parecem ser maioritariamente afetadas devido aos danos que as radiações elevadas de UVB provocam no PSII. Radiações elevadas de UVB podem afetar diretamente os estomas, atuando no controlo dos mecanismos de abertura estomática das células guarda (Nogués et al., 1999). A exposição a níveis elevados de radiação UVB é também referida por alguns autores como responsável pela inativação de outras proteínas e enzimas, tais como violaxantina de-epoxidase e proteínas dos PS I e II, que estão diretamente relacionadas com o processo fotossintético, assim como a pepsina, tripsina e miosina (Hollósy et al., 2002). O citocromo *b/f* e o PSI parecem ser partes dos tilacoides menos sensíveis dos à radiação UVB (Cen and Borman, 1990).

### **2.1.3. Relação fotossíntese-concentração de açúcares-ajuste osmótico**

Como já foi referido acima, para as células sobreviverem ao déficit de água (e em outras situações de stress como por exemplo stress salino) necessitam de fazer um ajuste osmótico que pode implicar transporte de iões inorgânicos e síntese de osmolitos orgânicos, nos quais os açúcares são importantes. Os principais produtos da fotossíntese são os açúcares, e por isso alterações na taxa de fotossíntese pode afetar a concentração de açúcares na célula. Vários trabalhos revelaram que em condições de stress hídrico (Azcón-Bieto, 1983) e exposição a metais (Dias et al., 2013) pode ocorrer uma inibição em 'feedback' da fotossíntese devido à acumulação de açúcares solúveis. A exposição de plantas a stress hídrico, salino e altas temperaturas induzem de um modo geral um aumento da concentração de açúcares solúveis, enquanto a exposição à radiação UVB, metais pesados e ozono diminui a concentração de açúcares (Rosa et al., 2009). Contudo, as alterações na concentração de açúcares não seguem um padrão e podem variar com a espécie (e também com o genótipo) e com o tipo de stress. A sacarose e a glucose podem atuar como substratos para a respiração celular ou como osmolitos para manter a homeostasia celular, enquanto a frutose está descrita como tendo uma função mais relacionada com a síntese de metabolitos secundários (Rosa et al., 2009).

Alterações na concentração de açúcares solúveis em condições de stress hídrico podem estar relacionadas com alterações na assimilação de CO<sub>2</sub>, com distribuição dos fotoassimilados, com a atividade de enzimas relacionadas e com a expressão de alguns genes específicos (Rosa et al., 2009). A acumulação de açúcares solúveis confere maior tolerância à desidratação, contribuindo para a manutenção da turgescência celular (Hsiao, 1973), e a acumulação da sacarose parece contribuir para a manutenção da integridade das membranas celulares, da estrutura das proteínas e da atividade enzimática em tecidos desidratados (Hoekstra et al., 2001).

#### 2.1.4. Stress oxidativo

Em condições de déficit hídrico e/ou de exposição a radiação elevadas de UVB, as limitações à assimilação de CO<sub>2</sub> podem fazer com que a taxa de absorção de fótons exceda a taxa de utilização de energia de excitação no transporte fotossintético de elétrons. Neste caso, os aceitadores de elétrons permanecerão reduzidos (Demmig-Adams, 1990) e não estarão disponíveis para aceitar os elétrons provenientes da clorofila excitada pela luz, a qual em vez de regressar ao seu estado não excitado, permanecerá excitada com a consequente formação de tripletos da clorofila nas antenas do PS II (Krieger-Liskay, 2005). Os tripletos de clorofila reagem com o oxigénio molecular formando o singlete de oxigénio (<sup>1</sup>O<sub>2</sub><sup>\*</sup>). Para além do <sup>1</sup>O<sub>2</sub><sup>\*</sup>, outras espécies reativas de oxigénio (ERO, ou ROS em inglês) podem ser formadas, nomeadamente, entre outras, o anião radical superóxido (O<sub>2</sub><sup>·-</sup>), o radical hidroxilo (OH) e o peróxido de hidrogénio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). As ERO podem atacar diretamente as membranas, inativar enzimas e danificar os ácidos nucleicos podendo em casos extremos levar à morte celular (Smirnoff e Pollanca, 1996).

Os carotenóides das antenas constituem uma das primeiras linhas de defesa contra as ERO geradas junto ao PSII (Krieger-Liskay, 2005). Para além disso, as plantas possuem um sistema de defesa altamente eficiente que é constituído por enzimas antioxidantes (ex. SOD e CAT) e metabolitos antioxidantes (ex. ascorbato e glutathiona) que conseguem reduzir os danos potencialmente induzidos pelo aumento de ERO (Monteiro et al., 2011; Dias et al., 2014 a e b).

O stress oxidativo resultante da predominância dos agentes oxidantes relativamente aos antioxidantes, tem como consequência o acréscimo do nível de peroxidação dos lípidos (ex. lípidos nas membranas) resultando no aumento do malondialdeído (MDA) (Weber et al., 2004). O aumento do conteúdo em MDA tem sido usado como indicador da ocorrência de stress oxidativo para várias espécies vegetais em condições de stress (ex. déficit hídrico, exposição a altas temperaturas e radiação UVB) (Dias et al., 2014 a e b). Para além do MDA, também o aumento da taxa de perda de solutos ou eletrólitos tem sido muito usados como uma medida indireta de avaliação

dos danos da membrana provocados pela exposição a vários stresses (Dias et al., 2014a; Campos et al., 2003).

### **2.1.5. As espécies modelo**

São usadas como espécies modelo nesta tese, duas espécies das cinco que têm mais potencial para contribuírem para os programas de desenvolvimento em Timor-Leste, especificamente na gestão sustentável do ambiente e das espécies florestais em Timor-Leste. Foram escolhidas duas espécies entre as 90 com valor ambiental, alimentar, medicinal e comercial (espécies já mencionadas atrás, Tabela 1.1 da Introdução geral, Capítulo 1). As duas espécies florestais, *A. pavonina* e *M. azedarach*, são de uso frequente no dia-a-dia dos leste-timorenses que, por exemplo, extraem madeira do tronco dessas árvores para construção de casas, móveis, pontes, lenha, etc.

A espécie arbórea, *A. pavonina*, popularmente conhecida por tento-carolina e localmente conhecida por kaiwamé é originária da Ásia. Os habitantes dos países do referido continente utilizam esta planta na medicina tradicional, no artesanato, como material de construção e mobiliário e ainda na alimentação. A medicina tradicional asiática utiliza a casca e as folhas para tratamento de infeções, ferimentos e anemia. As sementes são moídas e utilizadas para tratamento de furúnculos e inflamações. Além de serem usadas como fitoterápicos na medicina tradicional, as sementes constituem uma fonte de alimento, material para construção de objetos de adorno como brincos, colares, carteiras/bolsas ou malas. As folhas de *A. pavonnina* são também usadas no tratamento da gota e reumatismo e a sua casca é utilizada como champô. Do tronco extrai-se madeira que ganha uma cor violeta avermelhada quando exposta ao sol. Essa madeira é muito apreciada e muitas vezes substitui a da teca. Da madeira ainda se extrai uma tinta rubra usada em festas rituais de algumas crenças dos povos asiáticos (Araújo et al., 2009). Os habitantes de Timor-Leste atribuem a esta espécie os valores ambiental, alimentar, medicinal e comercial. A planta de kaiwamé/tento-carolina é uma das espécies que pode ser incluída nos

programas de reflorestação das regiões com riscos de desertificação, ornamentação de parques e ruas.

A amargoseira, *M. azedarach*, é nativa da Ásia. Esta espécie é muito usada na medicina tradicional dos povos daquele continente devido às suas elevadas propriedades medicinais (Orhan et al., 2012). Os extratos de vários órgãos desta planta têm efeito antifúngico, anti-helmíntico, diurético, citotóxico, anti proliferativo e inseticida (Husain e Anis, 2009). Além do valor medicinal, a madeira de *M. azedarach* é de elevada qualidade e é muito usada na fabricação de móveis, brinquedos, instrumentos musicais e como lenha (Husain e Anis 2009). A versatilidade de utilização de *M. azedarach* (valores ambiental, medicinal e comercial) torna-a uma forte candidata para programas de rearboração e reflorestação de zonas degradadas pela seca e desmatamento e por outros desastres naturais (Dias et al., 2014b).

Tendo em conta a problemática das alterações climáticas em Timor-Leste e considerando o elevado valor destas duas espécies para esta região, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos de dois dos mais importantes stresses abióticos que ameaçam esta região, a seca (défice hídrico) e/ou as radiações elevadas de UVB, na fisiologia destas espécies. Pretende-se, com este estudo, perceber se estas espécies apresentam tolerância à seca e/ou a radiação UVB, e assim contribuir para avaliar a sua aptidão para poderem ser utilizadas em programas de gestão sustentável do meio ambiental especificamente na reflorestação de solos degradados e rearboração de zonas com risco de desertificação em Timor-Leste.

## **2.2. Materiais e Métodos**

### **2.2.1. Material vegetal: *A. pavonina* e *M. azedarach***

Os frutos da *A. pavonina* foram colhidos de árvores em Caibada Waima, nos arredores do Distrito de Baucau na República Democrática de Timor-Leste no mês de Agosto do ano de 2014. Após a colheita, os frutos foram secos e enviados em sacos para o Laboratório de Biotecnologia e Citometria da Universidade de Aveiro, Portugal. Foram obedecidas as regras fitossanitárias e legais de saída de material vegetal de Timor-Leste. Em

Aveiro, na estufa do Departamento de Biologia, o material vegetal foi preparado para germinação.

Os frutos da *M. azedarach* foram colhidos de árvores na Rua Santiago, Aveiro, Portugal, em Agosto do ano de 2014. Após a colheita, os frutos foram secos e preparados para germinação na estufa do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

### **2.2.2. Germinação, condições de cultura e crescimento**

*A. pavonina*: As sementes rubras e lustrosas de *A. pavonina* requerem um cuidadoso tratamento pregerminativo. Assim, elas foram colocadas durante 5 min em lixívia a 10% e seguidamente embebidas em ácido sulfúrico durante 20 minutos. Após este período, as sementes foram lavadas em água destilada e colocadas numa caixa de Petri fechada sobre um substrato constituído por algodão embebido em água destilada. Após a saída das raízes dos tegumentos impermeáveis, as sementes foram transferidas para vasos de plástico (300 ml) com uma mistura de turfa e perlite (3:1) para crescimento e mantidas numa câmara climática com uma intensidade luminosa de  $250 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , humidade relativa de 40%, uma temperatura de  $22 \pm 20^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 16 h/dia e 8h/noite. Após 40 dias as plantas apresentaram uma altura média de  $9,3 \pm 1,5$  cm.

*M. azedarach*: A preparação das sementes foi diferente das de *M. azedarach*. As sementes foram extraídas dos frutos já secos previamente e foram colocadas durante 5 min em lixívia a 10% e seguidamente embebidas em água durante 15 minutos. Após este período de embebição, as sementes foram colocadas em vasos de plástico (200 ml) com uma mistura de turfa e perlite (3:1) para germinação. O substrato foi mantido húmido durante o período adequado à germinação das sementes. Os vasos foram mantidos na estufa. Após 60 dias as plantas apresentaram uma altura média de  $13,5 \pm 3,2$  cm.

### **2.2.3. Imposição de condições de stress**

Em *A. pavonina* avaliou-se a fisiologia das plantas em quatro condições: controlo (C), stress hídrico (SH), stress a UVB (UVB), e stress combinado (SH + UVB).

Em *M. azedarach* avaliou-se a fisiologia das plantas expostas a duas condições: controlo (C) e stress hídrico (SH).

*A. pavonina*: As plantas de *A. pavonina* com 40 dias (Figura 2.6) foram divididas em quatro grupos: controlo (C), stress hídrico (SH), stress dos raios ultravioleta B (UVB) e stress combinado (SH+UVB). Cada grupo continha 8 plantas. Antes de iniciar os tratamentos as plantas foram regadas até a capacidade de campo. As plantas de C foram mantidas nas condições de crescimento e à capacidade de campo durante todo o ensaio.

As plantas em SH foram mantidas nas condições de crescimento mas não foram regadas durante 7 dias. As plantas do grupo UVB foram expostas a uma radiação UVB efetiva total de  $10,8 \text{ KJ/ m}^2 \text{ s}$ . As plantas do grupo sob stress combinado (SH+UVB) foram mantidas em condições de crescimento mas não foram regadas durante 7 dias. Após 5 dias sem rega, estas plantas foram expostas a uma radiação UVB efetiva de  $5,4 \text{ KJ/ m}^2 \text{ dia}$  (radiação efetiva total de  $10,8 \text{ KJ/ m}^2 \text{ s}$ ) durante dois dias.

Como fonte de emissão UVB foi usada uma lâmpada Ten UVB (Sankyo Denki G8T5E, Kanagawa, Japan) com um pico de emissão a 312 nm.



Figura 2.6 Planta de *A. pavonina* com 40 dias de idade

*M. azedarach*: As plantas de *M. azedarach* com 60 dias de idade (Figura 2.7) foram divididas em dois grupos: controlo (C) e stress hídrico (SH). Cada grupo continha 6 plantas. Antes de iniciar os tratamentos, as plantas foram regadas até a capacidade de campo (100%). As plantas de C foram mantidas em condições de crescimento e à capacidade de campo durante todo o período de ensaio. As plantas em SH foram mantidas a 20% da capacidade de campo.



Figura 2.7 Plantas de *M.azedarach* com 60 dias de idade

Para ambas as espécies a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, taxa de transpiração, condutância estomática, concentração intercelular de CO<sub>2</sub>, fluorescência da clorofila *a*, estado hídrico e permeabilidade da membrana foram medidos imediatamente após os tratamentos. Adicionalmente foram recolhidas amostras de folhas, congeladas imediatamente em azoto líquido e mantidas a -80°C.

#### **2.2.4. Determinação da taxa de sobrevivência**

Após os tratamentos a percentagem de sobrevivência foi determinada a taxa de sobrevivência para as duas espécies em estudo.

### **2.2.5. Determinação do estado hídrico das plantas**

#### **a) Teor relativo em água (TRA)**

Para a determinação do TRA foram usadas folhas de *A. pavonina*. O peso fresco (PF) das amostras foi determinado. Colocou-se, depois, as amostras em tubos fechados com água destilada no escuro durante 24h a 4<sup>o</sup>C. Determinou-se o peso túrgido (PT) após ter-se eliminado o excesso de água. Por último, as amostras foram colocadas na estufa de secagem (a 80<sup>o</sup>C) até que o peso seco (PS) se mantivesse constante e foi registado o seu peso. O TRA foi calculado de acordo com a fórmula  $TRA (\%) = (PF-PS) / (PT-PS) * 100$ , onde PF é o peso fresco, PT é peso túrgido e PS é o peso seco.

#### **a) Potencial hídrico**

O potencial hídrico de plantas de *M. azedarach* foi determinado utilizando-se a câmara de pressão de Scholander (modelo 3035 da “Soil Moisture Equipment Corp”, Santa Bárbara, Califórnia, EUA). As plantas foram cortadas junto ao solo com ajuda de um bisturi e introduzidas na câmara de pressão. A pressão foi aplicada por meio da introdução de gás (nitrogénio) no interior da câmara, até a seiva do xilema tornar-se visível na superfície cortada da lâmina foliar. A pressão (bars) necessária para que a seiva do xilema retornasse à superfície cortada da lâmina foliar foi considerada como potencial hídrico do xilema.

### **2.2.6. Determinação da fotossíntese: Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a**

Para determinar efeitos dos estresses na fotossíntese, mediram-se vários parâmetros e usaram-se várias técnicas: a) trocas gasosas; e b) determinação da fluorescência da clorofila a. Descrevem-se os protocolos usados a seguir:

#### **a) Determinação das trocas gasosas**

A taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, a taxa de transpiração, a condutância estomática e a concentração intercelular de CO<sub>2</sub> foram medidos *in situ* em folhas de *A. pavonina* e *M. azedarach* com um analisador de gases de infravermelhos (Infra Red Gas Analyser: IRGA, LCpro+, ADC, Hoddesdon,

UK). Este procedimento foi realizado usando as mesmas condições de crescimento: intensidade da luz de  $250 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , humidade relativa de 40%, temperatura de  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 16 h/dia e 8h/noite e concentração de  $\text{CO}_2$  atmosférico.

### **b) Determinação da fluorescência da clorofila a**

A fluorescência da clorofila a foi determinada com um fluorímetro portátil (FMS 2, Hansatech Instruments, Norfolk, England). As folhas foram adaptadas ao escuro durante 30 minutos. Após este período foi medida a fluorescência mínima ( $F_o$ ) e imediatamente a seguir a um *flash* de luz intenso ( $> 1500 \mu\text{mol/m}^2 \text{ s}$ ) foi registado a fluorescência máxima ( $F_m$ ). De seguida as folhas foram adaptadas à luz. Após 30 minutos de adaptação foi medida a fluorescência mínima ( $F_o'$ ) e imediatamente a seguir a um *flash* de luz ( $> 5000 \mu\text{mol/m}^2 \text{ s}$ ) foi registado a fluorescência máxima ( $F_m'$ ).

Foram calculados os seguintes parâmetros (Maxwell e Johnson, 2000):

$$F_v/F_m = (F_m - F_o)/F_m$$

$$\Phi_{\text{PSII}} = (F'_m - F_o')/F'_m$$

O  $F_v/F_m$  fornece indicação sobre a eficiência máxima do PSII e o  $\Phi_{\text{PSII}}$  indica-nos a quantidade de luz absorvida pela clorofila a, associada ao PSII, que é utilizada na fotoquímica (eficiência efectiva do PSII).

### **2.2.7. Quantificação de pigmentos fotossintéticos: clorofila a, clorofila b e carotenóides**

A quantificação dos pigmentos fotossintéticos foi realizada de acordo com Sims e Gamon (2002). As folhas congeladas de *A. pavonina* e *M. azedarach* (aproximadamente 100 mg) foram maceradas com 1,5 ml do tampão Acetona: Tris 50Mm (80:20) pH 7.8, homogeneizadas no vortex durante 30s

e centrifugadas durante 10 min a 10 000g e a 4°C. O sobrenadante foi transferido para um tubo coberto com folha de alumínio, de forma a manter a amostra no escuro. Adicionou-se 1,5 ml do tampão ao resíduo, homogeneizou-se 30s e centrifugou-se nas condições referidas anteriormente. O sobrenadante foi adicionado ao tubo que estava no escuro. A leitura da absorvância do sobrenadante foi realizada a 663 nm (A663), 537 nm (A537), 647 nm (A647) e 470 nm (A470) num espectrofotómetro Thermo Fisher Scientific (Genesys 10-uvS). As amostras foram lidas a partir do branco contendo tampão de extração. Os conteúdos em clorofila *a*, clorofila *b* e carotenóides foram calculados com base nas seguintes equações:

$$\text{Clorofila } a = 0,01373 A663 - 0,000897 A537 - 0,003046 A647;$$

$$\text{Clorofila } b = 0,02405 A647 - 0,004305 A537 - 0,005507 A663;$$

$$\text{Carotenóides} = (A437 - (17,1 \times (\text{Chl } a + \text{Chl } b) - 9,479 \times \text{Antocianinas})) / 119,26;$$

$$\text{Antocianinas} = 0,08173 A537 - 0,00697 A647 - 0,002228 A663.$$

A concentração de pigmentos foi apresentada em mol/g PF.

### **2.2.8. Determinação da permeabilidade da membrana celular**

Para avaliar a permeabilidade da membrana foi utilizado o protocolo descrito por Lutts et al. (1996). Amostras de folhas de *A. pavonina* e *M. azedarach* (aproximadamente 60 mg) foram colocadas em copos com tampa contendo água ultra pura (1 ml de água ultra pura para 10 mg de material vegetal). Os copos foram a agitar num agitador rotativo até ao dia seguinte. Após 24h, foi determinada a condutividade dos electrólitos da solução presente nas folhas (Lt). A amostra foi autoclavada a 120°C durante 20 min e, no final, foi lida novamente a condutividade dos eletrólitos da solução (L0). A perda de electrólitos é apresentada como Lt/L0 e definida em percentagem.

### 2.2.9. Quantificação da concentração de malondealdeído

A determinação da peroxidação lipídica foi medida através do conteúdo de MDA (Hodges et al. 1999). Amostras de folhas de *A. pavonina* e *M. azedarach* (aproximadamente 100 mg) foram homogeneizadas com 1,5 ml de ácido tricloroacético (TCA) a 0,1%. O homogeneizado foi transferido para tubos com tampa, agitou-se durante 30 s e de seguida foram centrifugados durante 10 min a 10 000g a 4°C. Para fazer o controlo positivo (+) retirou-se 250µl de sobrenadante para um tubo e adicionou-se 1ml de TCA a 20% + ácido tiobarbitúrico (TBA) a 0,5%. Para fazer o controlo negativo (-) retirou-se 250µl de sobrenadante para outro tubo e adicionou-se 1ml de TCA a 20%. Os tubos com o controlo positivo e controlo negativo permaneceram durante 30 min a 95°C. Para parar a reação as amostras foram imediatamente colocadas em gelo durante aproximadamente 10 min e depois foram centrifugadas durante 10 min a 10 000g a 4°C. A absorvância do sobrenadante foi lida a 600nm, 532nm e a 440nm usando os respectivos brancos (controlo negativo com TCA a 20% e controlo positivo com TCA a 20% + TBA a 0,5%). Os equivalentes de MDA foram calculados de acordo com as seguintes equações:

$$[(\text{Abs } 532^+) - (\text{Abs } 600^+) - (\text{Abs } 532^- - \text{Abs } 600^-)] = A$$

$$[(\text{Abs } 440^+ - \text{Abs } 600^+) \times 0.0571] = B$$

$$\text{MDA equivalentes (nmol/ml}^1) = (A - B/157\ 000) \times 10^{-9}$$

Conteúdo em MDA por peso fresco (PF) = (MDA equivalentes x volume de extração) / (Peso Fresco).

### 2.2.10. Determinação da concentração de açúcares solúveis totais

#### *A. pavonina*

A concentração de AST foi determinada de acordo com o protocolo de Irigoyen et al. (1992) com algumas alterações. Homogeneizaram-se, num almofariz, amostras de folhas congeladas (aproximadamente 70 mg) com

10ml de Etanol a 80%. O homogeneizado foi colocado a 80°C durante 1 hora, e de seguida foi colocado em gelo durante 10 min. As amostras foram agitadas no vortex e depois centrifugadas durante 10 min a 10 000g a 4°C. Do sobrenadante, foi retirado 30 µl e adicionado 0,75 ml de uma solução de antrona (40 mg de antrona dissolvida em 20 ml de ácido sulfúrico e 1 ml de água destilada). A solução resultante foi colocada a 100°C durante 10 min, e em seguida foi colocada 15 min em gelo para parar a reação. A absorvância do sobrenadante foi lida a um comprimento de onda de 625 nm (Thermo Fisher Scientific spectrophotometer, Genesys 10-uvS). Para o branco utilizou-se uma solução de 0,75 ml de antrona com 30µl de etanol. A concentração de AST foi determinada a partir da curva padrão da glucose, utilizando uma solução mãe de 5 mg de glucose em 1ml de etanol a 80%. A recta de calibração usada foi:  $y = 1,1777x - 0,0055$  com um  $r^2$  de 0,9883.

#### *M. azedarach*

A concentração de AST foi determinada de acordo com Correia et al. (2005). Adicionou-se 3 ml de etanol a 80% a amostras de folhas congeladas (aproximadamente 50 mg) e colocou-se durante 20 min a 80°C. Retirou-se o sobrenadante e colocou-se num tubo. Adicionou-se 100µl de sobrenadante a uma mistura de imidazol/MgCl (pH 6,9) com NADP 0,5 mM, ATP 1,1mM e hexoquinase 0,5 U/ml. Leu-se a absorvância a 340 nm e registou-se o valor. De seguida adicionou-se gliceraldeído desidrogenase 2 U/ml, glucose-6-fosfato isomerase 2U/ml e invertase 20 U/ml. Registou-se novamente a absorvancia a 340 nm. A concentração de AST foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Mol de AST/ gPF} = \frac{\Delta\text{Abs}}{\epsilon \text{ NADP} \cdot \text{Vol. Total} / \text{Vol. amostra} \cdot \text{Vol. Extração} / \text{gPF}}$$

#### **2.2.11. Determinação da concentração de amido**

##### *A. pavonina*

A concentração de amido foi determinada de acordo com o protocolo de Osaki et al. (1991) com algumas alterações. Ao resíduo resultante da extracção dos AST foi adicionado 5ml de ácido perclórico a 30%. O homogeneizado foi colocado a 60°C durante 1 hora e de seguida arrefecido

em gelo durante cerca de 10 min. As amostras foram agitadas no vortex e de seguida foram centrifugadas durante 10 min a 10 000 g a 4°C. Retiraram-se 30µl do sobrenadante e adicionou-se 0,75 ml de uma solução de antrona (40 mg de antrona dissolvida em 20ml de ácido sulfúrico e 1ml de água destilada). A solução resultante foi colocada a 100°C durante 10 min e de seguida colocada em gelo durante 15 min para parar a reacção. A leitura da absorvância do sobrenadante foi realizada a um comprimento de onda de 625 nm (Thermo Fisher Scientific spectrophotometer, Genesys 10-uvS). Para o branco utilizou-se 0,75ml de antrona com 30µl de ácido perclórico a 30%. A concentração de amido foi determinada a partir da curva padrão da glucose, utilizando uma solução mãe de 5 mg de glucose em 1ml de ácido perclórico a 30%. A recta de calibração utilizada foi:  $y = 0,0419x + 0,0017$  com um  $r^2$  de 0,9959.

#### *M. azedarach*

O depósito resultante da extração de AST para *M. azedarach* foi lavado 5 vezes com água destilada. Após a lavagem a amostra foi autoclavada durante 30 min a 120°C. Uma alíquota de 100µl da amostra foi adicionada ao tampão de hidrólise constituído por acetato de sódio a 50 mM e pH 4,8, amiloglucosidase 1,4 U e α-amilase 2U. Esta mistura foi a incubar a 37°C durante 4 horas. Após hidrólise as amostras foram centrifugadas durante 10 min a 10 000g a 10°C. Adicionou-se 100µl de sobrenadante a uma mistura de imidazol/MgCl (pH 6,9) com NADP 0,5mM, ATP 1,1mM e hexoquinase 0,5U/ml. Leu-se a absorvência a 340nm e registou-se o valor. De seguida adicionou-se gliceraldeído desidrogenase 2U/ml. A concentração de Amido (mol de glucose) foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Mol de Amido/gPF} = \Delta\text{Abs}/\epsilon \text{ NADP} * \text{Vol.Total}/\text{Vol.amostra} * \text{Vol. Extração/gPF}$$

#### **2.2.12. Determinação da atividade total antioxidante e do conteúdo de fenóis**

Para a determinação da ATA e fenóis, usaram-se folhas de *A. pavonina* (aproximadamente 100 mg) (Pérez-Tortosa et al. 2012). Ao material vegetal foi adicionado 1.25 ml de metanol e colocou-se no sonicador durante 30

minutos a 40°C. De seguida as amostras foram centrifugadas durante 15 min a 15 000 g a 4°C.

Para a quantificação de ATA usou-se 10 µl de extracto metanólico e acrescentou-se 400 µl de ABTS (2,2-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid). Mediu-se a absorvância a 734nm. A concentração de ATA foi determinada a partir da curva padrão com ácido gálico de 17,01mg/ml. A recta de calibração utilizada foi:  $y = 0,0011478374x + 0,0047587131$  com um  $r^2$  de 0,999.

Para a quantificação de fenóis usou-se 20 µl de extracto metanólico e acrescentou-se 380 µl de água ultra pura e 25 µl de Folin (Folin-ciocalteu reagente). Após agitar no vortex a mistura foi a incubar durante 5 min a temperatura ambiente. Após a incubação adicionou 75µl de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> a 20%. Agitou-se novamente no vortex e deixou-se a incubar durante 2,5 horas.

Por último foi medida a absorvância a 765nm. A concentração de fenóis foi determinada a partir da curva padrão com ácido gálico (a mesma usada para a quantificação de ATA) de 17,01mg/ml. A recta de calibração utilizada foi:  $y = 0,0011478374x + 0,0047587131$  com um  $r^2$  de 0,999.

## **2.3. Resultados**

### **2.3.1. *A. pavonina***

#### **a) Sobrevivência, crescimento e aspeto morfológico das plantas**

Não se observaram diferenças estatísticas na altura das plantas de *A. pavonina* em condições de controlo e expostas aos vários tratamentos (SH, UVB, SH + UVB) (Figura 2.8). A taxa de sobrevivência das plantas para todos os tratamentos foi de 100%.

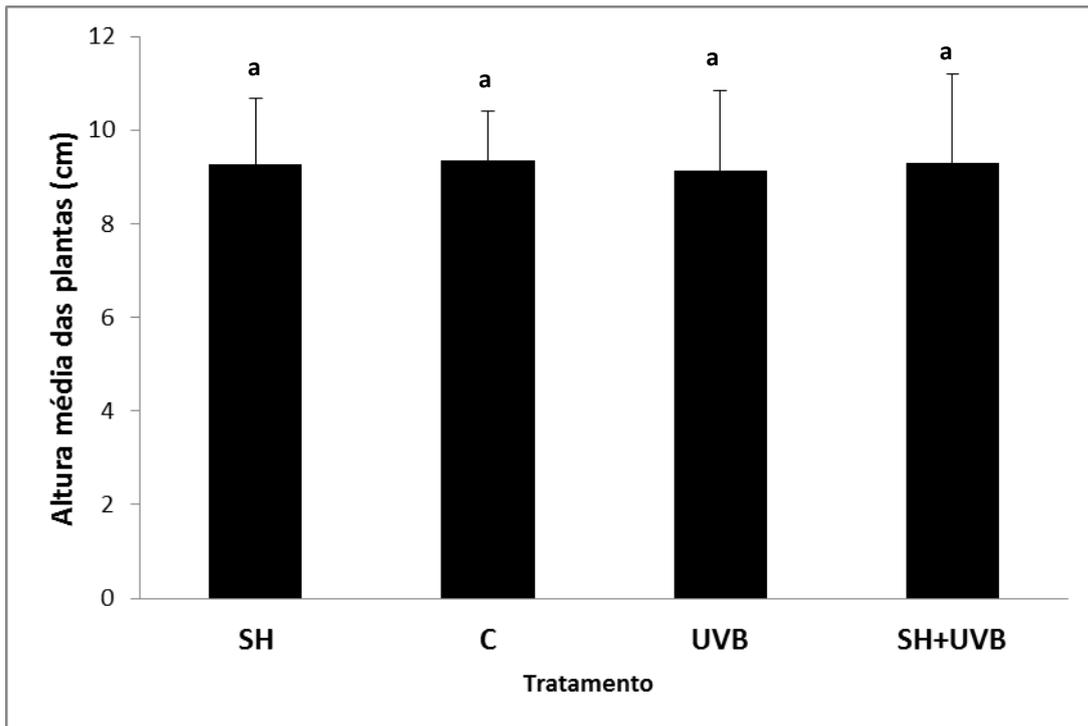


Figura 2.8 – Altura das plantas de *A. pavonina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress hídrico combinado com raios ultravioleta B (SH+UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

### b) Teor relativo em água

O TRA das plantas em condições de C (93%) foi significativamente superior ao TRA das plantas submetidas aos tratamentos de SH (86%), UVB (88,7%) e SH+UVB (86,7%) (Figura 2.9).

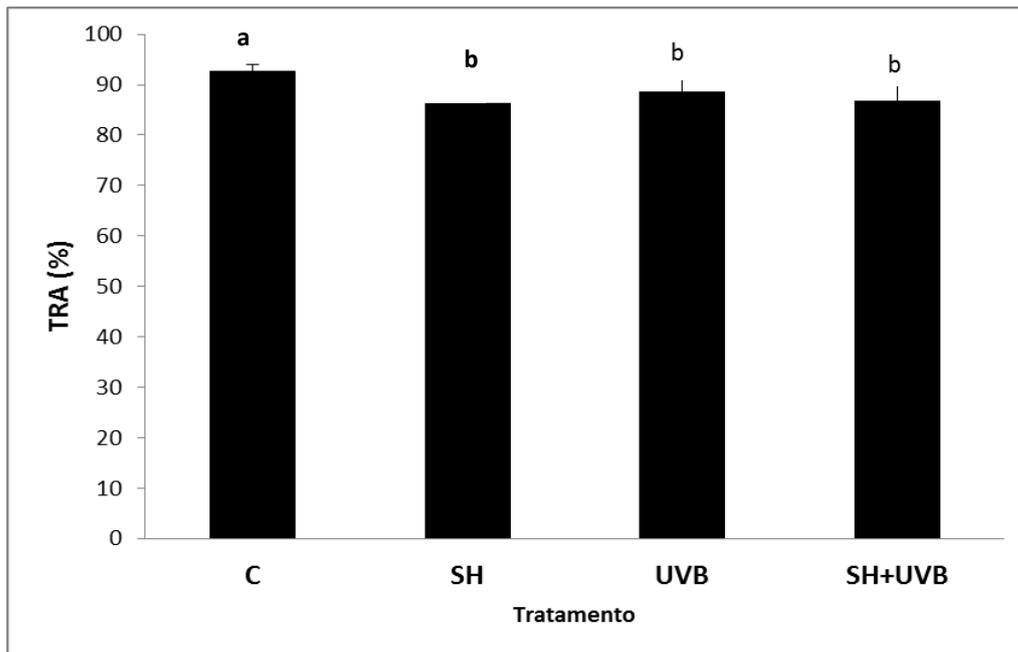


Figura 2.9 – Teor relativo em água (TRA) em plantas de *A. pavonina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress hídrico combinado com raios ultravioleta B (SH +UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

O stress aplicado em *A. pavonina* induziu uma descida do TRA de 7% em plantas em condições de SH e SH+UVB, e de 5% em plantas em condições de UVB.

### c) Fotossíntese

#### Trocas gasosas

A taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  nas plantas de *A. pavonina* em condições de controlo ( $3,20 \pm 0,98 \mu\text{mol/m}^2 \text{s}$ ) foi estatisticamente superior ao das plantas submetidas ao tratamento de UVB ( $1,21 \pm 0,44 \mu\text{mol/m}^2 \text{s}$ ) (Figura 2.10). Contudo não se observaram diferenças estatísticas na taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  entre as plantas de C e as plantas sujeitas ao tratamento SH e SH+UVB e entre as plantas do tratamento UVB, SH e SH+UVB (Figura 2.10).

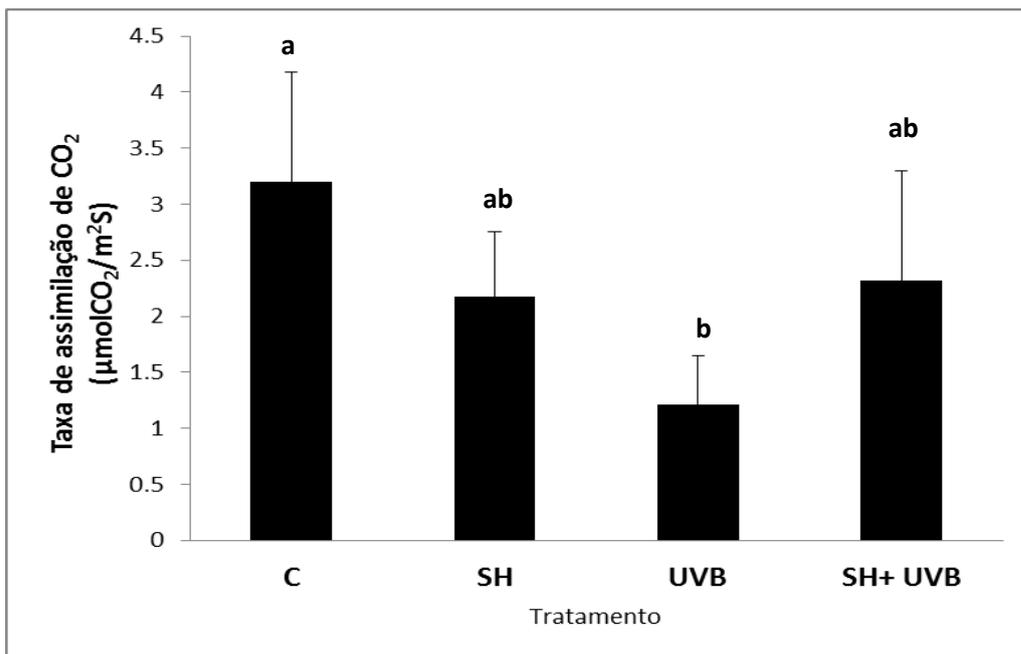


Figura 2.10 – Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> nas plantas de *A. pavonina* em condições de controle (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress combinado (SH+UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre os tratamentos.

A taxa de transpiração nas plantas de *A. pavonina* em condições de controle ( $0,443 \pm 0,067 \text{ mmol H}_2\text{O/m}^2 \text{ s}$ ) foi estatisticamente superior ao das plantas submetidas aos tratamentos de UVB, SH e UVB+SH ( $0,288 \pm 0,07$ ;  $0,312 \pm 0,063$ ;  $0,261 \pm 0,079 \text{ mmol H}_2\text{O/m}^2 \text{ s}$ , respetivamente) (Figura 2.11). Contudo, não se observaram diferenças estatísticas na taxa de transpiração entre as plantas do tratamento UVB, SH e SH+UVB (Figura 2.11).

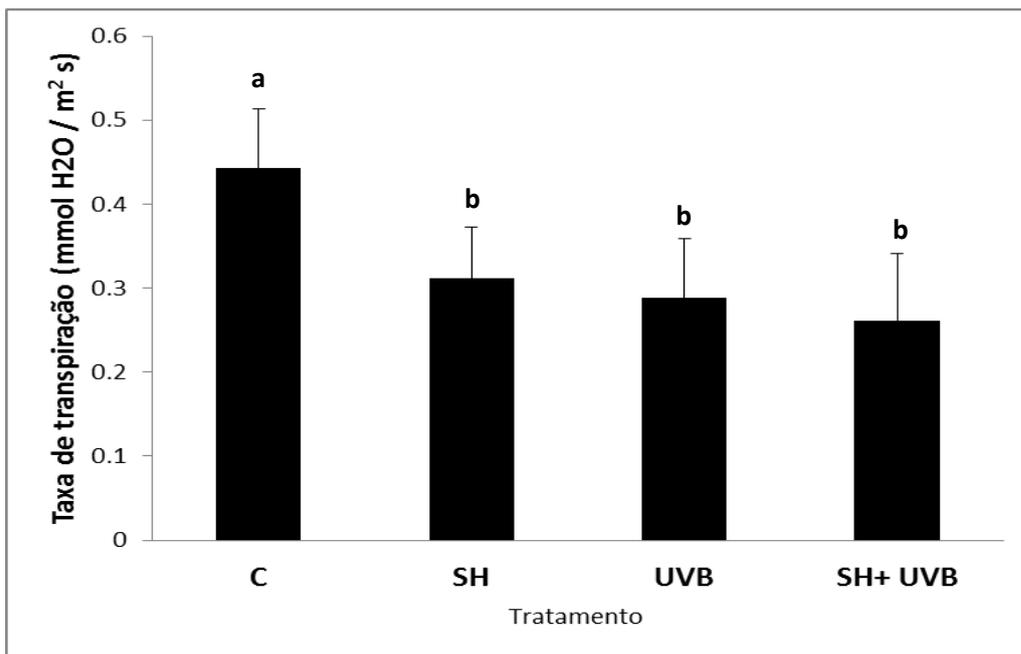


Figura 2.11 – Taxa de transpiração nas plantas de *A. pavonina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress combinado (SH +UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre os tratamentos.

A condutância estomática nas plantas de *A. pavonina* em condições de controlo ( $27,2 \pm 4,56$  mmol H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup> s) foi estatisticamente superior ao das plantas submetidas aos tratamentos de SH, UVB e UVB+HS (Figura 2.12). Contudo, não se observaram diferenças estatísticas na condutância estomática entre as plantas do tratamento SH, UVB e tratamento SH+UVB (Figura 2.12).

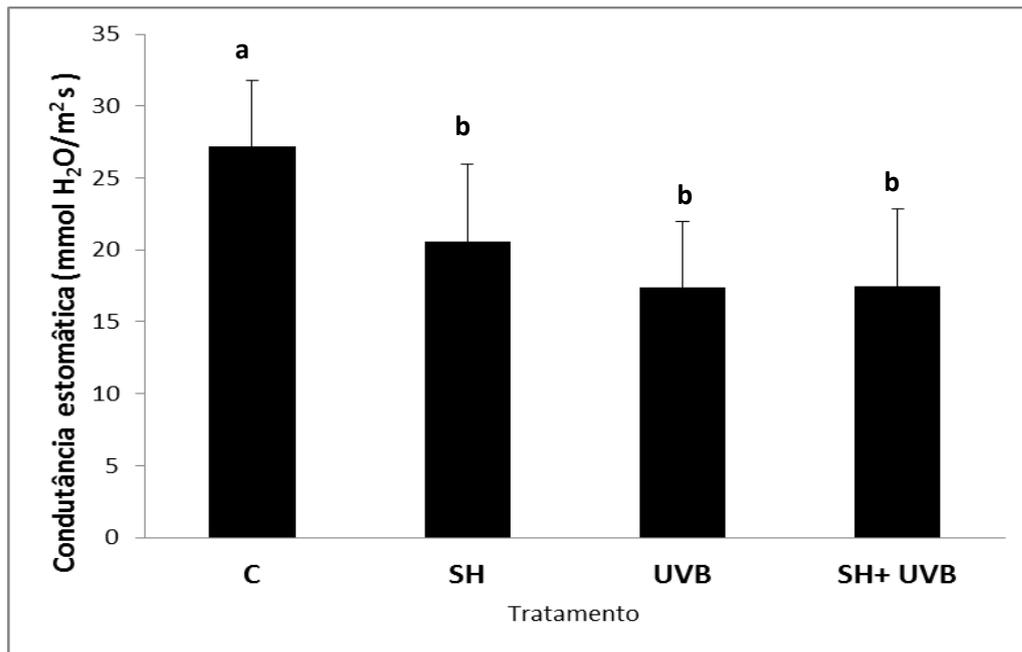


Figura 2.12 – Condutância estomática nas plantas de *A. pavonina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress combinado (SH+UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre os tratamentos.

As plantas do tratamento UVB apresentaram a razão entre a concentração interna de CO<sub>2</sub> e a concentração ambiente de CO<sub>2</sub> mais elevada ( $P \leq 0,05$ ) (Figura 2.13). Contudo, não se observaram diferenças significativas na razão entre a concentração interna de CO<sub>2</sub> e a concentração ambiente de CO<sub>2</sub> entre as plantas de controlo e as do tratamento SH e SH+UVB (Figura 2.13).

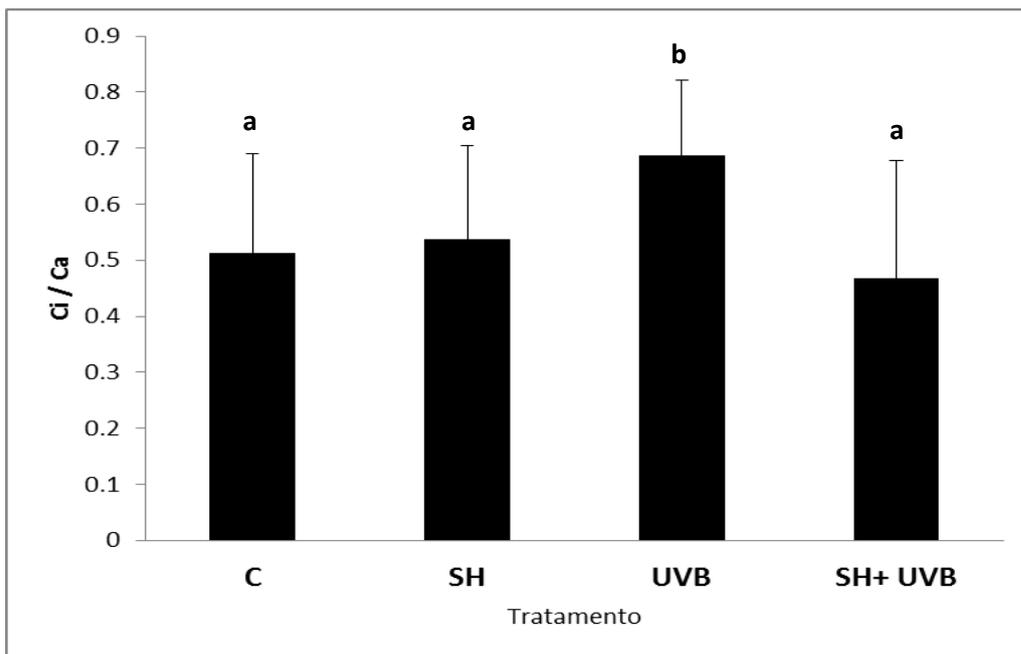


Figura 2.13 - Razão entre a concentração interna de CO<sub>2</sub> e a concentração ambiente de CO<sub>2</sub> nas plantas de *A. pavanina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress combinado (SH+UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre os tratamentos.

#### Fluorescência da clorofila a

As plantas do tratamento UVB ( $0,81 \pm 0,01$ ) apresentaram uma média de  $F_v/F_m$  superior ao das plantas do tratamento SH+UVB ( $0,76 \pm 0,04$ ) (Figura 2.14). Contudo, não se observaram diferenças significativas nas plantas em condições controlo e as submetidas aos tratamentos UVB e SH, e entre as plantas do controlo e as dos tratamentos SH e SH +UVB (Figura 2.14).

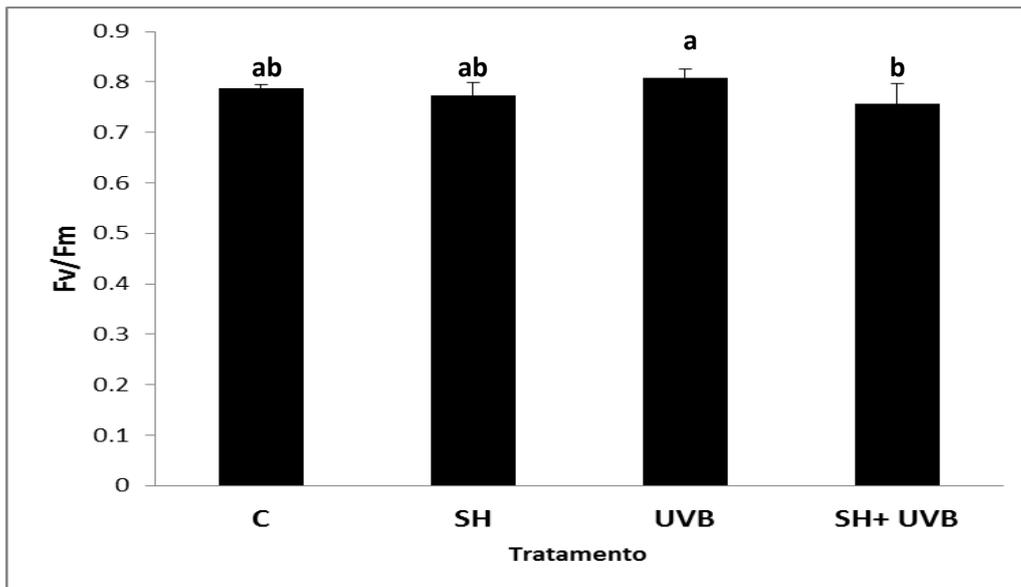


Figura 2.14 - Eficiência máxima do PSII ( $F_v/F_m$ ) nas plantas de *A. pavonina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress combinado (SH+UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre os tratamentos.

Relativamente ao rendimento efetivo do PSII, não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos C, SH, UVB e SH +UVB (Figura 2.15).

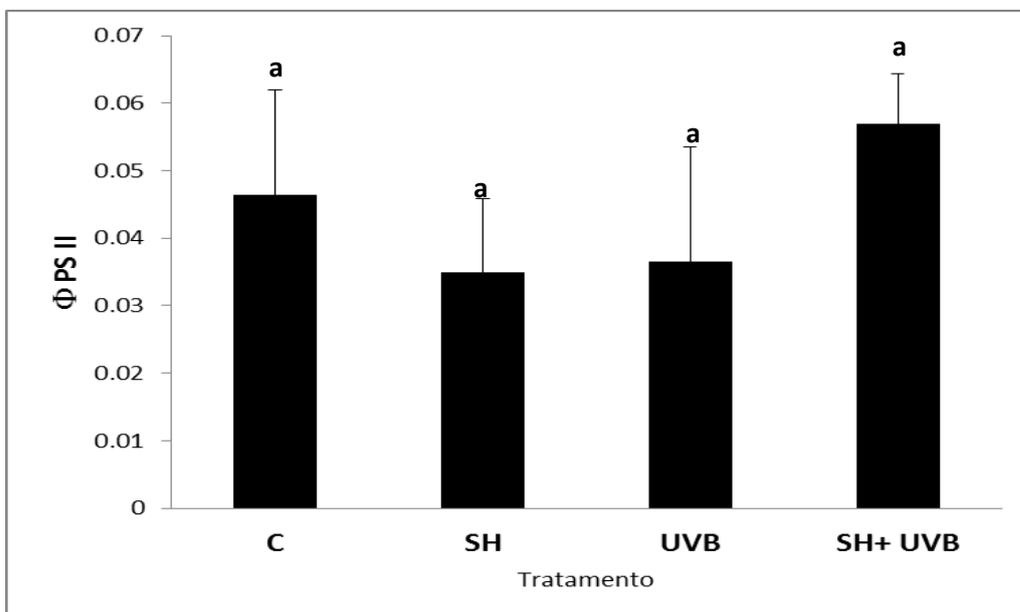


Figura 2.15 - Eficiência efectiva do PSII ( $\Phi$  PS II) nas plantas de *A. pavonina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress combinado (SH+UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre os tratamentos.

#### d) Pigmentos fotossintéticos: clorofilas *a*, *b* e carotenóides

A concentração de clorofila *a* em plantas de *A. pavonina* submetidas aos tratamentos UVB e SH+UVB foi significativamente superior ( $7,23\pm 1,36$  e  $7,66\pm 0,83$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  PF, respectivamente) ao do controlo ( $5,17\pm 0,97$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  PF) (Figura 2.16). Contudo, não se observaram diferenças significativas no conteúdo em clorofila *a* entre as plantas que foram submetidas ao tratamento C, SH e entre as dos tratamentos SH, UVB e SH+UVB.

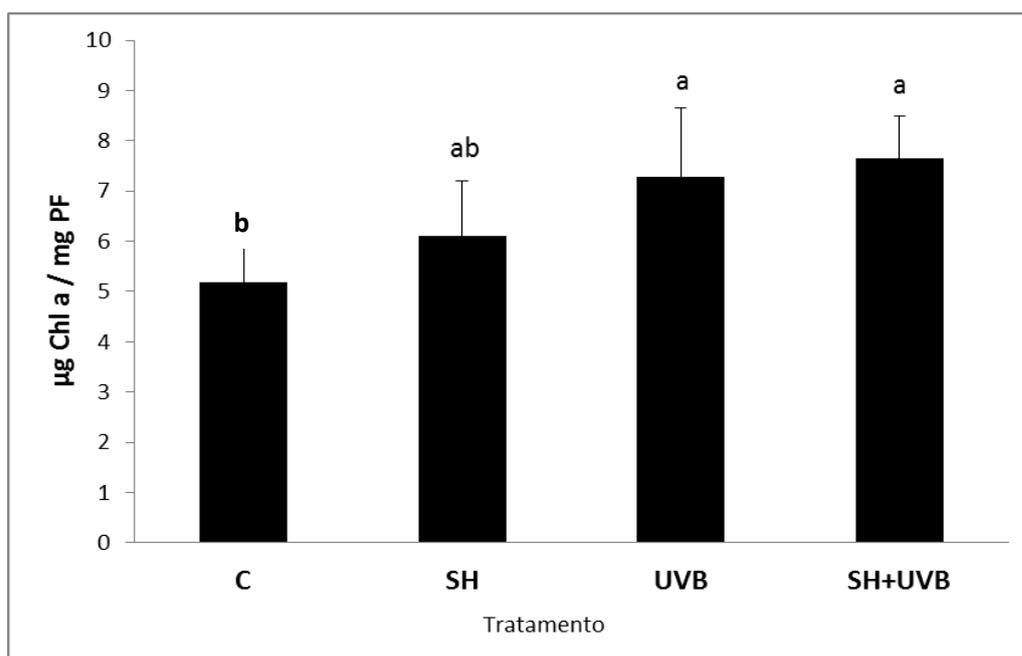


Figura 2.16 – Conteúdo de clorofila *a* em plantas de *A. pavonina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress hídrico combinado com raios ultravioleta B (SH+UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P\leq 0,05$ ) entre tratamentos.

A concentração de clorofila *b* em plantas de *A. pavonina* submetidas aos tratamentos de SH+UVB foi significativamente superior ( $2,87\pm 0,30$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  PF) ao do controlo ( $1,77\pm 0,43$   $\mu\text{g}/\text{mg}$  PF) (Figura 2.17). Contudo, não se observaram diferenças significativas no conteúdo em clorofila *b* entre as plantas do tratamento C, SH e UVB e entre os tratamentos SH, UVB e SH+UVB.

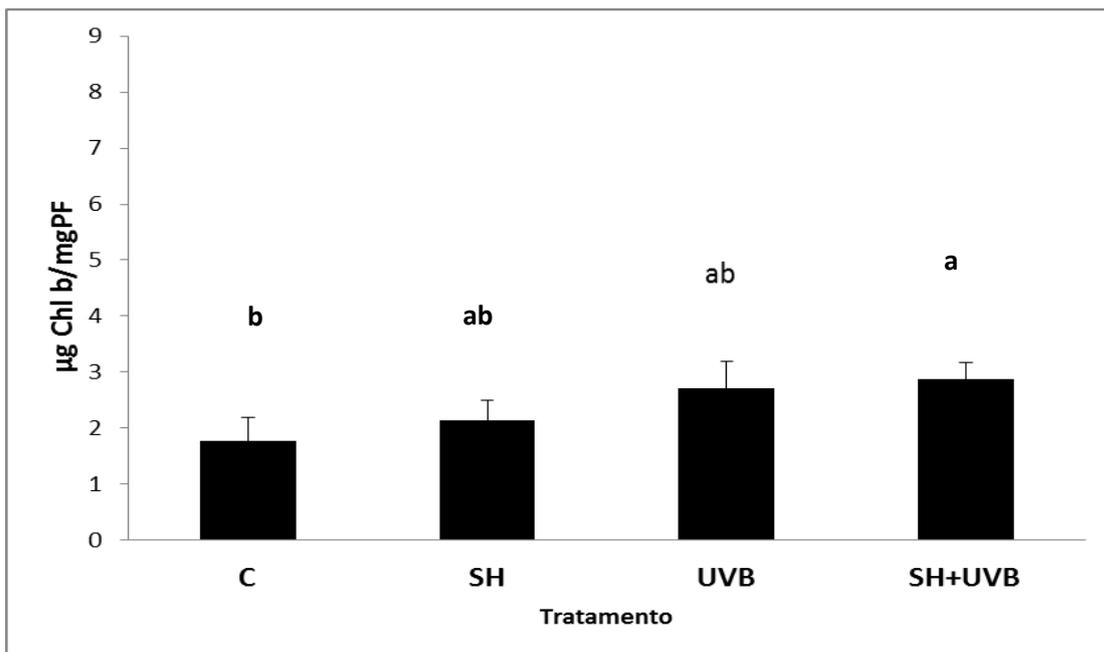


Figura 2.17 – Conteúdo de clorofila *b* em plantas de *A. pavonina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress hídrico combinado com raios ultravioleta B (SH+UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

A concentração de carotenóides em plantas de *A. pavonina* submetidas aos tratamentos de UVB foi significativamente superior ( $0,85 \pm 0,48 \mu\text{g/mg PF}$ ) ao do stress combinado, SH+UVB, ( $0,47 \pm 0,07 \mu\text{g/mg PF}$ ) (Figura 2.18). Contudo, não se observaram diferenças significativas em concentração de carotenóides entre as plantas do tratamento C, SH e UVB e entre as plantas dos tratamentos C, SH e SH+UVB.

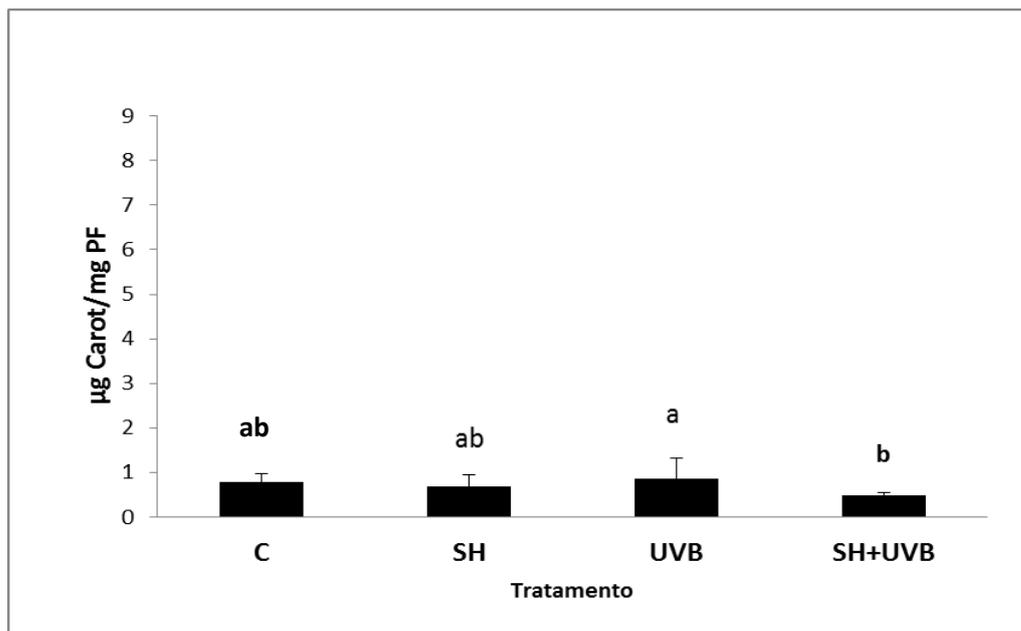


Figura 2.18 – Conteúdo de carotenóides em plantas de *A. pavonina* em condições de controle (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress hídrico combinado com raios ultravioleta B (SH+UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

### e) Açúcares solúveis e amido

A exposição das plantas de *A. pavonina* a SH, UVB e SH+UVB não induziu qualquer alteração no nível de AST ( $P \leq 0.05$ ) (Figura 2. 19).

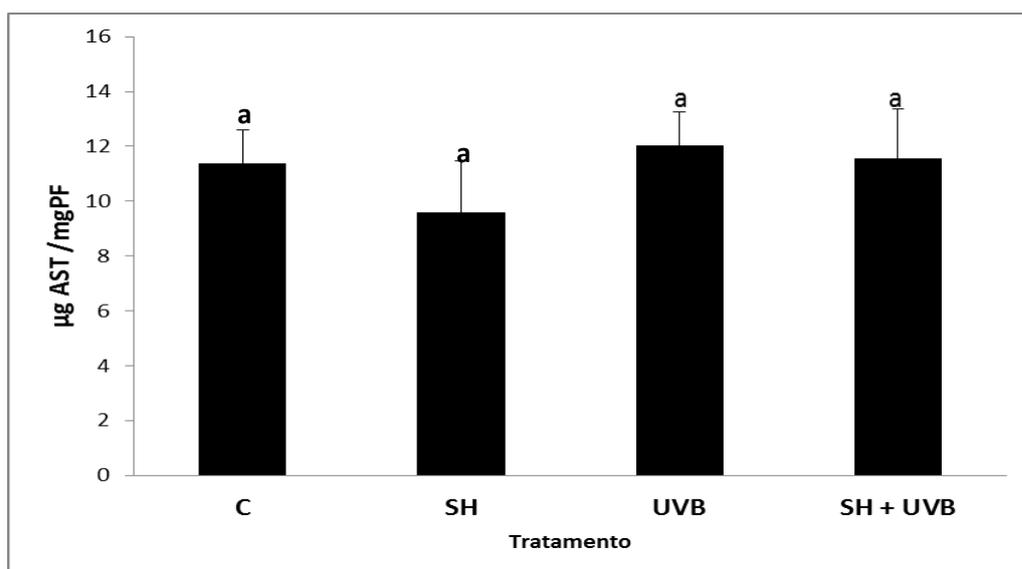


Figura 2.19 – Conteúdo de açúcares solúveis totais (AST) em plantas de *A. pavonina* em condições de controle (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress hídrico combinado com raios ultravioleta B (SH+UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

Contudo, registou-se uma alteração na concentração de amido nas plantas de *A. pavonina* expostas aos diversos stresses (Figura 2.20). O tratamento SH+UVB apresentou a concentração mais elevada de amido (2,3 µg/mg PF,  $P \leq 0,05$ ), enquanto a menor concentração foi observada no tratamento UVB (1,0 µg/mg PF) ( $P \leq 0,05$ ).

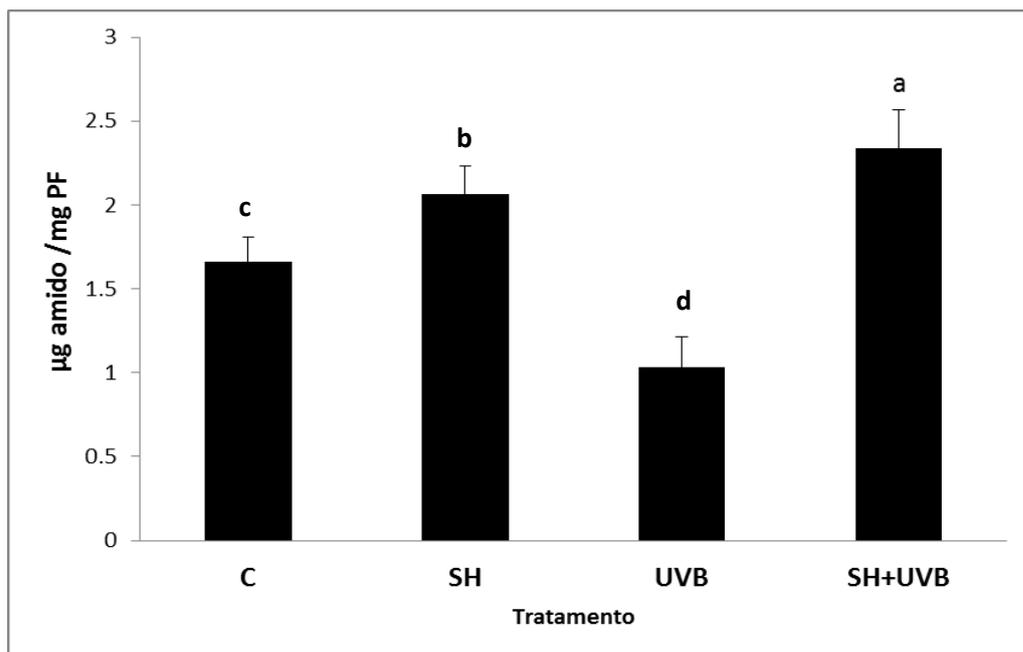


Figura 2.20 – Conteúdo de amido em plantas de *A. pavonina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress hídrico combinado com raios ultravioleta B (SH+UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

#### f) Permeabilidade da membrana

A perda de eletrólitos na membrana celular foi significativamente superior em plantas submetidas ao tratamento UVB ( $7,3 \pm 1,6\%$ ) relativamente às plantas submetidas ao tratamento SH+UVB e ao C ( $5,3 \pm 0,88$  e  $4,2 \pm 0,4\%$ , respectivamente). Contudo, não se registaram diferenças significativas na permeabilidade da membrana nas plantas do tratamento C, SH e SH+UVB (Figura 2.21).

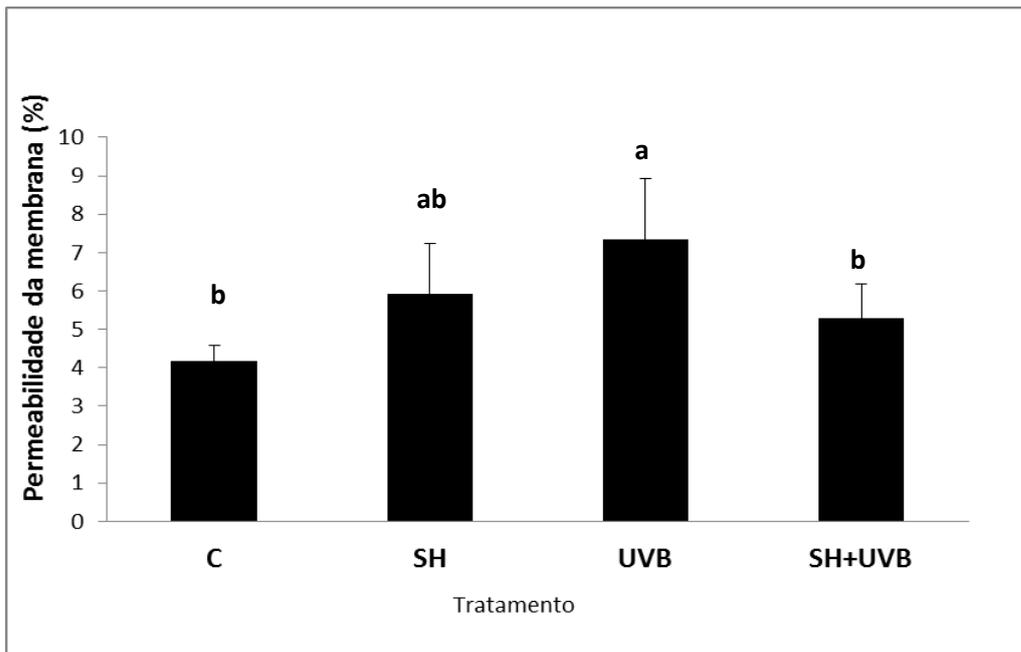


Figura 2.21 – Permeabilidade da membrana (%) em plantas de *A. pavonina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress hídrico combinado com raios ultravioleta B (SH +UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

#### g) Malondealdeído (MDA)

A concentração de MDA em plantas de *A. pavonina* submetidas aos tratamentos SH e UVB foi significativamente superior ( $7,2 \pm 0,82$  e  $7,0 \pm 0,60$  nmol/mg PF, respectivamente) ao do C ( $6,1 \pm 0,61$  nmol/mg PF) (Figura 2.22). Contudo, não se observaram diferenças significativas entre as plantas dos tratamentos SH+UVB e C e entre os tratamentos SH, UVB e SH+UVB.

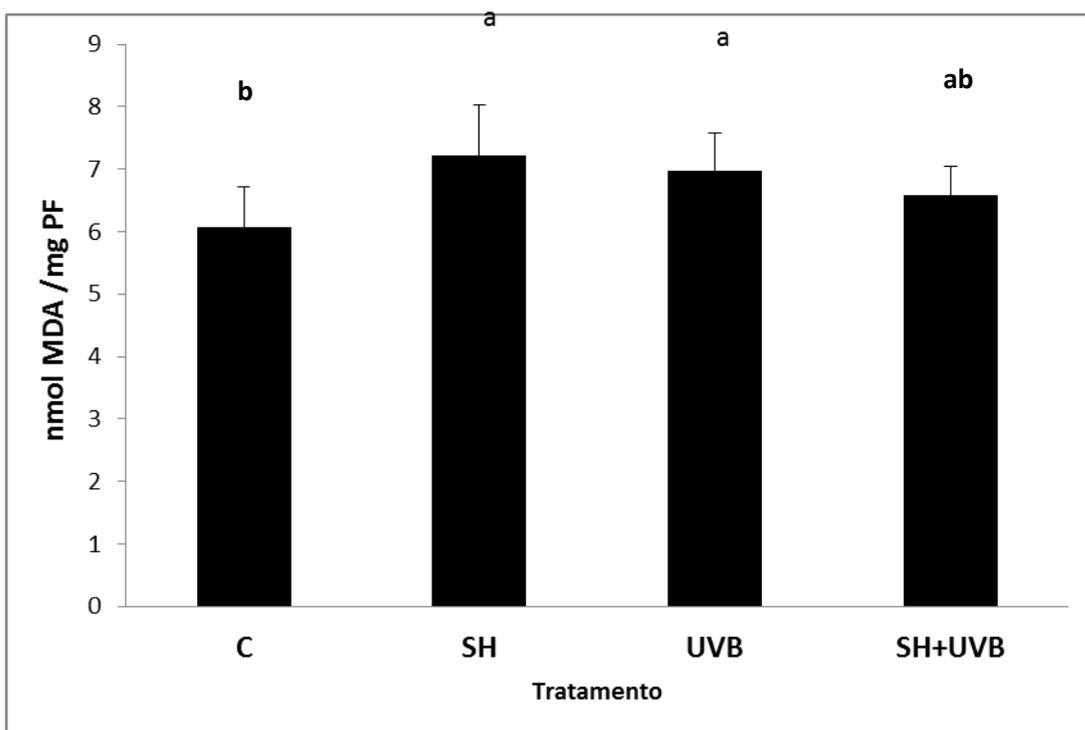


Figura 2.22 – Conteúdo em MDA em plantas de *A. pavonina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress hídrico combinado com raios ultravioleta B (SH+UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

#### h) Atividade total antioxidante

A atividade total antioxidante nas plantas de *A. pavonina* do tratamento SH foi estatisticamente superior ( $5,6 \pm 0,27 \mu\text{mol/g PF}$ , respetivamente) ao do C, UVB e SH+UVB (Figura 2.23). Não se observaram diferenças estatísticas na atividade total antioxidante entre as plantas dos tratamentos SH+UVB e UVB.

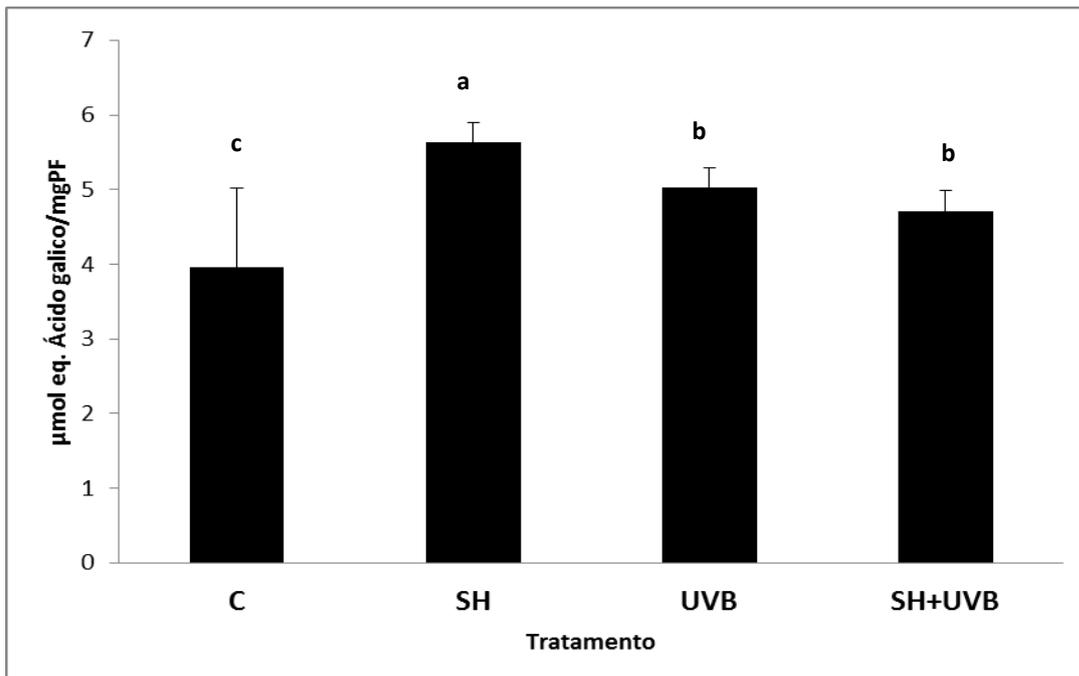


Figura 2.23 – Atividade total antioxidante em plantas de *A. pavonina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress hídrico combinado com raios ultravioleta B (SH+UVB). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

### i) Conteúdo em fenóis

As plantas submetidas ao tratamento SH revelaram o conteúdo mais elevado de fenóis ( $11,5 \pm 0,47 \mu\text{mol/g PF}$ ,  $P \leq 0.05$ ) (Figura 2.24). Nos tratamentos UVB e C observou-se o conteúdo mais baixo ( $P \leq 0.05$ ) em fenóis ( $8,6 \pm 0,87$  e  $9,3 \pm 0,73 \mu\text{mol/g PF}$ , respetivamente).

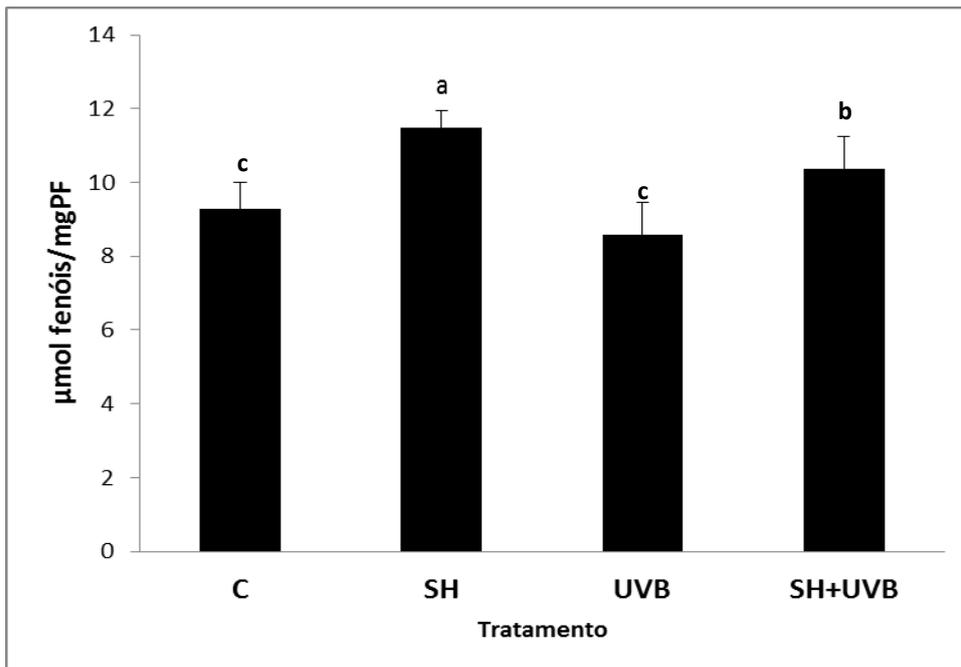


Figura 2.24 – Conteúdo em fenóis em plantas de *A. pavonina* em condições de controlo (C), stress hídrico (SH), raios ultravioleta B (UVB) e stress hídrico combinado com raios ultravioleta B (SH+UVB). Letras diferentes (a, b e c) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

### 2.3.2. *M. azedarach*

#### a) Sobrevivência, crescimento e aspeto morfológico das plantas

As plantas em condições de controlo e défice hídrico apresentaram uma altura semelhante (C:  $14,0 \pm 2,53^a$  e SH:  $13,8 \pm 1,96^a$  cm) mas as folhas das plantas em condições de SH apresentaram um aspeto mais amarelado (clorótico), do que as plantas controlo (Figura 2.25). Contudo observou-se 100% de sobrevivência das plantas.



Figura 2.25 – Folhas de *M. azedarach* em condições de controlo (folha do lado esquerdo) e em stress hídrico (folha do lado direito).

### b) Potencial hídrico

O potencial hídrico nas plantas de *M. azedarach* em condições de SH ( $-1,0 \pm 0,07$ MPa) foi significativamente superior ao tratamento C ( $-0,86 \pm 0,05$ MPa) (Figura 2.26 ).

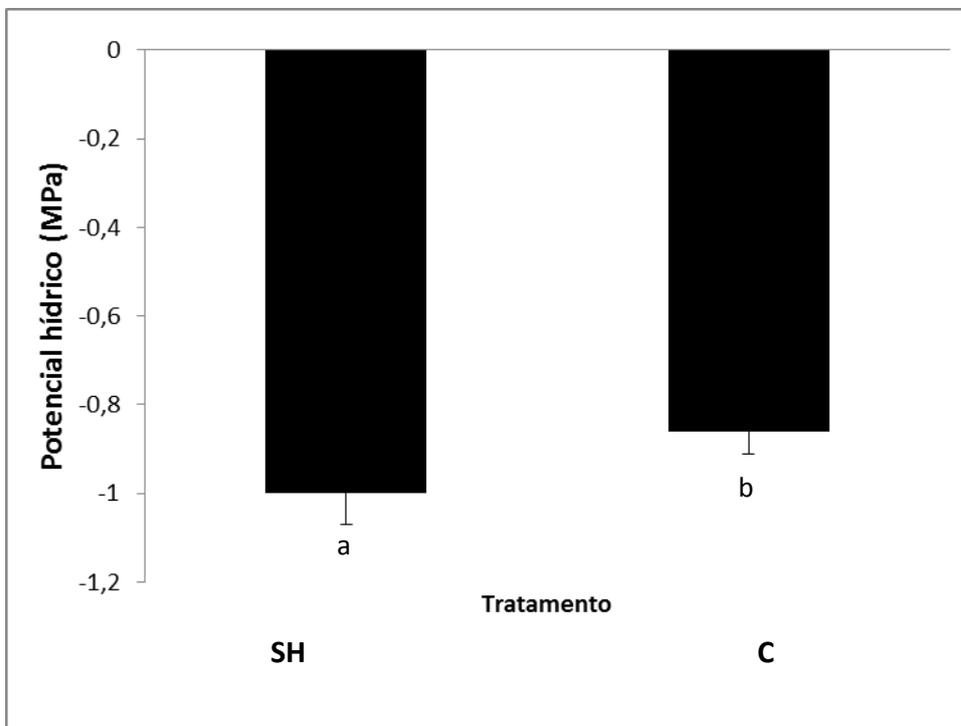


Tabela 2.26 – Potencial hídrico em plantas de *M. azedarach* em condições de controlo (C) e stress hídrico (SH). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre tratamentos.

### c) Fotossíntese

#### Trocas gasosas

A taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> em plantas de *M. azedarach* em condições de C foi estatisticamente superior ao tratamento SH (Figura 2.27). A taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> desceu 54,5% quando as plantas foram submetidas ao tratamento SH.

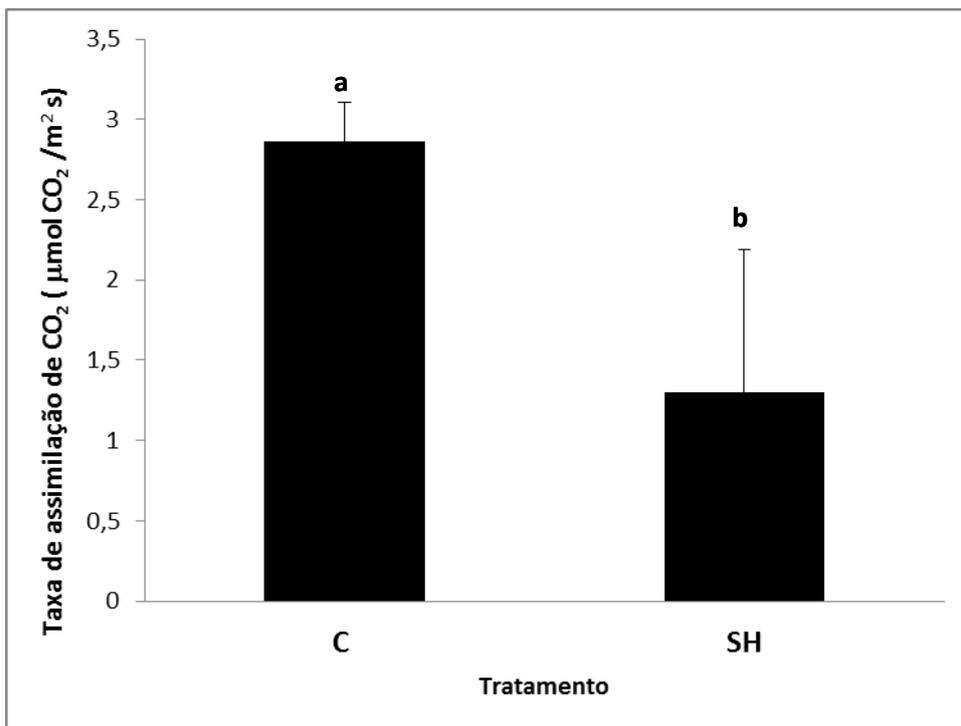


Figura 2.27 – Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> em plantas de *M. azedarach* em condições de controlo (C) e plantas submetidas ao tratamento de stress hídrico (SH). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

A taxa de transpiração e a condutância estomática em plantas de *M. azedarach* em condições de controlo foi estatisticamente superior ao tratamento SH (Figura 2.28). Observou-se uma descida na taxa de transpiração (71,7%) e na condutância estomática (74,6%) quando as plantas foram submetidas a stress hídrico.

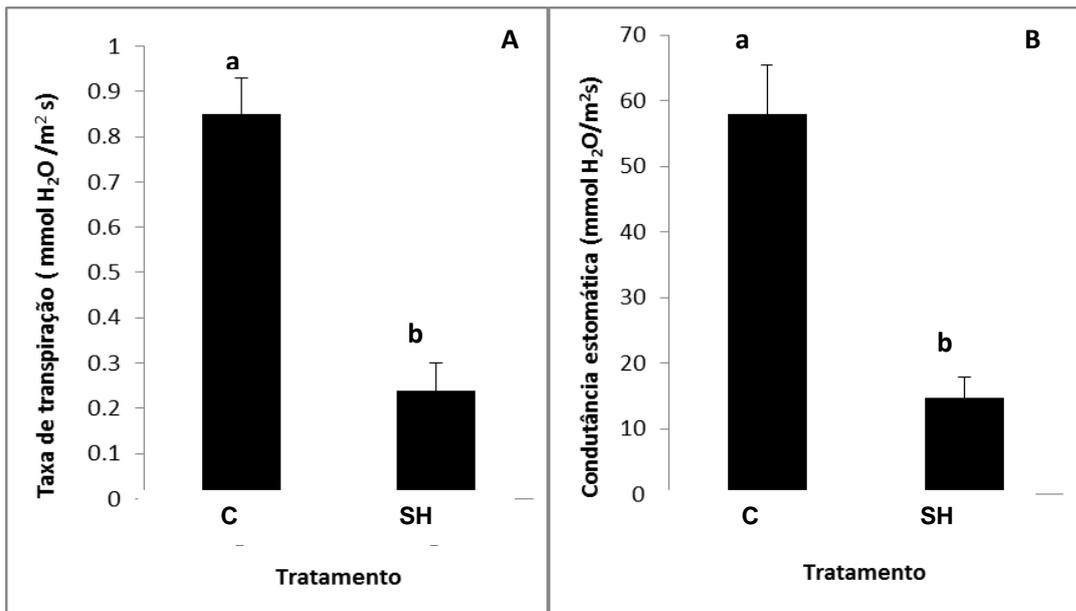


Figura 2.28 – Taxa de transpiração (A) e condutância estomática (B) em plantas de *M. azedarach* em condições de controlo (C) e plantas submetidas ao tratamento de stress hídrico (SH). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

As plantas de *M. azedarach* submetidas ao tratamento de stress hídrico e/ou em condições de SH ( $288 \pm 7,9$  mmol /m<sup>2</sup>s) apresentaram uma concentração intercelular de CO<sub>2</sub> inferior às plantas do tratamento controlo e/ou em condições C ( $319 \pm 14$  mmol /m<sup>2</sup>s) (Figura 2.29).

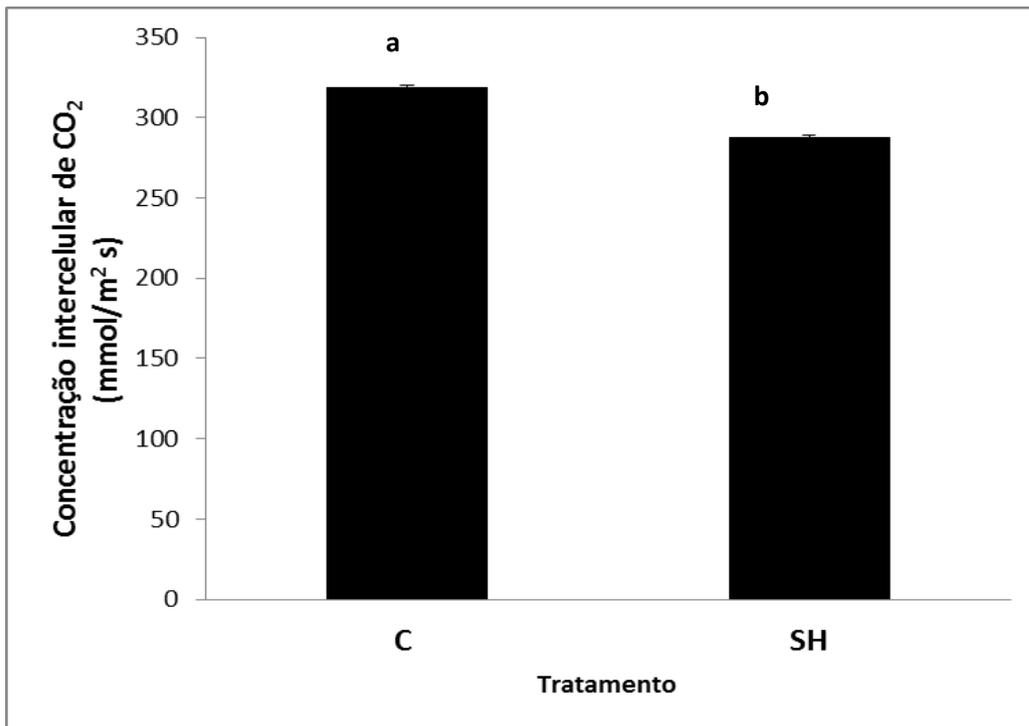


Figura 2.29 - Concentração intercelular de CO<sub>2</sub> em plantas de *M. azedarach* em condições de controle (C) e stress hídrico (SH). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

#### Fluorescência da clorofila a

A eficiência máxima do PSII ( $F_v/F_m$ ) em plantas de *M. azedarach* em condições de C ( $0,76 \pm 0,03$ ) foi estatisticamente superior ao tratamento SH ( $0,57 \pm 0,02$ ) (Figura 2.30 A). Também a eficiência efetiva do PSII ( $\Phi$ PSII) nas plantas do tratamento C ( $0,45 \pm 0,02$ ) foi significativamente superior ao do tratamento S ( $0,3 \pm 0,03$ ) (Figura 2.30 B).

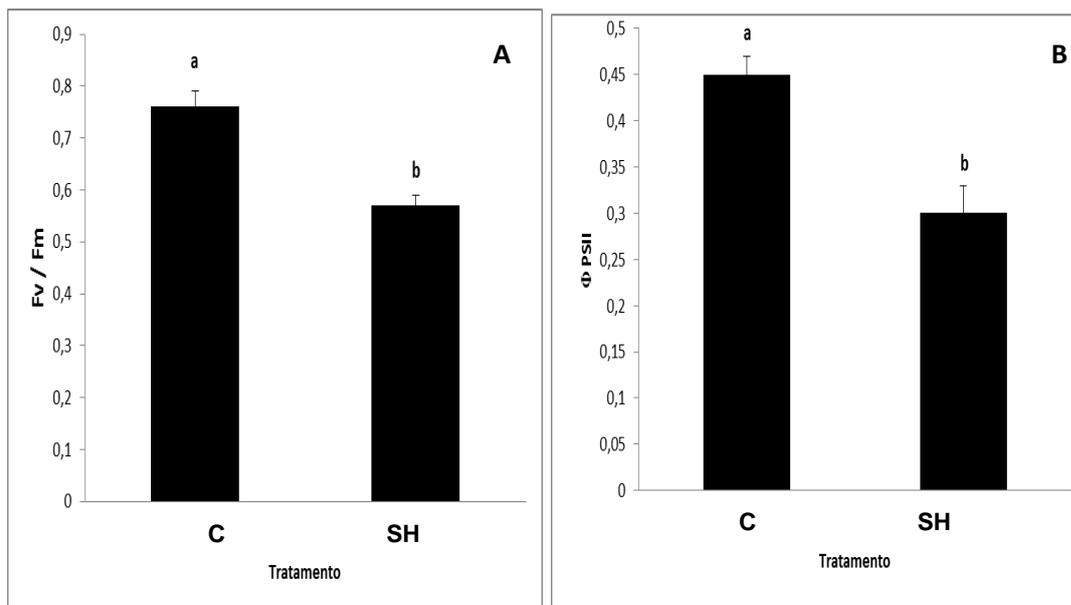


Figura 2.30 – Eficiência máxima do PSII (A) e eficiência efectiva do PS (B) em plantas de *M. azedarach* com condições de controlo (C) e stress hídrico (SH). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

#### d) Pigmentos fotossintéticos: clorofila *a*, clorofila *b* e carotenóides

O conteúdo da clorofila *a* e *b* nas plantas de *M. azedarach* em condições C foi semelhante ao do tratamento SH ( $P \geq 0.05$ ) (Figura 2.31 e Figura 2.32).

Também não se observaram diferenças significativas na concentração de carotenóides nas plantas C e SH ( $187,4 \pm 21,9$  e  $183,5 \pm 4,8$  mmol/gPF, respectivamente) (Figura 2.33).

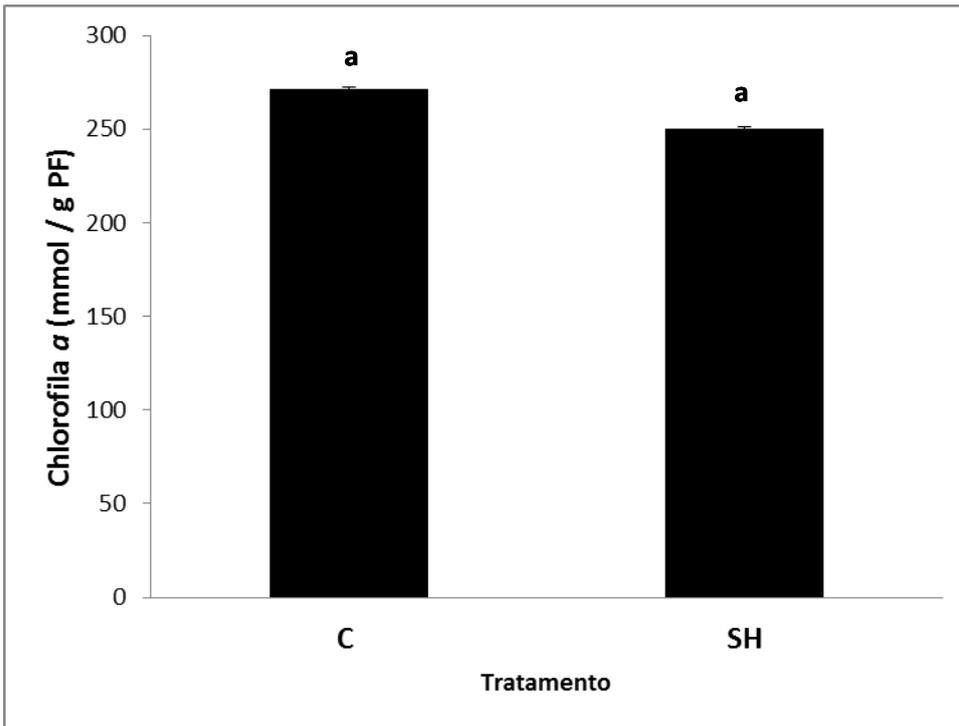


Figura 2.31 – Conteúdo de clorofila *a* em plantas de *M. azedarach* em condições de controlo (C) e stress hídrico (SH). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

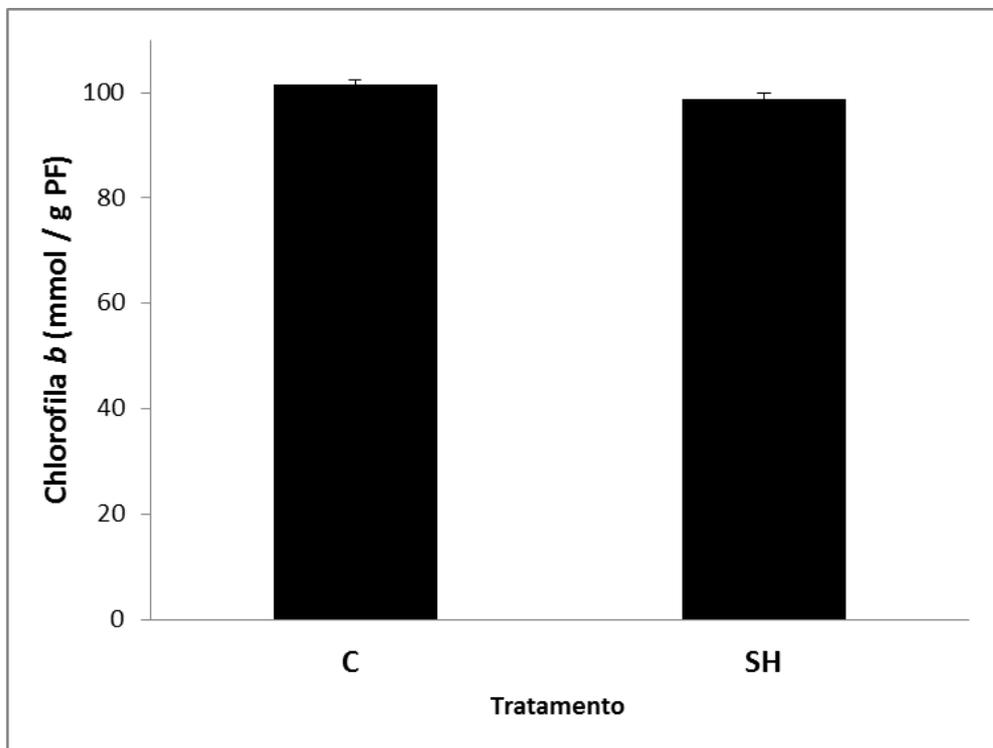


Figura 2.32 – Conteúdo de clorofila *b* em plantas de *M. azedarach* com condições de controlo (C) e stress hídrico (SH). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

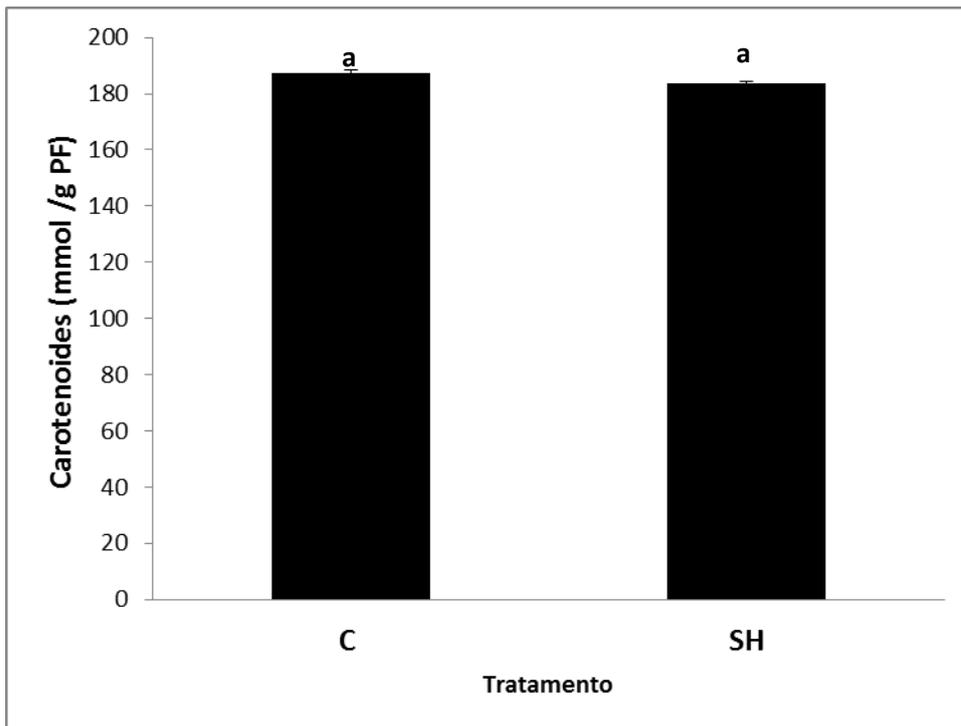


Figura 2.33 – Conteúdo de carotenóides em plantas de *M. azedarach* com condições de controlo (C) e stress hídrico (SH). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

#### e) Açúcares solúveis totais e amido

As plantas de *M. azedarach* em condições de SH apresentaram um conteúdo em açúcares solúveis totais 1,8 vezes superior ( $P \leq 0.05$ ) ao das plantas em condições de C (Figura 2.34 A). Contudo, não se observaram diferenças significativas no conteúdo de amido entre as plantas C e as plantas submetidas ao tratamento SH (Figura 2.34 B).

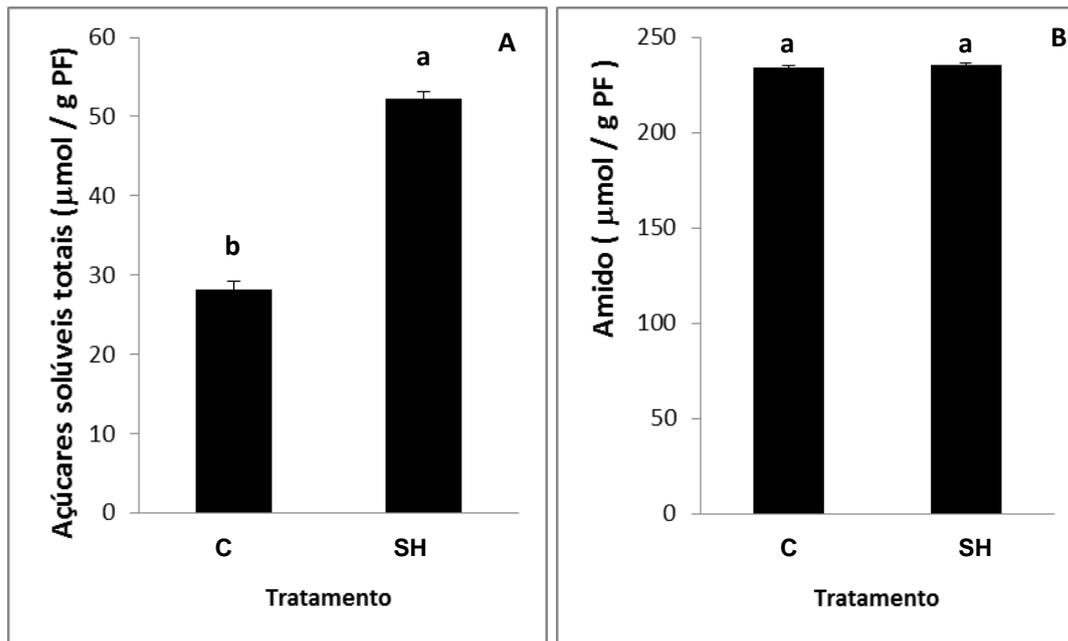


Figura 2.34 – Conteúdo em açúcares solúveis totais (A) e amido (B) em plantas de *M. azedarach* em condições de controlo (C) e stress hídrico (SH). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

#### f) Permeabilidade da membrana e conteúdo em MDA

A permeabilidade membranar nas plantas de *M. azedarach* expostas ao tratamento SH foi 1,9 vezes superior ( $P \leq 0.05$ ) ao das plantas de C (Figura 2.35 A). Porém o conteúdo em MDA nas plantas de C e nas plantas do tratamento SH foi semelhante ( $P \geq 0.05$ ) (Figura 2.35 B).

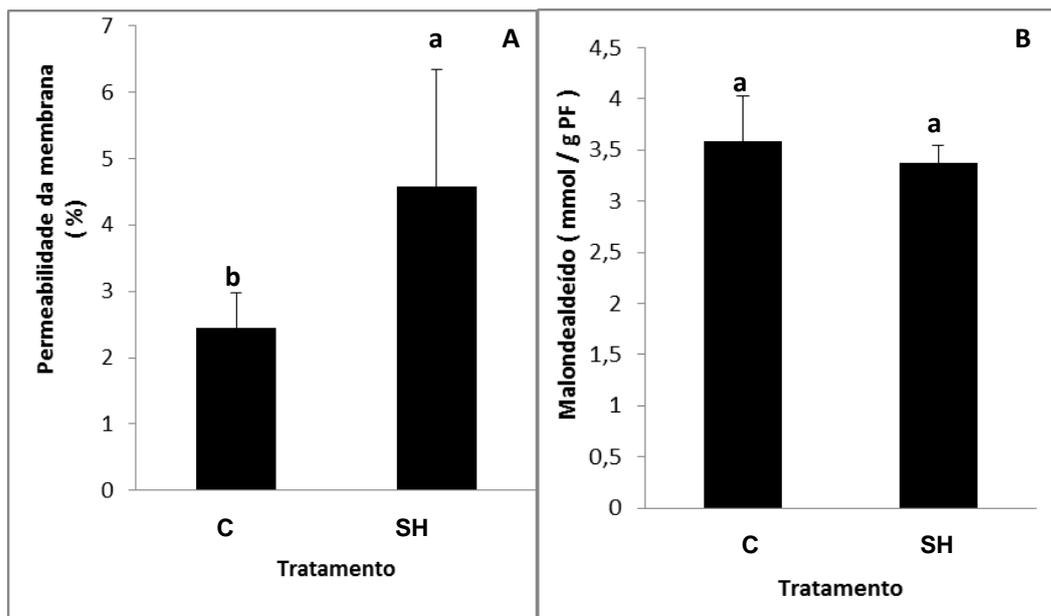


Figura 2.35 – Permeabilidade da membrana (A) e conteúdo de malondialdeído (B) em plantas de *M. azedarach* em condições de controlo (C) e stress hídrico (SH). Letras diferentes (a, b) indicam diferenças significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamentos.

## 2.4. Discussão

As previsões do painel intergovernamental para as alterações climáticas apontam para um aumento das ocorrências de períodos de seca acompanhados de elevados níveis de radiação de UV e temperatura (Climate Change, 2007).

Esta problemática é considerada por entidades oficiais muito grave em Timor-Leste, que também reconhecem a necessidade de aumentar a investigação sobre a resposta de plantas de interesse agro-florestal às alterações climáticas, e poder melhorar as estratégias de reflorestação do país (ver introdução).

Durante a exposição aos stress hídrico e/ou de UV, as plantas ficam mais susceptíveis, e é necessário conhecer as alterações morfológicas e fisiológicas que ocorrem para compreender essas alterações e poder seleccionar as espécies ou variedades mais resistentes. Para sobreviver a condições severas de deficiência hídrica, as plantas são capazes de aumentar a sua tolerância durante a fase de adaptação ao stress que normalmente envolvem alterações de metabolismo à custa de um dispêndio adicional de energia por parte das células. Além disso, a adaptação da

planta à condição de stress depende da capacidade desta sobreviver o tempo suficiente para efetuar rearranjos anatómicos e modificações fisiológicas necessárias a todo este processo (Pires, 2004).

Como foi dito na Introdução (Capítulo 2), a perda de água nestas condições tem muita importância para a planta (quer ao nível do metabolismo da célula, quer ao nível da fisiologia da planta), e qualquer decréscimo na disponibilidade de água no solo, pode ter efeitos negativos em processos tão diversos como transpiração, fotossíntese, transporte e acumulação de solutos, etc, afetando a sua taxa de crescimento. Contudo, o estudo dos efeitos de stresses abióticos, como o défice hídrico e a exposição a radiações elevadas de UVB, na fotossíntese e metabolismo do carbono de espécies medicinais com elevado interesse para programas de reflorestação de zonas degradadas tem sido pouco abordados (Zhu et al., 2009; Brito et al., 2011; Dias et al., 2014b).

#### **2.4.1. *A. pavonina***

Em *A. pavonina*, a imposição dos stresses não afetou a taxa de sobrevivência nem reduziu o crescimento das plantas. A não variação destes parâmetros sugere tolerância de *A. pavonina* aos stresses.

De notar que o efeito dos stresses nas folhas não foi muito diferente: as plantas submetidas ao tratamento SH mantiveram as folhas. As plantas de *A. pavonina* expostas a UVB e SH+UVB também não apresentaram queda de folhas, o que indica que a radiação UVB não causa a abscisão foliar apesar de alguns estudos apontarem que uma das razões de aumento da queda foliar em plantas mais sensíveis, pode ser o aumento de stress oxidativo nessa zona assim como, um decréscimo dos níveis de carboidratos estruturais, e/ou uma estimulação das hormonas responsáveis pela queda das folhas (Sakamoto et al., 2008). Assim, seria interessante num trabalho futuro estudar com mais detalhe as respostas desta espécie ao impacto da radiação UVB nestes processos especialmente das zonas de abscisão foliar.

Nestas plantas, a imposição de todas as condições de stresses (SH e UVB isolado e combinação de SH+UVB) baixou o TRA. Curiosamente, o efeito

não foi sinérgico, pois os valores de TRA nas plantas expostas a SH+UVB eram semelhantes aos valores das plantas expostas a estes stresses isoladamente. Tal como para a *M. azedarach*, esta redução pode implicar um ajuste osmótico (ex. por uma redução de volume das células, e/ou por um aumento de solutos osmóticos inorgânicos ou orgânicos tal como os açúcares) sobretudo no citoplasma. A redução do TRA pode também relacionar-se com a abertura estomática. Assim, para evitar/diminuir a perda de água as plantas em stress (sobretudo as expostas a SH) diminuem a abertura estomática (redução da taxa de transpiração e condutância estomática). Uma análise dos resultados mostra que para além do SH, também o stress de UVB e SH+UVB levaram a uma redução significativa da abertura dos estomas, baixando assim a condutância estomática. Este efeito foi mais significativo nas plantas expostas a UVB e a SH+UVB (em relação ao SH), o que sugere que a radiação pode ter um efeito direto na regulação da abertura estomática. Esta hipótese vai de encontro aos dados de Nogués et al. (1999) que demonstraram que a radiação UVB tem um efeito direto na regulação estomática de várias espécies, como a ervilheira, o que também suporta os nossos resultados em *A. pavonina*. Será de esperar que fechando os estomas (i.é. diminuindo a condutância estomática), a taxa de transpiração também decresça. A redução da taxa de transpiração nas plantas expostas aos stresses foi acompanhada por uma descida (um perfil semelhante) da condutância estomática. A análise da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> indica que todos os stresses afetaram negativamente este processo, porém, as plantas expostas a SH+UVB foram menos afetadas. Mais uma vez este efeito não parece sinérgico/cumulativo, pois contrariamente ao que seria de esperar as plantas expostas ao stress combinado não apresentam efeitos mais severos, que as plantas expostas a SH ou UVB isolados. Contudo, a razão da concentração interna de CO<sub>2</sub> e a concentração ambiente de CO<sub>2</sub>, só aumentou em plantas expostas ao stress UVB, face ao controlo. Analisando estes dados em conjunto, eles sugerem que em condições de stress a descida da taxa de assimilação em *A. pavonina* poderá estar relacionada não com efeitos estomáticos, uma vez que a diminuição da abertura estomática não diminui a disponibilidade de CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares, mas com efeitos não-estomáticos, por exemplo,

devido a uma redução da atividade da enzima RuBisCO. Esta enzima catalisa a primeira reação do ciclo de Calvin e é apontada por muitos autores como um dos principais alvos do stress (stress hídrico, térmico, metais e UV) (ex. Hollósy, 2002; Dias et al., 2007; Rodriguez et al., 2015).

Relativamente à fluorescência da clorofila *a*, verificou-se que o stress UVB isolado não afetava a eficiência máxima do PSII (Fv/Fm) nas plantas mas o SH e a combinação dos dois stresses levavam a um ligeiro decréscimo desta eficiência (significativo para SH+UVB). Não se observaram diferenças significativas na eficiência efectiva do PSII, embora se tenha registado nos stresses isolados, um decréscimo aparente mas não significativo. Contudo, de um modo geral, os valores do Fv/Fm medidos para todas as condições estão dentro dos valores referidos para plantas saudáveis (0,75-0,85) (Dias et al., 2013).

O conteúdo de pigmentos fotossintéticos, clorofila *a* e *b* e carotenóides, tendem a aumentar com a condição de UVB e/ou combinação de stresses SH+UV. Embora este aumento não fosse esperado, pode ser justificado pelo estímulo por UVB de pigmentos fotossintéticos nesta espécie, como mecanismo de defesa (ex. carotenóides), de aumentar a eficiência fotossintética. Assim, este aumento no conteúdo em clorofilas pode explicar a tendência para maior  $\Phi$ PSII observada nas plantas expostas a UVB e SH+UVB.

Tal como referido na introdução uma das principais relações da fotossíntese com o SH está no fornecimento de açúcares que podem ser importantes no ajuste osmótico. Contudo os níveis de açúcares solúveis totais não variaram em plantas de *A. pavonina*. Este dado sugere que (ao contrário de *M. azedarach*), *A. pavonina* poderá usar outros solutos como osmólitos, nomeadamente o K<sup>+</sup>, os ácidos orgânicos ou a prolina. Por outro lado, nesta espécie o SH e os stresses combinados levaram a um aumento dos níveis de amido, enquanto os UVB reduziram estes níveis, sugerindo que nesta espécie o défice hídrico estimula as enzimas de síntese de amido e/ou reprime as enzimas associadas à sua degradação, enquanto os UVBs parecem ter um efeito contrário nas células. Estas hipóteses requerem contudo mais estudos para comprovação.

Outro aspeto muito importante é que o SH e/ou o stress de radiação UVB induzem stress oxidativo dentro das células. O aumento de stress oxidativo, neste caso o excesso de radicais livres, como o  $H_2O_2$ , podem levar à peroxidação de biomoléculas como lípidos e proteínas, constituintes essenciais das membranas e levar assim à destruição das membranas e logo à morte das células. A análise de potenciais efeitos de peroxidação foi feita nestas plantas pela determinação da peroxidação de lípidos, e consequentemente do grau de degradação membranar, medida por aumento de permeabilidade da membrana. Os resultados mostraram que em *A. pavonina*, todos os stresses levaram a um aumento da peroxidação lipídica. Contudo, efeitos significativos de danos na membrana (conducentes à morte celular) e traduzidos por aumento de permeabilidade membranar, só foram observados nas plantas expostas a SH e UVB. Os valores para plantas expostas a SH+UVB aproximaram-se mais dos valores do controlo. Este efeito pode sugerir que o SH (aplicado mais cedo que o stress UVB) pode promover na planta estratégias de adaptação a outros stresses, incluindo o stress sob a incidência dos raios solares especificamente os UVB. Assim, as plantas do stress combinado parecem ter sofrido uma adaptação prévia que lhes permitiu adaptarem-se melhor ao stress combinado.

O stress oxidativo pode ser definido como um aumento da razão entre os compostos oxidantes (ERO ou ROS) e os antioxidantes existentes nas plantas. Este aumento de compostos oxidantes se não é combatido por um aumento da capacidade antioxidante total da célula, pode causar danos celulares (Pires, 2004). De fato, em *A. pavonina* verificou-se um aumento da capacidade total antioxidante nas plantas expostas a todos os stresses, sugerindo um combate aos EROs.

*A. pavonina* tem uma grande importância nas práticas etnobotânicas dos habitantes de Timor-Leste, nomeadamente pelas suas propriedades medicinais. Avaliou-se potenciais efeitos destes stresses no conteúdo de fenóis, uma das classes mais importantes de fitocompostos de interesse medicinal. Verificou-se que o SH e o stress combinado aumentam os níveis destes compostos, o que sugere: a) que estes stresses interferirão nas vias metabólicas de fenóis, aspeto que merece mais estudos; b) que esta

interferência nestes compostos pode ter impacto na qualidade medicinal de folhas destas plantas quando se encontram em condições de stress.

#### **2.4.2. *M. azedarach***

A imposição do défice hídrico nas plantas de *M. azedarach* não causou alterações no crescimento. Contudo, e à semelhança do observado para *A. pavonina*, nestas plantas, a imposição do SH afetou negativamente o estado hídrico das plantas. Este pode ter sido devido a uma redução de volume das células, e/ou por um aumento de solutos osmóticos quer inorgânicos como o ião potássio K<sup>+</sup> (não determinado neste ensaio), quer pelo aumento da concentração de solutos orgânicos sobretudo no citoplasma, dos quais se destacam os açúcares solúveis (ver abaixo), a prolina ou ácidos orgânicos.

Por outro lado, o abaixamento do potencial osmótico pode induzir uma diminuição da abertura estomática e assim influenciar a perda de água perdida por transpiração. De fato verificou-se que a condutância estomática (associada à abertura dos estomas) diminuiu muito nas plantas expostas a seca, levando também ao decréscimo da taxa de transpiração. Assim esta espécie apresenta capacidade de, sob SH, adaptar-se a esta condição fechando os estomas e reduzindo a perda de água por transpiração. Contudo, a diminuição da abertura estomática também reduz as trocas gasosas, de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, afetando negativamente a fotossíntese (taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>). Os resultados indicam que, em condições de seca, a redução da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> em *M. azedarach* pode ser devida a efeitos estomáticos uma vez que a imposição de SH induziu uma diminuição da abertura estomática e conseqüentemente a diminuição da disponibilidade de CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares das células do mesófilo (Dias and Brüggemann, 2010). O controlo da abertura estomática é assim, determinante para a planta regular a sua transpiração e a fotossíntese (trocas gasosas), e parece estar a regular estes dois processos em plantas de *M. azedarach* sujeitas a seca, protegendo-as de desidratação grave (perda de água).

O défice hídrico pode ainda afetar a fotossíntese baixando a concentração de pigmentos fotossintéticos nos fotossistemas dos tilacóides e assim

diminuir a captação de fótons, e/ou a sua capacidade de captar fótons e converter a excitação numa transferência de elétrons ao longo da cadeia transportadora de elétrons – esta capacidade de medir “o estado” das clorofilas é feito pela medição da sua fluorescência. Assim, a clorofila funciona como uma antena que capta a luz absorvida pela folha e a passa para os centros de reação. Nestes ocorre a conversão fotoquímica da energia. À temperatura ambiente, a maior parte da emissão de fluorescência é da responsabilidade do PSII (Pires, 2004). Apesar da fluorescência clorofilina total ser bastante pequena (apenas 1 a 2% da quantidade de luz emitida) esta medição é bastante fácil. Alterações na fluorescência das clorofilas podem ocorrer rapidamente nas plantas em stress contrariamente a alterações na concentração de pigmentos que são respostas mais lentas que as de trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* ao stress, uma vez que envolvem vias enzimáticas de biossíntese e degradação.

Da análise dos resultados verificou-se que plantas de *M. azedarach* quando expostas a SH sofrem um decréscimo da eficiência máxima e efectiva do PS II, face às plantas controlo. Este decréscimo pode-se dever a um mau estado das clorofilas (embora presentes não funcionam corretamente), a um decréscimo do seu conteúdo e a uma diminuição da abertura dos centros de reação. Ora, a análise dos resultados mostra uma tendência de decréscimo da concentração de clorofila *a*, que embora não significativa face ao controlo, aponta para em ensaios mais prolongados poder ser significativa. O mesmo acontece (embora menos severo) com a clorofila *b*. No caso dos carotenóides, estes parecem ser menos afetados pelo SH. Os carotenóides são pigmentos acessórios nos tilacóides que passam a excitação para o aceitador final a clorofila *a*, e portanto decréscimos no seu conteúdo podem influenciar também a eficácia dos fotossistemas. Para além disso, os carotenóides têm um papel muito importante de fotoproteção, protegem a clorofila contra danos foto-oxidativos. Contudo, em *M. azedarach* estes pigmentos não parecem ter sido afetados de forma relevante em condições de SH. Os resultados obtidos apoiam outros autores que mostraram alterações no teor de clorofila em plantas superiores (Santos, 1998) quando expostas a diferentes fatores de stress como o SH, desequilíbrios nutricionais (Pires, 2004), ou pode explicar por que o comportamento da

clorofila a/b é muito utilizado como um índice de avaliação do impacto de stresses.

Um dos aspetos mais importantes da fotossíntese é produzir açúcares que, não só são usados como fonte de energia na respiração, mas em plantas em SH podem, como açúcares solúveis, atuar como osmólitos e contribuir para o ajuste osmótico de células das plantas. Em casos onde é preciso um ajuste osmótico, estes açúcares podem também ser obtidos por degradação de açúcares de reserva, como por exemplo o amido. Uma análise dos resultados do conteúdo de açúcares solúveis mostra que em plantas de *M. azedarach* expostas a SH aumentou a concentração de açúcares solúveis (glucose, sacarose, frutose, etc.), mas que aparentemente sem necessitar de usar reservas de amido, uma vez que os níveis deste não baixaram. Assim, pode-se colocar a hipótese de que as plantas usam a fotossíntese para produzir açúcares que são usados na regulação osmótica, e desviados para outros processos energéticos importantes para o crescimento e manutenção da planta. Esta hipótese pode ser apoiada pelo aparente tamanho (altura) similar das plantas em C e SH.

Tal como referido acima para *A. pavonina*, outro aspeto importante que o SH afeta na espécie *M. azedarach* é o aumento do stress oxidativo dentro das células. Este aumento desregulado pode levar à oxidação de lípidos e proteínas, e entre outras consequências levar à destruição das membranas e à morte das células. Os resultados mostraram que em *M. azedarach*, o SH não aumentou significativamente a peroxidação lipídica, embora tenha levado a um aumento da degradação/permeabilidade das membranas. Assim, colocamos a hipótese de que a degradação das membranas tem como origem outras razões que não a degradação por oxidação dos fosfolípidos constituintes das membranas.

## **2.5. Conclusões**

Dentro dos vários estudos de resposta das plantas a SH, podem-se classificar três tipos de resposta: 1) adaptações fisiológicas para alterações de curta duração (por exemplo: regulação estomática); 2) aclimatização a um certo nível de disponibilidade de água (por exemplo: ajuste do potencial osmótico por acumulação de solutos) e 3) adaptações a situações de

secura. Enquanto estas últimas são adaptações a longo prazo, incluindo características geneticamente definidas envolvendo modificações anatômicas e fisiológicas, e que transcendem a duração do ensaio usado nesta tese, já os resultados obtidos permitem traçar um perfil das duas espécies face ao tipo de resposta/adaptação 1 e 2.

São abundantes as referências ao efeito do SH no crescimento das plantas, na nutrição mineral, na fotossíntese, no conteúdo clorofilino (Dias et al., 2014a), no conteúdo proteico ou ainda na permeabilidade membranar (Pires, 2004). Como já referido, o conteúdo hídrico é um parâmetro importante, uma vez que se a célula perde muita água, entra em plasmólise o que pode trazer graves consequências. Na adaptação ao SH as células podem absorver mais iões (por exemplo  $K^+$ ) ou sintetizar substâncias osmoticamente ativas em excesso, baixando o seu potencial osmótico o que leva a que as perdas de água possam ser minimizadas. Por outro lado, este equilíbrio osmótico só se verifica se as células tiverem as membranas não danificadas. A análise destes parâmetros traduz assim o estado de stress a que a planta está sujeita (Santos, 1998). Verifica-se aqui que as duas espécies estudadas parecem ter uma redução do conteúdo hídrico, mas enquanto a *M. azedarach* aumenta os níveis de açúcares solúveis (não à custa de amido) ao mesmo tempo que reduz a taxa fotossintética, a *A. pavonina* (embora exposta por período diferente) não parece sofrer efeitos tão dramáticos nos parâmetros de fotossíntese e não aumenta os níveis de açúcares, sugerindo que os osmólitos usados serão outros em vez dos açúcares. Contudo, também é de referir que as plantas de *A. pavonina* estiveram 7 dias sem ser regadas enquanto as de *M. azedarach* este período foi mais prolongado (20 dias).

Os resultados obtidos para as duas espécies vão de encontro ao descrito por vários autores, que mostram que o SH, e stress por UVB para o caso de *A. pavonina*, afeta negativamente a fotossíntese e induz stress oxidativo (danos nas membranas). Uma análise comparativa mostra respostas fotossintéticas diferentes entre as duas espécies: enquanto em *M. azedarach*, apesar de o SH ter sido mais prolongado, os efeitos estomáticos (disponibilidade de  $CO_2$  intercelular) parecem ser a principal causa do declínio da fotossíntese; em *A. pavonina*, exposta a um ciclo de SH mais

curto, este declínio parece estar relacionado com fatores não-estomáticos, nomeadamente com as reações bioquímicas (ex. atividade da enzima RuBisCO no Ciclo de Calvin).

Por último, com base nos dados obtidos podemos concluir que em relação ao SH, *A. pavonina* é mais sensível que *M. azedarach*. Também, este trabalho veio trazer novos dados sobre a resposta das plantas, neste caso *A. pavonina*, quando exposta a stresses isolados, SH e UVB, e stresses aplicados em simultâneo, SH+UVB. Parece que uma exposição prévia de plantas a SH, antes do início da exposição a UVB, induz alguma tolerância a stresses e permite uma melhor adaptação ao stress combinado.



## Capítulo III

### 3. Levantamento de algumas espécies com valor etnobotânico em Timor-Leste

*Parte da informação aqui apresentada foi divulgada pela autora em congressos e em artigos científicos de que M Costa foi co/autora.*

#### **Artigos científicos**

Costa M, Dias MC, Santos C (2015) Diagnóstico de usos correntes e contribuição para a valorização de espécies de interesse etnobotânico na valorização de património florestal em Timor-Leste. *Ciência Rural* (submetido)

## Resumo

Um dos principais contributos para o avanço científico em biologia em Timor-Leste associados ao aumento de qualidade de vida das populações leste-timorenses, passa pelo conhecimento do património vegetal neste país, e pelas múltiplas utilizações que as populações fazem dessas plantas (ao nível, por exemplo, da alimentação, medicina popular, ambiente, e comércio). Foi assim objetivo deste capítulo: a) avaliar o uso de 90 espécies vegetais previamente identificadas pela autora e por outros grupos de investigação (identificadas no Capítulo 1, na tabela 1.1); b) selecionar 5 espécies (*A. pavonina*, *B. flabelifer*, *M. azedarach*, *M. oleífera* e *M. citrifolia*) de uso múltiplo dentro das 90 espécies; c) avaliar, junto das populações, os usos dados às espécies selecionadas que são representativos nas 5 regiões do país. Para obter este levantamento usaram-se como ferramentas de diagnóstico: questionários, diálogos e entrevistas. Esta informação foi ainda complementada com observação *in loco* das espécies com valor etnobotânico e de práticas correntes nas comunidades remotas das regiões de Timor-Leste. As informações recolhidas mostraram que as populações têm algum conhecimento empírico das aplicações das espécies (ex, usam-nas na medicina tradicional), porém a preservação da riqueza do património vegetal e conhecimentos culturais (uso tradicional das espécies) têm sido descuidados. Este trabalho permitiu alertar as populações sobre o valor das espécies locais selecionadas como também para as práticas dos ancestrais, promovendo assim a valorização e a preservação da riqueza florestal e cultural do povo consideradas como mais-valia da alma leste-timorense.

**Palavras-chave:** Timor-Leste, espécies com valor etnobotânico; *Adenantera pavonina*, *Borrassus flabelifer*, *Melia azedarach*, *Moringa oleífera*, *Morinda citrifolia*, património vegetal e cultural leste-timorense

### 3.1. Introdução

*“Sani ene nori ene hire namu bú, hire ria bú  
au bú lîa dá au lúlu loli dá! Buana lolo bubu lolo bera  
ganamai nodamai hire umo hire baha*

*Ga mai, tani mai isi hie lolo hie”*

(curandeiro leste-timorense, original na língua waimua)

A economia financeira de Timor-Leste está ainda muito frágil apesar de o território estar incluído na Região Wallace (34 *hotspots*) que é um dos pontos de interesse mundial (<http://www.conservation.org.br/como/index.php/index.php?id=8>, consultado em 12/05/2015). Apesar do enorme investimento no desenvolvimento em quase todos os setores do país (PED, 2011-2030), o sistema nacional de saúde em Timor-Leste ainda apresenta importantes lacunas. As capitais das regiões mais desenvolvidas como Dili, Baucau e Bobonaro têm mais facilidades no acesso a saúde pública do que as outras capitais. Nas zonas das regiões montanhosas apesar de haver centros de saúde existem dificuldades no acesso (ex. ausência de estradas e ou estradas intransitáveis, falta de meios de transporte) à medicina convencional. Assim, uma grande parte do povo leste-timorense recorre às práticas etnobotânicas, principalmente na medicina tradicional, quando as condições de saúde pública são precárias ou inexistentes. A medicina tradicional frequentemente desempenha um papel crucial na vida das comunidades das povoações mais remotas. Nas zonas com mais cobertura vegetal as populações exploram as propriedades medicinais das plantas. Entre as inúmeras espécies vegetais que se podem encontrar nesse país, espécies pertencentes a 36 famílias (mencionadas na introdução geral, Capítulo 1) são as mais usadas no quotidiano dos habitantes de Timor-Leste (Costa, 2010).

As práticas etnobotânicas transformaram-se ao longo do tempo em hábitos que passam dos ancestrais para os seus descendentes e que se pode denominar como tradição das gerações. As diversas partes duma planta são indicadas para diferentes tipos de doenças como também diferem os métodos de uso ou seja da preparação dos fitoterápicos. Por exemplo para febres e gripes utilizam as folhas, flores e frutos que são cozinhados

enquanto para furúnculos e tosses utilizam as raízes trituradas e misturadas com betel (*Piper betle*), areca (*Areca catechu*) e cal ou então podem ser mastigados pelo próprio curandeiro que aplica o mastigado no corpo do doente por meio de bruscos cospes. Na medicina tradicional também se proíbe a ingestão de certos alimentos aos doentes. Assim, as pessoas com verminose não podem comer frutos como banana, anona, manga e outros frutos doces. Os tuberculosos não podem comer carne e vegetais que tenham a cor vermelha, sejam raízes ou partes aéreas. Nota-se que existe uma forte crença ou superstição na mentalidade das populações chegando o ponto de muitas vezes se confundirem os dois poderes, o mitológico/crença com o poder medicinal das plantas e/ou espécies florestais nas matas isoladas (Figura 3.1). Acreditam que as doenças são consequência dos erros cometidos contra as divindades e os ancestrais defuntos. Assim, é dever moral dos doentes que se querem livrar dos males fazer uma expiação. O curandeiro, após a recuperação dos pacientes, apresenta-lhes uma cota que é imediatamente liquidada pelos curados. O benfeitor explica-lhes que irá oferecer em ação de graças às divindades e fazer as pazes com os ancestrais pela cura concedida. O resgate, muitas vezes, é descontrolado e causa grandes despesas aos curados. Por outro lado, existe em simultâneo um grupo (muito restrito) de curandeiros que sugerem aos doentes fazer ofertas caso, por bem o entenderem, e aconselham agradecer as divindades segundo as suas crenças quando se sentirem restabelecidos.

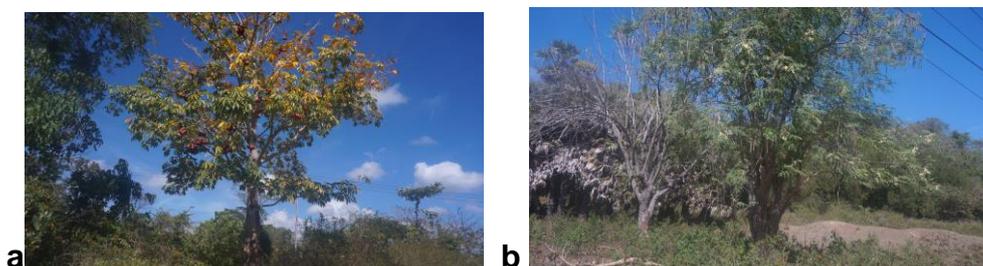


Figura 3.1 Matas isoladas com algumas espécies florestais com valor medicinal (a - *Sterculia foetida* ; b - *Moringa oleífera*)

As grandes deficiências do sistema de saúde em Timor-Leste obrigam muitas comunidades rurais do país a recorrer a medicina tradicional. Contudo, os benefícios do uso das espécies vegetais ainda são ignorados

por muitos habitantes. A maioria dos habitantes tem pouca informação sobre as propriedades medicinais das espécies locais como também ignora a necessidade de preservar as espécies medicinais. Além disso as populações não estão informadas do papel das espécies no combate a seca e no do aumento da radiação dos raios ultravioleta (UVB) que são a causa de muitas indisposições físicas ou mesmo doenças nos humanos. É necessário preservar as espécies medicinais principalmente as de uso amplificado, como por exemplo *A. pavonina*, *B. flabelifer*, *M. azedarach*, *M. oleífera* e *M. citrifolia* que além de serem utilizadas como fitoterápicos constituem recursos indispensáveis na alimentação, bem-estar e no comércio das comunidades nas áreas mais remotas.

De recentes levantamentos da flora em Timor-Leste identificaram-se espaços naturais e cultivados, onde habitam espécies nativas nos primeiros e espécies agrícolas (nativas ou introduzidas) nos segundos (GERTIL, 2002). No primeiro capítulo desta tese, introdução, a tabela 1.2 (Sousa et al., 2011; Costa, 2010) apresenta algumas espécies consideradas com maior utilidade no dia-a-dia dos habitantes de Timor-Leste, porém ainda não foi realizado um levantamento científico das suas utilizações e valores.

### **3.2. Objetivos**

Com base nos levantamentos efetuados de espécies com valor etnobotânico para os leste-timorenses, foi objetivo deste capítulo:

- Identificar o uso de espécies florestais na medicina tradicional em Timor-Leste.
- Avaliar qualitativamente (ex. entrevistas) junto das populações das cinco regiões que constituem a RDTL sobre o valor das espécies identificadas.
- Divulgar conhecimentos sobre a importância das práticas etnobotânicas na vida dos habitantes de Timor-Leste.

### **3.3. Material e Métodos**

Para a realização da parte três desta tese foi necessário fazer uma deslocação a todas as regiões de Timor-Leste para verificar o nível de conhecimentos das populações sobre estas espécies de valor etnobotânico. Assim, durante o período de Julho a Outubro de 2014 foram efetuados dois levantamentos sobre o uso de algumas espécies vegetais referidas na introdução (tabela 1.1.) nas cinco regiões de Timor-Leste:

- Região 1: Baucau, Lautém, Manatuto e Viqueque;
- Região 2: Aileu, Dili e Liquiçá;
- Região 3: Ainaro, Ermera e Manufahi;
- Região 4: Bobonaro e Covalima;
- Região 5: Oecusse-Ambeno.

#### **3.3.1. Levantamento 1)**

Nesta primeira ação começou-se por se fazer um levantamento geral sobre todas as 90 espécies referidas na introdução (tabela 1.1.) nas cinco regiões de Timor-Leste. O contato com a população, foi através de diálogos com agricultores, curandeiros e alguns intelectuais como professores (docentes do ensino básico, secundário e superior), enfermeiros e líderes do governo, designadamente vice-ministro e escritores, e permitiu confirmar a importância do património vegetal na vida das populações e completar a tabela 1.1 acrescentando o seu valor ambiental, alimentar, medicinal e comercial (tabela 3.1).

#### **3.3.2. Levantamento 2)**

Após o primeiro levantamento descrito em cima, selecionaram-se 5 espécies de uso mais frequente (de entre as referidas na tabela 1.1) e foram feitos questionários (entrevistas) às populações das cinco regiões. O número das pessoas entrevistadas para a Região 1 foi de 11; 5 para as Regiões 2, 3 e 4; 6 para a Região 5.

Nas entrevistas foram realizadas as seguintes questões:

1. Para que é utilizada a planta?
2. A planta é usada fresca ou seca?
3. Quanto e quando é apanhada?
4. Que partes da planta são usadas? E para quê?
5. Se a planta for cortada há algo especial a referir?
6. Se a planta é seca, como procedem para a secar?
7. Como é usada a planta?
8. Se a planta é usada crua, que partes é que comem e para que finalidade?
9. Como lavam as partes comestíveis?
10. Se a planta é usada em salada como é comida?
11. Se a planta for cozinhada para salada como se procede?
12. Se a planta for usada em chá como se procede?
13. Se a planta for usada em pomadas como se preparam as pomadas?  
Que materiais e que produtos é que se usam?
14. Se a planta é macerada em álcool ou outra substância como se procede?

As respostas foram registadas em bloco de notas e são apresentadas nos resultados e discussão (tabela 3.1).

### **3.4. Resultados e Discussão**

Este é o primeiro estudo, embora ainda simples e limitado, sobre espécies com valor etnobotânico no património sociocultural do povo leste-timorense. Começou-se por fazer um levantamento geral sobre o uso de espécies vegetais no dia-a-dia das populações leste-timorenses:

#### **3.4.1. Levantamento 1**

Depois do contato com as população das cinco regiões de Timor-Leste toda a informação recolhida foi usada para completar a tabela 1.1. Assim, a tabela 3.1 apresenta, além dos nomes (comum e/ou local, científico), os valores ambiental, alimentar, medicinal e comercial que são dados às espécies listadas na tabela 1.1 da Introdução

De acordo com os dados obtidos, das 90 espécies aqui apresentadas, todas elas apresentam valor ambiental, 55 têm valor alimentar, 74 têm valor medicinal, e 68 têm valor comercial. De qualquer forma, regista-se que 38 espécies são apontadas como tendo múltiplo valor: ambiental, alimentar, medicinal e comercial. É interessante notar que as pessoas entrevistadas (pessoas do povo), sendo agricultores, curandeiros, professores primários e secundários, apontaram a generalidade destas espécies como tendo importância ambiental. Esta referência mostra que, apesar de alguns destes entrevistados terem baixos estudos, têm uma forte sensibilidade ambiental. Por exemplo, foi referido pelos entrevistados (ex. agricultor e curandeiro) “*nos tempos antigos era respeitada a flora e a fauna, por respeito pela harmonia na natureza*” e inclusivamente práticas culturais (ex. religião e crenças sobre o poder da natureza na vida das pessoas) também condicionavam muito este olhar respeitoso pela natureza, por exemplo, acreditarem que “*kaissahe*” tem poder protetor e o seu uso deve ser solicitado em oração como confirma o curandeiro: *kaissahe butu-butu, butuwailia. Wailia bunini noi wewelai* (dita pelo curandeiro ko'o Nai, do distrito de Baucau na região 1 em 2011)

Tabela 3.1. Espécies com utilidade no quotidiano dos leste-timorenses (Sousa et al., 2011; Costa, 2010). A negrito realçam-se as espécies que vão ser estudadas mais em detalhe.

| Nº       | Nome comum ou local      | Nome científico                                 | Valor    |          |          |          |
|----------|--------------------------|---|----------|----------|----------|----------|
|          |                          |   | Ambi.    | Alim.    | Med.     | Comer.   |
| 1        | Arequeira                | <i>Areca cathecu</i> L.                         | x        |          | x        | x        |
| 2        | Gamuteira                | <i>Arenga pinnata</i> (Wurmb) Merr.             | x        | X        | x        | x        |
| <b>3</b> | <b>Palmeira-de-leque</b> | <b><i>Borassus flabelifer</i> L.</b>            | <b>x</b> | <b>X</b> | <b>x</b> | <b>x</b> |
| 4        | Tuarú                    | <i>Caryota mitis</i> L.,                        | x        |          | x        |          |
| 5        | Coqueiro                 | <i>Cocus nucifera</i> L.                        | x        | x        | x        | x        |
| 6        | Palmeira-arenga          | <i>Corypha utan</i> Lam.                        | x        | x        | x        | x        |
| 7        | Saguseiro                | <i>Metroxylon sagu</i> Rottb.                   | x        | x        | x        | x        |
| 8        | Sisal                    | <i>Agave rigida</i> Mill.                       | x        |          |          | x        |
| 9        | Cajueiro                 | <i>Anacardium occidentale</i> L.                | x        | X        | x        | x        |
| 10       | Mangueira                | <i>Mangifera indica</i> L.                      | x        | x        | x        | x        |
| 11       | Cajamangueira            | <i>Spodias dulcis</i> Parkinson                 | x        | x        | x        | x        |
| 12       | Fruta-do-conde           | <i>Annona squamosa</i> L.                       | x        | x        | x        | x        |
| 13       | Gravioleira              | <i>Annona muricata</i> L.                       | x        | x        | x        | x        |
| 14       | Aikananga                | <i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook.,            | x        |          | x        | x        |
| 15       | Quineira                 | <i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br.           | x        | x        | x        | x        |
| 16       | Loendro-amarelo          | <i>Cascabela thevetia</i>                       | x        |          | x        | x        |
| 17       | Frangipani               | <i>Plumeria obtusa</i>                          | x        |          | x        | x        |
| 18       | Loendreira               | <i>Nerium oleander</i>                          | x        |          | x        | x        |
| 19       | Sumaumeira               | <i>Ceiba pentandra</i>                          | x        |          | x        | x        |
| 20       | Ipê-de-jardim            | <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth.        | x        |          |          | x        |
| 21       | Aitui                    | <i>Dolichandrone spathacea</i> (L.f.) K. schum. | x        |          |          | x        |
| 22       | Urucuzeiro               | <i>Bixa orellana</i> L.                         | x        | x        | x        | x        |
| 23       | Cerejeira                | <i>Muntingia calabura</i> L.                    | x        | x        | x        | x        |
| 24       | Aikiar                   | <i>Canarium oleosum</i> (Lam.) Engl.            | x        | x        | x        | x        |
| 25       | Aifeu                    | <i>Garuga floribunda</i> Decne.                 | x        | x        |          | x        |
| 26       | Loureiro-de-alexandria   | <i>Calophyllum inophyllum</i> L.                | x        |          |          | x        |

|           |                         |  |          |          |          |          |
|-----------|-------------------------|--|----------|----------|----------|----------|
| 27        | Estramangueira          | <i>Casuarina junghuhniana</i> Miq.               | x        |          |          | x        |
| 28        | Amendoeira-da-índia     | <i>Terminalia catappa</i> L.                     | x        | x        | x        |          |
| 29        | Amendoeira-da-china     | <i>Aleuritis molucana</i> (L.) Willd.            | x        | x        | x        | x        |
| 30        | Aveloz                  | <i>Euphorbia tirucalli</i> L.                    | x        |          | x        |          |
| 31        | Pinhão-manso            | <i>Jatropha curcas</i> L.                        | x        |          | x        | x        |
| 32        | Ríssino                 | <i>Ricinus communis</i> L.                       | x        |          | x        | x        |
| 33        | Quebra-pedra            | <i>Phyllanthus niruri</i> L.                     | x        |          | x        |          |
| 34        | Chagas-velhas           | <i>Jatropha gossypifolia</i> L.                  | x        |          | x        |          |
| 35        | Aisarmalén              | <i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeels            | x        | x        |          | x        |
| 36        | Aimeti                  | <i>Gyrocarpus americanus</i> Jacq.               | x        |          | x        |          |
| 37        | Abacateiro              | <i>Percia americana</i> Mill.                    | x        | x        | x        | x        |
| <b>38</b> | <b>Tento-carolina</b>   | <b><i>Adenanthera pavonina</i> L.</b>            | <b>x</b> | <b>x</b> | <b>x</b> | <b>x</b> |
| 39        | Marabu                  | <i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.   | x        |          |          |          |
| 40        | Algarobeira             | <i>Prosopis juliflora</i> (Swartz) DC.           | x        | x        | x        |          |
| 41        | Acácia-esponjeira       | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit       | x        | x        | x        |          |
| 42        | Samaneiro               | <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.               | x        |          | x        |          |
| 43        | Acácia-de-jardim        | <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.          | x        |          | x        |          |
| 44        | Chama-da-floresta       | <i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.       | x        |          |          |          |
| 45        | Cássia-da-tailândia     | <i>Senna siamea</i> (Lam.) Irwin & Barneby       | x        |          |          |          |
| 46        | Canafistula             | <i>Cassia fistula</i> L.                         | x        |          |          |          |
| 47        | Cássia-javanesa         | <i>Cassia javanica</i> L. subsp. <i>Javanica</i> | x        |          | x        |          |
| 48        | Tamarindeiro            | <i>Tamarindus indica</i> L.                      | x        | x        | x        | x        |
| 49        | Pão-de-pobre            | <i>Manihot esculenta</i> Crantz                  | x        | x        | x        | x        |
| 50        | Pau-rosa                | <i>Pterocarpus indicus</i> Willd.                | x        |          | x        | x        |
| 51        | Cacauzeiro              | <i>Theobroma cacao</i> L.                        | x        | x        | x        | x        |
| 52        | Algodoeiro              | <i>Gossypium arboreum</i> L.                     | x        |          | x        | x        |
| 53        | Agodoeiro-da-praia      | <i>Hibiscus tiliaceus</i> L.                     | x        |          | x        |          |
| 54        | KLeinhovia              | <i>Kleinhovia hospita</i> L.                     | x        | x        | x        | x        |
| 55        | Aigomis                 | <i>Sterculia quadrifida</i> R. Br.               | x        | x        | x        | x        |
| 56        | Árvore-de-bayur         | <i>Pterospermum acerifolium</i> (L.) Willd.      | x        |          | x        | x        |
| <b>57</b> | <b>Amargoseira</b>      | <b><i>Melia azedarach</i> L.</b>                 | <b>x</b> | <b>x</b> | <b>x</b> | <b>x</b> |
| 58        | Aisária                 | <i>Toona sinensis</i> (A. Juss.) M. Roem.        | x        |          |          | x        |
| 59        | Mogno                   | <i>Swietenia macrophylla</i> King.               | x        |          |          | x        |
| 60        | Árvore-de-fruta-pão     | <i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg    | x        | x        | x        | x        |
| <b>61</b> | <b>Moringueiro</b>      | <b><i>Moringa oleifera</i> Lam.</b>              | <b>x</b> | <b>x</b> | <b>x</b> | <b>x</b> |
| 62        | Eucalipto               | <i>Eucalyptus alba</i> Reinw.                    | x        |          | x        | x        |
| 63        | Jameleiro               | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.              | x        | x        | x        | x        |
| 64        | Goiabeira               | <i>Psidium guajava</i> L.                        | x        | x        | x        | x        |
| 65        | Romãzeira               | <i>Punica granatum</i> L.                        | x        | x        | x        | x        |
| 66        | Cravo-da-índia          | <i>Syzygium aromaticum</i> Merrill & Perry       | x        | x        | x        | x        |
| 67        | Bilimbeiro              | <i>Averrhoa bilimbi</i> L.                       | x        | x        | x        | x        |
| 68        | Caramboleira            | <i>Averrhoa carambola</i> L.                     | x        | x        | x        | x        |
| 69        | Pandano-havaiano        | <i>Pandanus tectorius</i> Parkinson              | x        |          |          |          |
| 70        | Ailok                   | <i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.                  | x        | x        | x        | x        |
| 71        | Marmeleiro-da-índia     | <i>Aegles marmelos</i> (L.) Corr. Serr.          | x        | x        | x        |          |
| 72        | Limaseiro               | <i>Citrus limon</i> L.                           | x        | x        | x        | x        |
| 73        | Cafezeiro               | <i>Coffea arabica</i> L.                         | x        | x        | x        | x        |
| <b>74</b> | <b>Ailenuk</b>          | <b><i>Morinda citrifolia</i> L.</b>              | <b>x</b> | <b>x</b> | <b>x</b> |          |
| 75        | Aitorobou               | <i>Nauclea orientalis</i> L.                     | x        |          |          |          |
| 76        | Aikatimun               | <i>Timonius timon</i> (Spreng.) Merr.            | x        |          | x        | x        |
| 77        | Árvore-do-óleo macassar | <i>Schleichera oleosa</i> (Lour) Oken.           | x        | x        | x        | x        |
| 78        | Caimiteiro              | <i>Chrysophyllum cainito</i> L.                  | x        | x        |          | x        |
| 79        | Sapotiadeira            | <i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen            | x        | x        |          | x        |
| 80        | Sândalo branco          | <i>Santalum album</i> L.                         | x        |          | x        | x        |
| 81        | Puna-bastarda           | <i>Sterculia foetida</i> L.                      | x        |          | x        | x        |
| 82        | Teca                    | <i>Tectona grandis</i> L.                        | x        |          |          | x        |
| 83        | Sabugueiro              | <i>Sambucus nigra</i> L.                         | x        |          | x        |          |
| 84        | Papaieira               | <i>Carica papaya</i> L.                          | x        | x        | x        | x        |
| 85        | Aituri                  | <i>Sesbania grandiflora</i> (L.) Pers.           | x        | x        | x        | x        |
| 86        | Pata-de-vaca            | <i>Bauhinia forficata</i> L.                     | x        |          | x        |          |
| 87        | Açafrão-da-terra        | <i>Curcuma longa</i> L.                          | x        | x        | x        | x        |
| 88        | Konhaku                 | <i>Amorphophallus konjac</i> K. Koch             | x        | x        | x        | x        |
| 89        | Inhame                  | <i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott           | x        | x        | x        | x        |
| 90        | Rumbodo                 | <i>Ficus racemosa</i> L.                         | x        | x        | x        |          |

### 3.3.2. Levantamento 2

Para além da recolha de informação geral sobre estas 90 espécies feita no primeiro levantamento (Levantamento 1) foram seleccionadas 5 espécies (ver Tabela 3.2) com uso mais frequente (de acordo com o depoimento das populações) e foram recolhidas informações (questionario) mais específicas sobre a sua utilização junto da população.

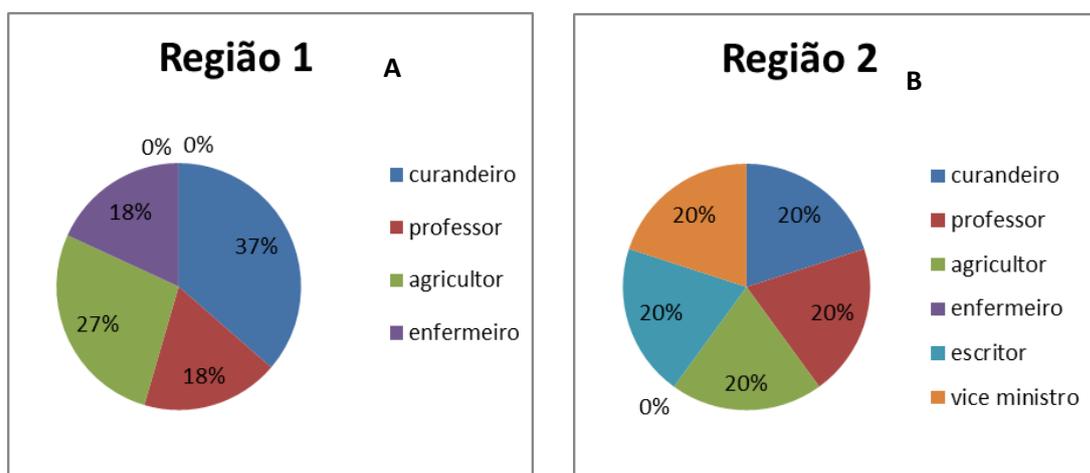
### a) Análise dos grupos de entrevistados

Uma vez que se procurou ter uma população heterogénea em termos profissionais, entrevistaram-se vários profissionais ligados à saúde (ex. enfermeiros e curandeiros), práticas etnobotânicas (ex. curandeiros), educação (ex. professores) e agricultura (ex. agricultores) nas cinco regiões de Timor-Leste. O número total de entrevistados e as respetivas categorias profissionais estão apresentados na tabela 3.2.

Tabela 3.2 Número de entrevistados e respectiva categoria profissional

| Região de Timor-Leste | Professor | Enfermeiro | Curandeiro | Agricultor | Escritor | Vice-ministro | Total de entrevistados |
|-----------------------|-----------|------------|------------|------------|----------|---------------|------------------------|
| I                     | 2         | 2          | 4          | 3          | 0        | 0             | 11                     |
| II                    | 1         | 0          | 1          | 1          | 1        | 1             | 5                      |
| III                   | 1         | 1          | 2          | 1          | 0        | 0             | 5                      |
| IV                    | 1         | 0          | 2          | 2          | 0        | 0             | 5                      |
| V                     | 1         | 0          | 3          | 2          | 0        | 0             | 6                      |

De seguida apresenta-se na figura 3.2, a distribuição e a percentagem de distribuição destes profissionais para cada região.



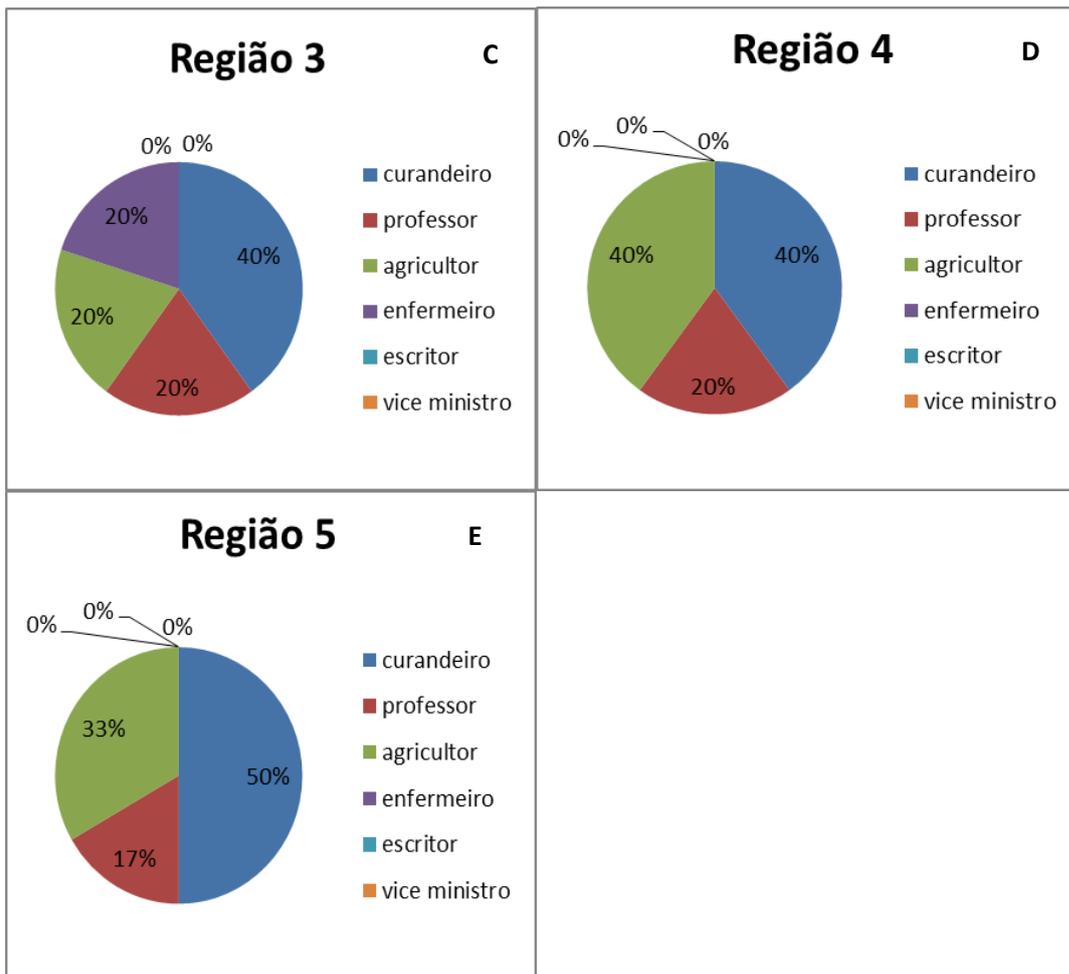


Figura 3.2 Percentagem da caracterização profissional dos entrevistados nas cinco regiões do país.

Na região 1 foram entrevistadas onze pessoas das quais 4 eram curandeiros (37%), 3 agricultores (27%), 2 professores (18%) e 2 enfermeiros (18%); na região 2 foram entrevistados 5 pessoas das quais 1 curandeiro (20%), 1 agricultor (20%), 1 professor (20%), 1 escritor (20%) e 1 vice ministro (20%); na região 3 foram entrevistadas 5 pessoas das quais 2 eram curandeiros (40%), 1 agricultor (20%), 1 professor (20%) e 1 enfermeiro (20%); na região 4 foram entrevistadas 5 pessoas das quais 2 eram curandeiros (40%), 2 agricultores (40%) e 1 professor (20%); na região 5 foram entrevistadas 6 pessoas das quais 3 eram curandeiros (50%), 2 agricultores (33%) e 1 professor (17%).

### **b) Análise das respostas dos entrevistados ao questionário**

A tabela 3.3 mostra as diferentes utilizações das 5 espécies pelas populações. Baseado nas respostas dos entrevistados verificou-se que a intensidade da utilização das espécies medicinais é diversificada nas cinco regiões não só pelas localidades de maior ou menor cobertura vegetal como também do acesso das pessoas aos cuidados da saúde pública. Assim, no extremo leste (Região 1) de maior cobertura vegetal onde as pessoas têm mais dificuldade de acesso a assistência médica, recorrem mais frequentemente ao valor medicinal destas espécies do que noutras zonas como a costa norte (Região 2), costa sul (Região 4) e interior montanhoso (Região 3).

Tabela 3.3 Plantas medicinais mais usadas no dia-a-dia das populações nas cinco regiões de Timor-Leste

| Espécies              | Uso no dia-a-dia das populações   |
|-----------------------|---|
| <i>A. pavonina:</i>   | Alimentação humana (sementes) e animal (folhas); medicina tradicional (tisana da casca) para tratamento da sarna e infeções gastrointestinais.  |
| <i>B. flabelifer:</i> | Alimentação humana (tronco, frutos e sementes); uso do tronco e folhas para artesanato; medicina tradicional (frutos) para tratamento da varíola e infeções cutâneas.                               |
| <i>M. azedarach:</i>  | Alimentação humana (casca) e animal (folhas); medicina tradicional (tisana da casca e folhas) para tratamento de lepra, artrites e infeções gastrointestinais.                                      |
| <i>M. oleífera:</i>   | Alimentação humana (toda planta) e animal (folhas e frutos); medicina tradicional (tisana da casca e folhas) para tratamento de anemia, desnutrição, problemas ou complicações menstruais.          |
| <i>M. citrifolia:</i> | Alimentação humana (casca, folhas e frutos) e animal (folhas); medicina tradicional (tisana da raiz, casca e folha) para tratamento de doenças cardiovasculares, prevenção de cancro e hipertensão. |

Também se notou nestas entrevistas que na Região 3, para além do uso na medicina tradicional os habitantes também recorrem intensivamente às espécies mencionadas como recursos florestais para a vida quotidiana. Registou-se ainda que o conhecimento e o uso de determinadas/algumas espécies varia com as regiões. Por exemplo, a espécie *A. pavonina* nas regiões 1 e 5 é mais utilizada para desinfetar ferimentos nos humanos e

gados enquanto nas regiões 2, 3 e 4 é mais usada na alimentação. Do tronco de *A. pavonina* extrai-se madeira muito apreciada e que muitas vezes substitui a madeira de teca. A sua casca e folhas são usadas em tisanas, pomadas e compressas no tratamento de feridas e infeções. As folhas servem de pasto para o gado e as sementes são muito usadas na alimentação das populações. Os frutos de *B. flabelifer* constituem um recurso de exploração duma bebida alcoólica (tuac) e/ou açúcar (zagra). Do *tuac* extrai-se uma aguardente chamada *tuasabu*. Os frutos já consistentes (não amadurecidos) de polpa desta palmeira são usados como fitoterápicos contra varíola, infeções cutâneas e os maduros são usados para fazer doces e bolos. Além disso o tronco, a folha e o pedúnculo das folhas são utilizados como material de construção e artesanato.

A espécie *M. azedarach* é usada em quase todo o território, nas 5 regiões do país. As flores da *M. azedarach* constituem um inseticida natural. Os frutos são muito apreciados por aves e as sementes contêm um óleo medicinal. As folhas servem para tratamento de lepra, malária, gengivite, verminose, artrite e infeções cutâneas. A casca e as raízes desta espécie são usadas na preparação de licores e extrai-se também madeira do tronco para construções e outros objetos caseiros.

A *M. oleífera* é também usada em todas as cinco regiões de Timor-Leste. Esta espécie tem valor múltiplo: as raízes, na fitoterapia, servem para tratamento de hipertensão; a casca é utilizada no tratamento de anemia e outras indisposições físicas; folhas, flores e frutos além de serem usados como fitoterápicos servem para confeccionar pratos como *sedok*, sopas, guisados e outros; as sementes trituradas são usadas na purificação de água. Por último, a espécie, *M. citrifolia*, é mais utilizada nas zonas urbanas, designadamente nas das regiões 1, 2, 4 e 5, do que nas rurais. A população nos meios urbanos emprega a *M. citrifolia* (medicina tradicional) como preventivo para gripes e doenças cardiovasculares. As folhas são cozidas com arroz para tratamento de hepatites e hipertensão. A casca é fervida e a água da fervura é usada para tratamento de infeções cutâneas e inchaços. A madeira de cor amarela é usada para tingir tecidos e linhas para tecer panos conhecidos por *tais* que são usados em dias de cerimónias na cultura lestemorense. As flores e os frutos são usados em tisanas ou em sumos como

calmantes e bebidas refrescantes. As raízes são usadas na preparação de aguardentes e licores ou no próprio *tuac* (bebida alcoólica extraída das palmeiras).

### **3.5. Conclusões**

Estes resultados permitem-nos concluir que, as populações leste-timorenses ainda assentam em muitas dimensões da vida quotidiana (alimentação, saúde, energia, economia) no património vegetal do país. Estas práticas foram aqui demonstradas e valorizadas sobretudo para 5 espécies (kaiwamé/tento-carolina, aikun/amargoseira, akadiruhun/palmeira-de-leque, aimarungui/moringueiro, ailenuk/noni). Assim, a referência a muitas aplicações na medicina popular mostra que o conhecimento popular etnobotânico (da medicina popular) está ainda muito vivo na vida e na memória dos leste-timorenses. Esta riqueza de conhecimento tem obrigatoriamente que ser protegida, à medida que com o desenvolvimento do país, sejam substituídas práticas por uma medicina mais convencional. Assim, também mostra que, e dada ainda níveis muito elevados de pobreza e isolamento de populações a acessos de saúde, estas práticas são mantidas por necessidade.

Estes resultados apoiam para a importância de proteger e orientar o conhecimento popular sobre o valor etnobotânico das espécies medicinais da flora do país sendo ainda um contributo indispensável na preservação e uso sustentável da riqueza florestal. Finalmente estes questionários/entrevistas permitiram ainda dispor de informação relevante sobre a importância de atividades como as de curandeiro, e ter uma percepção da ligação ainda muito forte homem-natureza, e antever possíveis interdependências entre esta ligação à natureza, práticas etnobotânicas com fragilidades socioeconómicas das populações.

## Capítulo IV

### 4. Transposição de conhecimentos em biologia para Timor-Leste

*Parte da informação aqui apresentada foi divulgada pela autora em congressos e em artigos científicos de que M Costa foi co/autora.*

#### **Artigos científicos**

Costa M, Dias MC, Santos C (2015) Contributo para a sensibilização de professores leste-timorenses para a temática do efeito das alterações climáticas e valorização do uso do trabalho prático em contexto de escola. Revista Brasileira de Educação (a submeter)

## **Resumo**

O quarto capítulo desta tese debruça-se sobre a transposição dos conhecimentos científicos adquiridos em Portugal para contexto de Timor-Leste. A transposição visa não só elevar o nível de conhecimento científico dos intelectuais/profissionais (ex. professores, engenheiros) leste-timorenses como também valorizar e orientar a mentalidade popular para uma visão para o mundo científico. As atividades, previamente preparadas em Portugal, foram realizadas nas salas do INFORDEPE em Dili e incluíram: a) aspetos de identificação dos níveis de conhecimento científico da comunidade docente leste-timorense sobre problemáticas associadas a alterações climáticas e desertificação; b) identificação dos níveis de interesse da comunidade docente leste-timorense para uso de ensino prático/laboratorial e uso de ensino em contexto para abordar conteúdos de ciências biológicas (com detalhes para a fisiologia vegetal, agricultura, saúde e meio ambiente) que constituem dimensões estruturantes para profissionais na realidade do Timor-Leste. Acrescenta-se ainda que foi importante realçar a consciencialização dos professores e doutros profissionais sobre a urgência da modernização curricular das ciências biológicas e tecnológicas, promover e intensificar métodos interativos de educação no ensino e aprendizagem das ciências biológicas assim como transmitir e valorizar conhecimentos adquiridos sobre biologia vegetal em contexto relevante ao desenvolvimento sustentável e progresso a nível nacional e internacional da República Democrática de Timor-Leste.

## **Palavras-chave:**

Educação e investigação; ensino em ciências biológicas; INFORDEPE; protecção ambiental.

## 4.1. Introdução

*“Embora a percentagem de juventude na população garanta grandes oportunidades para providenciar o capital humano e a mão-de-obra dinâmica de que precisamos para construir a nossa Nação emergente, também significa um esforço das entidades competentes e dos recursos para suportar um número cada vez mais elevado de alunos, nas várias etapas do nosso sistema de ensino” (PED, 2011-2030)*

### 4.1.1. Educação e Investigação: ferramenta de proteção ambiental em Timor- Leste

Como já foi referido no capítulo 1, para se compreender a realidade atual das necessidades de profissionais qualificados de Timor-Leste, e sobretudo as carências sentidas por profissionais e professores leste-timorenses, em áreas sensíveis como a Biologia e Ambiente, tem obrigatoriamente que se compreender o percurso da história recente de Timor-Leste. Tem também que se compreender a forte identidade cultural que diferencia o povo leste-timorense de qualquer outro na Ásia (patente pela sua luta pela independência, e pela sua opção de escolha da língua portuguesa como uma das línguas oficiais).

Um dos pilares sociais de desenvolvimento de Timor-Leste passa pela Educação e Formação a par de outros como a Saúde, a Agricultura e o Ambiente (PED, 2011-2030). As entidades leste-timorenses têm consciência que *“A educação e a formação são as chaves para melhorar as oportunidades de vida do nosso povo para o ajudar a concretizar todo o seu potencial. São também vitais para o crescimento e desenvolvimento económico de Timor-Leste. A nossa visão é de que todas as crianças timorenses devem ir à escola e receber uma educação de qualidade que lhes dê os conhecimentos e as qualificações que lhes permitam virem a ter vidas saudáveis e produtivas, contribuindo de forma ativa para o desenvolvimento da Nação”* (PED, 2011-2030).

Contudo, o PED 2011-2030 e vários documentos oficiais (Lei de Bases da Educação de Timor-Leste, *“FALAR PORTUGUÊS - Reestruturação Curricular do Ensino Secundário Geral em Timor-Leste”*), realizados por

entidades leste-timorenses e por entidades internacionais, identificam e caracterizam com rigor a realidade educativa e socioeconómica de Timor-Leste e justificam uma profunda intervenção no sistema educativo deste país, atualmente em curso desde o ensino básico ao ensino superior e à formação contínua de professores (PED, 2011-2030).

Por exemplo, no PED 2011-2030 é reconhecido que o primeiro passo implica remover as barreiras que limitam o acesso à educação. Dentro destes um dos mais relevantes foi, na última década, a reconversão em poucos anos de uma língua oficial (*bahasa*, língua imposta na ocupação) para o Português, o que implicou um esforço gigantesco por parte dos leste-timorenses (até inícios deste século, as gerações mais jovens desconheciam totalmente o português). Assim em menos de uma década, já se observa que a maioria esmagadora dos cidadãos de Timor-Leste já fala português, e esta é a principal língua oficial de comunicação na educação formal, nomeadamente em áreas científico-tecnológicas (PED, 2011-2030). Mas outro desafio envolvente implica como dotar o país de infra-estruturas adequadas para promover uma educação formal e adequada dos jovens e uma formação tecnológica dos profissionais no ativo. De notar que “*a maior parte das infra-estruturas educacionais em Timor-Leste foi destruída em 1999*” (PED, 2011-2030). Acresce que a tradição dos métodos de ensino-aprendizagem em Timor-Leste assenta em práticas convencionais, atualmente em desuso, sobretudo assentes na autoridade do professor (centradas no professor), em práticas expositivas – com papel preponderante do professor – e promovendo preferencialmente competências de memorização, em detrimento de outras competências igualmente relevantes tais como a compreensão, o “saber-fazer”, e a capacidade de saber resolver problemas novos que surjam no dia-a-dia (PED, 2011-2030).

Considerando a educação como um caminho seguro no desenvolvimento da nação e a via de construção de recursos humanos para a adaptação de medidas sustentáveis na (re) construção nacional de Timor-Leste (Costa, 2010), o governo propõe assim algumas medidas prioritárias: consolidar a formação inicial e continuada de professores, permitindo assim melhorar o ensino e aumentar o número de professores qualificados; usar metodologias

compatíveis com as mudanças do mundo atual; oferecer aos professores informações atualizadas ou melhor dito conhecimentos mais sólidos para melhor garantirem às gerações futuras oportunidades de adquirirem competências científicas, tecnológicas e de percepção e envolvimento social no mundo hodierno (Costa, 2010).

Assim, estes requisitos implicam formar urgentemente, na República Democrática de Timor-Leste, professores e técnicos altamente qualificados, que possam não só suprir as necessidades tecnológicas do país mas também formar adequadamente outros técnicos e profissionais. O PED reconhece a necessidade de *“expandir o investimento no nosso sistema de educação para garantir que temos as infra-estruturas e os docentes de que precisamos para dar a todas as crianças acesso a um ensino de qualidade, independentemente onde residam, em Timor-Leste”*. Dentro das infra-estruturas atualmente mais relevantes citam-se a única universidade pública, UNTL (Universidade Nacional de Timor Lorosa'e) para formação universitária e o INFORDEP (a desenvolver abaixo) para formação contínua de professores e profissionais da educação.

Atualmente o ensino superior nacional divide-se em ensino superior técnico e ensino universitário, e ambos lidam com questões semelhantes que requerem abordagens efetivas, incluindo; a) o estabelecimento de um Quadro Nacional de Qualificações; b) o estabelecimento de Institutos Superiores Politécnicos que assegurem os recursos humanos qualificados necessários ao desenvolvimento de Timor-Leste (PED, 2011-2030).

Finalmente, o governo aposta ainda na *“investigação e criação de conhecimentos, com uma preparação científica, técnica e cultural ampla para a continuação dos estudos ou para a entrada no mercado de trabalho”*. Assim, é evidente que todas estas medidas têm que satisfazer as necessidades de Timor-Leste em termos de recursos humanos qualificados – sobretudo em áreas científico-tecnológicas (PED, 2011-2030).

Este défice de profissionais qualificados é particularmente evidente em áreas tecnológicas da biologia-ambiente (agroflorestal, biotecnologias, ambiente, etc.). Em particular, e como foi dito acima, a política ambiental e florestal no desenvolvimento sustentável de Timor-Leste, implica uma série de medidas e estratégias que requerem uma larga população de profissionais altamente

qualificados. Estes requisitos estão muito bem definidos em vários documentos onde se salienta a necessidade de promover programas de florestação e de otimização da floresta, assim como a necessidade de inventariar os recursos florestais e proceder a uma gestão eficaz da floresta (Jornal da RDTL, Série I N°21/2007).

Simultaneamente, medidas de combate aos riscos de alterações climáticas estão bem patentes no PANAC, onde é referida a necessidade de promover o desenvolvimento de estratégias e da capacidade dos recursos humanos em áreas de alterações climáticas, etc. (PANAC, 2011). Ora, estas medidas não só requerem técnicos altamente qualificados, como devem ser integradas numa dimensão de educação formal desde o ensino básico à formação contínua de professores e profissionais atualmente no ativo, permitindo a ligação interdependente da educação à investigação em biologia vegetal e ambiente (PED, 2011-2030).

#### **4.1.2. O ensino em ciências em Timor-Leste: breve contextualização e o exemplo do INFORDEPE**

A reforma do ensino em ciências biológicas enfrenta desafios de ordem curricular incluindo a insuficiência de recursos humanos capacitados para o ensino e aprendizagem com especial atenção no que se refere ao ensino das ciências biotecnológicas. Timor-Leste, pela sua história recente, é talvez um dos países do mundo que mais precisa de investir na formação contínua de professores e de técnicos. Esta necessidade é ainda mais forte, dada a rapidez dos avanços científicos e tecnológicos, a necessidade de formar em português, e as infra-estruturas ainda frágeis apesar de estarem atualmente em vias de consolidação (PED, 2011-2030).

Cita-se por exemplo, que antes da restauração da independência, a qualidade de ensino apresentava inúmeras fragilidades e obstáculos tais como carência de fundos, de material escolar (livros) e de equipamentos básicos. As metodologias de ensino adotadas nessa altura, promoveram uma maior evasão de estudantes, conseqüentemente levando a um analfabetismo quase generalizado, afetando algumas gerações do Timor-Leste (Costa, 2010).

Salienta-se ainda que a formação adequada de técnicos e professores nas áreas da biologia e ambiente, face às crescentes ameaças ambientais, ganharam nos últimos anos ainda maior importância e urgência para suprir as necessidades de profissionais altamente qualificados nestas áreas em Timor-Leste. Devido à percepção geral de que o ensino estava ainda aquém das necessidades atuais do povo leste-timorense, o governo do país decidiu, no ano de 2011, criar urgentemente um instituto que funcionasse no mesmo ano. Assim, o Instituto de Formação de Professores e Profissionais da Educação – INFORDEPE – liderado por um presidente e três vice-presidentes com os departamentos de Formação Contínua dos Professores, Formação Académica, Pesquisa e Supervisão. Durante o primeiro ano de existência (2011), o INFORDEPE teve como programa dar cursos de aperfeiçoamento aos professores através do Departamento de Formação Contínua e orientou os outros dois departamentos para se debruçarem na formação de novos professores (Departamento da Formação Académica) e no bom funcionamento do pessoal docente nos estabelecimentos de ensino e aprendizagem (Departamento da Pesquisa e Supervisão). Juntamente com a Universidade de Timor-Leste, este instituto, durante anos, foi o único onde existia um laboratório vocacionado para o ensino das ciências, nomeadamente da biologia, física, matemática e química.

O governo de Timor-Leste assegura o funcionamento do INFORDEPE nas primeiras décadas para alcançar o desenvolvimento sustentável à recente nação do sol nascente. Desde então são frequentes os cursos de aperfeiçoamento e de formação em áreas científicas, sociais e exatas, com particular atenção nas ciências biotecnológicas. Essa oportunidade favoreceu à *Transposição de conhecimentos para Timor-Leste*.

#### **4.2. Objetivos**

Foi objetivo deste capítulo investigar conhecimentos prévios sobre riscos de alterações climáticas e reação de profissionais de Timor-Leste e avaliar a transposição de conhecimentos em biologia vegetal para esses formandos. Este objetivo permitirá contribuir para estratégias de formação de

profissionais em Timor-Leste (considerando o papel chave destes no moldar de gerações) em áreas de biologia vegetal e florestal.

Para atingir este objetivo geral propuseram-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar saberes em biologia e ambiente relevantes para dimensões estruturantes de profissionais leste-timorenses (educação, saúde, ambiente e agricultura) na população de professores e profissionais no ativo em Timor-Leste.
- Consciencializar os professores e profissionais para a urgência da modernização curricular das ciências biológicas e tecnológicas;
- Transmitir e valorizar conhecimentos adquiridos sobre biologia vegetal em contexto ambiental relevante para Timor-Leste (ex. seca);
- Promover e intensificar métodos interativos de educação no ensino e aprendizagem das ciências biológicas;

### **4.3. Material e Métodos**

O material necessário à realização de transposição dos conhecimentos de ciências biológicas e tecnológicas para Timor-Leste foi previamente preparado no Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro, em Portugal antes da realização de ação de formação no INFORDEPE em Dili.

#### **4.3.1. Elaboração dos questionários**

Os questionários foram elaborados em três partes das quais a primeira parte (questionário 1) foi de identificação do formando e perguntas sobre motivações que o levaram a candidatar-se na formação; as perguntas da segunda parte (questionário 2) foram sobre conhecimentos ou outras competências nas áreas da biologia e ambiente com ligações à relevância destas áreas na preservação e desenvolvimento do país (com referência aos documentos PED, 2011-2030 e PANAC, 2011); a terceira parte (questionário 3) foi constituída por questões sobre competências em trabalho prático com particular atenção no trabalho de laboratório em biologia.

#### **4.3.2. Questionários para ação de formação em Dili**

## Questionário 1: Fichas individuais dos formandos

Caro colega-formando, agradecemos a sua participação nesta ação e no preenchimento desta ficha. A informação aqui fornecida será usada apenas para fins de estatística e é confidencial.

1 – Escolha/opte uma das duas línguas oficiais (Português, Tetum) para responder ou completar o conteúdo do questionário!

2 - Género:.....F .....M

3 – Idade (assinale uma cruz na opção adequada a si):

- a) 21 a 30 anos
- b) 31 a 40 anos
- c) 41 a 50 anos
- d) 51 a 60 anos
- e) Mais de 60 anos

4 – Categoria profissional (assinale uma cruz na opção adequada a si):

- a) Professor(a) do ensino superior (ex., UNTL, IFORDEP,...)
- b) Professor(a) do ensino secundário
- c) Professor(a) do ensino básico
- d) Estudante do ensino superior
- e) Profissional na área do ambiente (ex. Eng. ambiental, agrónomo, agro-florestal)
- f) Profissional na área da saúde (ex. enfermeiro/a, auxiliares de saúde)

5 – Área de formação inicial: (assinale uma cruz na opção adequada a si)

- a) Biologia/Ciências biológicas
- b) Engenharia ambiental/ Agroflorestal /Agronomia
- c) Ciências da saúde/veterinária
- d) Ensino (ex. Biologia, Geologia,...)
- e) Outra. Qual? .....

*Obrigada pela sua contribuição,*

*A formadora e autora: Mestre Maria da Costa*

*As co-autoras Prof. Conceição Santos e Dra. Maria Celeste Dias*

## Questionário 2: Conhecimentos e competências nas áreas da biologia e ambiente

Antes de iniciar esta Ação de Formação, é importante que os colegas formandos reflitam sobre a importância dos três temas científicos abordados que são:

- O desenvolvimento científico e tecnológico na comunidade técnica/científica de Timor-Leste;
- A valorização de trabalho prático no ensino superior e/ou formação contínua de professores em Timor-Leste;
- A transposição de conhecimentos para a população em geral, melhorando a qualidade de vida das populações leste-timorenses.

Tendo em conta estas reflexões, solicitamos-lhe que responda às questões abaixo:

1 – Em que área ou áreas espera que esta ação o enriqueça mais cientificamente? Assinale com uma cruz a opção ou opções que correspondem à sua opinião!

- a) Animal
- b) Vegetal
- c) Ambiental
- d) Saúde
- e) Agricultura e Florestas
- f) Educação
- g) Economia
- h) Não sei/não respondo
- i) Não pensei nisso

Justifique (pode responder numa das duas línguas oficiais). -----

2 - Nalguns documentos oficiais, como por exemplo PED e PANAC, o governo de Timor-Leste planeia desenvolver o país de forma sustentável e fazer frente aos problemas globais. Relativamente ao Plano Estratégico de Desenvolvimento (PED2011-2030), assinale com uma cruz a opção correspondente à sua opinião!

- a) Já o li
- b) Li apenas algumas partes
- c) Conheço mas não o li
- d) Não conheço
- e) É um documento para políticos que os cidadãos não precisam de conhecer
- f) Não sei /não respondo
- g) Não pensei nisso

3 - Relativamente ao Programa de Ação Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (PANAC, 2011), assinale com uma cruz a opção correspondente à sua opinião!

- a) Conheço e já o li
- b) Conheço e li algumas partes
- c) Conheço mas não o li
- d) Não conheço
- e) É um documento para políticos que os cidadãos não precisam de conhecer

f) Não sei /não respondo

g) Não pensei nisso

4 - Do ponto de vista das metas estabelecidas no PED2011-2030, identifique qual seção/área, segundo sua visão como profissional, que pode contribuir mais para o progresso de Timor-Leste? Assinale com uma cruz opções que correspondem à sua opinião!

a) Desenvolvimento rural

b) Inclusão social

c) Ambiental

d) Saúde

e) Agricultura

f) Educação e Formação

g) Não sei/não respondo

h) Não pensei nisso

Justifique -----

5 - O PANAC 2011 refere riscos ambientais como a “seca” e a “desertificação”. Como classifica estes riscos no distrito onde trabalha? Assinale com uma cruz a opção que corresponde à sua opinião!

a) Elevado

b) Médio

c) Baixo

d) Não sei/não respondo

e) Nunca pensei no assunto

6 - Como classifica o conhecimento das populações (ex. agricultores) sobre os riscos ambientais no distrito onde trabalha? Assinale com uma cruz a opção correspondente à sua opinião!

a) Estão bem informados dos riscos ambientais

b) Estão pouco informados dos riscos dos riscos ambientais

c) Não têm informação dos riscos ambientais

d) Não sei/não respondo

e) Nunca pensei no assunto

7 - Como considera que poderia aumentar essa informação para as populações? Assinale com uma cruz opções que correspondem à sua opinião!

a) Promover reuniões e/ou atividades nas comunidades da aldeia/suco

b) Promover programas nacionais/locais de divulgação pela televisão e radio

c) Integrar esse tema nos programas de ensino desde o básico ao universitário

d) Divulgar informação é função do estado e não dos cidadãos

- e) Não sei/não respondo
- f) Nunca pensei no assunto

*Obrigada pela sua contribuição,  
A formadora e autora: Mestre Maria da Costa  
As co-autoras: Prof. Conceição Santos e Dra. Maria Celeste Dias*

### Questionário 3: Diagnóstico de competências em trabalho prático de laboratório em biologia

Nesta ação de formação vai-se valorizar o trabalho prático laboratorial.

1 - Classifique experiências que já teve em atividades de trabalho prático (ex. no ensino secundário, no ensino superior, na sua atual profissão, etc.) e assinale com uma cruz a opção que corresponde à sua opinião).

- a) Nenhuma
- b) Pouca
- c) Média
- d) Muita
- e) Não sei/não respondo
- f) Não pensei no assunto

2 - Quanto ao trabalho prático em biologia (ex. prática laboratorial) no ensino superior/formação contínua: assinale com uma cruz as opções que correspondem à sua opinião!

- a) É importante pois cativa aprendizados e profissionais a planearem atividades e a compreenderem melhor os conteúdos científicos
- b) Aproxima mais as atividades profissionais (ex. ensino) às da vida real
- c) Permite verificar experimentalmente conceitos e teorias
- d) Implica a participação mais ativa dos aprendizados e profissionais e por isso motiva-os para aprender
- e) Não é importante aplicar agora em Timor-Leste porque não há condições materiais (ex. equipamento)
- f) É importante mas não pode ser aplicado em Timor-Leste porque os aprendizados e os profissionais não tiveram formação nesse tipo de ensino laboratorial
- g) Não é preciso pois basta o ensino teórico tradicional

3 - Recorde equipamentos essenciais num laboratório de biologia para ensino universitário e completa com o nome dos equipamentos usados em cada uma das seguintes atividades!

- a) Para pesar com rigor material usa um(a) \_\_\_\_\_

- b) Para medir com rigor volumes usa um(a) \_\_\_\_\_
- c) Para separar frações de uma solução/suspensão usa um(a) \_\_\_\_\_
- d) Para crescer plantas em condições controladas usa um(a) \_\_\_\_\_
- e) Para medir a concentração de substâncias usa um(a) \_\_\_\_\_
- f) Para medir o pH usa um(a) \_\_\_\_\_

4 - Relativamente aos trabalhos laboratoriais assinale com uma cruz opções correspondentes à sua opinião!

- a) Antes da Ação já tinha realizado experiências sobre transpiração em plantas
- b) Antes da Ação já tinha usado microscópios ópticos
- c) Antes da Ação já tinha usado a objectiva de 100x
- d) Antes da Ação já tinha usado termómetros de laboratório
- e) Antes da Ação já tinha visto estomas
- f) Antes da Ação já tinha usado material de laboratório
- g) Antes da Ação já tinha usado micropipetas de laboratório

5 - Relativamente aos assuntos abordados assinale com uma cruz as opções que correspondem à sua opinião!

- a) As plantas desempenham um papel crucial para combater a seca e degradação dos solos.
- b) Os estomas estão ligados aos processos de transpiração, fotossíntese, respiração e nutrição das plantas
- c) Ao transpirem as plantas perdem pelos estomas das folhas a água que absorveram pela raiz
- d) A seca dos solos pode afectar os pigmentos que captam a luz solar e participam na fotossíntese, baixando o crescimento das plantas
- e) As plantas quando se encontram em solos secos suas raízes têm menos água para absorver

*Obrigada pela sua contribuição,  
A formadora e autora: Mestre Maria da Costa  
As co-autoras Prof. Conceição Santos e Dra. Celeste Dias*

## **4.4. Resultados e discussão**

### **4.4.1. Seleção dos formandos e aplicação da ação**

A ação decorreu em Dili, no dia 7 a 16 de Julho de 2014. Para o efeito usaram-se as instalações do INFORDEPE. Nesta ação participaram 10 formandos dos quais incluíam professores, técnicos e estudantes que se empenharam para realizar esta ação. Os formandos foram previamente prevenidos de todos os aspetos relacionados com a ação em termos de objetivo, integração num plano de doutoramento em Portugal, e ainda em termos de confidencialidade. Foram ainda informados dos objetivos dos 3 questionários:

- 1) De caracterização da população de formandos;
- 2) De avaliação de conhecimentos/opiniões antes de realizarem o curso de formação, sobre temas de ambiente e biologia vegetal e situação em Timor-Leste;
- 3) De avaliação de conhecimentos/opiniões sobre os mesmos temas, mas após realizarem o curso de formação.

#### **4.4.2. Questionário I: Caracterização da população de formandos na ação de formação**

##### Pergunta 1. Escolha de língua preferencial de resposta

Permitiu-se aos formandos a escolha de uma das duas línguas oficiais para poder detetar o nível de uso das mesmas nas áreas das ciências biológicas. Esses, na “resposta aberta”, sentiram-se limitados na língua tétum, optaram pelo bilingue mas o maior número de formandos, com visão mais sistemática, preferiu responder em língua portuguesa por ela ser mais rica e abrangente em termos científicos (Figura 4.1). Esta preferência é considerada muito positiva, por demonstrar a atual implementação da língua portuguesa (mais rica em vocabulário científico) junto dos professores.

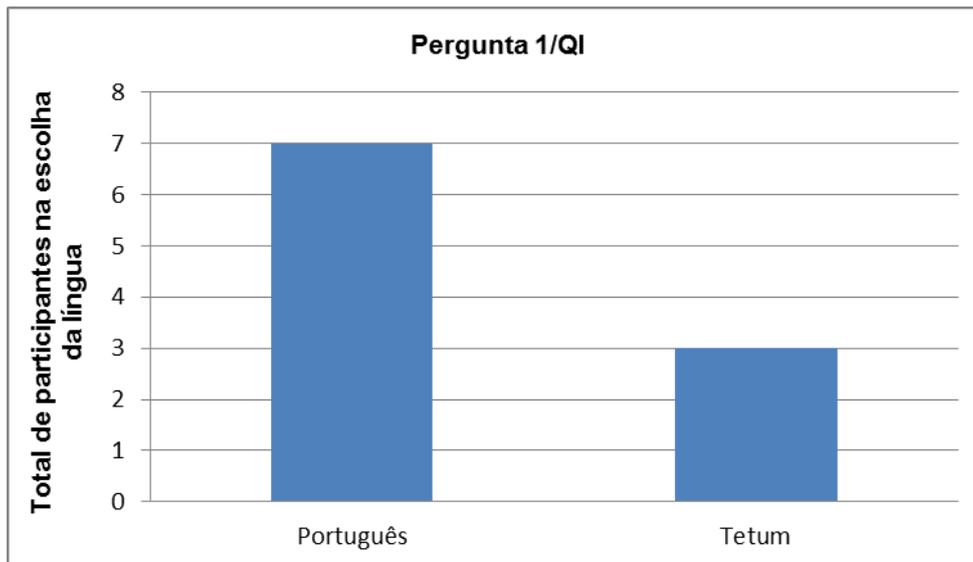


Figura 3.2 Total de participantes na escolha de língua preferencial

Pergunta 2. Género dos formandos

Baseado no género dos formandos o grupo feminino superou ao grupo masculino (seis formandos do sexo feminino e quatro do sexo masculino) (Figura 4.2)

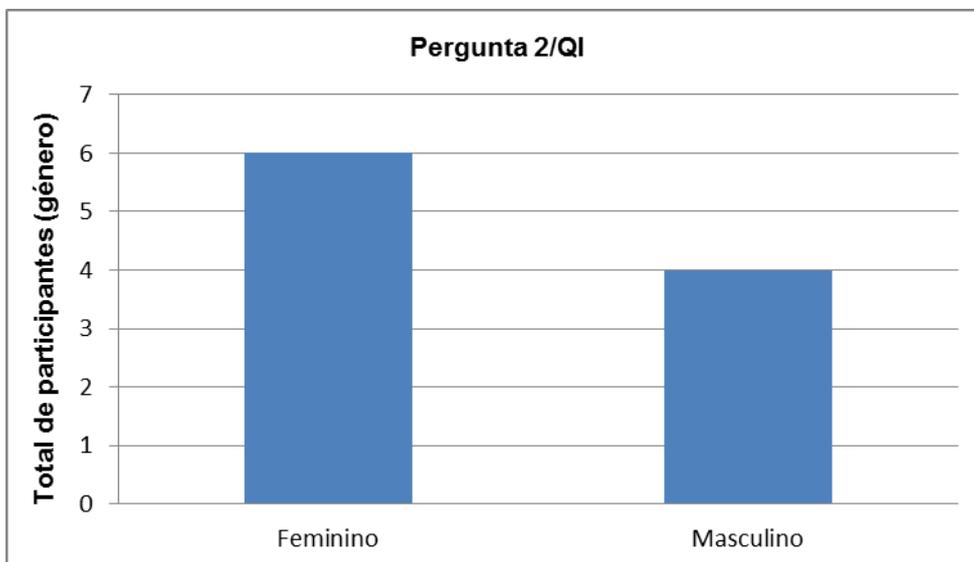


Figura 4.2 Total dos formandos em função do género

### Pergunta 3. Faixa etária dos formandos

As faixas etárias dominantes dos formandos oscilaram entre os 21 e 50 havendo também um com mais de 60 anos de idade. A faixa etária dominante era a de 41-50 anos. Dois tinham entre 21 e 30 anos, três tinham entre 31 a 40 anos, quatro tinham idades entre os 41 aos 50, e um formando tinha mais de 60 anos (Figura 4.3).

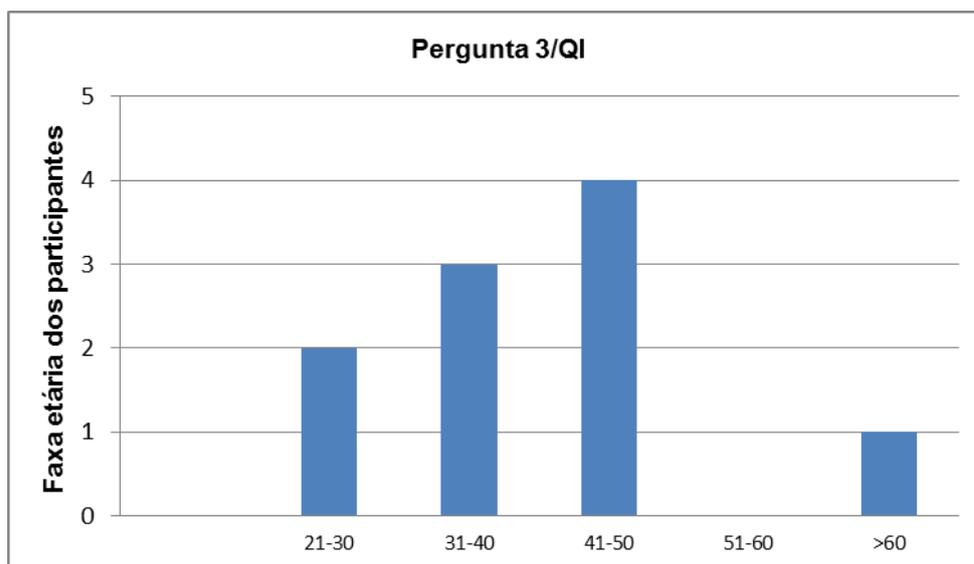


Figura 4.3 Total de formandos por idades

### Pergunta 4. Atividade profissional do formando

Quanto à caracterização da população em relação à sua atividade profissional, mais uma vez a população se mostrou heterogénea. Embora predominem os professores do ensino secundário (6), também havia professores do ensino superior (2), ensino básico (3), estudantes universitários (4) e profissionais de saúde (1) (Figura 4.4). Nota-se aqui múltiplas respostas, com formandos por exemplo, já a desempenharem atividade profissional e outros ainda estudantes do ensino superior.

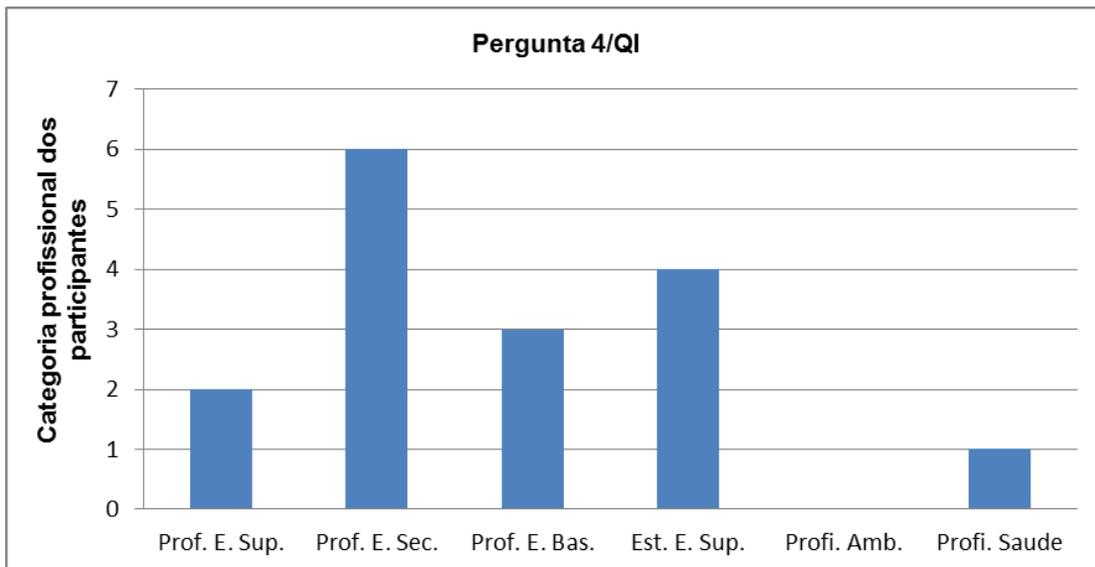


Figura 4.4 Categoria profissional dos formandos

#### Pergunta 5. Área de formação inicial do formando

Quanto à caracterização da população em relação à sua área de formação inicial, também houve heterogeneidade na população. Embora predominem os professores do ensino secundário com formação em áreas de biologia (6), também havia formandos com formação em ciências da saúde (1), formandos com cursos direcionados para o ensino (2), e formados noutras áreas (3) (Figura 4.5). Também aqui há algumas respostas múltiplas, com profissionais a identificarem por exemplo formação em ensino e em ciências biológicas.

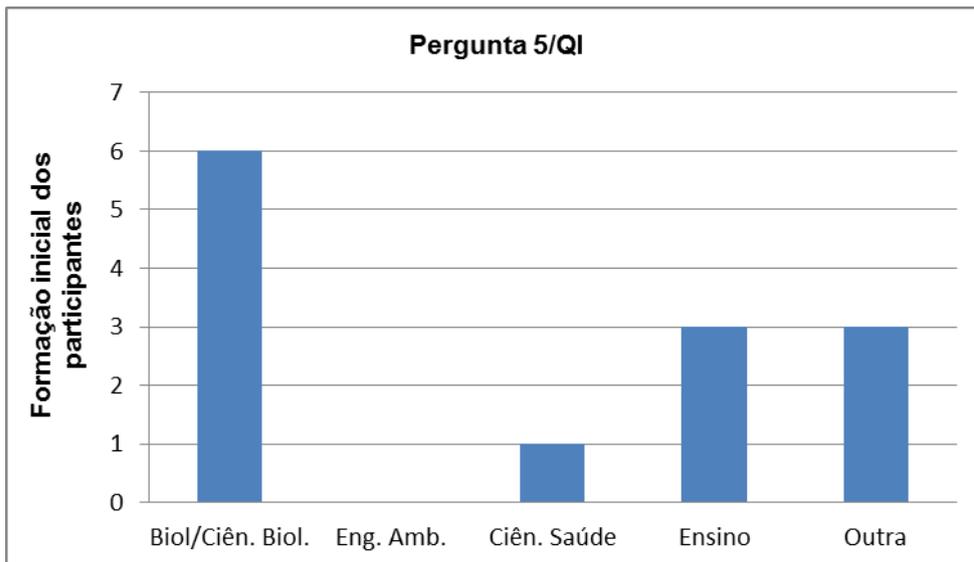


Figura 4.5 Área de formação inicial dos formandos

#### 4.4.3. Questionário 2: Competências nas áreas da biologia e ambiente com ligações relevantes às áreas de preservação da biodiversidade e desenvolvimento do país

##### Pergunta 1. Áreas abordadas no curso que contribuem para os formandos se enriquecerem cientificamente

A pergunta 1 do questionário 2 apresenta cinco áreas abordadas no curso de formação (*Animal, Vegetal, Ambiental, Saúde, Agricultura e Florestas, Educação, Economia*) e solicita aos formandos escolherem uma ou mais áreas que contribuíssem mais para o seu enriquecimento científico. Na fase pré-ação a maioria dos formandos (60%) respondeu a opção e) agricultura e florestas. Seguidamente a percentagem de 80% para a opção e), 60% para f) e 50% para a opção b), 40% para a opção c), 30% para as opções a) e d), e 20% para a opção g). Na fase pós-ação a maior percentagem (70%) foi para a opção b). Após esta 60% para opção e), 50% para opção c), 30 para a opção f) e 10% para as opções a), d) e g). De notar que tanto na fase pré-ação como na pós-ação nenhum dos formandos escolheu as opções h) e i). Os resultados sugerem necessidades de mais cursos de formação e/ou aperfeiçoamento aos profissionais principalmente aos professores e profissionais responsáveis da educação em Timor-Leste. A percentagem de

respostas sobre áreas que podem enriquecer cientificamente os recursos humanos, nomeadamente docentes e profissionais da educação em Timor-Leste é apresentada na seguinte figura (Figura 4.6).

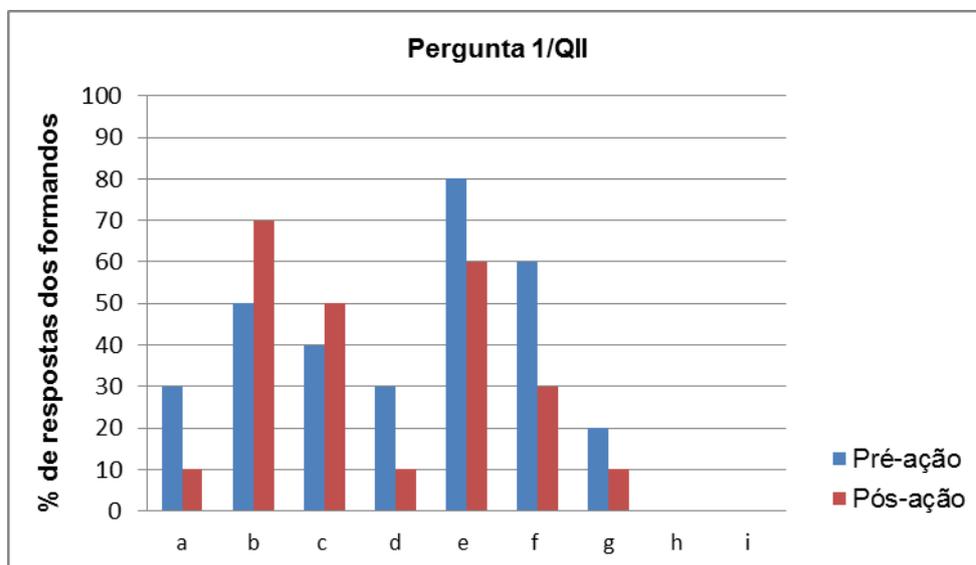


Figura 4.6 Percentagem de respostas dos formandos sobre áreas abordadas

### Pergunta 2. Conhecimentos sobre o Plano Estratégico de Desenvolvimento (PED, 2011-2030)

A pergunta 2 tem por objetivo detetar conhecimentos sobre o Plano Estratégico de Desenvolvimento (PED 2011-2030) e solicita ao formando escolher uma ou mais opções, a) *Já li*; b) *Li apenas algumas partes*; c) *Conheço mas não o li*; d) *Não conheço*; e) *É um documento para políticos que o cidadão não precisa conhecer*; f) *Não sei /não respondo* e g) *Não pensei nisso*, que corresponde à sua opinião. Na fase pré-ação a maioria dos formandos assinalou com 50% na opção c). De seguida assinalaram 20% para as opções b) e d) e 10% para a opção f). Na fase pós-ação a maior percentagem (50%) foi para a opção b). Após esta, assinalaram com percentagem de 40% a opção c) e 10% para as opções a) e d). Os resultados mostram que o documento oficial, PED 2011-2030, é ainda desconhecido por muitos cidadãos e que o conhecimento sobre o *desenvolvimento sustentável* almejado pelos governantes para Timor-Leste se encontra ignorado pela maioria dos leste-timorenses. A figura abaixo

indica-nos a percentagem das respostas dos formandos sobre o *Plano Estratégico de Desenvolvimento* (Figura 4.7). Nota-se um desvio de opinião, e que a ação permitiu a muitos formandos reavaliar a sua posição face ao conhecimento de documentos estruturantes para o país na área ambiental e florestal.

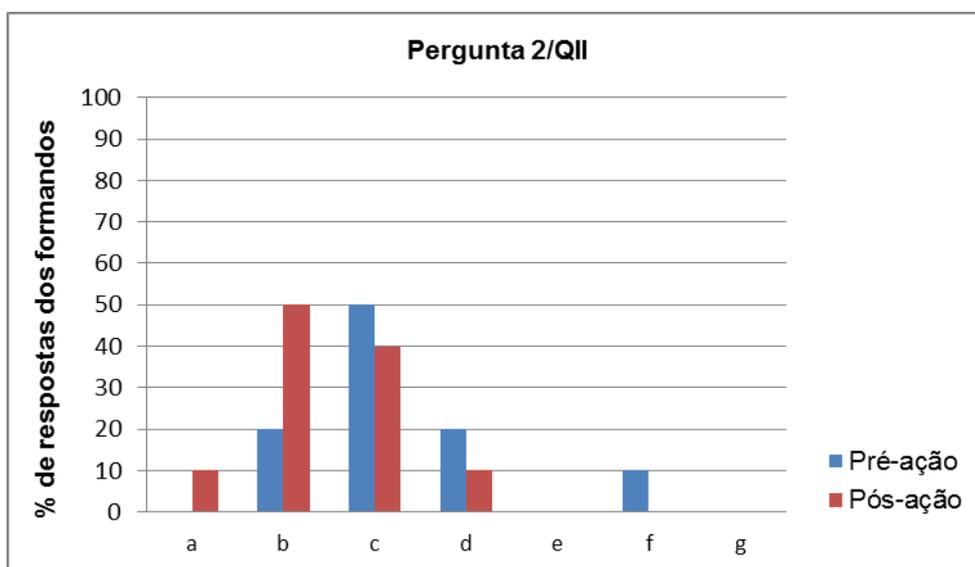


Figura 4.7 Percentagem de respostas dos formandos sobre conhecimento do PED2011-2030

### Pergunta 3. Conhecimentos sobre Programa de Ação Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (PANAC/2011)

A pergunta 3, referente ao programa de adaptação, tem como objetivo detetar o conhecimento dos formandos sobre o documento oficial (PANAC/2011) e solicita ao formando assinalar uma ou mais opções que corresponde à sua opinião: a) *Conheço e já o li*; b) *Conheço e li algumas partes*; c) *Conheço mas não li*; d) *Não conheço*; e) *É um documento para políticos que o cidadão não precisa conhecer*; f) *Não sei /não respondo* e g) *Não pensei nisso*. Na fase pré-ação alguns formandos (40%) confirmaram a existência do documento contudo afirmaram que nunca tinham lido o referido documento oficial (opção c). Houve ainda um grupo maior, com uma percentagem de 60% que declarou não saber da existência do PED 2011-2030 (opção d). Na fase pós-ação os formandos assinalaram com uma

percentagem de 40% a opção c) e d), os restantes assinalaram com a percentagem de 20% para opção b), e 10% para a opção a). Os resultados obtidos sugerem que: a) profissionais e/ou professores da área ainda não tiveram acesso/conhecimento de alguns documentos estruturantes para o país; b) necessidade da intensificação de campanhas de divulgação do documento e da realização de formações e/ou treinamentos de leituras em áreas científicas afins a estes documentos (ex. alterações climáticas, desertificação, etc) e que contribuem para o uso sustentável dos recursos naturais de Timor-Leste. A figura abaixo mostra a percentagem de respostas dos formandos sobre *Programa de Acção Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (PANAC/2011)* (Figura 4.8).

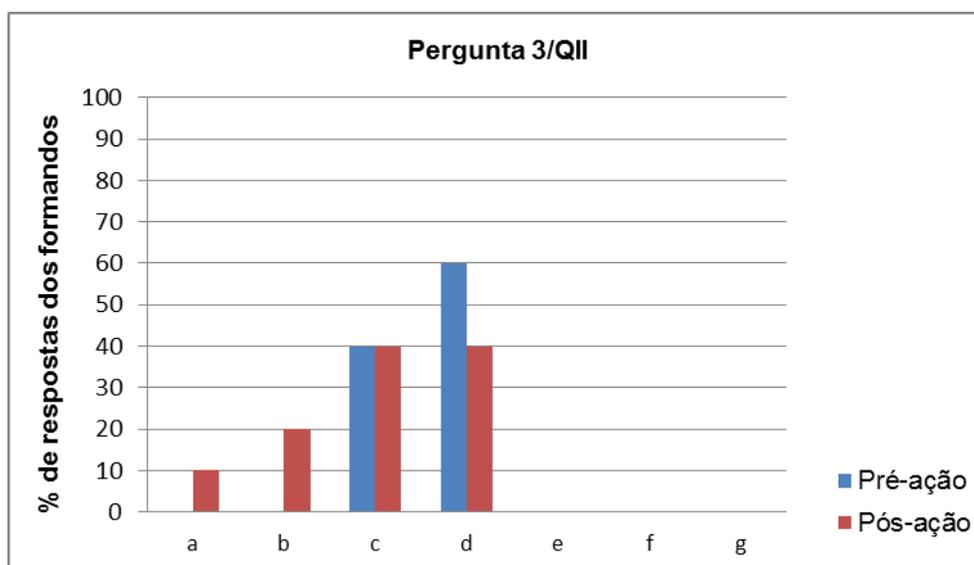


Figura 4.8 Percentagem de respostas dos formandos sobre conhecimento do PANAC/2011

#### Pergunta 4. Conhecimento sobre metas estabelecidas no PED 2011-2030

A pergunta 4 pretende detetar o nível de conhecimento dos formandos sobre metas: a) *Desenvolvimento rural*; b) *Inclusão social*; c) *Ambiental*; d) *Saúde*; e) *Agricultura*; f) *Educação e Formação*; g) *Não sei/não respondo* e h) *Não pensei nisso*, estabelecidas no PED2011-2030 que contribuem para o desenvolvimento sustentável em Timor-Leste e solicita aos formandos para assinalarem com uma cruz opções correspondentes à sua opinião. Na fase

pré-ação a maioria (90%) dos formandos assinalou a opção f), os restantes formandos assinalaram com uma percentagem de 60% a opção a); 50% escolheram a opção c), 40% a opção b), 30% as opções d) e e) e 10% a opção g). Na fase pós-ação a maioria dos formandos assinalou com uma percentagem de 70% as opções c) e f), os restantes assinalaram com uma percentagem de 60% para a opção e); 40% para as opções b) e d), 20% para opção a) e 10% para a opção g). Neste questionário os resultados ainda confirmam pouca informação do PED 2011-2030. Por outro lado, mostra a mudança de opinião face a estes temas pelos formandos durante a ação de formação aqui efetuada. Assim sendo sugere-se campanhas mais intensas sobre metas estabelecidas no referido documento oficial visto que tais metas constituem alicerces fundamentais no progresso e desenvolvimento sustentável daquela recente nação. A percentagem de respostas sobre metas estabelecidas no PED2011-2030 que contribuem para o desenvolvimento sustentável de Timor-Leste é apresentada na seguinte figura (Figura 4.9).

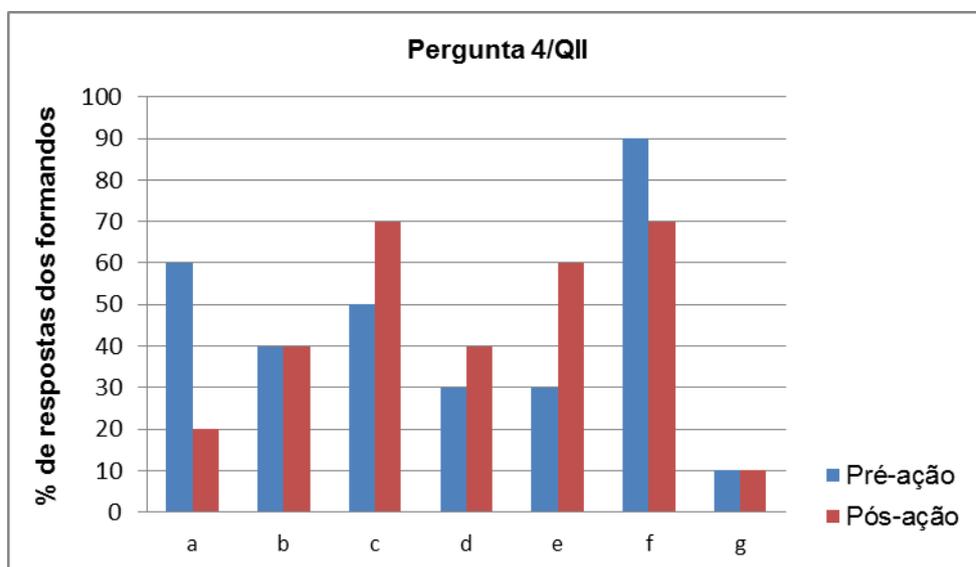


Figura 4.9 Percentagem de conhecimentos dos formandos sobre metas do PED 20112030

#### Pergunta 5. Classificação de nível dos riscos ambientais no distrito de trabalho do formando

A pergunta 5 tem por objetivo detetar o conhecimento do formando sobre o nível dos riscos ambientais no distrito onde este exerce as funções

profissionais. Para tal solicita-se que assinale a/as resposta(s) mais adequada(s): (a) *Elevado*; b) *Médio*; c) *Baixo*; d) *Não sei não respondo* e e) *Nunca pensei no assunto*; sobre nível de riscos ambientais apresentados. Tanto na fase pré-ação como na fase pós-ação a maioria dos formandos assinalou com a percentagem de 70% para opção b), 20% assinalaram a opção a) e os restantes 10% assinalaram a opção d). Os resultados mostram que os profissionais leste-timorenses, quando diretamente questionados sobre o assunto, assumem que Timor-Leste enfrenta riscos ambientais consequentes da seca e desertificação. Contudo, mostra também que uma percentagem destes profissionais ainda carece de conhecimentos sobre esses riscos ambientais. Pode-se acrescentar que as populações tentam adaptar-se a esses riscos sem esperanças de qualquer apoio na escolha da melhor estratégia para viverem em ambientes mais saudáveis. A figura seguinte mostra-nos a percentagem de respostas sobre classificação de nível dos riscos ambientais no distrito de trabalho do formando (Figura 4.10).

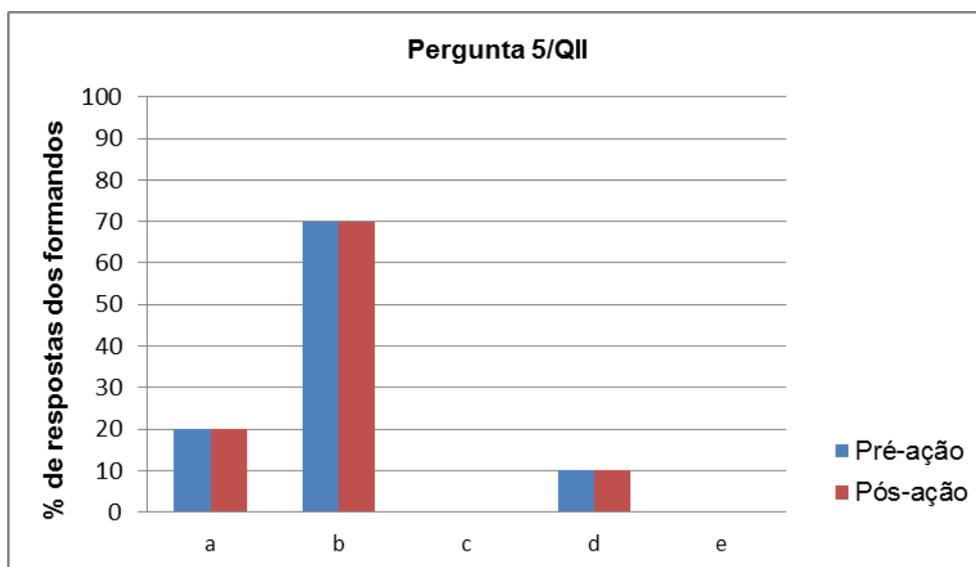


Figura 4. 10 Percentagem de respostas sobre nível dos riscos ambientais no distrito de trabalho do formando

#### Pergunta 6. Grau de conhecimento das populações sobre os riscos ambientais

A pergunta 6 indaga a percepção dos formandos sobre o grau de conhecimento das populações do distrito onde os formandos exercem as atividades profissionais face a riscos ambientais. Para tal solicita-lhe que assinale uma ou mais opções, a) *Estão bem informados dos riscos ambientais*; b) *Estão pouco informados dos riscos ambientais*; c) *Não têm informação sobre riscos ambientais*; d) *Não sei/não respondo* e e) *Nunca pensei no assunto*; apresentadas correspondentes à sua opinião. Na fase pré-ação a maioria dos formandos assinalou com a percentagem de 80% para opção b), e 20% assinalou a opção c). Na fase pós-ação 80% dos formandos também assinalaram a opção b) e 10% as opções a) e c). Os resultados mostram que os leste-timorenses ainda estão pouco informados sobre os riscos ambientais que o país enfrenta. É urgente divulgar informações sobre os riscos ambientais nas comunidades em todas as regiões do país. A percentagem de respostas de grau do conhecimento das populações sobre riscos ambientais é apresentada na figura seguinte (Figura 4.11).

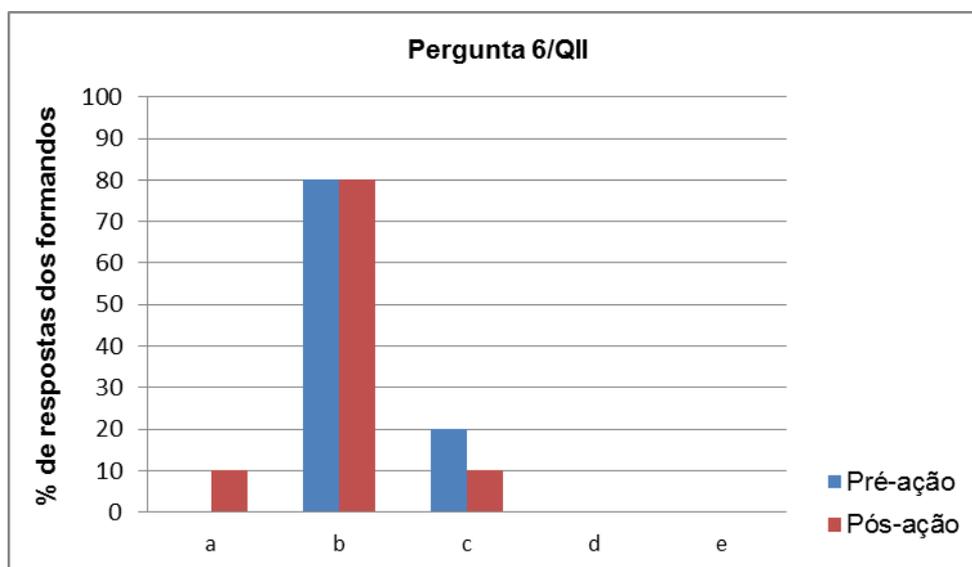


Figura 4.11 Percentagem de respostas sobre grau de conhecimento das populações dos riscos ambientais

### Pergunta 7. Estratégias eficientes na divulgação de conhecimentos sobre riscos ambientais

A pergunta 7 indaga quais das estratégias: a) *Promover reuniões e actividades nas comunidades*; b) *Promover programas nacionais e locais de divulgação pela televisão e radio*; c) *Integrar esse tema nos programas de ensino desde o básico ao universitário*; d) *Divulgar informação é função do Estado e não do cidadão*; e) *Não sei/não respondo* e f) *Nunca pensei no assunto*, apresentadas são relevantes para intensificar e divulgar informações sobre os riscos ambientais aos habitantes de Timor-Leste. Na fase pré-ação, os formandos assinalaram com uma percentagem equitativa de 100% as opções a), b) e c). Apenas 10% opção d). Na fase pós-ação, os formandos assinalaram com a percentagem de 90% a opção a) b) e c). 80% dos formandos escolheram nesta fase a opção d) e apenas 40% seleccionaram as opções e) e f). Os resultados sugerem que são relevantes mais atividades de acção nacional relativamente às práticas de divulgação in loco destas temáticas. Pode acrescentar-se que existe insuficiência de formação e/ou experiências em áreas supracitadas. A percentagem de respostas dos formandos quanto às estratégias eficientes na divulgação de conhecimentos sobre riscos ambientais é apresentada na figura que se em baixo (Figura 4.12).

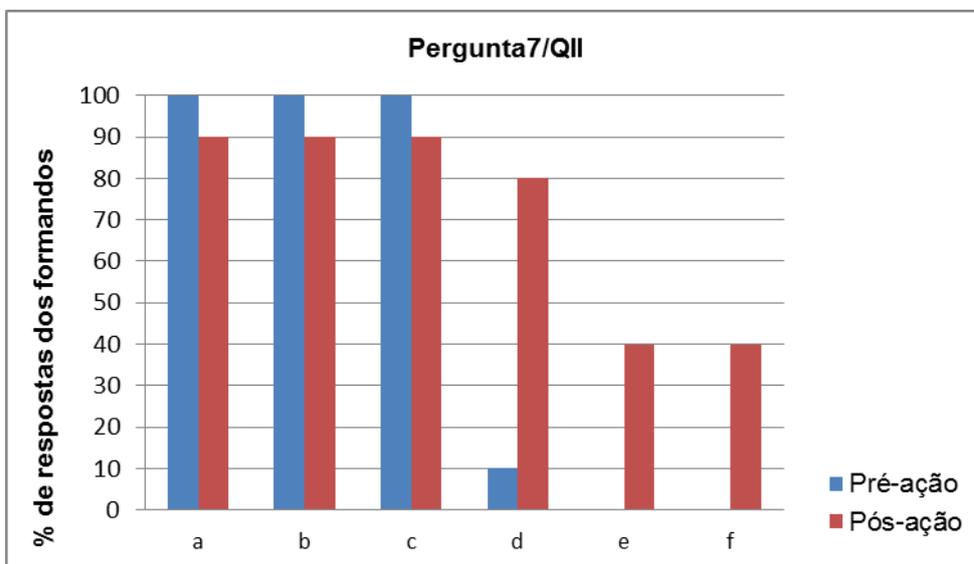


Figura 4.12 Percentagem de respostas sobre conhecimento das estratégias frente riscos ambientais

#### 4.4.4. Questionário 3: Diagnóstico de competências em trabalho prático de laboratório em biologia

##### Pergunta 1. Nível de atividades em trabalhos práticos do formando

A pergunta 1 do questionário 3 pretende identificar qual o nível de atividades em trabalhos práticos do formando. Para isso solicita ao formando assinalar com uma cruz numa das opções, a) *Nenhuma*; b) *Pouca*; c) *Média*; d) *Muita*; e) *Não sei/não respondo* e f) *Não pensei no assunto*, que corresponderia à opinião/opiniões do mesmo. Na fase pré-ação os formandos assinalaram com uma percentagem de 30% as opções b), c) e d) e apenas 10% seleccionaram a opção a). Na fase pós-ação os formandos assinalaram com uma percentagem de 40% para as opções c) e d) e apenas 10% para a opção b) e e). A percentagem das respostas, e o desvio das opções escolhidas após a ação, indicam que as práticas laboratoriais em Timor-Leste ainda estão aquém do nível esperado, e que ações de formação como a realizada podem estimular a apetência por este tipo de atividades. A percentagem de respostas dos formandos sobre o grau de práticas laboratoriais é apresentada na figura abaixo (Figura 4.13).

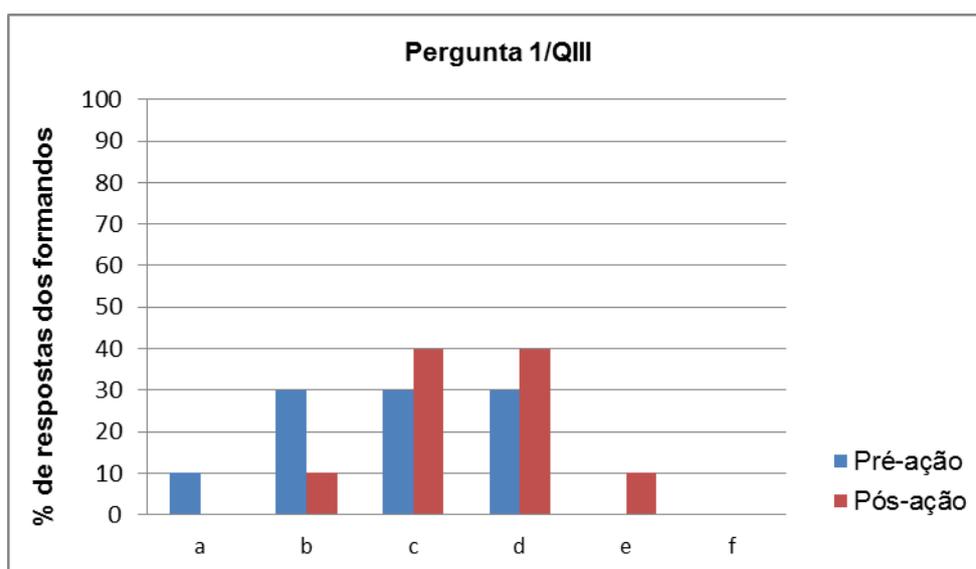


Figura 4. 13 Percentagem de respostas sobre actividades práticas laboratoriais do formando

## Pergunta 2. Importância do trabalho prático/laboratorial ligado às ciências biológicas

A pergunta 2 debruça-se sobre a importância do trabalho prático/laboratorial ligado às ciências biológicas e pretende detetar qual o nível de atividades práticas dos formandos em laboratório de biologia para consolidação de conhecimentos científicos. Assim, pediu-se aos formandos para assinalarem uma ou mais opções: a) *É importante pois cativa aprendizados e profissionais a planearem atividades e a compreenderem melhor os conteúdos científicos;* b) *Aproxima mais as atividades profissionais (ex. ensino) às da vida real;* c) *Permite verificar experimentalmente conceitos e teorias;* d) *Implica a participação mais ativa dos aprendizados e profissionais e por isso motiva-os para aprender;* e) *Não é importante aplicar agora em Timor-Leste porque não há condições materiais (ex. equipamento);* f) *É importante mas não pode ser aplicado em Timor-Leste porque os aprendizados e os profissionais não tiveram formação nesse tipo de ensino laboratorial;* g) *Não é preciso pois basta o ensino teórico tradicional.* Na fase pré-ação os formandos assinalaram com uma percentagem de 30% a opção d), 20% as opções a), c) e g). Depois assinalaram com 10% as opções b), e) e f). Na fase pós-ação, a maioria dos formandos assinalou a opção a) com 60% e os outros formandos assinalaram as opções c) e e) com 40%, e a opção b) com 20%. Os resultados obtidos indicaram que os formandos ficaram entusiasmados com os trabalhos práticos de laboratório e ressalta a pouca frequência de trabalhos laboratoriais realizados nos estabelecimentos de ensino secundário e superior em Timor-Leste. A percentagem de respostas dos formandos sobre a importância do trabalho prático/laboratorial ligado às ciências biológicas é apresentada na figura seguinte (Figura 4.14).

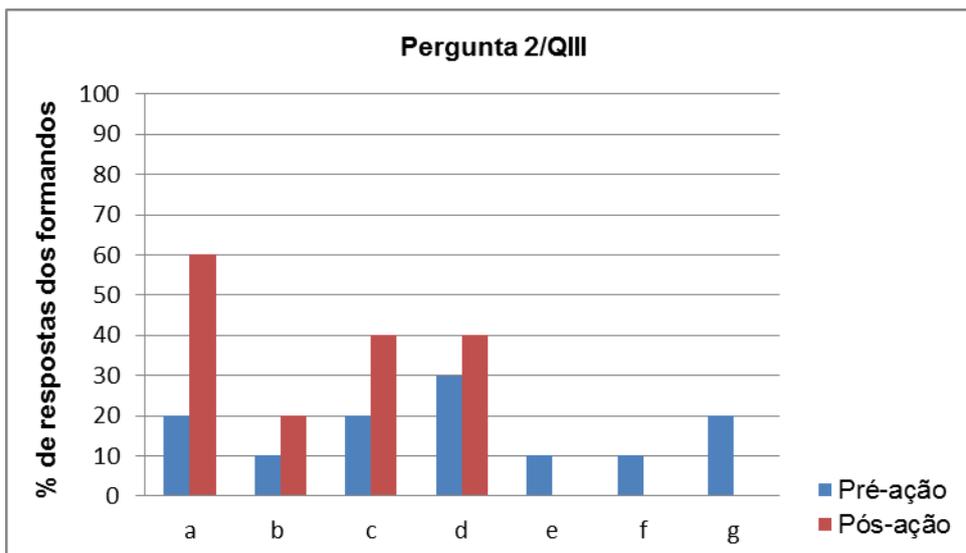


Figura 4.14 Percentagem de respostas sobre a importância das práticas laboratoriais no ensino-aprendizagem

### Pergunta 3. Equipamentos essenciais num laboratório

A pergunta 3, referente aos equipamentos essenciais de laboratório, tem por objetivo detetar o conhecimento dos formandos sobre material e equipamento de laboratório. Assim, pediu-se aos formandos para completarem as seguintes opções: a) *Para pesar com rigor material usa um(a) \_\_\_\_\_*; b) *Para medir com rigor volumes usa um(a) \_\_\_\_\_*; c) *Para separar fracções de uma solução/suspensão usa um(a) \_\_\_\_\_*; d) *Para crescer plantas em condições controladas usa um(a) \_\_\_\_\_*; e) *Para medir a concentração de substâncias usa um(a) \_\_\_\_\_* e f) *Para medir o pH usa um(a) \_\_\_\_\_*. Na fase pré-ação, 30% dos formandos completou a opção a), 20% completou as opções b) e e), e outros formandos completaram (10%) as opções c) e d). Na fase pós-ação, estas percentagens aumentaram: assim, 70% dos formandos completaram a opção c) e seguidamente, 50%, completaram a opção a), 40% as opções b) e d), 30% a opção e), e 10% a opção f). No curso de formação notou-se que a maioria dos participantes não conhecia nem tinha ouvido falar do *medidor de pH* (pré-ação = 20%; pós-ação= 30%). Durante o curso, os formadores tiveram oportunidade de explicar aos formandos os nomes e a utilidade dos equipamentos e também como usar esses utensílios nas atividades laboratoriais. Os resultados apontam que Timor-Leste enfrenta inúmeros e sérios problemas no ensino de ciências biológicas principalmente em

atividades que acarretam práticas laboratoriais. A percentagem de respostas dos formandos sobre equipamentos essenciais de laboratório é apresentada na figura seguinte (Figura 4.15).

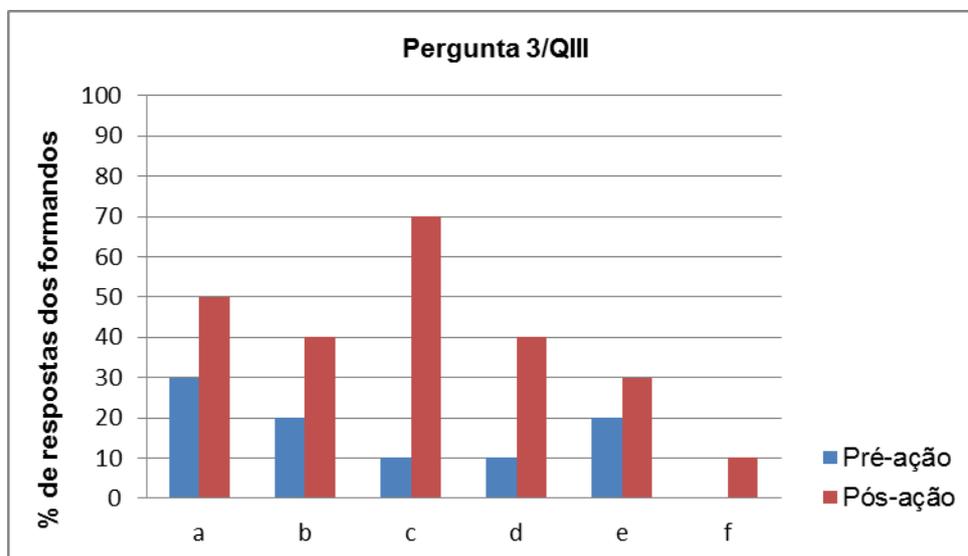


Figura 4.15 Percentagem de respostas sobre identificação de equipamentos essenciais de laboratório

#### Pergunta 4. Material e utensílios laboratoriais associados à anatomia e fisiologia das plantas

A pergunta 4 referente ao material e utensílios laboratoriais associados à anatomia e fisiologia das plantas tem por objetivo avaliar os conhecimentos dos formandos sobre identificação e utilidade dos equipamentos de laboratório. Para isso solicitou-se aos mesmos assinalarem uma ou mais opções apresentadas com uma cruz, a) *Antes da Ação já tinha realizado experiências sobre transpiração em plantas*; b) *Antes da Ação já tinha usado microscópios ópticos*; c) *Antes da Ação já tinha usado a objectiva de 100x*; d) *Antes da Ação já tinha usado termómetros de laboratório*; e) *Antes da Ação já tinha visto estomas*; f) *Antes da Ação já tinha usado material de laboratório*; g) *Antes da Ação já tinha usado micropipetas de laboratório*, mais convenientes às próprias experiências.

Na fase pré-ação, 30% dos formandos assinalou a opção e), 20% a opção b) e 10% para opção a). Nota-se que 4 formandos não assinalaram nenhuma opção. Na fase pós-ação a maioria dos formandos assinalou com uma

percentagem de 60% para a opção a) enquanto outros assinalaram com uma percentagem de 50% para opção e), 40% para opção b), 30% para as opções c) e d), 20% para opção f) e 10% para opção g). O desvio de resultados mostra a necessidade de se realizarem mais ações de formação nesta área em Timor-Leste. Os resultados também sugerem a necessidade de intensificar e estender os cursos de formação e treinamentos para docentes e profissionais da educação com especial atenção os professores de ciências biológicas de Timor-Leste. A percentagem de respostas dos formandos sobre conhecimentos na *Anatomia e Fisiologia* das plantas consolidados em trabalhos de laboratório é apresentada na figura seguinte (Figura 4.16).

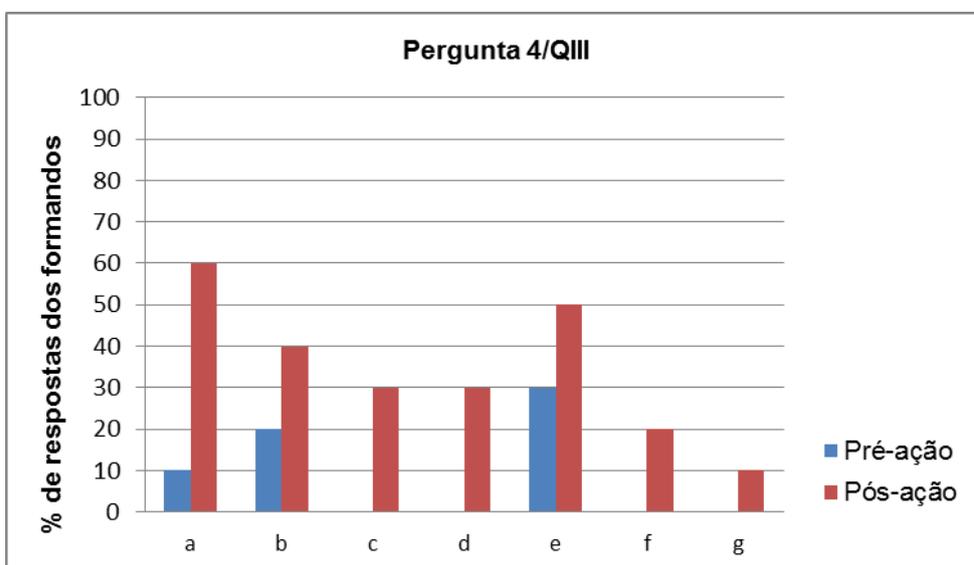


Figura 4.16 Percentagem de respostas sobre conhecimentos de Anatomia e Fisiologia Vegetal

#### Pergunta 5. A importância da flora no combate aos riscos ambientais

A pergunta 5 tem como objetivo perceber qual o nível de conhecimento dos formandos relativamente a saberes associados à importância das plantas no combate aos riscos e sobre a anatomia e fisiologia das plantas. Assim, pediu-se aos formandos para assinalarem uma ou mais opções que correspondem à sua opinião sobre este assunto: a) *As plantas desempenham um papel crucial para combater a seca e degradação dos*

solos; b) Os estomas estão ligados aos processos de transpiração, fotossíntese, respiração e nutrição das plantas; c) Ao transpirarem as plantas perdem pelos estomas das folhas a água que absorveram pela raiz; d) A seca dos solos pode afetar os pigmentos que captam a luz solar e participam na fotossíntese, baixando o crescimento das plantas e e) As plantas quando se encontram em solos secos suas raízes têm menos água para absorver. Na pré-ação os formandos assinalaram com uma percentagem de 20% para a opção c), e as opções a), b), d) e e) foram assinaladas com uma percentagem equitativa de 10%. Nota-se que 4 formandos não assinalaram nenhuma opção. Na fase pós-ação a maioria dos formandos assinalou com uma percentagem de 30% as opções b) e c), 20% as opções a) e d) e apenas 10% dos formandos assinalaram a opção e). Os resultados indicaram que os saberes sobre anatomia e fisiologia das plantas eram ainda frágeis e que a ação de formação contribuiu para aumentarem os conhecimentos. Sugerem-se mais ações de formação e/ou treinamentos em área da biologia/botânica com particular atenção em conhecimentos de anatomia e fisiologia vegetal. A percentagem de respostas dos formandos sobre importância das plantas no combate aos riscos ambientais é apresentada na figura abaixo (Figura 4.17).

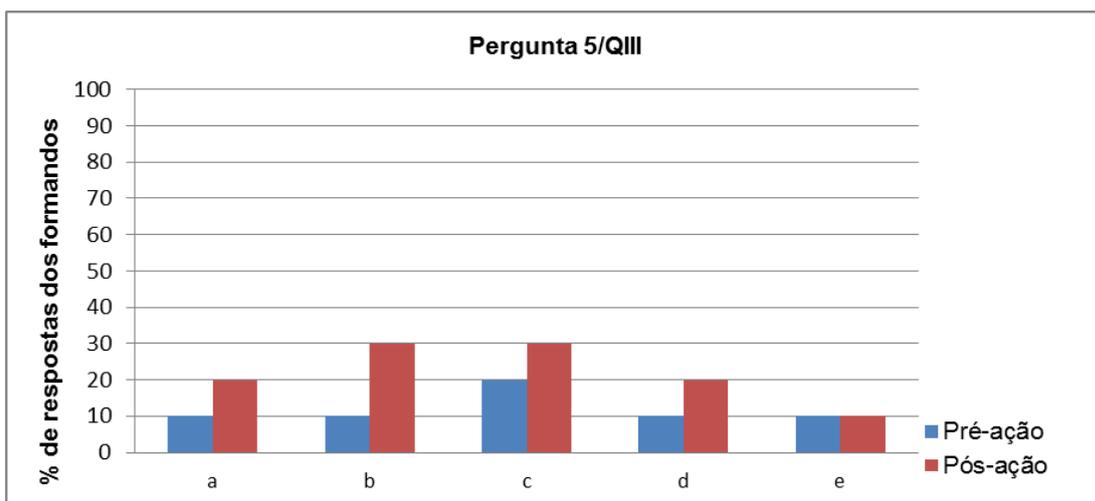


Figura 4.17 Percentagem de respostas sobre conhecimentos de anatomia e fisiologia vegetal

#### 4.5. Conclusões

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- A língua portuguesa (uma das duas línguas oficiais do país) está a implementar-se nos professores e outros profissionais de Timor-leste, como língua de comunicação científica, embora ainda haja profissionais que ainda não se sentem confortáveis. Este avanço assegura a identidade do país no conexto geo-político e científico atual.
- Os profissionais e/ou professores nas áreas das ciências biológicas têm ainda um conhecimento deficitário sobre documentos estruturantes para Timor-Leste sobre aspetos relacionados com alterações climáticas, desertificação, etc, e a sua ligação com aspetos biológicos (biodiversidade, desflorestação., etc).
- Os profissionais e/ou professores nas áreas das ciências biológicas têm ainda um conhecimento deficitário da realidade do seu país/região face a ameaças ambientais e consequências para ex, desertificação, empobrecimento dos solos, etc.
- Os profissionais e/ou professores nas áreas das ciências biológicas carecem de cursos de aperfeiçoamento, cursos de formação, de capacitações e de treinamentos nas áreas das ciências biológicas e ambientais.
- O uso de ensino prático/laboratorial no ensino de biologia e/ou ciências nas escolas de ensino superior/universitário está ainda aquém do desejado;
- Os laboratórios carecem de equipamentos essenciais, e o conhecimento de equipamento básico de laboratório por parte de profissionais, professores e alunos necessita de ser estimulado;
- Apesar do grande empenho do governo de Timor-Leste na educação e formação existem ainda lacunas de capital humano na área das ciências.

## Capítulo V

### 5. Conclusões gerais e perspectivas futuras

Tendo em conta os objetivos estabelecidos neste trabalho, considera-se que esta tese representa um importante contributo para valorizar, de forma multidisciplinar, a floresta e práticas etnobotânicas associadas a ela, na cultura do povo leste-timorense. Neste contributo científico, sob a visão de perspectivas futuras, pode-se considerar que foi atingido o objetivo 2) conhecimento fisiológico de espécies endógenas face a riscos ambientais que se fazem sentir em Timor-Leste (ex. seca e UV), e contribuir assim para a valorização destas espécies em programas de reflorestação e protecção de práticas etnobotânicas a ela associadas. Demonstrou-se que algumas espécies, por exemplo, *A. pavonina* e *M. azedarach*, apresentam algumas características de resistência a condições de seca e *A. pavonina* também tem uma boa capacidade de recuperação após estresse de UVB. Este objetivo permitirá contribuir para estratégias de preservação e/ou de restauração ambiental em Timor-Leste. Assim, através do conhecimento destas duas espécies florestais de grande importância ambiental e com valores relevantes na medicina tradicional, que mostraram níveis de tolerância a seca, podem ser introduzidas em programas de reflorestação de zonas degradadas, para minimizar os problemas de degradação no território leste-timorense. Mais especificamente, este objetivo contribuiu ainda para a formação científica em biologia vegetal da autora, e autonomia laboratorial e científica. As competências técnicas e laboratoriais aqui desenvolvidas podem agora ser transpostas para outras espécies em laboratórios de Timor-Leste e desenvolver uma coleção de espécies nativas com interesse para combater os riscos de desertificação no país usando parâmetros fisiológicos usados durante este trabalho (ex. conteúdo em pigmentos, estresse oxidativo, etc).

Aumentou-se também o conhecimento sobre as utilizações e valores de cerca de 90 espécies em Timor-Leste. Destas seleccionaram-se 5 que foram

utilizadas como modelo para junto de população não só conhecer melhor a sua utilização e valor, como também utilizar entrevistas, questionários, para a autora promover a valorização destas espécies, junto das populações e das entidades leste-timorenses.

Outra abordagem, foi a aplicação de ações de formação que permitiram melhorar as competências científicas e laboratoriais de formandos e de profissionais em Timor-Leste (considerando o papel chave destes no moldar de gerações) em áreas de ciências com atenção em biologia vegetal e florestal.

A realidade da República Democrática de Timor-Leste aponta para uma emergência nas seguintes perspetivas futuras:

- Transpor para Timor-Leste as competências científicas adquiridas nesta tese e relevantes à valorização e preservação da biodiversidade local aos cidadãos no país do sol nascente;
- Esta transposição permitirá (diretamente, ou como exemplo para a realização de ações similares futuras a organizar em Timor-Leste) melhorar a educação e formação do capital humano nas áreas científicas especificamente do pessoal docente e técnicos especializados em preservação ambiental;
- Esta transposição permitirá ainda promover a investigação científica no país perante os desafios existentes.

## Referências bibliográficas

- Agrawal S B, Rathore D (2007). Changes in oxidative stress defense in wheat (*Triticum aestivum* L.) and mung bean (*Vigna radiata* L) cultivars grown with and without mineral nutrients and irradiated by supplemental ultraviolet - B. *Environmental and Experimental Botany* 59, 21-33.
- Agrawal S B, Singh A, Sarkar A, Singh S (2010). Investigation of supplemental ultraviolet-B induced changes in antioxidative defense system and leaf proteome in radish (*Raphanus sativus* L. cv Truthful): an insight to plant response under high oxidative stress. *Protoplasma* 245, 75-83.
- Allen D J, Nogués S, Baker N R (1998). Ozone depletion and increased UV-B radiation: is there a real threat to photosynthesis? *Journal of Experimental Botany*. 49,1775-1788.
- Allen D J, Nogue S, Baker N R (1998). Ozone depletion and increased UV-B radiation. *Photosynthesis Research*. 25:17-24.
- Araújo S A C, Teixeira M F S, Dantas T V M, Melo V S P, Lima F E S, Ricarte A R F, Costa E C, Miranda A M (2009). Usos potenciais de *Melia azedarach* L. (Meliaceae): Um levantamento. *Arquivos do Instituto de Biologia, São Paulo*. 76, 141-148.
- Ashraf M and Harris PJ C (2013). Photosynthesis under stressful environments: An overview. *Photosynthetica*. 51, 163-190.
- Azcón-Bieto J (1983). Inhibition of photosynthesis by carbohydrates in wheat leaves. *Plant Physiology*. 73, 681-68.
- Boeger M R T, Poulson M (2006). Efeitos da radiação ultravioleta-B sobre a morfologia foliar de *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. (Brassicaceae). *Acta Botanica Brasileira*. 20, 2.
- Campos P S, Quartin V, Ramalho J C, Nunes M A (2003). Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp. plants. *Plant Physiology*. 160, 283-92.
- Canarim R T, Canarim G J (2013). Formação de professores em Timor-Leste: desafios e perspectivas. V SIMFOP-Simpósio sobre formação de professores.

Educação básica: Desafios sobre as desigualdades educacionais. Campos Universitário de Tubarão. Estado de Santa Catarina, Brasil.

Canhoto J M (2010). Biotecnologia vegetal da clonagem de plantas à transformação genética. Imprensa da Universidade de Coimbra, 407 pp.

Cen Y P, Bornman J F (1993). The effect of exposure to enhanced UV-B radiation on the penetration of monochromatic and polychromatic UV-B radiation in leaves of *Brassica napus*. *Physiologia Plantarum* 87, 249-255.

Chaves M M, Davies W J (2010). Drought effects and water use efficiency: improving crop production in dry environments. *Functional Plant Biology*. 37, iii–vi.

Chaves M M, Pereira J S, Maroco J (2003). Understanding plant response to drought – from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*. 30, 239-264.

Climate Change (2007). The Physical Science Basis: Summary for Policymakers, 2007. IPCC, Geneva.

Constituição da República de Timor-Leste (2002). 47pp. Em [http://timor-leste.gov.tl/wp-content/uploads/2010/03/Constituicao\\_RDTL\\_PT.pdf](http://timor-leste.gov.tl/wp-content/uploads/2010/03/Constituicao_RDTL_PT.pdf).

Correia M J, Fonseca F, Azedo-Silva J, Dias C, David M, Barrote I, Osório M. L, Osório J (2005). Effects of water deficit on the activity of nitrate reductase and contents of sugars, nitrate and free amino acids in the leaves and roots of sunflower and with lupin plants growing under two nutrient supply regimes. *Physiologia Plantarum*. 124, 61-70

Costa M (2010). Plantas medicinais no ensino de biologia do Timor-Leste. Tese de mestrado, Universidade Federal de Goiás. 66 pp.

Cunha A P (2010). Farmacognosia e Fitoquímica. Edição da Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 670 pp.

Demmig-Adams B, Winter K, Schreiber U (1990). The ratio of variable to maximum chlorophyll fluorescence from photosystem II, measured in leaves at ambient temperature and at 77K, as an indicator of the photon yield of photosynthesis. *Planta* 180, 166-174.

Dias M C, Azevedo C, Costa , Pinto G, Santos C (2014b) *Melia azedarach* plants show tolerance properties to water shortage treatment: An ecophysiological study. *Plant Physiology and Biochemistry*. 75, 123-127.

- Dias M C, Brüggemann W (2007) Differential inhibition of photosynthesis under drought stress in Flaveria species with different degrees of development of the C4 syndrome. *Photosynthetica*. 45, 75-84.
- Dias M C, Brüggemann W (2010). Water use efficiency in Flaveria species under drought stress conditions. *Photosynthetica*. 48, 469-473.
- Dias M C, Monteiro C, Moutinho-Pereira J, Correia C, Gonçalves B, Santos C (2013) Cadmium toxicity affects photosynthesis and plant growth at different levels. *Acta Physiologiae Plantarum*. 35, 1281-1289.
- Dias M C, Oliveira H, Costa A, Santos C (2014a). Improving elms performance under drought stress: The pretreatment with abscisic acid. *Environmental and Experimental Botany*. 100, 64-73.
- Dias MC, Pinto G, Correia C, Moutinho-Pereira J, Silva S, Santos C (2013) Photosynthetic parameters of *Ulmus minor* plantlets affected by irradiance during acclimatization. *Biologia Plantarum*. 57, 33-40.
- Durand F (2010). Timor-Leste país no cruzamento da Ásia e do Pacífico um atlas histórico-geográfico. Lidel-edições técnicas Ida, 208 pp.
- Flexas J, Galmés J, Aranjuelo I, Medrano H (2006). Variation in rubisco content and activity under variable climatic factors. *Plant Journal* 48,427-439.
- Frohnmeier H, Staiger D (2003). Ultraviolet-B radiation-mediated responses in plants. *Balancing Damage and Protection Plant Physiology* 133, 1420-1428.
- GERTIL - Grupo de estudos de reconstrução de Timor Leste (2002). Atlas de Timor Leste. Lidel-edições edições técnicas Ida, 169 pp.
- Gomes J (2010). O dano de privação de uso. *Revista de direito*. ISSN 0870-8835. Separata,169-239.
- Hoekstra F A, Golovina E A, Buitink J (2001). Mechanisms of plant desiccation tolerance. *Trends in Plant Science*. 6, 431-438.
- Hodges, D.M., DeLong, J.M., Forney, C.F., Prange, R.K., 1999. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. *Planta* 207, 604–611.
- Hollósy F (2002). Effects of ultraviolet radiation on plant cells. *Micron* 33, 179-197.
- Hsiao T C (1973). Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology* 24, 519-70.

- Husain M K, Anis M (2009). Rapid in vitro multiplication of *Melia azedarach* L. (a multipurpose woody tree). *Acta Physiologiae Plantarum*, 31, 765-772.
- Irigoyen J J, Emerich D W, Sanchez- Diaz M (1992). Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiologia Plantarum* 84: 55-60.
- Jesus M, Henriques H, Laranjeira P, Narciso V (2011). O Impacto da agricultura Itinerante no bem-estar das populações rurais e nos ecossistemas naturais e seminaturais de Timor-Leste. Seminários de Investigação Científica. Universidade de Evora. CEFAGE - Publicações - ISBN 978-0-85590-832-4. Em <http://www.tlstudies.org/Pdfs/TLSA%20Conf%202011/Chp-14.Pdf>
- Jornal da República Democrática de Timor-Leste. Em <http://www.jornal.gov.tl/?q=node/531>.
- Krieger-Liszka A (2005). Singlet oxygen production in photosynthesis. *Journal of Experimental Botany*. 56, 337-346.
- Lidon F C, Gomes H P, Abrantes A C (2001). Anatomia e morfologia externa das plantas superiores. Lidel-edições técnicas lda, 148 pp.
- Lidon F C, Ramalho J C (2011). Impact of UV-B irradiation on photosynthetic performance and chloroplast membrane components in *Oryza sativa* L. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 104, 457-466.
- Lutts S, Kinet J M, Bourand J, Bouharmon T (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*. 78, 389-398.
- Martínez J L, Morales F, Delrot S, Sánchez M D, Gomès E, Aguirreolea J, Pascuala I (2015). Characterization of the adaptive response of grapevine (cv. Tempranillo) to UV-B radiation under water deficit conditions. *Plant Science* 232, 13-22.
- Matthew C, Hofmann A, Rapso G L, McKenzie R L, Kemp P D, Osborne M A (1996). Growth of ryegrass and white clover under canopies with contrasting transmission of ultraviolet-B radiation. *Proceedings of the Agronomy Society of N.Z.* 26, 23-30.
- Maxwell K, Johnson G N (200). Chlorophyll fluorescence—a practical guide. *Journal of Experimental Botany*. 51, 659–668.

- Mazza C A, Boccalandro H E; Giordano C V, Battista D, Scopel A L, Ballaré C L (2000). Functional significance and induction by solar radiation of ultraviolet-absorbing sunscreens in field-grown soybean crops. *Plant Physiology*. 122,117-26.
- Ministério da Agricultura, Florestas e Pescas (2007) I Relatório Nacional Sobre Degradação de Solos (First National Report on Land Degradation). Em <http://www.mj.gov.tl/?q=node/825>.
- Monteiro C, Santos C, Pinho S, Oliveira H, Pedrosa T, Dias M C (2012). Cadmium-induced cyto- and genotoxicity are organ-dependent in lettuce. *Chemical Research in Toxicology*. 25, 1423-1434.
- Nogués S, Allen D J, Morison J I L, Baker N R (1999). Characterization of stomatal closure caused by ultraviolet-B radiation. *Plant Physiology*. 121, 489-496.
- Orhan I E, Guner E, Ozcelik B, Senol F S, Caglar S S, Emecen G, Kokak O, Sener B (2012). Assessment of antimicrobial, insecticidal and genotoxic effects of *Melia azedarach* L. (chinaberry) naturalized in Anatolia. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 65, 560–565.
- Osaki M, Shinano T, Tadano T (1991). Redistribution of carbon and nitrogen compounds from the shoot to the harvesting organs during maturation in field crops. *Soil Science Plant Nutrition*. 37, 117-128.
- PANAC - Programa de Acção Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (2011). Série I, N°39, 5351-5425. Em <http://www.jornal.gov.tl/?q=node/1123>
- PED - Plano Estratégico de Desenvolvimento (PED) 2011-2030. UNDP, 3-277. Em <http://timor-leste.gov.tl/wp-content/uploads/2012/02>.
- Pérez-Tortosa V, López-Orenes A, Martínez-Pérez A, Ferrer M, Calderón A (2012). Antioxidant activity and rosmarinic acid changes in salicylic acid-treated *Thymus membranaceus* shoots. *Food Chem*. 130, 362–369.
- Pires I F (2004). Estudos in vitro e determinação da estabilidade genética e fenotípica de *Quercus suber*. Mestrado de Biologia Celular, Faculdade de Ciências, Universidade de Coimbra.
- Ravindran K C, Indrajith A, Pratheesh P V, Sanjiviraja K, Balakrishnan V (2010). Effect of ultraviolet-B radiation on biochemical and antioxidant defence system in *Indigofera tinctoria* L. seedlings. *International Journal of Engineering, Science and Technology*. 2, 226-232.

- Rodriguez E, Santos M D, Azevedo R, Correia C, Moutinho-Pereira J, Oliveira J M P F, Dias M C (2015). Photosynthesis light-independent reactions are sensitive biomarkers to monitor lead phytotoxicity in a Pb-tolerant *Pisum sativum* cultivar. *Environmental Science and Pollution Research*. 22, 574-585.
- Rosa M, Prado C, Podazza G, Interdonato R, González J A, Hilal M (2009). Soluble sugars-Metabolism, sensing and abiotic stress. *Plant Signaling and Behavior*. 4, 388-393.
- Sakamoto H, Matsuda O, Iba K (2008). ITN1, a novel gene encoding an ankyrin-repeat protein that affects the ABA-mediated production of reactive oxygen species and is involved in salt-stress tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Journal*. 56, 411-22.
- Sakamoto M, Munemura I, Tomita R, Kobayashi K (2008). Reactive oxygen species in leaf abscission signaling. *Plant Signal Behav*. 3, 1014–1015.
- Santos C (1998). Estudo de mecanismos de regulação osmótica e expressão da GS em células de *Helianthus annuus* sujeitas a stress salino: seleção de linhas tolerantes. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro.
- Santos R F, Carlesso R (1998). Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. 2, 287-294.
- Sims, D A, Gamon J A (2002). Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. *Remote Sensing of Environment* 81, 337 - 354.
- Sousa H, Silva H, Paiva J, Silveira (2011). Árvores e arbustos das ruas de Dili (Timor-Leste). Edições Afrontamento, Lda N<sup>o</sup> edição 1376. 239 pp.
- Taiz L, Zeiger E (2006). *Fisiologia Vegetal*. 3<sup>a</sup>ed.- Porto Alegre: Artimed, 719 pp.
- Teramura A H, Sullivan J H (1994). Effects of UV-B radiation on photosynthesis and growth of terrestrial plants. College of sciences, University of Hawaii, HI 96822 USA. 473 pp.
- Tezara W, Marín O, Rengifo O E, Martínez D, Herrera A (2005). Photosynthesis and photoinhibition in two xerophytic shrubs during drought. *Photosynthetica* 43, 37-45.

- Thomaz L F (2008). País dos belos achegas para a compreensão de Timor-Leste. Instituto Português do Oriente Fundação Oriente Luís Filipe Thomaz, 1ª Edição, 428 pp.
- Trainor C R, Coates B J, Bishop K D (2007). As aves de Timor-Leste. BirdLife International and Dove Publications, 113 pp.
- Vassileva V, Demirevska K, Simova-Stoilova L, Petrova T, Tsenov N, Feller U (2012). Long- term field drought affects leaf protein pattern and chloroplast ultrastructure of winter wheat in a cultivar specific manner. Journal of Agronomy and Crop Science. 198, 104–117.
- Weber H, Chételat A, Reymond P, Farmer E E (2004). Selective and powerful stress gene expression in Arabidopsis in response to malondialdehyde. The Plant Journal. 37, 877-888.
- Zhu Z, Liang Z, Han R (2009). Saikosaponin accumulation and antioxidative protection in drought-stressed *Bupleurum chinense* DC. plants. Environmental and Experimental Botany 66, 326-333.