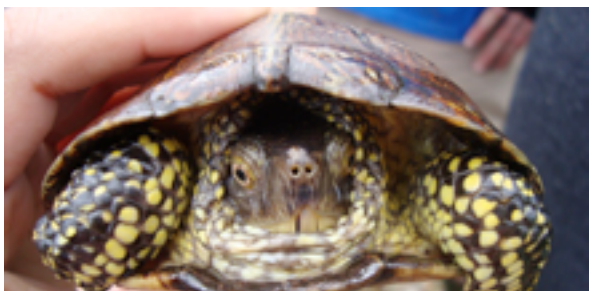


Agroforum

Revista da Escola Superior Agrária de C. Branco
N.º 32 | ANO 22 | 2014 | Preço: 2€





Publicação Semestral
Ano 22, n.º 32
Junho, 2014

Diretor
Celestino Almeida

Editor Científico
Presidente do Conselho Técnico Científico
João Paulo Batista Carneiro

Editor, Redação e Sede
Escola Superior Agrária do
Instituto Politécnico de C. Branco
Quinta da Srª de Mércules
6001- 909 CASTELO BRANCO
Telef.: 272339900
Fax.: 272339901
Email:
agroforum@ipcb.pt
tmlc@ipcb.pt
erodrigues@ipcb.pt

www.ipcb.pt/ESA/index.php/agroforum

Conselho Redatorial
Teresa Marta Lupi O. Caldeira
Maria Eduarda Rodrigues

Conceção e execução gráfica
Tomás Monteiro

Impressão e Acabamentos
Serviços Gráficos IPCB

Tiragem
500 exemplares

Depósito Legal n.º 39426/90
ISSN: 0872-2617

As teorias e ideias expostas no presente número são da inteira responsabilidade dos seus autores.

Tudo o que compõe a revista pode ser reproduzido desde que a proveniência seja indicada.

Os artigos publicados podem ser depositados, por arquivo ou auto arquivo, no Repositório Científico do IPCB.

Divulgação Técnica 7



Avaliação da qualidade de vida do cágado-de-carapaça-estriada (*Emys orbicularis* L., 1758) nas ribeiras do Monte Barata: Uma revisão 7
R. B. Garcia, L. F. R. G. F. Nunes e B. R. G. Clara



Aplicação dos sistemas de informação geográfica nos planos prévios de intervenção: Auto-estradas A23 e A25 17
Hugo Rocha, Maria Cristina Canavarro Teixeira, Paulo Alexandre Fernandez



Avaliação de parâmetros fotossintéticos em microplantas de castanheiro durante a fase de aclimatização 27
José Carlos Gonçalves; Maria Teresa Coelho, Graça Diogo

Atividade Científica 42

Atividade Académica 52

3

Novos Mestres 58



Escola Superior Agrária

Instituto Politécnico de Castelo Branco



CETS

- Análises Químicas e Microbiológicas
- Energias Renováveis
- Maneio e Utilização do Cavalo
- Mecanização e Tecnologia Agrária
- Olivicultura e Viticultura
- Proteção Civil
- Sistemas de Informação Geográfica



LICENCIATURAS

- Agronomia
- Engenharia Biológica e Alimentar
- Engenharia de Proteção Civil
- Enfermagem Veterinária
- Nutrição Humana e Qualidade Alimentar



MESTRADOS

- Engenharia Agronómica
- Engenharia Zootécnica
- Gestão de Recursos Hídricos
- Inovação e Qualidade na Produção Alimentar
- SIG em Recursos Agroflorestais e Ambientais

WWW.IPCB.PT/ESA

Campus da Senhora de Mércules—Quinta da Senhora de Mércules—Apartado 119—6001-909 Castelo Branco

Telef. 272339910—Fax—272339901—Email—esa@ipcb.pt

Agricultura familiar - Da obrigação à opção

Ao longo dos últimos editoriais temos tentado relevar assuntos que, de alguma forma, venham a exercer influência no futuro do setor agrícola e nos setores relacionados. No sentido de corresponder a esta orientação e, atendendo a que a Assembleia Geral das Nações Unidas declarou formalmente 2014 como o “Ano Internacional da Agricultura Familiar”, sensibilizando para a importância da agricultura familiar para a segurança alimentar e para a produção de alimentos, não poderíamos deixar de dedicar algumas linhas a este assunto, nem de exortar à reflexão dos nossos leitores para o desafio implícito que a declaração nos coloca. Obviamente que a reflexão deverá ser contextualizada com as realidades, local, regional, nacional, europeia ou mesmo à escala global, pois estes dois conceitos têm vindo a ser tratados de maneira diferente em contextos diversos.

Por força da evolução socioeconómica dos últimos 30 anos, e principalmente pela massificação do ensino secundário e superior, tem sido proporcionada aos jovens portugueses maior oferta de oportunidades de futuro. Assim, aos que pareciam, à luz do anterior regime, fatalmente destinados a serem agricultores foi-lhes disponibilizada formação que os capacitou para se envolverem na busca de objetivos e percursos diferentes, se não economicamente pelo menos socialmente mais valorizados. Porém, e também por força da transição operada em Portugal, também o sector agrícola evoluiu, apresentando-se hoje bastante modernizado, ancorado em conhecimentos técnico-científicos especializados, comprometido com o uso responsável dos recursos naturais com o respeito por valores ambientais e cada vez mais integrado com outras atividades económicas presentes no meio rural. Hoje as famílias portuguesas confrontam-se, de facto, com um leque mais variado de opções de vida. Felizmente algumas ambicionam dedicar-se à agricultura dentro de moldes modernos e evoluídos constituindo a base principal do rendimento da familiar. Não esquecendo também aqueles que ainda hoje são agricultores familiares por não terem tido outra oportunidade, é aos primeiros que dedicamos o foco principal desta mensagem, no sentido de os exortar a tornarem-se excelentes agricultores, alcançado em pleno os seus objetivos socioeconómicos sem perder de vista a sustentabilidade ambiental.

Por parte da ESA/IPCB estaremos sempre disponíveis para apoiar cada iniciativa através do cumprimento dos três grandes vetores da nossa missão: formação, investigação e experimentação e prestação de serviços e apoio técnico, contribuindo assim para o reforço da agricultura familiar por opção, numa aceção moderna do conceito.



Celestino Almeida
Director da Escola Superior Agrária



Avaliação da qualidade de vida do cágado-de-carapaça-estriada (*Emys orbicularis* L., 1758) nas ribeiras do Monte Barata: Uma revisão

Evaluation of quality life of european pond turtle
(*Emys orbicularis* L., 1758) in the streams
of Monte Barata: A review

RESUMO

A conservação da *Emys orbicularis* tem vindo a ser desenvolvida em várias zonas de Portugal, nomeadamente no Monte Barata. Nesse sentido, elaborou-se uma análise fitossociológica que poderá ser concluída com base nos dados recolhidos; análises à água que mostram que as ribeiras detêm uma boa qualidade da água; realizaram-se censos que nos permitiram depreender que a população de *E. orbicularis* no Monte Barata é pequena e análises dos dados meteorológicos que nos informaram sobre a atividade da espécie. Desta forma, estabelecemos possíveis ameaças e sugerimos novas medidas a adotar para que se possam criar melhores condições ao nível de habitat, alimentação e reprodução da espécie.

Palavras-chave: Cágado-de-carapaça-estriada, conservação, *Emys orbicularis*, Monte Barata.

R. B. Garcia
No âmbito do relatório
curricular do curso de
Biologia Aplicada
Escola Superior
Agrária.
Instituto Politécnico
de Castelo Branco.
Portugal.
garciarita92@gmail.com

L. F. R. G. F. Nunes
Orientadora interna
Escola Superior Agrária.
Instituto Politécnico
de Castelo Branco.
lfunes@ipcb.pt

B. R. G. Clara
Orientador externo
Quercus - Associação
Nacional de
Conservação da
Natureza
rg.clara@ipcb.pt

Abstract

The conservation of European pond turtle (*Emys orbicularis*) has been developed in several places of Portugal, namely in Monte Barata. For this reason, we elaborated a phytosociological study that wasn't completed, however the information that was collected and processed allow us to complete it; water analysis that gave us good results; we did censuses that allowed us to understand that the population of *E. orbicularis* is quite small in Monte Barata and a meteorological data analysis that give us information about *E. orbicularis* activity. Therefore, we were able to establish possible threats and make suggestions for new measures to be taken to create better conditions in terms of habitat, feeding and reproduction.

Keywords: Conservation, *Emys orbicularis*, European pond turtle, Monte Barata

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo foi elaborado na sequência do estágio curricular, realizado na Quercus, para a conclusão da Licenciatura em Biologia Aplicada, na ESA/IPCB.

O cágado-de-carapaça-estriada (*Emys orbicularis* L, 1758) é uma das duas espécies de cágados autóctones em Portugal, além do cágado-mediterrânico (*Mauremys leprosa* Schweigger, 1812) (IUCN, 2013). Tratando-se de uma espécie autóctone, a conservação da *E. orbicularis* é de enorme importância uma vez que as espécies nativas ocupam um importante papel ecológico, estimulam e defendem a biodiversidade, enriquecem o património histórico, cultural e social, normalmente apresentam grande resistência a doenças endémicas, um elevado poder de adaptação a condições ambientais adversas e também uma grande longevidade (Portugal, 2001).

A nível global, a *E. orbicularis* tem o estatuto de espécie de Baixo Risco (LR) ou Próximo De Ameaça (NT). Em Portugal, a *E. orbicularis* tem o estatuto de espécie EN (Em Perigo) e em Espanha, é considerada Vulnerável (VU), (ICN, 2006; IUCN, 2013).

O Monte Barata, local onde se monitorizou a espécie e que pertence atualmente à Quercus, está direcionado para a conservação da natureza, preservando a biodiversidade na região do Parque Natural do Tejo Internacional (PNTI) (Quercus e Brisa, 2012).

Este trabalho tem como principal objetivo avaliar a ecologia da espécie, ou seja, pretende estudar a distribui-

ção e abundância da *E. orbicularis* e as interações que determinam a sua distribuição para uma melhor conservação da mesma no Monte Barata.

1.1. *Emys orbicularis*

1.1.1. Caracterização e descrição da espécie

Segundo o IUCN (2013) a espécie pertence:

Domínio - *Eukarya*

Reino - *Animalia*

Filo - *Chordata*

Classe - *Reptilia*

Ordem - *Testudines*

Família - *Emydidae*

Género - *Emys*

Espécie - *Emys orbicularis*

Trata-se de uma espécie de água doce, que é caracterizada por apresentar, tanto no corpo como na carapaça, uma coloração em que poderá predominar o preto, cinzento ou o castanho, destacando-se ainda riscas e manchas amarelas. Em Portugal, longitudinalmente, a carapaça dos machos pode medir até 157mm e a das fêmeas 160mm. Em termos de peso, os machos e as fêmeas podem pesar 400g e 500g respetivamente (Araújo et al., 1997).

1.1.2. Ecologia

Nesta espécie, o dimorfismo sexual não é muito evidente, evidenciando-se apenas que os machos são mais pequenos do que as fêmeas, que o plastrão dos machos é ligeiramente côncavo, contrariamente ao das fêmeas que é plano ou convexo (Fig. 1). Sabe-se ainda que, o macho ostenta uma distância maior entre a cloaca e o início da cauda. No entanto, só é possível utilizar estes critérios de distinção em indivíduos adultos (Regalado e Arias, 1993).

Segundo o ICN (2006), a esperança média de vida da *E. orbicularis* é cerca de 40 a 60 anos.

A exposição ao Sol permite-lhe aumentar a temperatura do corpo para melhorar a atividade digestiva e reprodutiva, assim como, restringir o crescimento de algas e de fungos, infeções por bactérias e ectoparasitas (Araújo et al., 1997).

A *E. orbicularis* encontra-se ativa a partir dos 14°C (ICN, 2006), podendo hibernar nas zonas frias, apresentan-



Fig. 1 – Diferença entre uma fêmea (à esquerda) e um macho juvenil (à direita).

do períodos de estivação nas regiões mais quentes. Sabe-se que a sua temperatura ótima varia entre 20 a 24°C (Regalado e Arias, 1993).

Existe pouca informação sobre a alimentação da espécie. Todavia, é referida como uma espécie essencialmente carnívora, que se alimenta maioritariamente de invertebrados aquáticos e, menos frequentemente, de anfíbios (larvas e adultos) e pequenos peixes (ICN, 2006).

O período de acasalamento ocorre geralmente entre os meses de março e maio, tendo maior ocorrência no final da primavera (Regalado e Arias, 1993). A cópula dura cerca de 11 a 67 minutos e sucede sempre em água (Salvador e Pleguezuelos, 2002).

Normalmente, as fêmeas põem os ovos 20 a 71 dias após a cópula, dependendo das condições ambientais, escolhendo um local em que a terra seja um pouco húmida, para que possam escavar um buraco com cerca de 10cm de profundidade (Araújo et al., 1997; Salvador e Pleguezuelos, 2002).

Os nascimentos acontecem 82 a 98 dias após a postura (Salvador e Pleguezuelos, 2002).

Relativamente à maturação sexual da espécie, há a dizer que não existe consenso entre os autores. Podendo variar num mínimo e máximo de 6 a 15 anos para os machos e de 10 a 18 anos para as fêmeas (Araújo et al., 1997; ICN, 2006).

1.1.3. Distribuição e tendência populacional

Geograficamente a *E. orbicularis* ocorre desde o nível médio do mar até uma altitude de 980m. É frequente encontrá-la em simpatria com a espécie *Mauremys leprosa*

Schweigger, 1812 (Segurado e Araújo, 2008). As populações de *E. orbicularis* não costumam ultrapassar os 1500 indivíduos (ICN, 2006).

A *E. orbicularis* ocupa uma grande área de distribuição que inclui o norte de África, parte da Península Ibérica, Europa do sul e de leste (ICN, 2006). Na Europa central e do norte verifica-se uma grande regressão, com a ocorrência de populações isoladas (Segurado e Araújo, 2008).

Em Portugal, apresenta uma distribuição fragmentada, ocorrendo com mais frequência a sul do rio Tejo (Segurado e Araújo, 2008).

1.1.4. Ameaças e medidas de conservação

Face às ameaças, podemos restringi-las a três grandes pontos: alteração e destruição dos cursos de água e zonas palustres, capturas intencionais e introdução de espécies exóticas (Araújo et al., 1997; ICN, 2006).

Para este conjunto de ameaças, existem várias medidas de conservação, das quais destacamos as seguintes: moderar o pastoreio; proteger as margens das linhas de água; condicionar a extração de inertes; promover a consolidação das margens; regulamentar a atividade piscatória com redes; restringir o uso de agro-químicos; monitorizar as espécies exóticas (Araújo et al., 1997; ICN, 2006).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

A cerca de 5km para sul de Monforte da Beira (Concelho de Castelo Branco) encontramos o Monte Barata. Trata-se de uma propriedade com cerca de 409ha, adquirida em 1992, pela Quercus (Monteiro, 1999; Quercus, 2012).

O território está recentemente coberto por depósitos detríticos arcóscico-argilosos, a que se chamam “arcoses da Beira” (Leitão, 2010; Quercus, 2012).

O clima do monte varia entre sub-húmido a húmido, com escoamentos e precipitações reduzidas (Quercus e Brisa, 2012).

A área do Monte Barata está inserida dentro da bacia hidrográfica do Tejo, tendo como curso de água principal a ribeira do Marmelal, que desagua directamente no rio Tejo. Existem ainda, duas linhas de água, a ribeira de Castiça e o Vale Juncoso. Estas duas ribeiras nascem antes do Monte Barata, juntando-se depois dentro da propriedade, e por

fim, desaguam na margem esquerda da ribeira do Marmelal (Quercus, 2012; Quercus e Brisa, 2012).

A nível de flora, o Monte Barata detém uma grande área de vegetação mediterrânica (Quercus e Brisa, 2012a).

Relativamente à fauna registada na propriedade, sabe-se que existe uma grande diversidade com 319 espécies identificadas até ao momento (Quercus e Brisa, 2012a).

2.2. Análise fitossociológica

A fitossociologia ocupa-se das comunidades vegetais, das suas relações com o meio e dos processos temporais que as modificam (Capelo, 2003). Este tipo de estudo permite a análise da vegetação como habitat para os animais e fornece informação sobre a vegetação, o que pode ajudar a resolver problemas ecológicos (Kent e Coker, 1994).

Antes de se iniciar a análise fitossociológica, fez-se uma identificação prévia da flora que nos auxiliou na realização de 19 inventários no mês de maio, ao longo de um transecto de cerca de 2km.

As áreas inventariadas foram escolhidas com base num tipo fisionómico dominante e homogéneo de combinações florísticas e de características ecológicas (Kent e Coker, 1994): 1m²×2m² para herbáceas, 2m²×5m² para vegetação arbustiva e 5m²×5m² para árvores (Wikum e Shanholtzer, 1978). Para a descrição das fitocenoses encontradas utilizou-se uma ficha de campo onde se registou: o coeficiente de abundância-dominância (Q) baseado na escala de Braun-Blanquet (Kent e Coker, 1994), o estado fisiológico baseado nos autores Latorre e Cabezedo (2001), a escala de Weaver (Alonso et al., 1995) e a área observada.

Como última etapa desenvolveu-se, ainda, um quadro ordenado em que se reuniram os inventários e as espécies por ordem de registo, sendo que cada coluna diz respeito a um determinado inventário (Capelo, 2003).

2.3. Análises à água

Para determinar a qualidade da água foram feitas análises em quatro pontos distintos, ao longo das ribeiras do Marmelal, da Castiça e Vale Juncoso, tendo sido realizadas a 12 de abril de 2013, 6 de maio de 2013 e 27 de maio de 2013.

As recolhas de água seguiram a ISO/TS 13530 (2009):

- usaram-se quatro garrafas de 1,5L;
- as garrafas foram previamente lavadas com a água da ribeira e após isso foram mergulhadas na horizontal

com o gargalo posicionado na direcção da corrente;

- efetuada a recolha, as garrafas foram seladas com as respetivas tampas (anteriormente lavadas na ribeira) e identificadas para análise.

Nota: o laboratório onde foram realizadas as análises foi o LAAR - Laboratório de Águas e Águas Residuais, da ESA/IPCB.

Com base nos Anexos X e XI do Decreto-Lei n.º236/98 de 1 de Agosto, foram selecionados os parâmetros temperatura, pH, azoto amoniacal, nitratos e nitritos, azoto orgânico, azoto total, carência bioquímica de oxigénio, zinco total, cobre total e sólidos suspensos totais, para análise da água.

2.4 Censos

Efetuararam-se três censos. O primeiro e o segundo foram realizados no dia 8 de maio de 2013, um das 10h40 às 12h25 e o outro das 13h50 às 15h20. O terceiro censo foi feito dia 29 de maio de 2013, das 10h57 às 12h07.

Estes censos consistiram em contar o número de *E. orbicularis* avistados e capturados à mão, dentro e fora de água, num transecto de 2 km (Quercus, 2010). Foi ainda registada numa ficha de campo informação relativa ao habitat, condições atmosféricas, número de indivíduos marcados e não marcados, sexo dos indivíduos e local de captura.

Além dos censos feitos agora em 2013, também em 2011 a Quercus, em parceria com o CIBIO, realizaram censos, recorrendo a uma metodologia de captura dos indivíduos ativos com recurso a armadilhas montadas nas ribeiras do Monte Barata, seguindo-se uma recolha de dados biométricos e amostras de sangue para análise de ADN e marcação dos indivíduos através de uma incisão na carapaça (Quercus e Brisa, 2012).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise fitossociológica

Na identificação prévia da flora classificaram-se, 85 espécies diferentes (Bayer et al., 1986; Campos e Cunha, 2011; Silva et al., 2007; Sociedade Portuguesa de Botânica, 2013).

As espécies em estudo foram inventariadas no mês de maio, essencialmente por se tratar de um dos meses em que a *E. orbicularis* tem maior atividade. Deste modo ti-

vemos uma noção do tipo de vegetação característica do habitat da espécie no Monte (Regalado e Arias, 1993).

A escolha de três tipos fisionómicos dominantes e do número de inventários concretizados deve-se à existência de uma flora pouco diversificada ao longo das zonas estudadas.

Dos 19 inventários efetuados, foram observadas 36 espécies diferentes, as quais foram registadas num quadro ordenado, permitindo-nos contabilizar o número de fitocenoses inventariadas.

A pouca diferença entre o quantitativo da vegetação pré-registada e da flora inventariada leva-nos a colocar a hipótese de que a execução dos inventários poderá não ter sido a mais correta como por exemplo a escolha da área analisada, a dimensão ou a metodologia escolhida e forma como foi aplicada.

Apesar de se ter iniciado um estudo fitossociológico, este não foi concluído devido à intensa e prolongada dedicação que exige, contudo será possível concluir o estudo com base nos elementos recolhidos.

3.2. Análises à água

Analisaram-se os nitratos e nitritos e o cobre total, em vez dos nitritos e cobre solúvel. Para além, destes parâmetros, analisou-se o azoto orgânico e o azoto total, apesar de não constarem no Decreto-Lei n.º236/98, pois podem transformar-se em nitratos e nitritos (Apda, 2013) desencadeando o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas, indesejáveis para a *E. orbicularis* (Mendes e Oliveira, 2004).

Todos os parâmetros analisados obtiveram resultados que não influenciam negativamente a qualidade da água como se verifica pela tabela 1. A temperatura, pH, azoto amoniacal, carência bioquímica de oxigénio, zinco total e sólidos suspensos totais tem um VMA (Valor máximo admissível) /VMR (Valor máximo recomendado) definido no Decreto-Lei n.º236/98, logo são de leitura direta.

Os nitratos e nitritos analisados obtiveram uma média de valores abaixo do VMR definido para os nitritos que é de 0,03 mg/L, exceto na primeira análise em que a média dos valores ultrapassava ligeiramente o VMR definido. Como os nitritos são o produto da redução dos nitratos, consideramos que todos os valores estão de acordo com uma boa qualidade da água (Apda, 2013).

O azoto orgânico quando sofre mineralização transforma-se em azoto inorgânico (Sousa, 2001), que podemos

considerar como o conjunto dos nitratos, nitritos e azoto amoniacal. Como estes três parâmetros estão de acordo com uma boa qualidade, é seguro afirmar que o azoto orgânico também está.

O azoto total corresponde ao conjunto de todos os azotos, quer orgânicos como inorgânicos (Sousa, 2001). Como foi anteriormente referido, estes dois parâmetros têm valores admissíveis a uma boa qualidade da água e consequentemente o azoto total também tem.

O cobre total engloba o cobre solúvel (Sousa, 2001), que tem um VMR de 0,04 mg/L. Como a média dos valores do cobre total são inferiores a este VMR definido, depreendemos que o cobre total não influencia negativamente a qualidade da água.

Tab. 1 – Resultados das análises à água das ribeiras do Monte Barata.

| Parâmetros | Data da recolha | Média dos resultados (\bar{X}) = $\frac{\sum(\text{valores})}{4}$ | (Decreto-Lei n.º236/98, I de Agosto, Anexo X) |
|--|-----------------|--|---|
| Temperatura (°C) | 12/04/2013 | 21,5 | VMA (28) |
| | 06/05/2013 | 20,75 | |
| | 27/05/2013 | 22 | |
| pH (escala de Sorensen) | 12/04/2013 | 7,9 | VMA (6 – 9) |
| | 06/05/2013 | 7,85 | |
| | 27/05/2013 | 7,2 | |
| Azoto Amoniacal (mg NH ₄ /L) | 12/04/2013 | 1,17 | VMA (1) VMR (0,2) |
| | 06/05/2013 | 0,81 | |
| | 27/05/2013 | Vestígios | |
| Nitratos + Nitritos (mg NO ₃ /L) | 12/04/2013 | 1,02 | -- |
| | 06/05/2013 | Vestígios | |
| | 27/05/2013 | | |
| Azoto Orgânico (mg Norg/L) | 12/04/2013 | 1,31 | -- |
| | 06/05/2013 | 0,84 | |
| | 27/05/2013 | 1,03 | |
| Azoto Total (mg N/L) | 12/04/2013 | 3,5 | -- |
| | 06/05/2013 | 1,65 | |
| | 27/05/2013 | 1,03 | |
| Carência Bioquímica de Oxigénio (mg O ₂ /L) | 12/04/2013 | 4,95 | VMR (6) |
| | 06/05/2013 | 1,53 | |
| | 27/05/2013 | 1,4 | |
| Zinco Total (mg Zn/L) | 12/04/2013 | <0,005 | VMA (1,0) |
| | 06/05/2013 | 0,008 | |
| | 27/05/2013 | <0,005 | |
| Cobre Total (mg Cu/L) | 12/04/2013 | <0,01 | -- |
| | 06/05/2013 | | |
| | 27/05/2013 | | |
| Sólidos Suspensos Totais (mg/L) | 12/04/2013 | 2,25 | VMR (25) |
| | 06/05/2013 | 1,75 | |
| | 27/05/2013 | 1,75 | |

Realizaram-se apenas 3 recolhas, pelo fato de as ribeiras terem secado em alguns pontos de recolha e de, em algumas zonas, a água se encontrar em eutrofização.

3.3. Censos

No primeiro censo foi encontrado um macho marcado. No segundo, foram encontrados um macho juvenil não marcado e uma fêmea marcada e no terceiro, uma fêmea marcada. Como o juvenil não estava marcado, depreendemos que se poderia tratar de um novo indivíduo. No segundo censo, o macho juvenil e a fêmea foram encontrados a acasalar. Com exceção destes dois exemplares, os outros foram observados em locais distantes e isolados.

Os censos realizaram-se no mês de maio, pois as cópulas ocorrem normalmente entre os meses de março e maio (Araújo et al., 1997).

Ao longo do transecto, houve dificuldade na realização dos censos devido à abundante vegetação ao longo do leito das ribeiras como tamujo, embude, silva e cana.

Os censos efetuados em 2011 com recurso a armadilhas obtiveram um total de 8 indivíduos observados, sendo um método mais eficaz pelo facto de se poder fazer durante um período mais longo e de as armadilhas não alertarem os indivíduos para a presença de “intrusos”.

Comparando os censos realizados pela Quercus em 2010, 2011 e 2012 com os agora concretizados em 2013, seguindo a mesma metodologia, obteve-se o gráfico da figura 2. Os censos foram executados em diferentes meses. Em maio de 2010 observaram-se em dias distintos 2, 3 e 6 indivíduos. No mesmo mês em 2013 observaram-se apenas 1 e 3 indivíduos. Em abril de 2011 e 2012 registaram-se 6 indivíduos, sendo o maior número de *E. orbicularis* observados em conjunto com maio de 2010. Deste modo, depreendemos que no mês de abril se observou a espécie com mais frequência. É importante referir que nem sempre os censos foram feitos no mesmo período do dia, podendo ter sido influenciados pela atividade da *E. orbicularis*.

3.4. Dados meteorológicos/ bioclimáticos

Analisou-se a temperatura média do ar e a precipitação, referentes aos meses de março, abril e maio de 2013 para uma melhor caracterização do habitat da *E. orbicularis*.

Maió é o mês que apresenta uma maior temperatura média do ar, sendo que a espécie se encontra ativa a partir dos

14°C (ICN, 2006), o que coincide com as temperaturas médias do ar de abril e maio de 2013, como se verifica pela figura 3.

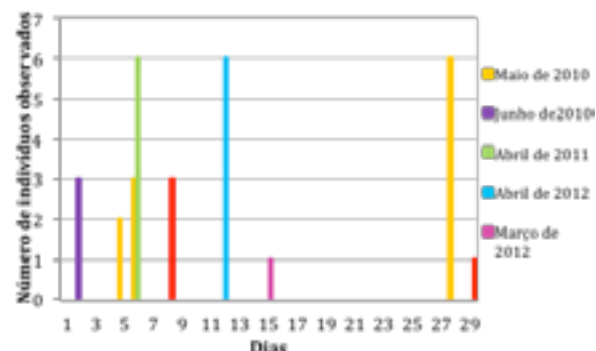


Fig. 2 – Censos da *E. orbicularis* entre 2010 e 2013 no Monte Barata.

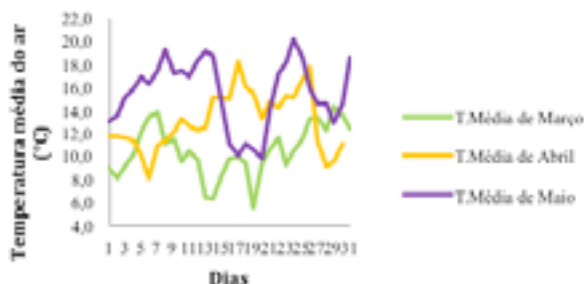


Fig. 3 – Temperatura média do ar em Castelo Branco, observada nos meses de março, abril e maio de 2013.

Como se pode observar pela figura 4, em abril e maio de 2013 a precipitação é menor ao longo dos dias comparativamente com o mês de março de 2013. No mês de maio de 2013 chega mesmo a haver dias sem precipitação.

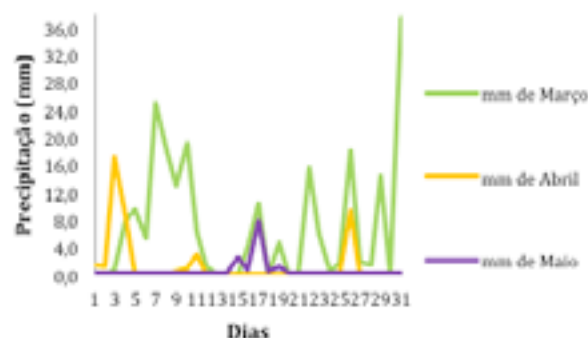


Fig. 4 – Precipitação em Castelo Branco, observada nos meses de março, abril e maio de 2013.

4. CONCLUSÕES

Foi possível concluir que o estudo fitossociológico a ser desenvolvido de futuro, deverá ter uma duração de 1 ano, pois a vegetação vai mudando ao longo do tempo.

Nas análises à água todos os parâmetros estão de acordo com uma boa qualidade da água.

Através da realização dos censos foi-nos possível concluir que a população de *E. orbicularis* no Monte Barata é pequena.

No que respeita à temperatura média do ar e à precipitação, obtiveram-se resultados inversamente proporcionais, o que levou a que a probabilidade de avistamento da espécie fosse maior e também a que a disponibilidade de água diminuísse, sendo prejudicial para a espécie que depende diretamente da mesma.

Tanto a análise fitossociológica, como as análises à água, os censos e a análise aos dados meteorológicos possibilitam-nos detetar possíveis alterações que ocorram no habitat da *E. orbicularis*.

De uma maneira geral, o Monte Barata apresenta boas condições para a existência e conservação da espécie, contudo existem possíveis ameaças como predadores (ex.: javalis), o reduzido caudal dos cursos de água nos períodos mais quentes ou a abundante vegetação nas margens que ocupa locais como bancos de areia onde a espécie possa fazer a termorregulação.

Para uma melhor conservação da *E. orbicularis* seria pertinente que se realizassem campanhas de sensibilização e educação ambiental, para que as pessoas saibam o que fazer relativamente às espécies exóticas, caso não as queiram como animais de estimação, bem como informar os donos dos montes vizinhos para a importância de limparem os terrenos por forma a prevenir incêndios. Seria também interessante que a Quercus desenvolvesse um projeto parecido com o do “Projecto LIFE” de modo a criar as condições necessárias para a reprodução da espécie em cativeiro e depois libertá-la em meio natural, aumentando assim o tamanho da população da *E. orbicularis* (Generalitat Valenciana, 2011).

Por último, a *E. orbicularis* é uma espécie bastante frágil, devido à tardia maturidade sexual das fêmeas, às baixas taxas de fecundidade e a uma mortalidade infantil elevada que origina uma taxa de crescimento populacional muito baixa e uma capacidade de recuperação de impactos negativos reduzida (ICN, 2006).

AGRADECIMENTOS

À Quercus A.N.C.N., em Castelo Branco pela oportunidade de concretização do estágio curricular.

Agradeço à Escola Superior Agrária de Castelo Branco, nomeadamente ao Laboratório de Águas e Águas Residuais

(LAAR), assim como ao Posto Meteorológico, pelas análises realizadas às amostras de água e disponibilização de dados meteorológicos, respectivamente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M., Maqua, M.P., Andray, A., Gonzalez, R.M., Castellano, G., Sanchez, V., Gonzalez-Fierro, M., Vega, P., Martin, M., Segovia, A., Bombin, R., Bombin, M.M., Gomez, M., Galan, F., Abril, A., Galceran, G., Alonso, S., Garcia, C., Pozo, E., Ridaura, A., Falero, E., Vilches, R., Caceres, A., Hernandez-Agero, C., Pastor, I., Gilsanz, J., Gonzalez, A., Baguer, J., Fernandez, A., Lombardero, I., Santos, M. A., Sanz, G., Lopez, I. e Enriquez, L. (1995). Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico: Contenido y Metodología. 2ª edición, Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio del Medio Ambiente. Madrid.
- Apda - Associação Portuguesa da Distribuição e da Drenagem das Águas. (2013). FT-QI-14 – NITRITOS. Acedido em 8 de agosto de 2013, em: <http://www.apda.pt/pt/pagina/15/pareceres/>.
- Araújo, P.R., Segurado, P. e Santos, N. (1997). Bases para a Conservação das Tartarugas de água doce-*Emys orbicularis* e *Mauremys leprosa*. Estudos de Biologia e Conservação da Natureza, 24. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa.
- Bayer, E., Buttler, K., Finkenzerler, X. e Grau, J. (1986). Guías de Naturaleza Blume: Plantas del Mediterráneo. Barcelona.
- Campos, M. e Cunha, A. (2001). Efeitos Tóxicos no Homem e em Animais Domésticos provocados por Plantas Espontâneas de Portugal. Associação Nacional das Farmácias. Lisboa.
- Capelo, J. (2003). Conceitos e Métodos da Fitossociologia: Formulação Contemporânea e Métodos Numéricos de Análise da Vegetação. Estação Florestal Nacional, Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais. Oeiras.
- Decreto-Lei nº236/98 de 1 de Agosto. Diário da República nº176/98 – I Série. Ministério do Ambiente. Lisboa.
- Generalitat Valenciana. (2011). Projecto LIFE + Trachemys: Estratégias e Técnicas Demonstrativas para a Erradicação de Cágados Invasores. Conselleria D'infraestructures Territori i Medi Ambient. Acedido em 20 de junho de 2013, em: http://www.cma.gva.es/aviso_mantenimiento.htm?nodo=72095&idioma=P.
- ICN- Instituto da Conservação da Natureza. (2006). *Emys orbicularis*: Cágado-de-carapaça-estriada. Plano Sectorial da Rede Natura 2000: fauna, anfíbios e répteis.
- ISO/TS 13530. (2009). Water quality – Guidance on analytical quality control for chemical and physicochemical water analysis. First edition.
- IUCN – International Union for Conservation of Nature. (2013). The IUCN Red List of Threatened Species: *Emys orbicularis*. Acedido em 21 de julho de 2013, em: <http://www.iucnredlist.org/details/7717/0>.
- Kent, M. e Coker, P. (1994). Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, England.
- Latorre, A.V. e Cabezudo, B. (2001). Use of Monocharacteristic Growth Forms and Phenological Phases to Describe and Differentiate Plant Communities in Mediterranean-Type Ecosystems. Departamento de Biología Vegetal-Facultad de Ciencias-Universidad de Málaga. Spain.
- Leitão, J. M. (2010). Monforte da Beira: Através dos Tempos. Lisboa.
- Mendes, B. e Oliveira, J.F. (2004). Qualidade da Água para Consumo Humano. Lidel. Lisboa.
- Monteiro, P. (1999). Guia de Percursos do Tejo Internacional. Quercus- Associação Nacional de Conservação da Natureza. Lisboa.
- Portugal, A.V. (2001). Sistemas de Producción de Alimentos de Origen Animal en el Futuro. Instituto de Zootecnia - Facultad de Vete-

- rinaria. España.
- Quercus. (2010). Metodologia Para o Estudo do Cágado-de-carapaça-estriada no Monte Barata.
- Quercus. (2012a). Resumo Técnico Monte Barata.
- Quercus – Associação Nacional de Conservação da Natureza. Monte Barata. Acedido em 22 de junho de 2013, em: <http://www.quercus.pt/estruturas-na-regiao/411-monte-barata>.
- Quercus e Brisa. (2012). Projecto Biodiversidade para o Tejo Internacional: Relatório Final das Actividades Desenvolvidas Durante o Projecto. Castelo Branco.
- Quercus e Brisa. (2012a). Património Natural do Monte Barata. Castelo Branco
- Regalado, P. e Arias, G. (1993). Anfíbios e Réptiles de Galicia. Edicións Xerais de Galicia. Madrid.
- Salvador, A. e Pleguezuelos, J. (2002). Reptiles Esnañoles: Identificación, história natural y distribución. 1ª edición, Canseco Editores.
- Segurado, P. e Araújo, P.R. (2008). *Emys orbicularis*. Pp. 130-131, in: Loureiro, A., Ferrand de Almeida, N., Carretero, M.A. e Paulo, O.S. (eds.), Atlas dos Anfíbios e Répteis de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade. Lisboa.
- Silva, J., Bingre, P., Aguiar, C., Espírito-Santo, D., Arsénio, P. e Monteiro-Henriques, T. (2007). Guia de Campo: as Árvores e os Arbustos de Portugal Continental. Público, Comunicação Social, SA e Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento. Lisboa.
- Sociedade Portuguesa de Botânica. (2013). Flora.on. Acedido em 2 de maio de 2013, em: <http://www.flora-on.pt/>.
- Sousa, E. (2001). Noções Sobre a Qualidade da Água. Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura. Lisboa.
- Wikum, D. e Shanholtzer, G. (1978). Application of the Braun-Blanquet Cover-Abundance Scale for Vegetation Analysis in Land Develop-



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

14



MESTRADO SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

MESTRADO GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS



Instituto Politécnico de Castelo Branco

MESTRADO INOVAÇÃO E QUALIDADE NA PRODUÇÃO ALIMENTAR

n.º 32 Ano 22, 2014 | Setembro



Aplicação dos sistemas de informação geográfica nos planos prévios de intervenção: auto-estradas A23 E A25 Geographic information systems application in preliminary intervention plans: motorway A23 and A25

RESUMO

Os planos prévios intervenção (PPI) são um instrumento à disposição dos agentes de protecção civil (PC) que visam o desencadeamento sistematizado das operações de socorro, permitindo uma melhor articulação e gestão dos meios, em vários cenários previamente estabelecidos.

O objectivo principal deste estudo consistiu no desenvolvimento de uma base de execução dos PPI numa plataforma de sistemas de informação geográfica (SIG), que através da aplicação de metodologias da área da teoria de Grafos, permita apoio à decisão dos agentes de PC. Foi utilizada a ferramenta de análise de redes do ArcGIS - ESRI, o Network Analyst.

Hugo Rocha
B. V. Famalicão
da Serra Guarda.
Portugal
hhnrocha@gmail.com

Maria Cristina
Canavarro Teixeira
Escola Superior Agrária.
Instituto Politécnico
de Castelo Branco.
Portugal
ccanavarro@ipcb.pt

Paulo Alexandre
Fernandez
Escola Superior Agrária.
Instituto Politécnico
de Castelo Branco.
Portugal
palex@ipcb.pt

As auto-estradas (AE) A23 e A25, nomeadamente na sua parte integrante no Distrito da Guarda, foram o objeto de estudo, tendo sido criada para o efeito uma base de dados geográfica dessa região, com todos os meios disponíveis para prestar socorro em caso de acidente, assim como a respetiva rede viária, imprescindível na resolução de problemas de análise de redes.

Foi possível concluir que toda a zona das auto-estradas A23 e A25 se encontra coberta até um máximo de trinta minutos de atendimento em caso de acidente, mas por outro lado verificou-se que existem locais do distrito da Guarda, em que este tempo é superior ao considerado admissível para prestação de socorro.

Palavras-chave: Análise de Redes, Auto-estrada A23 e A25, Plano Prévio de Intervenção, Proteção Civil, Sistemas de Informação Geográfica

Abstract

Preliminary intervention plans are a tool available to the civil protection agents that aim to systematic unleashing of rescue, allowing better articulation and management of resources in various scenarios previously established.

The main objective of this study was developing a preliminary intervention plan based in geographic information systems, this platform is based in Graph Theory and help civil protection agents on decision support. Network Analyst extension of ArcGIS was used.

This study focuses on motorways A23 and A25, particularly in Guarda district (Portugal), and so the specific database of this region was developed. This database includes information about the available means of transportation that can provide help in case of an accident, as well as all road networks in this region, without forgetting the available accesses to the motorway.

We can conclude that the whole area of the motorways A23 and A25 is covered up to a maximum of thirty minutes of emergency relief in case of accident. In conclusion, there are places in the district of Guarda, where this time is higher than considered acceptable for providing emergency relief.

It was possible to conclude that the whole area of the motorways A23 and A25 is covered up to a maximum of thirty minutes in case of an accident, but on the other hand it was found that there are places in the district of Guarda, in which this time is higher than considered acceptable for providing assistance.

Keywords: Civil Protection, Geographical Information

System, motorways A23 and A25, Network Analysis, Preliminary Intervention Plan.

1. INTRODUÇÃO

Os planos prévios de intervenção (PPI) são um instrumento à disposição dos agentes de protecção civil (PC), que visam o desencadeamento sistematizado das operações de socorro, permitindo uma melhor articulação e gestão dos meios em vários cenários previamente estabelecidos, partindo dos mais basilares até aos mais elaborados.

Os PPI estabelecem os princípios orientadores aplicados a qualquer incidente, sendo definidas previamente as missões, as tarefas e as responsabilidades que cada agente de protecção civil (APC) assume na resolução desse incidente.

Têm como principais objetivos a otimização da resposta, assim como a integração dos meios dos diversos agentes intervenientes na resposta ao incidente com vista à resolução, minimização dos prejuízos, às perdas de vida e ajuda ao restabelecimento da normalidade.

A motivação para a realização desta investigação, surgiu da possibilidade de utilizar o potencial prático dos sistemas de informação geográfica (SIG), na construção de uma plataforma com capacidade de elaborar um PPI em tempo útil.

Foi utilizado o software “ArcGIS 9.3” da ESRI, e a ferramenta de análise de redes do mesmo, com o objetivo de operacionalizar e minimizar os tempos de resposta aos incidentes. Esta ferramenta, o Network Analyst, também permitiu avaliar as áreas de abrangência de cada um dos meios de socorro considerados, assim como a identificação dos agentes melhor localizados para intervir em diferentes cenários.

O distrito da Guarda, devido à sua localização como porta de saída e entrada da Europa, é um local onde convergem variados eixos de comunicação nacionais e internacionais, tanto rodoviários como ferroviários.

Na fronteira de Vilar Formoso convergem a A25 e a Linha da Beira Alta, depois de terem recebido na cidade da Guarda todo o fluxo proveniente da A23 e da Linha da Beira Baixa. No distrito da Guarda, o trânsito de pessoas, bens e mercadorias que entram e saem de Portugal é muito elevado. Algumas das mercadorias que circulam nas rodovias e ferrovias do distrito são potencialmente perigosas, o que aumenta o grau de probabilidade de ocorrência de um acidente neste distrito com estas matérias.

O risco de ocorrência de acidentes rodoviários no distrito da Guarda é muito elevado, e os danos resultantes poderão ser graves. Este facto deve-se ao elevado fluxo de circulação nas vias rodoviárias como já foi referido,

assim como à conceção e/ou sinuosidade dos traçados (CDOS Guarda, 2007). Da análise do registo de ocorrências registadas pelo Comando Distrital de Operação e Socorro (CDOS) da Guarda, entre janeiro de 2007 e novembro de 2012 verificaram-se um total de 3387 ocorrências, das quais, 387 foram acidentes de viação na A23 e na A25. Este valor representa aproximadamente 65 acidentes por ano e 5 por mês. Destes acidentes resultaram 412 vítimas civis, entre feridos ligeiros, graves e mortos (CDOS Guarda, 2007, 2008, 2011 e 2012).

Este trabalho tem como objeto de estudo as autoestradas A23 e A25. A A25 atravessa o distrito da Guarda pelos municípios de Fornos de Algodres, Celorico da Beira, Guarda, Pinhel e Almeida e a A23 transpõe o distrito, apenas sobre o município da Guarda, em quase toda a sua extensão sul (S)/norte (N), confinante com o concelho de Belmonte.

Devido ao fluxo de trânsito que diariamente circula nestas duas vias é expectável a ocorrência de vários tipos de acidente, nomeadamente acidente simples, acidente Multi-Vítimas ou acidente envolvendo Viatura de Transporte de Matérias Perigosas, passíveis de provocarem elevados danos humanos, materiais e ambientais (Rocha, 2013).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Planos Prévios de Intervenção

Os PPI são um instrumento à disposição dos APC, possibilitando o desencadeamento sistematizado da resposta a operações de proteção e socorro, permitindo conhecer antecipadamente os cenários e os meios, garantindo-se assim uma melhor gestão integrada de recursos.

O PPI é de aplicação direta e por isso não desenvolve sistemas de direção e comando, sistemas de administração, logística e de gestão de informação ou comunicações. Estes decorrem da Diretiva Operacional Nacional (DON) n.º 01/2009, da Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) – Dispositivo Integrado de Operações de Proteção e Socorro.

Os PPI visam estabelecer os princípios funcionais e

orientadores aplicados a qualquer acidente, sendo definidas as missões, tarefas e responsabilidades dos APC, outros organismos e entidades intervenientes, identificando e definindo as suas regras de atuação, salvaguardando a necessária articulação e hierarquização, de acordo com a legislação aplicável e as DON emanadas pela ANPC.

Os PPI têm como principais objetivos conseguir a otimização da resposta e a integração dos meios dos diversos APC¹, que possam vir a intervir em cada cenário previsto, e orientar agente a agente, com base nas indicações dos planos de emergência (PE), a respetiva resposta operacional.

Este processo deve desenvolver-se com base num exercício evolutivo que começa no nível do APC base, podendo passar para um nível de comando superior, fruindo em conta e face a um eventual cenário, e tendo em vista minimizar os prejuízos, as perdas de vida e o restabelecimento da normalidade. Este processo propenderá sempre o objetivo de fazer prevalecer um sistema de comando e controlo eficaz e sempre com um único responsável máximo pelas operações.

Os PPI destinam-se prioritariamente a operacionalizar os planos de emergência de carácter geral (que prevêem o inventário e normas de mobilização dos diversos meios e recursos gerais disponíveis, no âmbito territorial e administrativo), incorporando os aspetos específicos de determinados perigos de acidentes, das vulnerabilidades das populações, das medidas de proteção e das entidades e meios em concreto a envolver, tendo em atenção a área territorial ou outra passível de ser afetada pela fonte de perigo para a qual o plano é elaborado.

A execução de um PPI é da responsabilidade de um agente coordenador da PC, independentemente da sua origem, relativamente ao espaço territorial onde esteja previsto um cenário de acidente.

Cada PPI compreende de forma esquemática a organização da intervenção, por parte de cada APC, para cada situação específica (acidentes rodoviários, incêndios urbanos e industriais, inundações, etc.), mediante a construção de uma Matriz de Intervenção Operacional Integrada² (MIOPI), e de Quadros de Dados de Apoio³ (QUADA) (ANPC, 2009).

¹ Unidades de resposta a incidentes de nível municipal (Corpos de Bombeiros, Guarda Nacional Republicana, Viatura Médica de Emergência e Reanimação, Hospitais, Reboques, Equipas de Intervenção em acidentes com TMP.)

² Visa permitir a um CDOS, APC ou outra entidade, caracterizar cenários e organizar resposta desencadeando uma ação direta e imediata, previamente estabelecida, para determinados acidentes que pela sua frequência e índice de gravidade, exijam mecanismos expeditos de reação.

³ Visam sistematizar informações sobre espaços/eventos ou outras situações consideradas especiais devido às suas características próprias e também previsíveis locais de destino/acolhimento de eventuais sinistradas e/ou desalojados, assim como outras infraestruturas de apoio logístico, numa fase primária das operações de socorro.

2.2. Protecção Civil

De acordo com a Lei de Bases da Protecção Civil, Lei n.º 27/2006, de 3 de julho, a protecção civil é a atividade desenvolvida pelo Estado, Regiões Autónomas e Autarquias Locais, pelos cidadãos e por todas as entidades públicas e privadas com a finalidade de prevenir riscos coletivos inerentes a situações de acidente grave ou catástrofe, de atenuar os seus efeitos e proteger e socorrer as pessoas e bens em perigo quando aquelas situações ocorram.

A atividade de protecção civil tem carácter permanente, multidisciplinar e plurissetorial, cabendo a todos os órgãos e departamentos da Administração Pública promover as condições indispensáveis à sua execução, de forma descentralizada, sem prejuízo do apoio mútuo entre organismos e entidades do mesmo nível ou proveniente de níveis superiores. Esta atividade exerce-se nos seguintes domínios: levantamento, previsão, avaliação e prevenção dos riscos coletivos; análise permanente das vulnerabilidades perante situações de risco; informação e formação das populações, visando a sua sensibilização em matéria de auto protecção e de colaboração com as autoridades; planeamento de soluções de emergência, visando a busca, o salvamento, a prestação de socorro e de assistência, bem como a evacuação, alojamento e abastecimento das populações; inventariação dos recursos e meios disponíveis e dos mais facilmente mobilizáveis, ao nível local, regional e nacional; estudo e divulgação de formas adequadas de protecção dos edifícios em geral, de monumentos e de outros bens culturais, de infraestruturas, do património arquivístico, de instalações de serviços essenciais, bem como do ambiente e dos recursos naturais e previsão e planeamento de ações atinentes à eventualidade de isolamento de áreas afetadas por riscos.

Os objetivos fundamentais da protecção civil regem-se pelos seguintes critérios: prevenir os riscos coletivos e a ocorrência de acidente grave ou de catástrofe, deles resultantes; atenuar os riscos coletivos e limitar os seus efeitos no caso das ocorrências descritas na alínea anterior; socorrer e assistir as pessoas e outros seres vivos em perigo; proteger bens e valores culturais, ambientais e de elevado interesse público; apoiar a reposição da normalidade da vida das pessoas em áreas afetadas por acidente grave ou catástrofe.

São membros integrantes da PC, de acordo com as suas atribuições próprias:

- Os corpos de bombeiros (CB),
- As forças de segurança;
- As Forças Armadas;

- A Autoridade Marítima e Aeronáutica;
- O INEM e demais serviços de saúde;
- Os sapadores florestais.

Têm dever de cooperação com a PC, a Cruz Vermelha Portuguesa à qual competem funções de protecção civil nos domínios da intervenção, apoio, socorro e assistência sanitária e social.

Compete especial dever de cooperação com os APC mencionados anteriormente as seguintes entidades:

- Associações humanitárias de bombeiros voluntários;
- Serviços de segurança;
- Instituto Nacional de Medicina Legal;
- Instituições de segurança social;
- Instituições com fins de socorro e de solidariedade;
- Organismos responsáveis pelas florestas, conservação da natureza, indústria e energia, transportes, comunicações, recursos hídricos e ambiente;
- Serviços de segurança e socorro privativos das empresas públicas e privadas, dos portos e aeroportos.

Todos os APC e instituições devem articular-se operacionalmente nos termos do Sistema Integrado de Operações de Socorro (SIOPS), sem prejuízo das suas estruturas próprias de direção, comando e chefia.

2.3. Sistemas de Informação Geográfica

Um sistema de informação geográfica é um sistema que combina em si, sistemas de *hardware*, *software*, informação espacial e procedimentos computacionais que permitem e facilitam a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenómenos que nele ocorrem. Hoje em dia, os SIG auxiliam de uma forma direta e indireta uma multiplicidade enorme de aplicações diárias nos mais diversificados âmbitos.

Segundo Ozemoy et al. (1981), os SIG são um conjunto de funções automatizadas, que fornecem aos profissionais, capacidades avançadas de armazenamento, acesso, manipulação e visualização de informação georreferenciada. Inserem e integram numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos e oferecem mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos. Segundo Cowen (1988), e em função do problema a resolver, um SIG é um sistema de apoio à decisão envolvendo integração de informação georre-

ferenciada num ambiente de resolução de problemas e, de acordo com Koshkariov (1989), é uma ferramenta com avançadas capacidades de modelação geográfica. Segundo Aronoff (1986) e, consoante o contexto da sua utilização, é um conjunto de procedimentos, manual ou automatizado, utilizados no sentido do armazenamento e manipulação de informação georreferenciada. Entre muitas outras, estas são algumas das definições de SIG que podemos encontrar, as quais representam uma multidiversidade de opiniões e aplicações.

Maguire (1992) defendeu que explicar a definição de um SIG não é algo tão fácil quanto parece, uma vez que são sistemas com características multidisciplinares que integram informação de várias naturezas, possibilitando uma grande diversidade de aplicações e também porque existem outros sistemas com características semelhantes como, por exemplo, as ferramentas de desenho assistido por computador. Mas é exatamente o elemento gráfico que diferencia os SIG dos outros sistemas de informação (Maguire e Dangermond, 1991). Os SIG tratam informação geográfica, e representam um conjunto organizado de *hardware*, *software*, informação geográfica e pessoal, vocacionado para, de forma eficiente e eficaz, recolher, guardar, atualizar, manipular, analisar e mostrar as várias formas de informação espacial referenciada.

2.4. Análise de redes e o Network Analyst

A análise de redes é, hoje em dia, cada vez mais utilizada, não apenas nos SIG, mas também numa abrangência geral e a outros níveis. Com uma economia cada vez mais competitiva para as empresas, e mais controlada para o cidadão em comum, torna-se cada vez mais importante a otimização de todas as ações, com vista a uma redução de custos. É aqui que a análise de redes, da área da investigação operacional, pode fazer toda a diferença (Bazaraa et al., 1997). Por exemplo, quanto menor for o caminho a percorrer, menor será o custo associado a essa deslocação, ou não, dependendo de outros custos que possam estar associados à realização desse caminho.

Para Wasserman e Faust (1994), a análise de redes é definida como uma rede social (do inglês *social network*) que consiste em um ou mais conjuntos finitos de eventos e todas as relações definidas entre eles.

Por exemplo, em Barrico (1998), pode ler-se que uma rede é um grafo cujos vértices e/ou arestas têm associados valores numéricos (custos, capacidades e/ou oferta e

procura). Estes vértices, quando utilizados em conceito de redes, são designados de nós (nodos) e as arestas que ligam esses nós, de arcos.

Assim, pode dizer-se que a análise de redes explora uniões entre objetos ou locais, com a finalidade de encontrar a união ideal entre eles, de forma a concretizar um ou mais objetivos, geralmente com o mínimo custo associado, seja ele tempo, ou outro.

Podemos afirmar, de forma sucinta, que a teoria dos Grafos é um ramo da matemática aplicada que, estuda as relações entre os objetos de um conjunto definido.

A teoria dos Grafos depressa adquiriu privilégios para lá das fronteiras da matemática, passando a constituir um método fundamental nos estudos de outras ciências e.g. Física, Química, Eletrotecnia, Informática, Economia, Geografia, Sociologia, Biologia, Linguística, etc., para as quais as propriedades acerca da estrutura e das componentes das redes (nós e arcos) são fundamentais à compreensão da dinâmica de sistemas, sejam eles reais ou abstratos, simples ou complexos (Sousa, 2010).

Segundo defende Sousa (2010), o que realmente importa são as ligações ou conexões entre os nós. É a topologia que sobrepõe, não a geografia.

Dependendo da aplicação, os grafos (redes) podem ser direcionados ou orientados, e nesse caso as arestas passam a ter um sentido representado por via de uma seta, e deixam de ser arestas para passar a chamar-se arcos. Se forem não-direcionados ou não-orientados as ligações entre os nós são representadas apenas por segmentos de reta, sem qualquer indicação de sentido, o que pressupõe a possibilidade de existência de fluxo em ambos os sentidos.

Em termos gerais, podemos definir que, toda a rede geométrica do ArcGIS, é constituída por pontos (vértices) e linhas (arestas). Esta extensão permite a realização de análises espaciais com base numa rede previamente construída. Com a extensão Network Analyst do ArcGIS é possível resolver os problemas mais comuns da teoria de Grafos, como por exemplo, encontrar o caminho mais curto entre dois ou mais pontos, criar áreas de serviço para um ou mais pontos e resolver problemas de transporte. É um *software*, que assume o princípio defendido por Edgar Dijkstra (1959), para resolver o problema de “encontrar a melhor rota”. O princípio defendido por este matemático, determina o trajeto mais curto entre um dado nó, considerado como a origem, e todos os outros que se desejem considerar numa rota. O algoritmo de Dijkstra é o algoritmo mais simples em termos de cálculo desenvolvido até hoje, e é utilizado pelo Network Analyst, sendo um al-

OpenStreetMap (Geofabrik, 2012). Numa primeira edição, foram selecionadas apenas as estradas referentes ao distrito da Guarda e concelhos limítrofes. Após esta seleção e sabendo-se de antemão que as viaturas de intervenção em acidentes com TMP estariam fora do distrito da Guarda, foi necessário efetuar uma extracção, através da ferramenta do ArcGIS “Select by Attributes” (Fig. 2).

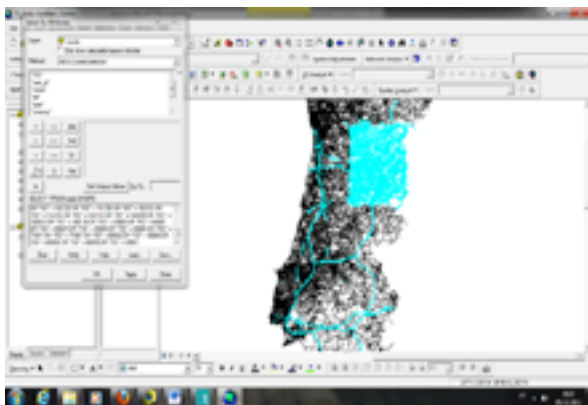


Fig. 2 - Seleção completa das vias da área de estudo

De seguida, foi efetuada uma verificação detalhada, com o objetivo de organizar e limpar os dados. A edição do sentido das vias foi realizada através do campo *oneway*, onde foi definido se o sentido era único, *From-To* (FT) ou *To-From* (TF), ou se seria permitido o trânsito nos dois sentidos (Fig. 3).

No fim da edição da *layer* “Estradas_EDIT” (Fig. 4), foram ainda adicionados os campos relativos ao tipo de via, à velocidade máxima a que se pode circular na mesma, e ainda ao nível de hierarquia, referente à prioridade com que o uso da mesma deverá ser feito pela ferramenta de análise de redes.

| ID | Shape | name | ref | Velo | Oneway | FT Meters |
|------|----------|------------------------|-----|------|--------|-----------|
| 556 | Polyline | EN 233 | EN | 90 | | 32,035698 |
| 2344 | Polyline | EN 232 | EN | 100 | | 30,067655 |
| 1603 | Polyline | EN230 | EN | 90 | | 27,115005 |
| 8565 | Polyline | Avenida Ciudad Rodrigo | AE | 120 | | 25,156227 |
| 1735 | Polyline | EM 600 | EM | 80 | | 23,402252 |
| 906 | Polyline | Estrada Nacional 332 | EN | 90 | | 22,473526 |
| 1923 | Polyline | Estrada Nacional 222 | EN | 90 | | 21,834490 |
| 5415 | Polyline | EN230 | EN | 90 | | 20,308676 |
| 1863 | Polyline | IP2 | IP | 100 | | 19,519095 |
| 54 | Polyline | EM 874 | EM | 80 | | 18,641644 |
| 5524 | Polyline | EN200 | EN | 90 | | 18,56044 |
| 9507 | Polyline | Autoestrada do Norte | A.1 | 120 | FT | 16,407396 |
| 785 | Polyline | Autoestrada do Norte | A.1 | 120 | FT | 16,403666 |
| 404 | Polyline | EN 346 | EN | 90 | | 17,7665 |
| 5607 | Polyline | EN17 | EN | 90 | | 17,067211 |
| 219 | Polyline | Estrada Nacional 332 | EN | 90 | | 16,769087 |
| 2427 | Polyline | IP2 | IP | 100 | | 16,627635 |
| 577 | Polyline | nc26 | EN | 90 | | 16,545407 |
| 962 | Polyline | A6 | A6 | 120 | FT | 16,442293 |
| 958 | Polyline | A6 | A6 | 120 | FT | 16,427576 |
| 1756 | Polyline | EN 229 - 1 | EN | 90 | | 16,369126 |
| 667 | Polyline | Estrada Nacional 324 | EN | 90 | | 14,7474 |
| 1134 | Polyline | A25 - N6 IP2 - Guarda | A25 | 120 | FT | 14,609338 |
| 5563 | Polyline | Estrada Nacional 336 | EN | 90 | | 14,576011 |
| 929 | Polyline | A25 - Pinho - Pinhal | A25 | 120 | FT | 14,535066 |
| 2014 | Polyline | Autoestrada do Norte | A.1 | 120 | FT | 14,499810 |
| 767 | Polyline | Autoestrada do Norte | A.1 | 120 | FT | 14,491221 |
| 2345 | Polyline | EN 346 | EN | 90 | | 14,371331 |

Fig. 3 - Definição do sentido da via: campo Oneway

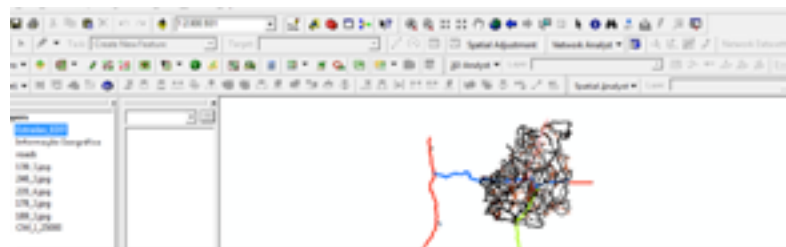


Fig. 4 - Tema final da *layer* das estradas - 6648 linhas (polylines) analisadas e editadas

Estes valores podem ser consultados na tabela 1. Este campo é de uso facultativo no Network Analyst, mas atendendo ao âmbito de estudo deste trabalho, julgamos ser uma mais-valia a sua utilização.

Tabela 1 - Campos adicionados à tabela de atributos da *layer* Estradas

| Tipo de Via - Ref | Designação | Velocidade Máxima | Hierarquia |
|-------------------|--------------------------------------|-------------------|------------|
| AE | Autoestrada | 120 | 1 |
| Acesso | Acesso | 80 | 2 |
| IP/IC | Itinerário Principal ou Complementar | 100 | 3 |
| EN | Estrada Nacional | 90 | 4 |
| EM | Estrada Municipal | 80 | 5 |
| Local | Estrada Local | 50 | 6 |
| CR | Caminho Rural | 50 | 7 |

Consoante o comprimento de cada segmento de via (*polyline*), representado pelo valor do campo “Length” integrante da *layer* “Estradas” de Portugal, assim será o maior ou menor tempo que esse segmento demorará a percorrer. Dependendo do sentido do segmento de via, os valores tempo poderão variar. No caso de uma via com

uma grande inclinação, o tempo de circulação será mais demorado no sentido ascendente. Quer os atributos tempo, quer os atributos comprimento, são imprescindíveis na construção da rede viária, uma vez que na resolução dos problemas da determinação do caminho mais curto, pode interessar o tempo, ou a distância, não tendo necessariamente a mesma solução.

Após a conclusão dos temas base descritos, procedeu-se à construção do Network Dataset, isto é, de uma rede virtual, imprescindível para a utilização da ferramenta de análise Network Analyst.

3. Resultados

Relativamente à determinação das áreas de abrangência com critérios de distância, foi possível verificar que existem zonas do distrito da Guarda que se encontram fora da zona de atuação dos corpos de bombeiros. Os três níveis de abrangência, respetivamente de 5, 15 e 30 km, permitiram estabelecer as zonas cobertas pela atuação dos bombeiros. Através da análise da figura 5, podemos verificar que a maior parte das áreas de estudo, no caso da A23 e da A25, estão localizadas a distâncias superiores a 5 Km dos CB. Existem alguns casos em que a distância é superior a 15 Km, o que no caso de acidente poderá causar um aumento do tempo para prestação de socorro. Podemos ainda verificar que há zonas do distrito da Guarda, que não estão cobertas por este critério de abrangência, uma vez que se encontram a mais de 30 Km de distância.

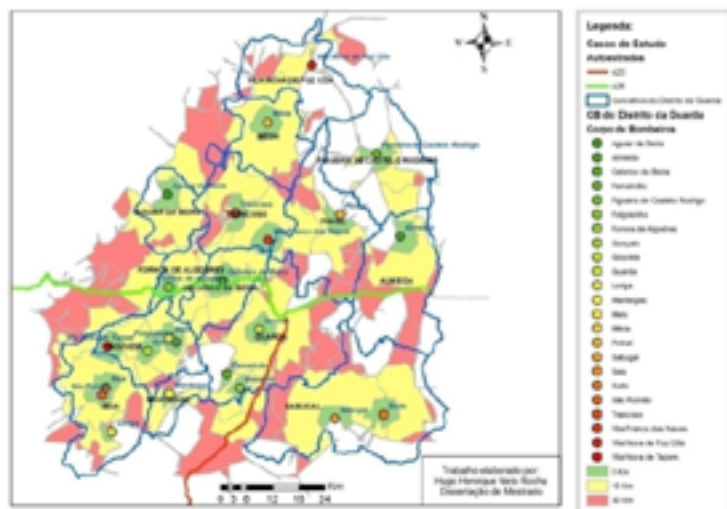


Fig. 5 - Análise das áreas de abrangência através do fator Distância

Para efetuar a análise dos tempos de resposta, isto é, para verificar que área do distrito da Guarda se encontra fora da zona de atuação dos CB, utilizando um critério temporal, previamente estabelecido, e tendo em conta que uma viatura a sair do quartel demora entre 0 a 2 minutos, foi realizada uma análise semelhante à anterior considerando três níveis de cobertura, mas neste caso em minutos. O resultado é apresentado na figura 6.

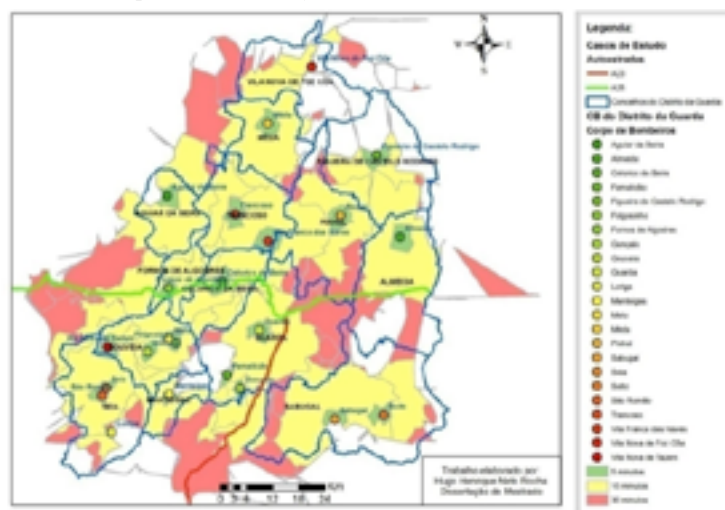


Fig. 6 - Análise das áreas de Abrangência através do fator Tempo

Esta análise, permitiu aferir as zonas que se encontram a 5, 15 e 30 minutos de distância desde o quartel dos bombeiros até ao local do acidente, e as zonas que se encontram a mais de meia hora de distância, zonas essas consideradas desprotegidas. De acordo com a figura 6, podemos aferir que, os casos de estudo A23 e A25 estão na sua maior parte a mais de 5 minutos dos CB, existindo apenas uma pequena área junto a Celorico da Beira que está a menos 5 minutos. Na grande parte das zonas em estudo, a prestação de socorro irá demorar entre 5 a 15 minutos a chegar ao local.

4. Considerações finais

Partindo da criação de uma plataforma base, assente na extensão Network Analyst do software ArcGIS 9.3, com as estradas do distrito da Guarda e a inclusão de todos os seus APC, foi possível efetuar uma análise das zonas de abrangência destes APC, seguindo critérios pré-definidos ao nível de distância e tempo, afim de perceber se todas as zonas se encontravam abrangidas pelos APC. Esta análise, pode ser estendida a qualquer distrito do país.

A plataforma construída através da inclusão dos vinte e três CB que fazem parte do distrito, com a integração dos agentes intervenientes em acidentes com TMP, da GNR-DT, de hospitais, das VMER – INEM e de reboques também do distrito e de distritos adjacentes, consegue potenciar o tempo de resposta de cada APC, não só ao nível do tempo de reação, mas também na escolha do melhor caminho para chegar ao acidente.

O distrito da Guarda, ao nível das corporações de bombeiros e de outros meios está adequadamente servido, embora não possua nenhum APC com o material necessário para intervir em acidentes com TMP. Contudo, no caso de várias ocorrências em simultâneo, poderão ocorrer alguns constrangimentos ao nível da gestão de meios.

Uma plataforma integrada com todos os meios operacionais, possível de utilizar em tempo real, permitiria uma gestão cuidada e precisa dos mesmos, e permitiria uma resposta mais eficaz a uma ou mais ocorrências dentro de um curto espaço de tempo.

Neste estudo verifica-se que, embora exista um grande distanciamento entre alguns APC, toda a zona da A23 e A25 se encontra coberta dentro dos critérios temporais estabelecidos, por parte de cada APC. No entanto, existem alguns locais do distrito da Guarda que estão a mais de trinta minutos de distância dos corpos de bombeiros, o que pode colocar em causa a prestação de socorro na zona de actuação deste APC.

A plataforma do género da que foi construída neste trabalho, pode substituir os atuais PPI, pois permite uma maior flexibilidade por parte de um agente coordenador no que respeita à mobilização de meios. A possibilidade de recorrer a uma análise expedita com critérios de tempo e de distância, que no caso de um acidente serão fundamentais para o socorro às vítimas e para o restabelecimento da normalidade, torna este tipo de plataformas muito aliciante para um APC.

Como propostas para o futuro, consideramos importante desenvolver este tipo de plataforma num *software open source* e realizar a sua expansão a nível nacional, o que permitiria conhecer de forma simples e rápida todos os APC que poderiam atuar em caso de acidente.

5. Bibliografia

- ANPC (2009). CADERNOS TÉCNICOS PROCIV 11 - Guia para a Elaboração de Planos Prévios de Intervenção - Conceito e Organização. Autoridade Nacional de Protecção Civil, Ministério da Administração Interna.
- Antunes, M. J. (2008). Plano de Voo apoiado em Sistemas de Informação Geográfica, Dissertação (Mestrado). Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Aronoff, A. (1986). Geographic information systems: a management perspective.
- Barrico, C. M. (1998). Uma Adorçagem ao problema do caminho mais curto Multiobjectivo - Aplicação ao Problema de Encaminhamento em Redes Integradas de Comunicações, Dissertação (Mestrado). Coimbra: Departamento de Engenharia Eletrotécnica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Bazaraa, M.S., Jarvis J. J., Serali H. D. (1997). Linear Programming and Network flows, John Wiley & Sons, Inc.
- CDOS Guarda (2007). Plano Distrital de Emergência do Distrito da Guarda. Guarda: Comando Distrital de Operações de Socorro da Guarda, Autoridade Nacional de Protecção Civil, Ministério da Administração Interna.
- CDOS Guarda (2008). Estudo Tático Operacional de Protecção e Socorro. Guarda: Comando Distrital de Operações de Socorro da Guarda, Autoridade Nacional de Protecção Civil, Ministério da Administração Interna.
- CDOS Guarda (2011). Estudo Tático Operacional de Protecção e Socorro. Guarda: Comando Distrital de Operações de Socorro da Guarda, Autoridade Nacional de Protecção Civil, Ministério da Administração Interna.
- CDOS Guarda (2012). Sistema de Gestão de Operações de Socorro - SADO. Guarda: Autoridade Nacional de Protecção Civil, Ministério da Administração Interna.
- Cowen, D. (1988). GIS Versus CAD Versus DBMS: What Are the Differences?
- Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connection with graphs. [S.l.]: Numerische Mathematik 1, 83–89 p.
- ESRI (2010). Network Analyst Tutorial. ESRI.
- ESRI (2011). ArcGIS Network Analyst - Online. Obtido em 20 de Outubro de 2012, de Esriportugal: <http://www.esriportugal.pt/index.php/solucoes/sig-profissional/arcgis-desktop-extensoes/analise/network-analyst/>
- Geofabrik (2012). Download OpenStreetMap Extracts. Obtido em 25 de outubro de 2012, de <http://download.geofabrik.de/opens-treetmap/>
- Koshkariov, A. T. (1989). The Current State and the Main Trends in the Development of Geographical Information
- Maguire, D. J. (1992). An Overview and Definition Of Gis. Longman. London. Inglaterra. Obtido em 5 de Novembro de 2012, de <http://lidedc.es.uns.edu.ar/~nbb/ccm/downloads/Literatura/OVERVIEW%20AND%20DEFINITION%20OF%20GIS.pdf>
- Maguire, D. J., Dangermond, J. (1991). The functionality og GIS. Longman. London. Obtido em 6 de Novembro de 2012, de http://www.wiley.com/legacy/wileychi/gis/Volume1/BB1v1_ch21.pdf
- Ozemoj, V.M., Smith, D.R., and Sicherman, A. (1981) Evaluating Computerized Geographic Information Systems Using Decision Analysis. Interfaces, 11, 92-98.
- Rocha, H. (2013). Aplicação SIG nos planos prévios de intervenção: objecto de estudo – A23 e A25. Dissertação (Mestrado). Castelo Branco: Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária. <http://hdl.handle.net/10400.11/1896>
- Sousa, P. A. (2010). Efeito estruturante das Redes de Transporte no Território - Modelo de Análise. Tese (Doutoramento). Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Systems in the USSR. Rússia: International Journal of Geographical Information Systems.
- Wasserman, S., Faust, K. (1994). Social Network Analysis: Methods and Applications. Inglaterra: Cambridge University Press.



Avaliação de parâmetros fotosintéticos em microplantas de Castanheiro durante a fase de aclimatização

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo comparativo em microplantas de castanheiro com dois sistemas de expressão e desenvolvimento radicular, *in vitro* e *ex vitro*, e com duas intensidades luminosas (150 e 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) durante a aclimatização, e a sua influência no desenvolvimento das microplantas durante esta fase, através da quantificação de parâmetros fotossintéticos. A concentração de clorofilas, após os tratamentos de aclimatização, dependeu quer do tipo de sistema radicular que as plantas possuíam no início da aclimatização, quer do regime luminoso a que as plantas estiveram submetidas.

As plantas com enraizamento *in vitro* e aclimatizadas sob menor irradiância foram as que apresentaram valores superiores para a clorofila total (7,74 mg g⁻¹ps), mas com o valor mais baixo na razão entre clorofila a/b (2,7).

José Carlos
Gonçalves
Escola Superior Agrária.
Instituto Politécnico
de Castelo Branco.
CERNAS - Centro
de Estudos Recursos
Naturais, Ambiente e
Sociedade
Portugal.
jcgoncalves@ipcb.pt

Maria Teresa Coelho
Escola Superior Agrária.
Instituto Politécnico
de Castelo Branco.
CERNAS - Centro de
Estudos de Recursos
Naturais, Ambiente e
Sociedade
Portugal.
mteresacoelho@ipcb.pt

Graça Diogo
Escola Superior Agrária.
Instituto Politécnico
de Castelo Branco.
Portugal.
gdiogo@ipcb.pt

Quando comparamos os valores registados para os parâmetros fotossintéticos das plantas dos diferentes tratamentos, verificamos que as taxas de fotossíntese aparente vão gradualmente aumentando à medida que as novas folhas se vão desenvolvendo ($0,75 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ nas folhas persistentes e $3,43 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na folha 3 das plantas aclimatizadas a $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). O mesmo acontece na capacidade fotossintética ($3,93 \mu\text{mol O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ nas folhas persistentes e $7,87 \mu\text{mol O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na folha 3 das plantas aclimatizadas a $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Estes valores foram tendencialmente superiores nas plantas com enraizamento *ex vitro* e aclimatizadas a maior irradiância, pelo que a um melhor sistema radicular e uma maior disponibilidade luminosa correspondeu um acréscimo na competência fotossintética, o que resultou num melhor desenvolvimento morfofisiológico das plantas.

Palavras-chave: aclimatização, castanheiro, fotossíntese, irradiância, rizogénese.

Abstract

The aim of this study was to conduct a comparative study in chestnut microplants with two systems of expression and root development, *in vitro* and *ex vitro*, and with two light intensities (150 and $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) during acclimatization, and its influence on the development of microplants during this phase, through the quantification of photosynthetic parameters. The chlorophyll concentration after acclimatization treatments depended on both type of root system that the plants had at the beginning of acclimatization, whether the light intensity to which the plants were subjected. Plants with roots *in vitro* and acclimatized under lower irradiance showed the higher values for total chlorophyll ($7.74 \text{ mg g}^{-1}\text{ps}$), but with the lowest value of the ratio of chlorophyll a/b (2.7). When the values recorded for the photosynthetic parameters of plants of different treatments were compared, we found that the rates of apparent photosynthesis gradually increasing as the new leaves are developed ($0.75 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ in persistent leaves and $3.43 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ on leaf 3 on plants acclimatized to $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). The same happens in photosynthetic capacity ($3.93 \mu\text{mol O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ in persistent leaves and $7.87 \mu\text{mol O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ on leaf 3 of plants acclimatized to $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). These values were higher in plants with *ex vitro* rooting and acclimatization to higher irradiance, so a better root system availability and a higher light availability, corresponding to an increase in the pho-

tosynthetic ability, resulting in a better morphophysiological plant development.

Keywords: acclimatization, chestnut, light intensity, photosynthesis, rooting.

1. INTRODUÇÃO

O processo de multiplicação *in vitro* desenvolve-se num microambiente caracterizado por elevada humidade relativa, baixa intensidade de fluxo fotónico, trocas gasosas limitadas e com disponibilidade de açúcar e nutrientes que garantem um crescimento heterotrófico. Como consequência destes fatores, o material vegetal que aí se desenvolve apresenta, comparativamente às plantas obtidas por semente, alterações ao nível morfológico, anatómico e fisiológico que condicionam fortemente a sua capacidade de adaptação às futuras condições naturais de crescimento.

Para que o processo de adaptação às condições naturais permita obter uma elevada taxa de sobrevivência das microplantas regeneradas *in vitro*, torna-se necessário um período de transição, conhecido por aclimatização, durante o qual se devem desenvolver adaptações anatómicas e fisiológicas às condições de cultura em autotrofia, sendo este processo muito dependente das espécies (Grout, 1988).

A funcionalidade do sistema radicular adventício é, assim, uma condição essencial para a sobrevivência da planta durante a fase de aclimatização, como também para o crescimento e desenvolvimento da planta no seu local definitivo (Mohammed e Vidaver, 1991; Van Telgen et al., 1992; Díaz-Pérez et al., 1995). Se o balanço hídrico da planta depende em muito da funcionalidade estomática, não é menos verdade que esse balanço pode ser condicionado pela capacidade de absorção do sistema radicular. Esta capacidade de absorção é controlada pela área de exposição radicular, pelas propriedades hidráulicas que se estabelecem entre raiz e substrato, pelo potencial de água do solo, bem como por outros fatores, tais como, salinidade, baixas temperaturas e fraco arejamento do substrato (Kramer, 1983). As raízes formadas em condições *in vitro* têm sido consideradas, para algumas espécies, como funcionalmente deficientes, quer pela sua hipertrofia quer pela ausência de pelos radiculares (Debergh e Maene, 1981; Ziv, 1986; McClelland et al., 1990), bem como por apresentarem deficientes conexões vasculares com o caule, o que resulta numa restrição na capacidade de translocação de água entre a raiz e o caule (Grout e Aston, 1977a). Também a elevada mortalidade destas raízes durante as primeiras

horas ou dias de aclimatização foi referida como sendo uma desvantagem destes sistemas radiculares (Debergh e Read, 1991).

Em oposição a estes sistemas radiculares *in vitro* estão os sistemas radiculares adventícios cujos processos de expressão e desenvolvimento ocorrem em condições *ex vitro*, isto é, em condições de autotrofia. Estes sistemas, para além da vantagem de possibilitarem a formação de raízes em contacto direto com um substrato natural, permitem também à microplanta saírem das condições heterotróficas para as condições autotróficas, com as evidentes vantagens que esse facto deverá trazer à planta quando for colocada em condições de aclimatização.

A intensidade da luz durante a aclimatização é outro fator que pode condicionar o êxito da fase de aclimatização. Sabe-se que a intensidade luminosa tem efeitos significativos na diferenciação foliar e pode influenciar certas características, tais como a espessura da folha, a diferenciação do mesófilo, o desenvolvimento vascular, a divisão celular e a diferenciação estomática (Lichtenthaler, 1981). Como consequência destes efeitos, e por um efeito direto, também a atividade fotossintética é condicionada pela luz (Donnelly e Vidaver, 1984; Lee et al., 1985; Matysiak e Nowak, 1994). Acréscimos na intensidade de luz durante a aclimatização têm sido referenciados como vantajosos para o acelerar do processo de adaptação (Lee et al., 1985; Kozai et al., 1990; Reuther, 1991; Dubé e Vidaver, 1992) desde que não se verifiquem condições de fotoinibição (Dubé e Vidaver, 1992).

O objetivo deste trabalho foi o estudo comparativo de dois sistemas de expressão e desenvolvimento radicular, *in vitro* e *ex vitro*, e sua influência no desenvolvimento das microplantas durante a aclimatização, bem como o estudo da influência de duas intensidades luminosas a que as microplantas foram sujeitas durante a aclimatização. A avaliação destes fatores foi feita através do estudo de parâmetros fotossintéticos dos quais a quantificação de clorofilas, taxa de fotossíntese aparente, taxa de transpiração e a condutância estomática e capacidade fotossintética.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a fase de aclimatização das microplantas foram utilizados estufins com um volume interno de 450 litros e equipados com dispositivos de controlo de luz e humidade (ARALAB™, mod. 500 E). Os estufins estavam colocados numa sala climatizada a 25°C. No interior dos estufins,

como consequência da dissipação de calor pela energia luminosa, a temperatura oscilou em 25 ± 2 °C. A iluminação foi fornecida por lâmpadas fluorescentes Osram® Lumilux White Cool e Sylvania® Gro-lux colocadas no topo do estufim, com intensidade de acordo com os tratamentos definidos. O fotoperíodo utilizado foi de 16 h luz e 8 h noite.

A humidade relativa (HR), controlada por uma sonda higrométrica com controlo digital, era produzida por um sistema vaporizador de ultrassons (sistema de nevoeiro), que produz gotículas de água, cujas dimensões permitem a criação de ambientes com humidade elevada, sem que haja significativa condensação. Os valores de HR foram sendo gradualmente reduzidos desde os 98% e 95% no dia 0 de instalação, respetivamente para as microplantas provenientes do enraizamento *in vitro* e *ex vitro*, até aos 50%, 24 dias após o início da aclimatização, mantendo-se esta humidade até ao final do período de aclimatização que foi de 4 semanas.

As microplantas usadas nos ensaios de aclimatização foram selecionadas por forma a constituírem lotes homogêneos e apresentando sinais aparentes de crescimento, quer da parte aérea quer da parte radicular. No caso das microplantas provenientes do enraizamento *in vitro*, após a remoção da planta do meio de cultura, foi feita a lavagem do sistema radicular em água corrente por forma a retirar o mais possível os restos de agar antes de serem colocadas em vasos. No caso das plantas com enraizamento *ex vitro*, estas foram retiradas das caixas e colocadas diretamente nos vasos.

As microplantas foram colocadas, individualmente, em vasos de plástico com 200 cm³ de capacidade (Ø 9 x 8 cm). O substrato foi uma mistura de turfa:perlite, 1:2, v:v. Após o envasamento cada planta foi regada com uma solução nutritiva sendo de imediato colocada no estufim de aclimatização.

Para uma mais fácil e rápida visualização apresenta-se na figura 1 um esquema ilustrativo dos ensaios realizados e respetivos momentos de avaliação. Na figura 2 apresenta-se um aspeto geral das microplantas na fase inicial e final de aclimatização.

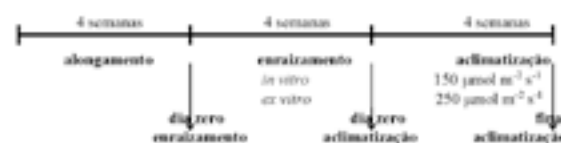


Fig. 1. Esquema dos ensaios de enraizamento e aclimatização e respetivos momentos de avaliação.

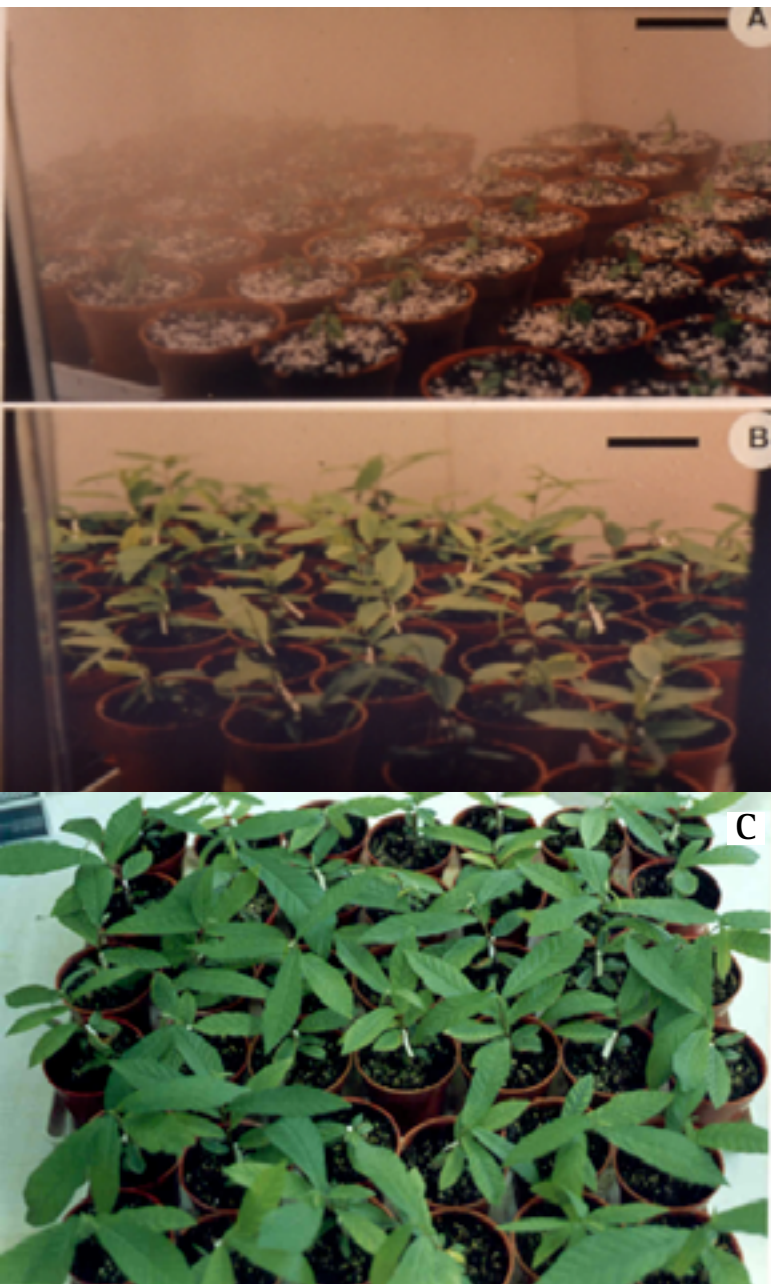


Fig. 2. Aspetto geral das microplantas na fase inicial e final de aclimatização. (A) Início da aclimatização no estufim de aclimatização. (B e C) Fim de aclimatização, dentro e fora do estufim.

2.1 Quantificação de clorofilas

A primeira quantificação das concentrações de clorofilas foi feita nas folhas de plantas no final da fase de enraizamento a que correspondeu o dia zero de aclimatização (fD0) (Fig. 1). A segunda avaliação teve lugar 4

semanas após o dia zero, isto é, no final da fase de aclimatização a que foram sujeitas as plantas provenientes do enraizamento *in vitro* e *ex vitro* e submetidas a dois níveis de irradiância, 150 e $250 \pm 10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Fig. 1 e 2). Foram quantificadas as concentrações de clorofilas nas folhas persistentes (fP), folha um (f1), folha dois (f2) e folha três (f3). Foram também determinadas as concentrações de clorofilas em folhas de plantas micropropagadas a crescer em vaso sob condições de campo (fC).

A extração foi feita em acetona a 80% de acordo com o método de Arnon (1949) a partir do material vegetal fresco. As absorvências dos extratos foram lidas no espectrofotómetro (Shimadzu, UV-2100) para os comprimentos de onda de máxima absorvência das Cla e Clb em acetona a 80% (663 e 645 nm respetivamente) e aplicaram-se as fórmulas de cálculo (Mackinney, 1941).

Cada determinação foi feita a partir do extrato de dois discos de tecido foliar com $\varnothing 7 \text{ mm}$ ($0,77 \text{ cm}^2$ de área), recolhidos em plantas distintas e casualizadas tendo sido usadas 8 amostras ($n=8$) para cada tipo de folha; as experiências foram repetidas duas vezes para cada tratamento.

Os resultados foram expressos em mg de clorofila por unidade de peso seco foliar ($\text{mg g}^{-1}\text{ps}$). Nestas determinações foi utilizado um valor médio de peso seco por disco para cada um dos tipos de folhas referenciadas. Esse valor foi determinado como a média de 20 amostras ($n=20$), repetido por 3 vezes.

2.2 Parâmetros fotossintéticos

A taxa de fotossíntese aparente (A), a taxa de transpiração (E) e a condutância estomática (G) foram medidas nas folhas persistentes (fP), folha um (f1), folha dois (f2) e folha três (f3) de plantas com enraizamento *ex vitro* e submetidas aos dois níveis de irradiância, 150 e $250 \pm 10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e nas folhas dois (f2) e folhas três (f3) de plantas com enraizamento *in vitro*, igualmente submetidas aos dois níveis de irradiância durante a aclimatização (Fig. 1). Estes parâmetros foram também quantificados em folhas de campo (fC).

O equipamento utilizado foi um porómetro portátil com sistema de aquisição de dados integrado (CO_2 Gas Analyzer, Model CI-301 - CID, Inc., USA), acoplado a uma cuvete circular com $2,5 \text{ cm}^2$ de área, a funcionar em sistema aberto. A taxa de fluxo de ar foi de $0,5 \text{ litros min}^{-1}$ e os registos feitos em modo manual. A taxa de fotossíntese líquida, ou aparente, é determinada através da taxa de CO_2 fixado por unidade de área foliar e por unidade de tempo ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a taxa de transpiração é dada pelo fluxo de vapor de água

por unidade de área foliar e por unidade de tempo ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a condutância estomática é dada pelo inverso da resistência estomática, conhecendo a transpiração e temperatura da superfície da folha e expressa em $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Por cada folha efetuaram-se 5 leituras consecutivas, sendo o valor considerado, a média dessas cinco leituras. Para a folha dois (f2) e folha três (f3) foram utilizadas 15 plantas ($n=15$), para as folhas persistentes (fp) e folhas de plantas de campo (fc) foram utilizadas 10 plantas ($n=10$) e a experiência foi repetida 2 vezes.

2.3 Curvas de resposta à luz e capacidade fotossintética

A taxa fotossintética máxima (A_{max}) foi medida pela taxa de libertação de O_2 em condições de CO_2 saturante. A densidade do fluxo fotónico fotossinteticamente ativo (PPFD) foi saturante para o caso da determinação de A_{max} ($1120 \mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Para a sua determinação utilizou-se um sistema constituído por um eléctrodo de oxigénio na fase gasosa (Hansatech Ins. Ltd, Modelo LD2, Norfolk, UK) e uma caixa de controlo do eléctrodo (Hansatech Ins. Ltd, Modelo CB1-D, Norfolk, UK). A luz foi emitida por uma lâmpada Björkman (Hansatech Ins. Ltd, LS2), com sistema de filtros neutros que, por associação entre si, permitem fornecer a PPFD pretendida.

As taxas foram determinadas no mesmo tipo de folhas das utilizadas para a determinação da taxa de fotossíntese aparente, à temperatura constante de 25°C . A concentração de CO_2 foi de aproximadamente 5%, fornecido pela libertação de CO_2 a partir de uma solução tampão saturada de NaHCO_3 .

Para a determinação das curvas de resposta à luz, a CO_2 saturante, após um período inicial de escuro, a densidade de fluxo fotónico (PPFD) variou progressivamente para 8, 18, 28, 70, 140, 370, 700 e $1120 \mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$, durante o qual as taxas de libertação de O_2 por área foliar e por unidade de tempo ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foram calculadas pela seguinte expressão:

$$A = k \frac{(l_f - l_i) \cdot A \cdot \Delta t}{(C_i - C_f) \cdot A \cdot \Delta t}$$

$$k = 15.62 \times (100 - C_i) \times \frac{273}{273 + T}$$

[l_f e l_i são as leituras finais e iniciais dos valores da unidade LD2, de medida (m) ou de calibração (c) respetivamente; Δt é o intervalo de tempo entre l_i e

l_f (min); s é a área foliar usada (cm^2); CO_2 é a concentração de CO_2 na câmara (%), e T é a temperatura do ar na câmara ($^\circ\text{C}$). A constante 15.62 é o fator de conversão de unidades em que é expressa A]

Para cada determinação foram utilizados 7 discos foliares de $\varnothing 7 \text{ mm}$ ($2,695 \text{ cm}^2$ de área) destacados da mesma folha a partir de plantas casualizadas, exceto das folhas persistentes que, devido à sua reduzida área se tornou necessário utilizar duas a três folhas da mesma planta. Para cada tipo de folha foram feitas três determinações ($n=3$) e a experiência foi repetida duas vezes.

3 RESULTADOS

3.1 Clorofilas

As concentrações em pigmentos clorofilinos, clorofila a (Cl_a), clorofila b (Cl_b) e clorofila total (Cl_{total}) foram determinadas de acordo com o descrito em material e métodos.

Os resultados dessas determinações são apresentados na tabela 1, onde se avalia a influência dos dois fatores, sistema de enraizamento e irradiância, e nas figuras 3 a 7 onde se avalia, para cada um dos tratamentos de enraizamento, a influência da irradiância de aclimatização em cada um dos tipos de folhas comparativamente com os valores das folhas no dia zero (fD0) de aclimatização

Verificaram-se, para todos os parâmetros em análise (Cl_a , Cl_b , Cl_{total} e razão Cl_a/Cl_b) efeitos significativos, quer do tipo de sistema radicular que as plantas possuam no início da aclimatização quer da irradiância a que as plantas estiveram sujeitas durante a aclimatização, bem como uma interação significativa entre estes dois fatores (Tab. 1).

Tab. 1. Influência do tipo de desenvolvimento radicular e da intensidade da luz na concentração de Cl_a , Cl_b , Cl_{total} e razão Cl_a/Cl_b no final da fase de aclimatização em plantas de castanheiro micro-propagadas.

| Rizogénese | Luz ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) | Cl_a ($\text{mg g}^{-1}\text{ps}$) | Cl_b ($\text{mg g}^{-1}\text{ps}$) | Cl_{total} ($\text{mg g}^{-1}\text{ps}$) | Razão Cl_a/Cl_b |
|-----------------|---|--|--|---|------------------------------------|
| <i>In vitro</i> | 150 | 7,74 a | 3,50 a | 11,24 a | 2,70 b |
| | 250 | 4,71 c | 1,30 c | 6,01 c | 3,80 a |
| <i>Ex vitro</i> | 150 | 4,50 c | 1,43 c | 5,94 c | 3,50 a |
| | 250 | 6,14 b | 1,96 b | 8,10 b | 3,40 a |

As plantas com enraizamento *in vitro* e aclimatizadas a $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ foram as que apresentaram concentrações de Cl_a e Cl_b mais elevadas, no entanto, apresentaram uma

razão entre Cl_a/Cl_b significativamente inferior às plantas dos restantes tratamentos; nas plantas com enraizamento *ex vitro*, contrariamente ao que se registou nas plantas com enraizamento *in vitro*, foram as plantas submetidas a maior irradiância ($250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) as que apresentaram concentrações de clorofilas mais elevadas (Tab. 1).

Na tabela 2 estão indicadas as concentrações de Cl_a , Cl_b , Cl_{total} e razão Cl_a/Cl_b para as folhas de campo de plantas micropropagadas com um ano de idade, onde é possível observar uma razão Cl_a/Cl_b dentro dos valores apresentados pelas plantas no final da aclimatização, apresentando, no entanto, valores superiores de Cl_a , Cl_b , e Cl_{total} .

Tab. 2. Concentração de Cl_a , Cl_b , Cl_{total} e razão Cl_a/Cl_b em folhas de campo de plantas micropropagadas com 1 ano de idade. Os valores são médias \pm ep de 8 repetições.

| Clorofila a (mg g ⁻¹ ps) | Clorofila b (mg g ⁻¹ ps) | Clorofila total (mg g ⁻¹ ps) | Razão Cl_a / Cl_b |
|--|--|--|------------------------|
| 9,59 \pm 1,06 | 3,10 \pm 0,46 | 12,69 \pm 1,30 | 3,14 \pm 0,45 |

A análise da influência da irradiância a que as microplantas estiveram sujeitas durante a fase de aclimatização, para cada um dos tipos de enraizamento, permite avaliar mais em detalhe a variação das concentrações de clorofilas em cada um dos tipos de folhas, bem como a comparação dessas concentrações com o valor da folha do dia zero (fD0) de aclimatização.

Nas plantas com enraizamento *in vitro* registaram-se diferenças significativas na concentração de Cl_a , em função do tratamento (níveis de irradiância) e do tipo de folha analisado (Fig. 3). O valor médio mais elevado foi registado nas folhas persistentes e folha um, com $9 \pm 0,5$ e $9,2 \pm 0,5$ mg g⁻¹ps respetivamente, diferindo de forma significativa das restantes. Quando comparamos a concentração de Cl_a nas folhas do dia zero, verificamos que esta difere significativamente das folhas persistentes das plantas aclimatizadas a 150 e 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Fig. 3A).

Nas plantas com enraizamento *ex vitro* são as folhas das plantas que estiveram sujeitas à maior irradiância durante a aclimatização que apresentam as concentrações de Cl_a mais elevadas, contrariamente ao que havia sido registado com as plantas aclimatizadas a 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Fig. 3B). O valor mais elevado foi registado nas folhas persistentes das plantas aclimatizadas a 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, com $7,1 \pm 0,4$ mg g⁻¹ps, e o valor mais baixo registado na folha dois das plantas aclimatizadas sob a irradiância de 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, com $3,4 \pm 0,2$ mg g⁻¹ps. Quando comparamos a concentração de Cl_a nas folhas do dia zero verificamos que esta difere significativamente das folhas persistentes (Fig. 3B).

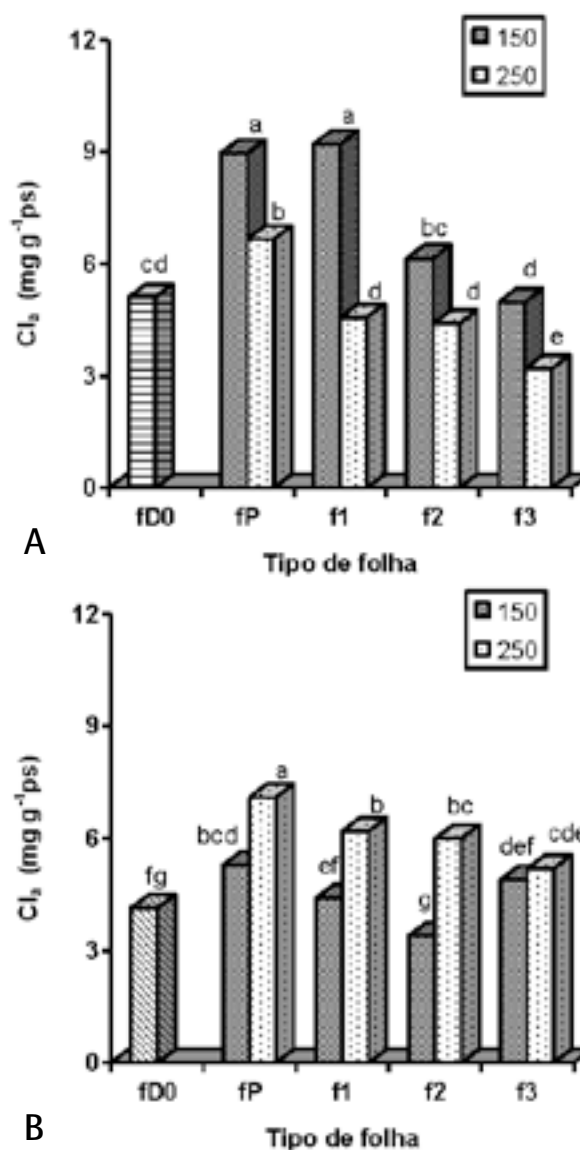


Fig. 3. Efeito da intensidade de luz ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) durante a fase de aclimatização de plantas de castanheiro micropropagadas, nas concentrações de clorofila a (Cl_a) para cada um dos tipos de folha analisada e folha do dia zero (fD0). (A) Plantas com sistema radicular desenvolvido *in vitro*. (B) Plantas com sistema radicular desenvolvido *ex vitro*.

As concentrações de Cl_b apresentaram um padrão de variação em tudo semelhante ao registado para as concentrações de Cl_a . Assim, nas plantas com enraizamento *in vitro* registaram-se valores mais elevados nas folhas das plantas aclimatizadas a 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ comparativamente às aclimatizadas a 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, com os valores mais elevados a serem registados também nas folhas persistentes e folha um, sem diferença significativa entre si (Fig. 4A). A concentração na folha do dia zero não mostrou diferença significativa para

a concentração das folhas persistentes das plantas aclimatizadas a 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Já as folhas persistentes das plantas aclimatizadas a 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ apresentaram um acréscimo significativo no teor de Cl_b . Nas plantas com enraizamento *ex vitro* foram as folhas das plantas sujeitas à maior irradiância durante a aclimatização as que apresentaram valores de Cl_b mais elevados, com valores máximos a serem registados para as folhas persistentes, folha um e folha dois, sem diferença significativa entre si (Fig. 4B).

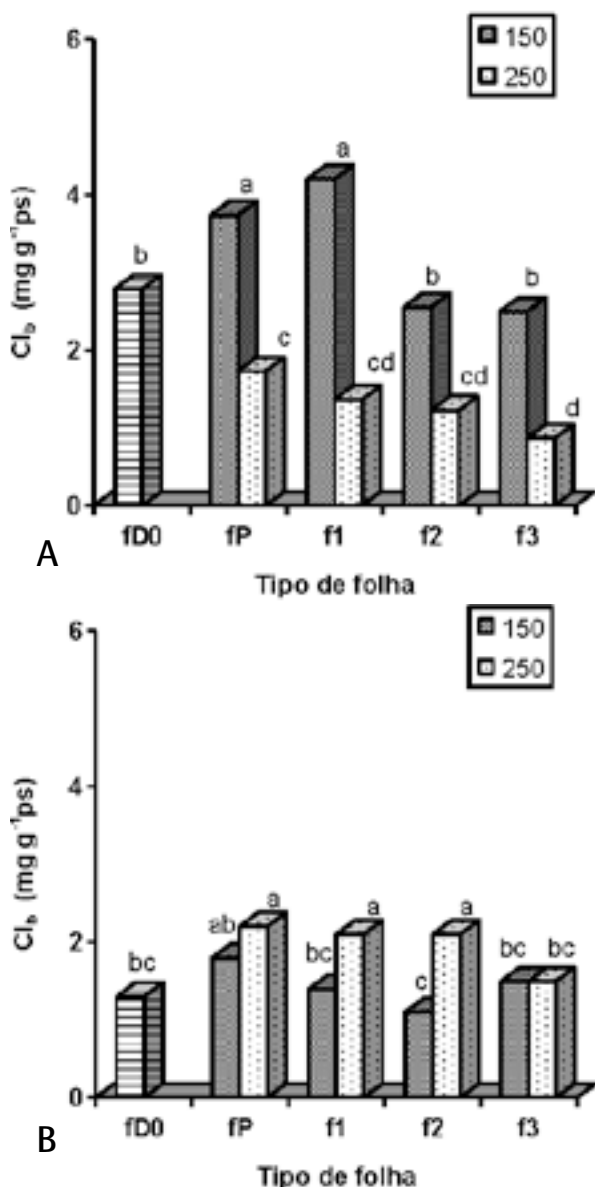


Fig. 4. Efeito da intensidade de luz durante ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) durante a fase de aclimatização de plantas de castanheiro micropropagadas na concentração de clorofila b (Cl_b) para cada um dos tipos de folhas analisadas e folha do dia zero (fD0). (A) Plantas com sistema radicular desenvolvido *in vitro*. (B) Plantas com sistema radicular desenvolvido *ex vitro*.

As folhas persistentes das plantas aclimatizadas a 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ mostraram um acréscimo significativo no teor de Cl_b comparativamente com as folhas do dia zero, o mesmo já não acontecendo com as folhas persistentes das plantas aclimatizadas a 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Fig. 4B).

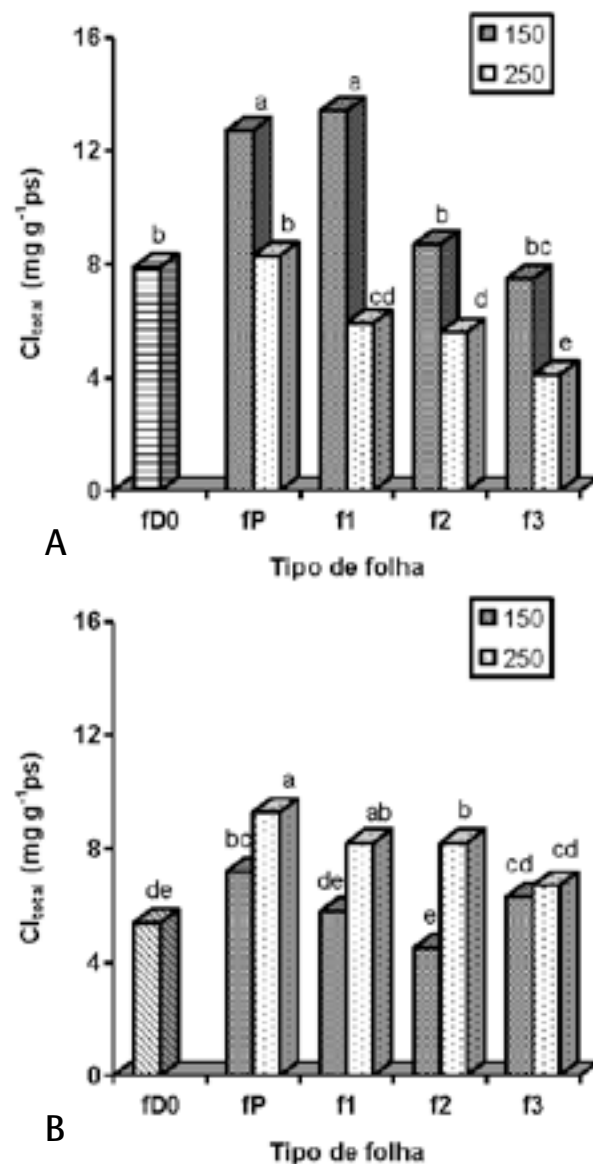


Fig. 5. Efeito da intensidade de luz durante a fase de aclimatização na concentração de clorofila total (Cl_{total}) para cada um dos tipos de folhas analisadas e folha do dia zero (fD0). (A) Plantas com sistema radicular desenvolvido *in vitro*. (B) Plantas com sistema radicular desenvolvido *ex vitro*.

A concentração de clorofila total reflete, consequentemente, o padrão de variação conjunto das concentrações de Cl_a e Cl_b em função do tratamento (níveis de intensidade luminosa) e do tipo de folha analisado. Em relação ao tipo de folha, o valor médio mais elevado foi registado nas fo-

lhas persistentes e folha um das plantas com enraizamento *in vitro* e aclimatizadas a $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, com $12,7 \pm 0,5$ e $13,4 \pm 0,9 \text{ mg g}^{-1} \text{ps}$ respectivamente, diferindo de forma significativa das restantes (Fig. 5A). Nas plantas com enraizamento *ex vitro*, os valores mais elevados foram registados nas folhas persistentes, folha um e folha dois das plantas aclimatizadas a $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, com $9,3 \pm 0,3$, $8,2 \pm 0,8$ e $8,2 \pm 0,4 \text{ mg g}^{-1} \text{ps}$ respectivamente (Fig. 5B).

Na razão Cl_a/Cl_b das plantas com enraizamento *in vitro* em função dos níveis de intensidade luminosa, registaram-se valores mais elevados nas folhas que estiveram sujeitas a maior irradiância durante a aclimatização, com valores entre $3,6 \pm 0,2$ e $3,9 \pm 0,1$ (Fig. 6A).

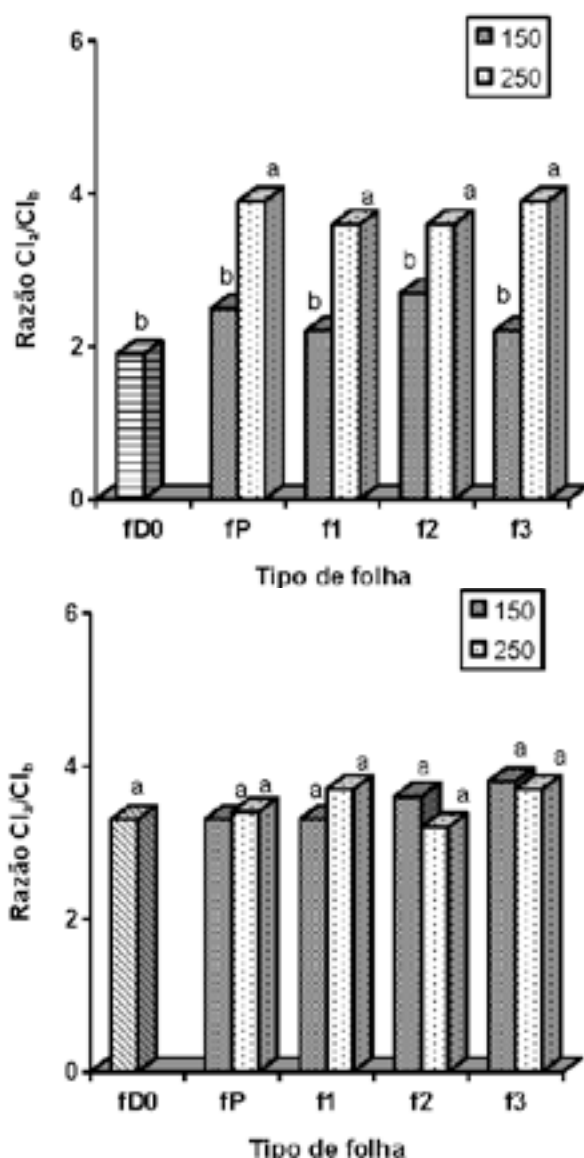


Fig. 6. Efeito da intensidade de luz durante a fase de aclimatização na razão entre concentrações de clorofila a e b (Cl_a/Cl_b) para cada um dos tipos de folha analisada e folha do dia zero (fD0). (A) Plantas com sistema radicular desenvolvido *in vitro*. (B) Plantas com sistema radicular desenvolvido *ex vitro*.

Nas plantas com enraizamento *ex vitro* os valores da razão entre Cl_a/Cl_b não mostraram qualquer diferença significativa em função do tipo de folha analisada, tendo os valores oscilado entre os $3,2 \pm 0,2$ para a folha dois das plantas que foram aclimatizadas a $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e os $3,8 \pm 0,4$ para a folha três das plantas que foram aclimatizadas a $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Verifica-se também que as folhas do dia zero apresentavam já uma razão em tudo idêntica à das folhas no final da fase de aclimatização (Fig. 6B).

3.2 Taxa de fotossíntese aparente, transpiração e condutância estomática

Na tabela 3 estão indicados os resultados obtidos na taxa de fotossíntese aparente, transpiração e condutância estomática, para as microplantas de cada um dos tipos de tratamentos no final da fase de aclimatização, utilizando apenas os resultados quantificados na folha dois (f2) e folha três (f3) uma vez que estes tipos de folhas foram comuns a todos os grupos de plantas.

Tab. 3. Influência do tipo de sistema radicular e densidade de fluxo fotônico de cada um dos tratamentos de aclimatização na taxa de fotossíntese aparente (A), taxa de transpiração (E) e condutância estomática (G), em plantas de castanheiro micropropagadas, quantificados na folha dois e três dos respetivos tratamentos, no final da fase de aclimatização.

| Rizogénese | Luz ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) | A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$) | E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) | G ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) |
|-----------------|---|--|---|---|
| <i>In vitro</i> | 150 | 3,49 ab | 2,09 b | 80,47 b |
| | 250 | 3,81 a | 3,08 a | 106,93 a |
| <i>Ex vitro</i> | 150 | 3,23 b | 1,82 bc | 78,13 b |
| | 250 | 3,25 b | 1,72 c | 79,35 b |

Para qualquer dos referidos parâmetros, verificou-se que as diferenças significativas que se registaram se ficaram a dever, exclusivamente, ao fator rizogénese, isto é, o tipo de sistema radicular que as plantas possuíam no início do processo de aclimatização, não tendo o nível de irradiância influenciado os referidos parâmetros. O valor da taxa de fotossíntese aparente mais elevado foi registado nas plantas com raízes *in vitro* e aclimatizadas a $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, com $3,81 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$, sem diferença significativa para as plantas aclimatizadas a $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, mas significativamente diferente das plantas com raízes *ex vitro* (Tab. 3). Aquele grupo de plantas apresentou, também, os valores mais elevados para a taxa de transpiração (E), com $3,08 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e condutância estomática (G), com $106,9 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

De referir ainda que, para a taxa de transpiração e condutância estomática, se registaram interações significativas entre o tipo de tratamento de rizogénese e o regime de luz a que as plantas estiveram sujeitas durante a fase de aclimatização, dando assim a indicação de que estes parâmetros variam consoante a combinação destes fatores entre si (Tab. 3).

A análise do comportamento dos diferentes tipos de folhas quantificadas neste estudo, feita nas microplantas com enraizamento *ex vitro*, torna possível avaliar o contributo parcial de cada um desses tipos de folhas comparativamente com as folhas de plantas de campo (fC) (Fig. 7). Assim, são patentes as baixas taxas de fotossíntese aparente que as folhas persistentes apresentam, independentemente do tratamento luminoso a que as plantas estiveram sujeitas durante a aclimatização, com valores de $1 \pm 0,09$ e $0,75 \pm 0,09 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ respetivamente para as plantas aclimatizadas a $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e a $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Fig.7A). É também visível o gradual acréscimo de taxa de fotossíntese na sequência de diferenciação foliar, entre folha um, dois e três, quer no caso das plantas aclimatizadas a $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, quer nas plantas aclimatizadas a $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Fig. 7A). De referir que na folha três das plantas do tratamento com maior irradiância se verificou um valor de taxa de fotossíntese aparente ligeiramente superior, sem diferença significativa, relativamente ao apresentado pela folha três do grupo de plantas aclimatizadas a $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. A taxa de fotossíntese aparente para as folhas de campo foi de $4,5 \pm 0,2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. As taxas de transpiração apresentaram comportamento semelhante em todos os tipos de folhas analisados, com valores ligeiramente superiores nas folhas um e folha dois das plantas sujeitas a uma irradiância de $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, com as folhas três das plantas aclimatizadas a $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ a apresentarem um valor mais elevado em relação à folha três das plantas aclimatizadas a $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Fig. 7B). Também neste parâmetro o valor mais elevado foi registado nas folhas das plantas de campo, com $2,5 \pm 0,3 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

A condutância estomática apresenta também um padrão de flutuação bastante restrito (entre $70 \pm 4,7 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para a folha um das plantas aclimatizadas a $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $92 \pm 14,7 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para as folhas persistentes do mesmo tratamento), com um padrão de variação entre folhas das plantas dos dois tratamentos em tudo idêntico ao verificado com o das taxas de transpiração (Fig. 7C).

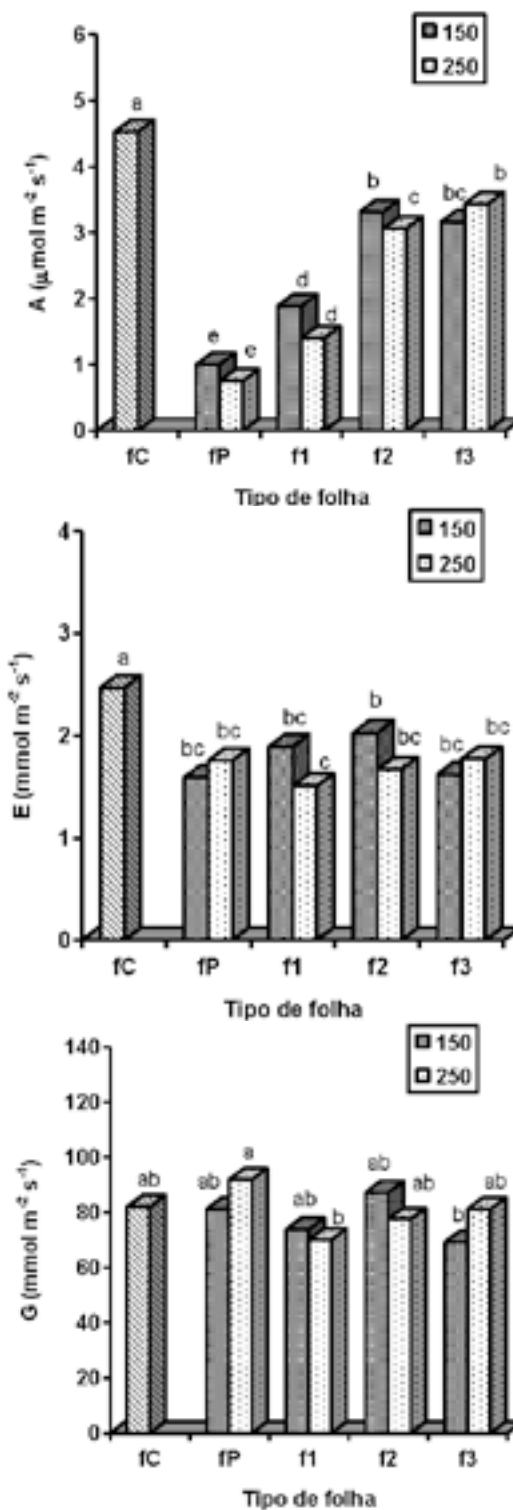


Fig. 7. Efeito da intensidade de luz ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) durante a fase de aclimatização na taxa de fotossíntese aparente A (A), taxa de transpiração E (B) e condutância estomática G (C) em plantas de castanheiro micropropagadas com enraizamento *ex vitro*, medidas em folhas persistentes (fP), folha um (f1), folha dois (f2), folha três (f3) e folhas de campo de plantas micropropagadas (fC).

3.4 Curvas de resposta à luz e capacidade fotossintética

As curvas de resposta da taxa de fotossíntese em função da densidade de fluxo fotónico (PPFD), medidas a CO_2 saturante, apresentadas nas figuras 8 a 12, mostram uma adaptação gradual do aparelho fotossintético das plantas micropropagadas às condições *in vivo*, à medida que se vai assistindo ao desenvolvimento de novas folhas durante o processo de aclimatização.

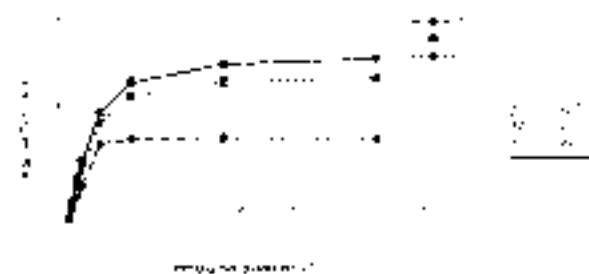


Fig. 8. Curvas de resposta à irradiância da taxa de libertação de O_2 , medida a 25°C e CO_2 saturante, em discos foliares dos diferentes tipos de folhas analisadas (f1, f2 e f3), de plantas de castanheiro com enraizamento *in vitro* e aclimatizadas a $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, após 4 semanas de aclimatização. Os valores representam médias \pm erro padrão de três repetições.

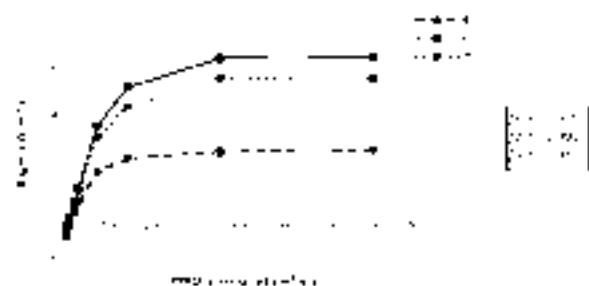


Fig. 9. Curvas de resposta à irradiância da taxa de libertação de O_2 , medida a 25°C e CO_2 saturante, em discos foliares dos diferentes tipos de folhas analisadas (f1, f2 e f3), de plantas de castanheiro com enraizamento *in vitro* e aclimatizadas a $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, após 4 semanas de aclimatização. Os valores representam médias \pm erro padrão de três repetições.

No caso das folhas dois e três, a saturação da fotossíntese na taxa na libertação de O_2 verifica-se a níveis de irradiância mais elevados, entre 300 e $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. As curvas de resposta à luz das folhas dois e três apresentaram um padrão de comportamento muito semelhante, independentemente dos tratamentos, tendo a folha dois apresentado sempre valores superiores ao da folha três, com exceção das plantas com raízes *ex vitro* e aclimatizadas a $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, nas irradiâncias intermédias (Fig. 10). Vale a pena referir que a folha dois tem, pelo menos, mais uma semana de desenvolvimento comparativamente à folha três.

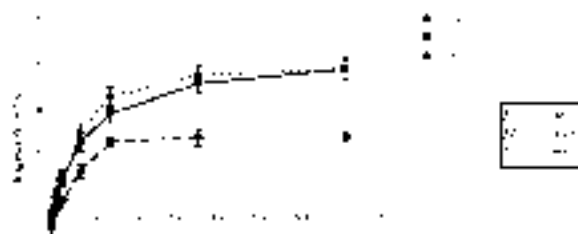


Fig. 10. Curvas de resposta à irradiância da taxa de libertação de O_2 , medida a 25°C e CO_2 saturante, em discos foliares dos diferentes tipos de folhas analisadas (f1, f2 e f3), de plantas de castanheiro com enraizamento *ex vitro* e aclimatizadas a $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, após 4 semanas de aclimatização. Os valores representam média \pm erro padrão de três repetições.

Verifica-se, também, que nas plantas com o sistema radicular desenvolvido em substrato natural, *ex vitro*, há uma certa tendência de aproximação das curvas de resposta entre estes dois tipos de folhas, de tal forma que os intervalos de confiança se sobrepõem entre si, deixando assim de haver diferenças significativas (Fig. 10 e 11), o que não aconteceu com as microplantas com enraizamento *in vitro* (Fig. 8 e 9).

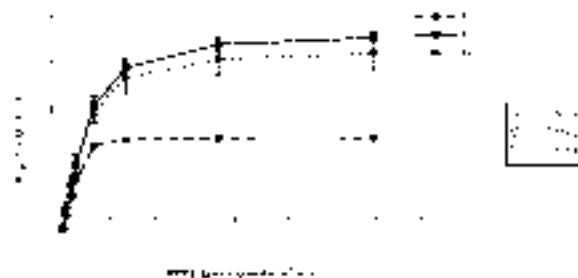


Fig. 11. Curvas de resposta à irradiância da taxa de libertação de O_2 , medida a 25°C e CO_2 saturante, em discos foliares dos diferentes tipos de folhas analisadas (f1, f2 e f3), de plantas de castanheiro com enraizamento *ex vitro* e aclimatizadas a $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, após 4 semanas de aclimatização. Os valores representam média \pm erro padrão de três repetições.

A curva de resposta das folhas de campo de plantas micropropagadas revela a maior capacidade fotossintética destas folhas, atingindo o ponto de saturação para intensidades de luz entre os 800 e $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Fig. 12).

De facto, é notória a reduzida capacidade fotossintética das folhas persistentes para qualquer dos tratamentos, não só em termos da rápida saturação, que é atingida a baixos níveis de PPFD a que se submeteram, $\pm 100 \mu\text{mol}$ quanta $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, como também do valor de A_{max} que apresentaram, não ultrapassando $3,93 \pm 0,15 \mu\text{mol O}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$, obtido nas folhas das plantas com raízes *ex vitro* e aclimatizadas a $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Tab. 4).

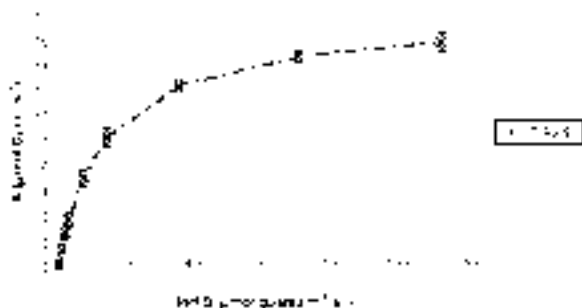


Fig. 12. Curva de resposta à irradiância, da taxa de libertação de O_2 , medida a $25^\circ C$ e CO_2 saturante, em discos foliares de folhas de campo (fC), de plantas de castanheiro micropropagadas com um ano. Os valores representam média \pm erro padrão de três repetições.

Tab. 4. Valores da taxa de fotossíntese a luz saturante, A_{max} ($\mu mol O_2 m^{-2} s^{-1}$), para as folhas persistentes (fP), folha um (f1) e folha dois (f2) no final dos diferentes tratamentos de aclimatização de plantas de castanheiro micropropagadas.

| Rizogénese | Luz ($\mu mol m^{-2} s^{-1}$) | fP | f2 | f3 |
|-----------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>In vitro</i> | 150 | $3,68 \pm 0,10$ | $7,72 \pm 0,47$ | $6,76 \pm 0,11$ |
| | 250 | $3,78 \pm 0,18$ | $7,40 \pm 0,17$ | $6,37 \pm 0,17$ |
| <i>Ex vitro</i> | 150 | $3,66 \pm 0,12$ | $7,87 \pm 0,64$ | $6,84 \pm 0,50$ |
| | 250 | $3,93 \pm 0,15$ | $8,56 \pm 0,24$ | $7,87 \pm 0,23$ |

Estes aspetos são apoiados pela análise dos valores estimados para as taxas de fotossíntese a luz saturante (A_{max}), calculados com base no ajustamento de uma função de regressão não linear, anteriormente descrita, às curvas de resposta à densidade de fluxo fotónico fotossinteticamente ativo (PPFD), para os diferentes tipos de folhas em cada um dos tratamentos (Tab. 4). As folhas persistentes apresentam entre si valores muito semelhantes, variando entre $3,66 \pm 0,12$ e $3,93 \pm 0,15 \mu mol O_2 m^{-2} s^{-1}$ e muito inferiores aos que se registaram na folha dois e folha três (entre $7,4 \pm 0,17$ e $8,6 \pm 0,247 \mu mol O_2 m^{-2} s^{-1}$ e $6,4 \pm 0,17$ e $7,9 \pm 0,23 \mu mol O_2 m^{-2} s^{-1}$ respetivamente), com diferenciação e expansão já em condições de aclimatização. As folhas dois apresentaram sempre valores superiores aos registados nas folhas três, independentemente do tipo de tratamento, o que não será de estranhar face à diferença de tempo de desenvolvimento para com a folha dois. De referir ainda que as plantas com raízes formadas *ex vitro* apresentaram uma melhor capacidade fotossintética, independentemente do tipo de folha, comparativamente às microplantas com raízes formadas *in vitro*, o que indicia a importância do sistema radicular que cada um dos grupos possuía no início da aclimatização ou também o facto de estas plantas terem já iniciado o seu processo de autotrofia em simultâneo com o desenvolvimento do sistema radicular.

4. DISCUSSÃO

As microplantas são submetidas a rápidas e extremas alterações de funcionamento quando transferidas dos sistemas de cultura *in vitro*, onde possuem uma fonte de sacarose disponível e de uma limitada troca de gases e baixas intensidades de luz, para sistemas de crescimento e desenvolvimento *in vivo*. Como consequência, estas plantas são forçadas a alterarem profundamente o seu sistema metabólico de heterotrófico para autotrófico, e o processo fotossintético torna-se então determinante para permitir a sobrevivência.

É bem conhecida a importância e os efeitos das características da luz ambiental sobre o crescimento e desenvolvimento vegetal, determinando muitas das características morfológicas e fisiológicas das folhas. É sabido que as folhas desenvolvidas na presença de baixos níveis de irradiância apresentam uma elevada proporção de Cl_b relativamente à Cl_a , um elevado valor da Cl_{total} , bem como uma menor razão de proteína solúvel/clorofila, comparativamente a folhas desenvolvidas sob intensidades mais elevadas (Chaves, 1994), sendo apontados valores de Cl_a/Cl_b de $2,85 \pm 0,09$ para espécies de sombra e de $3,5 \pm 0,15$ para espécies de sol (Boardman, 1977).

Os resultados das plantas com enraizamento *in vitro* estão assim de acordo com as considerações feitas anteriormente e também referidas por outros autores (Lichtenhaler, 1981; Donnelly e Vidaver, 1984). A razão de tal não se ter verificado com as plantas com enraizamento *ex vitro* poderá relacionar-se com o facto de estas plantas possuírem desde o início da aclimatização um sistema radicular funcional, permitindo uma maior capacidade de absorção de nutrientes e, como consequência, um desempenho metabólico superior, confirmado pelo comportamento fotossintético destas plantas. No entanto, este grupo de plantas, não apresenta valores de razão de Cl_a/Cl_b significativamente diferentes das plantas com enraizamento *in vitro*, quando comparamos os diferentes tipos de folhas entre si.

As plantas com desenvolvimento *in vitro* apresentam uma concentração de clorofila total comparável ao apresentado por plantas controlo crescendo sob idênticas condições de luz (Donnelly e Vidaver, 1984). Em termos de área foliar, a concentração de clorofila é elevada em níveis de luz baixos comparativamente a níveis altos (Lee et al., 1985). Este facto está em concordância com a normal adaptação encontrada nas folhas de sombra (Björkman, 1981). Também em *Liquidambar styraciflua* crescendo *in vitro* sob baixa irradiância, Lee et al. (1985) observaram

que as membranas dos cloroplastos não estavam diferenciadas em grana e as membranas internas apresentavam um arranjo irregular. Quando colocadas sob elevadas intensidades, as folhas formadas em condições *in vitro* apresentaram fraca capacidade fotossintética que poderia resultar de danos provocados nos pigmentos fotossintéticos associados a fotoinibição.

Com a utilização de técnicas de fluorescência Lees et al. (1991), mostraram que folhas de *Clematis* diferenciadas *in vitro*, apresentavam alterações significativas no comportamento dos diferentes parâmetros de fluorescência, revelando a existência de clorofila fora dos centros de reação e desorganização dos pigmentos fotossintéticos. A desorganização dos pigmentos fotossintéticos pode ser responsável pela baixa capacidade fotossintética das folhas desenvolvidas *in vitro* e posteriormente aclimatizadas, apesar de apresentarem elevadas concentrações de clorofila total, tal como ocorreu nestes ensaios com as plantas de castanheiro. É provável que uma mudança de balanço fotossintético negativo para positivo durante a fase de diferenciação foliar esteja correlacionada com o acoplamento dos pigmentos fotossintéticos aos centros de reação. Apesar de se dispor de pouca informação sobre o impacto das condições de cultivo *in vitro* neste mecanismo, são referidos resultados sugerindo que, em condições *in vitro*, a inibição do ciclo de Calvin por “feedback” dos açúcares tem como resultado um fluxo de elétrons excessivo nas membranas dos tilacoides que provocam então fotoinibição e fotooxidação (Cappellades et al., 1991; Dubé e Vidaver, 1992; Huylenbroeck et al., 1995).

Lees et al. (1991) em *Clematis* ‘The President’, referem que apesar de se assistir a um significativo aumento na capacidade fotossintética das folhas persistentes na primeira semana de aclimatização, quase o dobro do que as folhas apresentavam quando *in vitro*, estas continuam a apresentar capacidades de fotossíntese limitadas. Aqueles autores sugerem que uma possível inibição pela sacarose possa permanecer ainda evidente neste tipo de folhas. Em *Rubus idaeus* verificou-se que a quantidade de CO₂ incorporada por folhas persistentes, um mês após a sua saída do meio de cultura se mantinha inalterável podendo mesmo apresentar, momentaneamente, um balanço negativo (Donnelly e Vidaver 1984), resultado que nos nossos ensaios apenas registámos até ser atingido o ponto de compensação para a luz. Aqueles autores referem ainda que as folhas persistentes constituíam cerca de 30% do total da área foliar embora fossem responsáveis por menos de 10% do CO₂ incorporado. Smith et al. (1986) em *Betula platyphylla*, in-

dicam resultados semelhantes. Já em *Asparagus officinalis* e em morangueiro, Yue et al. (1992; 1993) referem que a capacidade fotossintética das folhas formadas *in vitro* é um contributo importante para o crescimento autotrófico durante o período de aclimatização.

O comportamento descrito para as folhas persistentes de castanheiro, com balanço positivo de carbono durante a aclimatização, deverá traduzir-se num importante suporte para a manutenção das condições de sobrevivência e desenvolvimento da planta, durante a fase inicial de aclimatização, isto é, na ausência de novas folhas. Deverá ter ainda especial significado nas plantas cujo desenvolvimento radicular ocorreu em condições *ex vitro* e, portanto, já em condições autotróficas, sem sacarose, período durante o qual se assiste à formação do sistema radicular. O castanheiro deverá, por isso, ser incluído dentro das espécies competentes, no que diz respeito ao comportamento das folhas persistentes.

As folhas formadas de novo (folhas dois e três), apresentaram taxas de fotossíntese aparente 3 vezes superiores às registadas para as folhas persistentes e cerca de 50% mais do que o valor apresentado pela folha um. Também a capacidade fotossintética aumentou significativamente, na ordem dos 200%, e registou-se um aumento significativo na PPF_D a que ocorre saturação para a luz. Estes aspetos traduzem uma importante melhoria da competência fotossintética das plantas após o transplante e no decorrer da aclimatização que, como se referiu, é fundamentalmente devida às folhas que se diferenciam de novo. Esta situação tem sido referida por vários autores como Donnelly et al. (1984) em *Rubus idaeus*, Grout e Millam (1985) em *Fragaria x ananassa*, Smith et al. (1986) em *Betula platyphylla* e Lees et al. (1991) em *Clematis*.

Quer a taxa de fotossíntese aparente (A) quer a taxa de fotossíntese máxima (A_{max}) mostraram ser afetadas pelo regime luminoso a que as microplantas foram submetidas durante o processo de aclimatização, sendo aqueles parâmetros influenciados positivamente pelo aumento da irradiância. Ao aumento da disponibilidade luminosa correspondeu, assim, um acréscimo das taxas de fotossíntese. Lee et al. (1985) não registaram acréscimos na taxa de fotossíntese líquida em microplantas de *Liquidambar styraciflua*, quando o nível de irradiância variou entre 50 e 150 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, mas sim quando esses níveis variaram entre 155 e 315 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Também Donnelly et al. (1984) em *Rubus idaeus*, verificaram uma relação direta entre a taxa de fixação de 14CO_2 , o nível de irradiância e o crescimento durante a fase de aclimatização. Em geral, acréscimos de

intensidade luminosa tendem a permitir acréscimos na atividade fotossintética. Lee et al. (1985), Kozai et al. (1988, 1990) e Dubé e Vidaver (1992) mostraram que a utilização de elevadas intensidades luminosas, próximas das 400 a 500 $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$, provocam um incremento na atividade fotossintética.

Comparativamente às folhas de campo de plantas micropropagadas, verifica-se ainda uma diferença significativa nas taxas de fotossíntese aparente com valores de 4,5 contra 3,4 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ da folha três das plantas com enraizamento *ex vitro* e aclimatizadas a 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; a taxa de transpiração é significativamente superior; a condutância estomática apresentando valores não significativamente diferentes. Romano (1994), em plantas de sobreiro micropropagadas e após 1 mês de aclimatização, refere valores muito semelhantes, 3,5 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para a taxa de fotossíntese aparente, 1,3 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para a taxa de transpiração e 170 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para a condutância estomática. O valor registado para a taxa de fotossíntese aparente nas plantas de campo micropropagadas com um ano de idade, 4,5 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, está muito próximo dos valores apontados por Lanteri et al. (1993) para a taxa de fotossíntese instantânea de plantas seminais de castanheiro com 3 anos de idade. Estes autores referem valores de taxa de fotossíntese aparente compreendidos entre 5,3 e 7,8 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, dependendo das características do grupo de plantas analisado, e valores de condutância estomática a variarem entre 90 e 140 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Verificamos, ainda, uma certa tendência para as microplantas com sistema radicular desenvolvido *ex vitro* e aclimatizadas sob o nível de irradiância mais elevado, apresentarem valores superiores na taxa fotossintética a CO_2 saturante. Isto traduz a melhor eficiência do aparelho fotossintético desenvolvido sob condições de irradiância mais elevadas nas microplantas com enraizamento *ex vitro*. Este melhor desempenho é consequência do facto de um melhor sistema radicular ter maior capacidade de absorção de água, permitir a formação de mais tecidos produtores ('sources') e, como tal, maior quantidade de produtos que podem ser usados na fotossíntese. A importância de um sistema radicular bem desenvolvido na capacidade fotossintética e sobrevivência na aclimatização foi também referida por Mohammed et al. (1992) em plantas de *Pseudotsuga menziesii*.

Do estudo da capacidade fotossintética feita em condições não limitantes, de luz e CO_2 , constata-se que o enriquecimento da atmosfera em CO_2 resulta num acréscimo das taxas de fotossíntese. Isto mesmo tem sido indicado por outros autores, noutras espécies (Lakso et al., 1986;

Desjardins et al., 1987, 1995; Kozai et al., 1987; Faulks e Mudge, 1988), referindo no entanto que se torna indispensável proceder a um incremento na intensidade luminosa para que o tratamento com CO_2 suplementar possa ser eficiente. Nas condições experimentais dos nossos ensaios admitimos que os valores máximos de irradiância possam atingir 400 $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, valor a que foi registado a saturação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bjorkman, O., 1981. Responses to different quantum flux densities. In: O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond & H. Ziegler (eds.), Responses to the Physical Environment. *Physiol. Plant Ecol. I.* Vol.12A, pp.57-107. Springer-Verlag, Berlin.
- Boardman, N.K., 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 28:355-912.
- Cappellades, M., Lemeur, R., & Debergh, P., 1991. Effects of sucrose on starch accumulation and rate of photosynthesis in *Rosa* cultured *in vitro*. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 25:21-26.
- Debergh, P.C. & Maene, L.J., 1981. A scheme for commercial propagation of ornamental plants by tissue culture. *Scientia Hort.*, 14: 335-345.
- Debergh, P.C. & Read, P.E., 1991. Micropropagation. In: P.C. Debergh & R.H. Zimmerman (eds.), *Micropropagation, Technology and Application*, pp. 1-13. Kluwer Acad. Pub., Dordrecht.
- Desjardins, Y., Gosselin, A. & Yelle, S., 1987. Acclimatization of *ex vitro* strawberry plantlets in CO_2 -enriched environments and supplementary lighting. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 112:846-851.
- Desjardins, Y., Hdider, C. & de Riek, J., 1995. Carbon nutrition *in vitro* - regulation and manipulation of carbon assimilation in micropropagated systems. In: J. Aitken-Christie, T. Kozai, & M.L. Smith (eds.), *Automation and Environmental Control in Plant Tissue Culture*, pp. 441-471. Kluwer Academic Pub., Dordrecht.
- Díaz-Pérez, J.C., Shackel, K.A. & Sutter, E.G., 1995. Effects of *in vitro*-formed roots and acclimatization on water status and gas exchange of tissue-cultured apple shoots. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 120(3):435-440.
- Donnelly, D.J. & Vidaver, W.E., 1984b. Pigment content and gas exchange of red raspberry *in vitro* and *ex vitro*. *J. Amer. Hort. Soc. Sci.*, 109:177-181.
- Donnelly, D.J., Vidaver, W.E. & Colbow, K., 1984. Fixation of ^{14}C in tissue cultured red raspberry prior and after transfer to soil. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 4:43-50.
- Dubé, S.L. & Vidaver, W., 1992. Photosynthetic competence of plantlets grown *in vitro*. An automated system for measurement of photosynthesis *in vitro*. *Physiol. Plant.*, 84:409-416.
- Grout, B.W.W., 1988. Photosynthesis of regenerated plantlets *in vitro*, and the stresses of transplanting. *Acta Hort.*, 230:129-135.
- Grout, B.W.W. & Aston, M.J., 1977a. Transplanting of cauliflower plants regenerated from meristem culture. I. Water loss and water transfer related to changes in leaf wax and to xylem regeneration. *Hort. Res.*, 17:1-7.
- Grout, B.W.W. & Millam, S., 1985. Photosynthetic development of micropropagated strawberry plantlets following transplanting. *Ann. Bot.*, 55:129-131.
- Huylenbroeck, J.M., Huygens, H. & Debergh, P.C., 1995. Photoinhibition during acclimatization of micropropagated *Spathiphyllum* 'Petit' plantlets. *In Vitro Cell. Dev. Biol.*, 31:160-164.

- Kozai, T., Koyama, Y. e Watanabe, I., 1988. Multiplication of potato plantlets in vitro with sugar free medium under high photosynthetic photon flux. *Acta Hort.*, 230:121-127.
- Kozai, T., Oki, H. e Fujiwara, K., 1990. Photosynthetic characteristics of *Cymbidium* plantlets *in vitro*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 22:205-211.
- Kramer, P.J., 1983. *Water Relations of Plants*. Academic Press, New York. 500 pp.
- Lakso, A.N., Reisch, B.I., Mortensen, J. e Roberts, M.H., 1986. Carbon dioxide enrichment for stimulation of growth of *in vitro*-propagated grapevines after transfer from culture. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 111:634-638.
- Lanteri, M., Cherubini, M., Cona, A., Villani, F. e Brugnoli, E., 1993. Variations of carbon isotope discrimination and leaf photosynthesis among populations of *Castanea sativa* Mill. Proceedings of the International Congress on Chestnut, pp. 111-114. Spoleto, Italy.
- Lee, N., Wetzstein, Y. e Sommer, H.E., 1985. Effects of quantum flux density on photosynthesis and chloroplast ultrastructure in tissue-cultured plantlets and seedlings of *Liquidambar styraciflua* L. towards improved acclimatization and field survival. *Plant Physiol.*, 78:637-641.
- Lees, R.P., Evans, E.H. e Nicholas, J.R., 1991. Photosynthesis in *Clematis*, "The President", during growth *in vitro* and subsequent *in vivo* acclimatization. *J. Exp. Bot.*, 42:605-610.
- Lichtenthaler, H.K., 1981. Adaptation of leaves and chloroplasts to high quanta fluence rates. In: G. Akoyunoglou (ed.), *Photosynthesis*. Vol. 6, Proc. of 5th Int. Congress, pp. 273-289.
- MacKinney, G., 1941. Absorption of light by chlorophyll solution. *J. Biol. Chem.*, 140:315-322.
- McClelland, M., Smith, M. e Carothers, Z., 1990. The effects of *in vitro* and *ex vitro* root initiation on the subsequent microcutting root quality in three woody plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 23:115-123.
- Mohammed, G.H., Gillies, S.L. e Vidaver, W.E., 1992. *Ex vitro* photosynthetic activity in plantlets of tissue-cultured Douglas-fir. *Tree Physiology*, 10:403-410.
- Mohammed, G.H. e Vidaver, W.E., 1991. Plantlet morphology and the regulation of net water loss in tissue-cultured Douglas fir. *Physiol. Plant.*, 83:117-121.
- Reuther, G., 1991. Stimulation of the photoautotrophy of *in vitro* plants. *Acta Hort.*, 300:59-75.
- Romano, A. 1994. Estudos *in vitro* em *Quercus suber* L.: micropropagação, micorrização e conservação. Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências da Uni. de Lisboa. 281 pp.
- Smith, M.A.L., Palta, J.P. e McCown, B.H., 1986. Comparative anatomy and physiology of micropropagated, seedling and greenhouse-grown asian birch. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 111:437-442.
- Van Telgen, H., Van Mil, A. e Kunneman, B., 1992. Effect of propagation and rooting conditions on acclimatization of micropropagated plants. *Acta Botanica Neerlandica*, 41:261-267.
- Yue, D., Desjardins, Y., Lamarre, M. e Gosselin., 1992. Photosynthesis and transpiration of *in vitro* cultured asparagus plantlets. *Scientia Hort.*, 49:9-16.
- Yue, D., Gosselin, A. e Desjardins, Y., 1993. Re-examination of photosynthetic capacity of *in vitro*-cultured strawberry plantlets. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 118:419-424.
- Ziv, M., 1986. *In vitro* hardening and acclimatization of tissue culture plants. In: L.A. Withers, e P.G. Anderson (eds.), *Plant Tissue and Agricultural Applications*, pp. 187-196. Butterworths, London.



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

MESTRADO FRUTICULTURA INTEGRADA



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária



MESTRADO ENGENHARIA ZOOTÉCNICA



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária



CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO TECNOLÓGICA

PROTEÇÃO CIVIL

Requisitos

12.º ano e qualificação profissional de nível III

(Até duas disciplinas em atraso desde que não sejam Química e Matemática)

Optimización del riego de los campos de golf en condiciones mediterrâneas

Luís Filipe Ribeiro Ponte
Velez Peças

Tese de Doutoramento
realizada no Departamento
de Ciências y Recursos
Agrícolas e Forestales
da Universidad de Córdoba

Resumo

Andalucía tiene una situación privilegiada para la actividad del golf por sus condiciones climáticas, adecuadas comunicaciones, una excelente infraestructura turística, un nivel de precios asequible y una amplia oferta de campos de golf en un radio reducido. Sin embargo, la demanda de agua para los campos de golf es “aparentemente” elevada debido a las peculiaridades del clima mediterráneo, caracterizado por fuertes tasas evapotranspirativas junto con precipitaciones erráticas y escasas. Dada la importancia que ha tomado la conservación del agua se requieren estudios del consumo real y de las posibles mejoras para su optimización que paradójicamente no han sido realizados hasta la fecha. El principal objetivo del estudio fue la optimización del riego de las dos partes más importantes de un campo de golf, green y *fairway*. Para ello se llevaron a cabo dos experimentos durante dos años: (i) en un green de *Agrostis stolonifera* L., donde se estudió el efecto de la dosis de riego diaria (100, 80, 60 y 40 % de la ETC) y la dosis de N aplicada cada 10 días (0, 3, 6, 9 kg N ha⁻¹ en verano e invierno, y 0, 5, 10, 15 kg N ha⁻¹ en primavera y otoño); (ii) en un *fairway*, en el que se evaluó el efecto de la dosis de riego (100, 70 y 40 % de la ETC) y de la especie-cultivar. Las especies fueron bermuda (*Cynodon dactylon* L.), festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.), festuca rubra (*Festuca rubra* L.) y raygrass (*Lolium perenne* L.). De cada especie se utilizaron 3 cultivares. Dentro de este segundo experimento se realizaron pruebas de estrés hídrico (6 días sin riego). En el experimento del green el contenido de agua del suelo mostró una reducción significativa a la dosis del 40 % de la ETC respecto a las otras que no se diferenciaron entre si. El consumo de agua fue mayor en la dosis 0 kg N ha⁻¹ respecto a las otras dosis, entre las que no hubo diferencias. El *clipping* aumentó con la dosis de N, pero no se vio afectado por la dosis de riego. La calidad estética, determinada con un medidor de clorofila mediante reflectancia (Field Scout CM 1000), experimentó una reducción solamente con la dosis del 40 % de la ETC. La calidad estética aumentó con la dosis de N fertilizante en todas las estaciones del año, mientras con la distancia de rodadura de la bola fue al contrario. El riego no tuvo efecto alguno sobre la distancia de rodadura de la bola. En el experimento del *fairway* se mostró como las especies-cultivares de festuca alta, festuca rubra y bermuda se pueden regar al 40 % de la ETC diaria sin perder calidad, mientras que el raygrass necesita riegos del 70 % de la ETC. La festuca alta fue la que menos agua consumió, mientras que la festuca rubra consumió un 15 % más y un 30 % de la bermuda; el raygrass consumió un 6 % más pero recibiendo una dosis de riego superior. La festuca alta produjo un 40 % más de *clipping* que la bermuda a las dosis óptimas de riego apuntadas. Los resultados fueron similares cuando se analizaban por cultivares. La bermuda tendría que recibir el 70 % de la ETC para aumentar su *clipping*, pero aún así sigue siendo menor que el de la festuca alta. La festuca rubra y el raygrass producen mucho menos *clipping* que la festuca alta,

lo que las hace más sensibles ante cualquier perturbación en su uso. Sólo los cultivares de festuca alta y bermuda mostraron diferencias entre ellos y en interacción con la dosis de riego. En las pruebas de estrés hídrico se observó que no es necesario realizar riegos diarios, ya que al 100 % de la ETC muchas especies-cultivares mostraron mejor calidad después de 2-3 días sin regar y a las dosis más bajas de riego no se perdió calidad. De este trabajo se extrae que el efecto de la dosis de riego puede evaluarse con sensores remotos de medición de la clorofila como una alternativa a la medición del agua del suelo. Del experimento del green se concluye que el riego normalmente aplicado en el sur de España del 100-90 % de la ETC es innecesario. La dosis de riego se puede reducir al 60-80 % de la ETC sin que afecte negativamente a la calidad estética, vigor y distancia de rodadura de la bola. Además, la aplicación de N incrementa la calidad estética y el vigor, mientras que reduce la distancia de rodadura de la bola y no afecta al consumo de agua. Del experimento realizado en condiciones de *fairway* se puede concluir que a nivel de especie-cultivar, la festuca alta es la mejor elección frente a la bermuda, festuca rubra y raygrass; ya puede reducirse la dosis de riego diaria al 40 % de la ETC manteniendo la calidad estética y vigor, además de tolerar muy bien el estrés hídrico. El riego diario (práctica habitual) no es necesario en condiciones de *fairway*.

Compartimentação da unidade de gestão para a regularização de produção: o caso de estudo das Herdades das Polvorosas, Costa, Braçal e Mato Rego

Ana Sofia
Vitória Coelho

*Dissertação de Mestrado
em Tecnologias e
Sustentabilidade dos Sistemas
Florestais, apresentada à Escola
Superior Agrária do Instituto
Politécnico de Castelo Branco*
Texto integral acessível
no Repositório Científico
do IPCB em:
[http://hdl.handle.
net/10400.11/1130](http://hdl.handle.net/10400.11/1130)

Resumo

Este projeto surge com o propósito de procurar uma adequação técnica das intervenções, condição indispensável para a sustentabilidade da gestão florestal e para a regularização das produções nas áreas de montado de sobreiro pertencentes às Herdades das Polvorosas, Costa, Braçal e Mato Rego. O objetivo principal deste trabalho é verificar se a compartimentação existente, permite uma boa operacionalização para a regularização de produção. Com base nesta problemática, comparou-se a atual compartimentação com outras opções possíveis. A propriedade possui um plano de gestão florestal, no entanto, a sua compartimentação não permitia uma gestão florestal sustentável. Para alcançar a sustentabilidade foi aplicado o método planimétrico, usando um ciclo de nove anos, num horizonte de planeamento de 27 anos. Após este planeamento, foi simulada a produção para cada um dos ciclos, usando o modelo de crescimento Suber. Posteriormente, utilizando o sistema de informação geográfica, construiu-se a cartografia temática da propriedade e com a sobreposição desta, procedeu-se à nova compartimentação da unidade de gestão. Como resultado, nos primeiros nove anos do primeiro ciclo de exploração a produção vai ser mais ou menos constante, no segundo ciclo varia um pouco e no terceiro ciclo estabiliza novamente. Com esta abordagem, provou-se que a produção de cortiça na unidade de gestão florestal, tende a regularizar-se a médio prazo. Após cada ciclo de nove anos, o planeamento deverá ser reavaliado com dados de inventário florestal atualizado e novas projeções. Ao chegar-se ao final do terceiro ciclo será possível ir renovando gradualmente os compartimentos de sobreiro adulto em estruturas irregulares jardinadas, sem grandes perdas de produção, visto entrarem em produção os povoamentos jovens regulares.

Avaliação da aplicação de um composto orgânico como alternativa à fertilização mineral em greens de golfe

Pedro Filipe
Viegas Sebastião

*Dissertação de Mestrado em
Tecnologias e Sustentabilidade
dos Sistemas Florestais,
apresentada à escola Superior
Agrária do Instituto Politécnico
de Castelo Branco
Texto integral acessível
no Repositório Científico
do IPCB em:
<http://hdl.handle.net/10400.11/1130>*

Resumo

O presente trabalho pretende contribuir para um melhor conhecimento da utilização de compostos orgânicos em campos de golfe e obter resultados que permitam verificar se estes materiais podem ser uma alternativa aos fertilizantes normalmente utilizados. Para o efeito foi realizado um teste de germinação em placa e um ensaio de campo com a duração de quatro meses, onde foi estudada a resposta de um grupo de greens de *Agrostis stolonifera* à aplicação, sob a forma de *topdress*, de um composto orgânico misturado com areia na proporção de 1:2, usando como controlo um grupo de greens com a fertilização convencional e habitual no campo de golfe. Foi analisado a fitotoxicidade do composto ou a inibição da capacidade germinativa de sementes; a influência nalgumas propriedades do solo nomeadamente: valor de pH, teor de matéria orgânica, condutividade elétrica, Fósforo e Potássio assimiláveis e bases de troca; a influência na presença/severidade de ataques de *Dollar spot* e a qualidade dos greens avaliada pela velocidade destes. O teste de germinação em placa apresentou para o extrato aquoso a 20% resultados bem acima de 90%, o que garante um adequado grau de maturação do substrato. Em relação às propriedades do solo analisadas, os resultados, com exceção do “Potássio assimilável”, foram sempre idênticos ou melhores nos greens onde foi aplicado o composto. Não foi detetada a presença de *Dollar spot* durante o período em que decorreu o ensaio. A velocidade dos greens tratados com o composto foi no início similar à do grupo de controlo, mas a seguir à segunda aplicação de composto, os valores foram superiores. Concluiu-se que a aplicação deste composto orgânico em greens, nas condições do ensaio, pode ser um destino final a considerar, uma vez que substituindo a fertilização convencional nos greens em estudo, estes mantiveram uma qualidade de jogo idêntica aos fertilizados da forma convencional.

Risco ambiental associado às explorações mineiras abandonadas na Mata da Rainha (Penamacor)

Ana Lúcia Carneiro Neves

Dissertação de Mestrado em Monitorização de Riscos e Impactos Ambientais, apresentada à Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco
Texto integral acessível no Repositório Científico do IPCB em:
<http://hdl.handle.net/10400.11/744>

Resumo

Na região da Mata da Rainha (Penamacor, centro de Portugal) ocorreram diversas explorações mineiras de estanho e volfrâmio localizadas no seguimento da faixa de mineralizações de Sn-W de Góis - Segura. Esta área mineira é constituída por oito concessões, associadas a um jazigo mineral constituído por vários filões de quartzo mineralizados que ocorrem atravessando os xistos do complexo xisto-grauváquico e o granito, dominantes na área. São conhecidas explorações mineiras de cassiterite (SnO_2) e volframite (Fe, Mn (WO_4)), com rara scheelite (CaWO_4) e, por vezes, pirite (FeS_2) e arsenopirite (FeAsS_2) associadas. Nestas explorações mineiras, atualmente abandonadas, nenhum trabalho de recuperação ambiental foi desenvolvido após o seu encerramento, sendo possível encontrar inúmeras galerias e algumas escombrelas dispersas pela área. É uma zona rural onde a agricultura constitui uma atividade presente e dispersa conjuntamente com a ocorrência de estruturas mineralizadas e antigas explorações mineiras. Com este trabalho pretende-se avaliar o risco ambiental e para a saúde humana, associado a estas antigas explorações, nomeadamente através da mobilidade de elementos metálicos, desde as estruturas mineralizadas até às águas. Para tal, foram selecionados dezoito pontos de amostragem, estando dois localizados fora da influência da exploração mineira. Estes pontos de água, distribuídos por linhas de água, albufeiras ou retenções de água, galerias de mina e poços foram analisados em quatro colheitas ao longo de um ano, de modo a estudar a variabilidade espacial e temporal. Na área de estudo predominam águas próximo da neutralidade (pH 5,5), sendo classificadas predominantemente como sódico-potássicas, bicarbonatadas, sulfatadas e de tipo indefinido. A aplicação da Análise em Componentes Principais (ACP) permitiu verificar a separação em grupos de elementos de acordo com os seus comportamentos e interdependência. Deste modo, obtiveram-se as associações de variáveis constituídas por: Cu, Al, Zn, B, Sr, Li, Cd, Pb, Ni, Co, Cr, NO_2^- ; Na, K, Ca, Mg, Cl, SO_4^{2-} , condutividade elétrica em oposição ao pH; Eh; Fe; As. A maioria das águas da Mata da Rainha está contaminada em F, NO_2^- , Fe, Mn, Cu, Al, Pb e As pois ultrapassam o valor paramétrico para consumo humano definido na legislação portuguesa, pelo menos em uma das colheitas realizadas. De um modo geral, podem ser utilizadas para rega, exceto nalguns pontos de amostragem com teores de F, Mn, Cu e Co superiores ao valor máximo recomendado. Os teores elevados destes elementos podem constituir um potencial perigo para a saúde humana.

Integração em Sistemas de Informação Geográfica da cartografia da SCN 10K como informação de base para os instrumentos de gestão territorial

Maria João
Maroco Alexandre

*Dissertação do Mestrado
em Sistemas de Informação
Geográfica - Recursos
Agro-Florestais e Ambientais,
apresentada à Escola Superior
Agrária do Instituto Politécnico
de Castelo Branco
Texto integral acessível
no Repositório Científico
do IPCB em:
<http://hdl.handle.net/10400.11/1206>*

Resumo

A cartografia é um ótimo reflexo da evolução do Homem e da sociedade, dada a sua íntima ligação a contextos socioeconómicos, políticos e culturais. Neste aspeto, a par com os descobrimentos, os portugueses marcaram pelo considerável contributo quer a nível de equipamentos, quer a nível de técnica e conhecimento como são exemplo as cartas náuticas. É notável a evolução em torno da cartografia, desde a sua produção à utilização, começou por ser produzida artesanalmente para utilização de uma pequena elite, e atualmente com a grande evolução técnica e tecnológica é produzida com elevado rigor e qualidade, para ser disponibilizada a todos os indivíduos por meios de acesso outrora impensáveis. Uma das consideráveis inovações foram os Sistemas de Informação Geográfica que, na atual sociedade, já são uma ferramenta indispensável em várias áreas de trabalho, com destaque para o planeamento e ordenamento do território. Neste contexto social, o Instituto Geográfico Português implementa a Série Cartográfica Nacional, com a intenção de obter uma cobertura cartográfica para todo o país à escala 1:10 000 e numa lógica de complementaridade de escalas a 1:2 000 para áreas urbanas. No entanto esta cartografia tem uma especificidade, é produzida sob o conceito da multicodificação com base num Catálogo de Objetos. Esta característica associada ao facto de ter leitura apenas em software CAD, tal como é produzida, requer a sua preparação para integração em ambiente SIG. Este estudo pretende apresentar uma solução à necessária integração da Série Cartográfica Nacional e contribuir para o seu melhor aproveitamento e utilidade, numa perspetiva técnico/prática e com o objetivo de coadjuvar com todos os profissionais que optem por esta ferramenta de trabalho.

Agregados geopoliméricos artificiais para utilização no tratamento de águas residuais



48

Integrada no II Ciclo de Conferências do Conselho Técnico-Científico da ESA/IPCB, foi proferida, no dia 15 de janeiro no auditório A2 da ESA/IPCB, pela docente Prof.^a Isabel Cristina Castanheira e Silva uma conferência com o título “Agregados geopoliméricos artificiais para utilização no tratamento de águas residuais”, da qual se apresenta o resumo:

Os geopolímeros são materiais artificiais obtidos por ativação alcalina de materiais alumino-silicatados. Ao longo do período em que durou o projeto de investigação foram desenvolvidos vários agregados artificiais geopoliméricos

(AGA), utilizando lamas residuais provenientes das minas da Panasqueira. A mistura que se revelou mais estável na água foi selecionada para ser utilizada como meio de enchimento em sistemas de tratamento de águas residuais. Posteriormente os materiais foram testados para verificar a sua resistência à compressão, ataque ácido e desgaste, tendo sido, igualmente, analisadas as suas características físicas e químicas. Verificando-se que a densidade, resistência e durabilidade estão próximas das dos outros materiais mais comuns utilizados para o efeito, concluiu-se que este material era adequado para utilização em sistemas de tratamento de água residual.

Avaliação do potencial de produção de etanol de 2.^a geração a partir dos resíduos das podas de olival



No âmbito do II Ciclo de Conferências do Conselho Técnico-Científico da ESA/IPCB, o docente Nuno Pedro, apresentou, no dia 12 de Fevereiro de 2014, no Auditório A2 da escola uma conferência com o título “Avaliação do Potencial de Produção de Etanol” de cujo resumo se apresenta a seguir.

Os resíduos das podas do olival constituem um resíduo agrícola largamente disponível em Portugal. Estima-se que as quantidades de material produzido anualmente nas podas do Olival possam ascender a 290 000 toneladas por ano. Este material, sem qualquer utilização comercial até ao presente, pode assim ser valorizado servindo como matéria-prima para a produção de etanol de segunda geração. Este processo exige a realização de três etapas sequenciais: pré-tratamento, hidrólise enzimática, fermentação.

O objetivo do trabalho de investigação consistiu em avaliar o potencial de produção de etanol de segunda gera-

ção, com base na libertação de açúcares resultante de diferentes pré-tratamentos e da hidrólise enzimática subsequente. Segundo Nuno Pedro “a biomassa utilizada apresentou uma composição em hidratos de carbono de 51,25% sendo a glucose o principal constituinte com 33,59%. Os teores de lenhina e extratáveis determinados na biomassa foram respetivamente de 24,96% e 15,84%. O pré-tratamento realizado com ácido sulfúrico com uma concentração de 4,09% (w/w), durante 102 minutos e com uma temperatura de 156°C apresentou um rendimento de 84% na hidrólise enzimática realizada com 18 FPU/g de substrato, 36 p-NPGU/g de substrato e 36 IU/g de substrato. Nestas condições atingiu-se a maior taxa de açúcares disponíveis para fermentação, correspondendo a soma dos açúcares libertados para o hidrolisado durante o pré-tratamento com os açúcares libertados durante a hidrólise enzimática, a 90% dos açúcares existentes na biomassa”.

VI Jornadas de Bovinicultura



50

Nos dias 14 e 15 de março decorreram, na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, as VI Jornadas de Bovinicultura organizadas pela IAAS-UTAD. A convite da organização, o Prof. António Moitinho Rodrigues, docente da ESA/IPCB apresentou o trabalho “O fim das quotas leiteiras - um desafio para os produtores portugueses”, trabalho elaborado em coautoria com Inês Pitacas, aluna do 2.º ano do curso de mestrado em Engenharia Zootécnica, e Edgar Vaz, igualmente docente da ESA/IPCB.

O fim do regime de quotas leiteiras, que ocorrerá no dia 1 de abril de 2015, está a preocupar os produtores de leite. As piores expectativas apontam para um abandono maciço da atividade, principalmente em economias menos competitivas como a portuguesa. A Comissão Europeia prevê o aumento do preço mundial do leite como consequência do aumento contínuo da procura mundial de leite e de produtos lácteos devido à crescente apetência por aqueles produtos, ao crescimento da população mundial, ao crescimento da economia mundial, ao aumento do consumo *per capita* e devido ao aumento sustentado das importações de países emergentes como a Índia e a China. O fim das quotas leiteiras permitirá aumentar a capacidade

de exportação de leite e produtos lácteos da União Europeia com vantagens para o setor. Permitirá o crescimento das explorações sem necessidade do pagamento de multas, dará a possibilidade ao produtor de mudar de comprador em qualquer mês do ano e terminará com as burocracias de um sistema que não funcionou bem (especulação, intermediários, aviso tardio de ultrapassagem da quota).

Para se adaptarem ao fim das quotas leiteiras, as explorações portuguesas terão que se redimensionar aumentando o lucro através da redução dos custos de produção (menos custos com alimentação, melhores parâmetros reprodutivos, maior qualidade do leite, utilização de vacas crossbreeding, implementação na exploração de produções complementares e/ou alternativas).

Por sua vez, as organizações setoriais terão de melhorar a sua capacidade organizativa através de maior investimento na formação dos produtores de leite, maior investimento científico/técnico ao nível da produção/transformação de leite, mais preocupações ambientais e de bem-estar animal, mais produtos de valor acrescentado para exportação e ampliação do conceito “consumo de produto nacional”.

“Regulation of gene expression in eukaryote”



A Dr^a Eva Bártoová, docente da Faculty of Veterinary Hygiene and Ecology da University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences de Brno, na República Checa, esteve na ESA/IPCB, no âmbito de uma mobilidade do programa ERASMUS, nos dias 14 e 15 de maio.

No dia 14 de maio, proferiu uma palestra intitulada “Regulation of gene expression in eukaryote”. A Dr^a Eva Bártoová começou por relembrar o fluxo da informação genética em eucariotas, de como a informação contida na sequência de nucleótidos do DNA codifica para a síntese de proteínas e desta forma a determinação do fenótipo. Sequências de nucleótidos importantes, associadas às regiões de DNA que são transcritas, são o promotor (local de ligação da RNA polimerase) e regiões reguladoras, situadas a montante ou jusante do promotor, designadas *enhancers* e *silencers*. A regulação da expressão dos genes é realizada a vários níveis, começando pela acessibilidade que a RNA polimerase tem aos promotores. O processo de metilação do DNA está relacionado com a formação de heterocromatina e o silenciamento génico (*gene off*); crê-se que padrões não normais de metilação estão relacionados com alguns processos oncogénicos. Pelo contrário, a acetilação de aminoácidos de histonas está relacionada com a abertura da cromatina e a acessibilidade da RNA polimerase aos promotores dos genes (*gene on*). Os *enhancers* são regiões que regulam a transcrição de genes e que se localizam quer a montante quer a jusante dos seus

promotores. Da ligação de fatores de transcrição (*activators*) aos *enhancers* resulta a formação de ansas ao nível do DNA e desta forma ocorre o contacto entre os *activators* e fatores de transcrição previamente ligados aos promotores dos genes, o resultado final é o estímulo da transcrição. A regulação da expressão génica é realizada também ao nível pós-transcrição, durante o processamento do pré-mRNA e mais tarde através da ação do RNA de interferência (RNAi) que pode degradar o mRNA. Existem ainda mecanismos de regulação ao nível da tradução e pós-tradução, estes últimos mediados através da proteína ubiquitina. Algumas hormonas desempenham um papel importante na indução da transcrição génica; alguns destes sinais químicos são detetados por recetores de membrana que desencadeiam, ao nível intracelular, a produção de mensageiros secundários (como é o caso do cAMP) que, através dum efeito cascata, irão originar no núcleo a transcrição génica. Genes *homeobox* estão envolvidos na regulação do desenvolvimento (embriogénese) em animais, fungos e plantas.

No dia 15 de maio, durante o período da manhã, apresentou uma palestra dirigida a técnicos superiores sobre os parasitas animais *Toxoplasma gondii* e *Neospora caninum*; seguiu-se uma sessão prática no Laboratório de Biologia com amplificação e deteção de DNA de *Toxoplasma gondii* em amostras de animais infetados, através da técnica PCR.

Seminário sobre os Produtos da Colmeia



No passado dia 9 de dezembro, teve lugar na ESA/IPCB uma sessão de trabalho dedicada à Fileira do Mel integrada no projeto In_Agri (Rede de Oficinas de inovação para o setor Agro-Industrial). Este projeto está integrado numa parceria entre a ESA/IPCB, Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade (CERNAS), o Instituto Politécnico de Coimbra, o Instituto Pedro Nunes e o Conselho Empresarial do Centro/Câmara de Comércio e Indústria do Centro.

No mesmo dia de manhã e inserido no mesmo projeto, decorreu um Seminário sobre os Produtos da Colmeia onde foram abordados os seguintes temas: Projeto in_Agri, apresentado por Henrique Santos (CERNAS), Mestre em Gestão de Inovação e do Conhecimento; Situação da Vespa Volúntina em Portugal e abelhas, apresentado por Rui Correia (Meltagus), Engenheiro Florestal; Mel: uma fonte de com-

postos bioativos, apresentado por Luís Silva (REQUIMTE/FF UP), Doutor em Microbiologia e Genética Molecular; Própolis- bioatividade e possíveis aplicações, apresentado por Susana Cardoso (CERNAS) Doutora em Química Alimentar/Bioquímica; Interação produtos naturais/medicamentos, apresentado por Maria Graça Campos (FF UC), Doutora em Farmácia Farmacognosia e Fitoquímica.

A sessão de abertura foi presidida pelo Diretor da ESA/IPCB, Professor Doutor Celestino Morais de Almeida e Professor Doutor António Moitinho Rodrigues, coordenadores do Projeto In_Agri na ESA/IPCB.

O seminário, organizado pela Professora Ofélia Anjos, docente da ESA/IPCB, contou com cerca de 90 participantes da região centro do país.

ESA/IPCB promove II edição de “Encontros Pedagógicos – – O trabalho de estágio”



Realizou-se no dia 18 de março de 2014 no auditório A2 da ESA/IPCB a II edição dos “Encontros Pedagógicos” sobre a temática O Trabalho de Estágio. Esta iniciativa tem como objetivo principal apoiar e fornecer aos estudantes, que se encontram em vias de iniciar o estágio final do curso de Licenciatura, informações úteis e pertinentes na fase final da formação de 1.º ciclo. Organizada pelo Conselho Pedagógico da ESA/IPCB e dinamizada pela sua presidente, a Professora Doutora Isabel Margarida Antunes, a iniciativa contou com a presença de um elevado número de estudantes, incluindo estudantes pertencentes a outras unidades orgânicas do IPCB que encheram o auditório com

a sua presença e com a participação ativa no evento colocando questões sobre os aspetos práticos da realização do estágio e da elaboração do respetivo relatório.

Do programa constou a apresentação das seguintes comunicações: O trabalho de fim de ciclo: apresentação das normas de formatação do IPCB (Isabel Margarida Antunes); Pesquisa bibliográfica: necessidades e facilidades (Maria Eduarda Rodrigues); Software de gestão de referências bibliográficas: Mendeley (Nuno Caseiro) e Informações gerais para os cursos do 1º ciclo proferidas pelos docentes coordenadores dos diversos cursos.

III Jornadas de Enfermagem Veterinária



54

No passado dia 29 de março, realizaram-se na ESA/IPCIB as III Jornadas de Enfermagem Veterinária sob o tema “O Papel do Enfermeiro Veterinário”, uma iniciativa dos estudantes do Curso de Enfermagem Veterinária.

O principal objetivo da Jornadas prendeu-se com a discussão de temas relacionados com a valorização da profissão de Enfermeiro Veterinário. Foram as primeiras Jornadas de Enfermagem Veterinária que decorreram na ESA/IPCIB em que todos os palestrantes eram enfermeiros veterinários.

Ao longo do dia decorreram as várias palestras tendo sido abordados temas diversos, nomeadamente “Abordagem ao Paciente Intoxicado”, “Abordagem a Pacientes Traumáticos”, “Cuidados Pré e Pós Cirúrgicos”, “Internamento e Cuidados Intensivos”, “Fisioterapia e Reabilitação” e “Acupuntura”. Estas palestras decorreram num nível elevado, justificando uma ampla discussão com os participantes no evento. Algumas das palestras tiveram uma componente mais prática.

Esta iniciativa contou com a presença de 60 participantes, alguns dos quais provenientes de outras Escolas

Superiores Agrárias, de alunos e licenciados em Enfermagem Veterinária e, com formações em áreas não veterinárias. A moderação das mesas foi realizada por docentes da ESA/IPCIB.

Estas III Jornadas de Enfermagem Veterinária foram consideradas, unanimemente, como um sucesso e esperase que a realização das mesmas tenha nova edição no próximo ano, sendo já uma tradição e parte integrante da formação contínua, quer de alunos quer de profissionais já habilitados, constituindo um evento de valorização dos participantes e, também, de divulgação e afirmação da Enfermagem Veterinária no mercado de trabalho.

A ESA/IPCIB continuará a apoiar iniciativas como estas, esperando-se que em breve se realizem outras atividades de formação, algumas com uma componente mais prática e que possam complementar a formação dos alunos e ex-alunos do curso de Enfermagem Veterinária, não só desta escola, por forma a permitir uma partilha de conhecimento e de experiência entre os participantes.

Criação de Rainhas



A Meltagus – Associação de Apicultores do Parque Natural do Tejo Internacional em parceria com a ESA/IPCB, realizou no passado dia 10 e 11 de maio, formação especializada na temática da apicultura: Introdução à Apicultura e Criação de Rainhas.

O curso de Introdução à Apicultura efetuou a sua 11ª Edição, com a duração de 16 horas estando agendada a 12ª Edição para 13 e 14 de setembro de 2014. A formação de Introdução à Apicultura, nas suas diversas edições já formou, até ao momento, 248 técnicos, tendo tido elevada procura não só na região centro como o norte e sul do país.

A formação de Introdução à Apicultura tem como objetivo dar uma perspetiva geral das diferentes atividades apícolas nomeadamente: Raças de Abelhas; Anatomia das Abelhas; Capacidade de Orientação; Necessidades Alimentares e de Temperatura; Transumância; Tipos de Colmeias; Localização do Apiário; Núcleos; Desdobramentos; Alimentação Artificial; Inimigos e Doenças; Plantas Melíferas, Boas práticas na produção de mel no apiário, outros produtos da colmeia, Rotulagem do Mel. Pretende-se que os formandos aprendam a gerir os sistemas de produção apícola de forma sustentável, visando uma exploração racional como atividade produtiva, com respeito pela bio-

diversidade e requisitos ambientais. Esta é a primeira de várias formações que irão oferecer, posteriormente, a especialização em diferentes temáticas.

No mesmo dia e porque o público-alvo era diferente, realizou-se também a 1ª edição do curso de criação de rainhas. Esta formação devido à sua especificidade e à sua forte componente prática não integra mais do que 12 formandos. A procura desta formação foi muito elevada sendo que está previsto que no próximo ano se abram várias edições desta formação.

Alguns relatos por parte dos formandos foram ouvidos e registados, como a excelente dedicação e empenho em esclarecer todos os pormenores ou dúvidas que iam surgindo assim como um planeamento de curso adequado.

Ainda no ano de 2014 estão previstas as seguintes formações (<http://www.ipcb.pt/ESA>):

- 26 Julho - Cresta 1ª Ed;
- 25 Outubro – Curso de produção, processamento e comercialização de ceras 3ª Ed;
- 25 Outubro - Sanidade apícola e manutenção do apiário no período de inverno 3ª Ed;
- 13 e 14 Setembro - Introdução à apicultura 12ª Ed.

Elaboração do Mapa de Orientação da ESA/IPCB



Em 2013 foi elaborado o mapa de Orientação da Quinta da Senhora de Mércules. Esta cartografia de detalhe foi efetuada com base na norma ISOM2000 - International Specification for Orienteering Maps. A Quinta da Senhora de Mércules ocupa uma área total de cerca de 166 ha. É limitada a norte e a sul por infraestruturas viárias que ligam a cidade ao rio Ponsul e ao Santuário da Senhora de Mércules, respetivamente. A nascente é parcialmente limitada pela ribeira da Senhora de Mércules e a poente confina com propriedades particulares do Lugar das Perdizes. O espaço da Quinta apresenta-se bastante heterogéneo, no que diz respeito à sua morfologia, com um relevo ondulado. Apresenta um coberto vegetal diversificado com vegetação xerofítica natural e zonas de vegetação hidromórfica. O sistema hídrico é constituído por uma rede hidrográfica de regime não permanente.

A elaboração do mapa foi efetuada por Nuno Carvalho, cartógrafo do Instituto Geográfico do Exército, e por Luís Quinta-Nova, docente da ESA/IPCB, e incluiu, numa primeira fase, uma componente de trabalho de campo com vista a complementar a análise de imagens orto retificadas e cartografia topográfica de base. Posteriormente, a informação coligida foi vetorizada com recurso ao software OCAD.

A simbologia existente na legenda dos mapas de orien-

tação permite que qualquer pessoa, independentemente do seu país de origem, possa ler qualquer mapa. Uma vantagem destes mapas é que os símbolos, cores, escalas, espessura das linhas, etc., respeitam uma norma mundial - a ISOM2000. Esta simbologia é determinada pela Federação Internacional de Orientação (IOF).

As seguintes cores (geralmente seis ou sete) são as utilizadas em mapas de Orientação:

- A CASTANHO temos tudo o que está relacionado com diferenças de altitude: montanhas, ravinas, depressões, pontos de cota, entre outros;
- As áreas a BRANCO representam Floresta Limpa (árvores mas sem vegetação rasteira);
- O AMARELO representa áreas abertas: campos abertos, clareiras, entre outros;
- O VERDE representa áreas ou objetos relacionados com vegetação;
- A AZUL aparecem as áreas ou objetos relacionados com água;
- PRETO é a cor mais utilizada e representa variados objetos e características do terreno, geralmente artificiais ou rochosos: estradas, caminhos, linhas de alta-tensão, edifícios, rochas e precipícios.

A GNR e o Sistema Nacional de Proteção Civil



Realizou-se no passado dia 15 de março de 2014 uma palestra sobre Riscos Sísmicos, integrada na Unidade Curricular Gestão de Riscos Naturais, unidade curricular do curso de Pós-Graduação em Proteção Civil, que é partilhado entre a EST/IPCB e ESA/IPCB.

O Professor Javier Taboada, catedrático do departamento de minas da Universidade de Vigo, Espanha, deslocou-se à ESA/IPCB, onde decorre a Pós-Graduação em Proteção Civil, para proferir a referida palestra. A palestra incidiu sobre a temática dos riscos sísmicos e foi apresentada a experiência galega, apresentando o programa SISMIGAL. Este programa, estrutura um plano especial de emergências sísmicas para a Galiza abarcando três âmbitos de atuação, tendo em conta a análise do risco: Âmbito territorial; Âmbito Institucional e Âmbito Corporativo.

Também, no dia 10 de maio de 2014, investigadora Carla Iglesias Comesaña, da mesma Universidade, proferiu uma palestra sobre a temática dos riscos naturais, nomeadamente a utilização de técnicas de *Machine learning* aplicadas ao planeamento e controle de riscos ambientais. Como podemos construir um sistema que aprenda automaticamente e melhore com a experiência? foi a questão colocada, tendo sido apresentados casos concretos da sua aplicação no âmbito da proteção civil.

Curso de formação profissional de Introdução à Apicultura



Com a colaboração da Meltagus - Associação de Apicultores do Parque Natural do Tejo Internacional, a ESA/IPCB realizou no dia 26 de abril de 2014 a 11ª edição do curso de formação profissional de "Introdução à Apicultura".

Este curso teve como objetivos: Reconhecer a importância da agricultura em Portugal; Gerir a flora de acordo com o efetivo apícola existente numa perspetiva de uso múltiplo e de produção de mel e outros produtos apícolas; Identificar os diferentes indivíduos presentes numa colónia de abelhas; Descrever a anatomia da obreira, rainha e zângãos; Identificar a relação biológica entre os indivíduos, castas e sexos na colónia; Reconhecer as regras e princípios a cumprir na instalação de apiários e respetiva legislação em vigor; Distinguir os vários modelos de colmeias; Selecionar o modelo mais adaptado a cada região otimizando as produções e o correto desenvolvimento das colónias; Identificar as principais doenças das abelhas (agentes, ciclo de vida, sintomatologia); Reconhecer as formas de profilaxia e controlo das doenças das abelhas.

Neste curso, foram abordadas as seguintes temáticas: Introdução à apicultura, instalação de apiários; processamento e rotulagem do mel; sanidade apícola; flora apícola; a importância da apicultura para a polinização; manejo e condução de colónias ao longo do ano.

No final do curso foi realizada uma demonstração de campo.

II Open de Orientação da ESA/IPCB



Realizou-se no dia 6 de maio de 2014 o II Open de Orientação da ESA/IPCB. A prova, que decorreu na Quinta da Senhora de Mércules, contou com um total de 50 participantes.

Os atletas distribuíram-se por três percursos com diferentes níveis de dificuldade: fácil (1,8 km), médio (5,3 km) e difícil (6,1 km). Antes de se iniciarem as partidas foi realizado um *briefing* em que foram explicados os principais conceitos básicos de Orientação, dirigida aos participantes que se estreadam na atividade.

No percurso difícil venceu Luís de Matos, que percorreu os 6,1 km em 1h:10m:12s. O percurso médio teve como vencedores João e Pedro Ramalho com 1h:29m:17s. No percurso fácil a equipa constituída por João Nunes e José Gomes foi a mais rápida com 20m:31s.

Corpo não docente da ESA/IPCB tem mais um Mestre



No dia 19 de março de 2014 decorreram, na sala 95 da ESA/IPCB, as Provas Públicas do Mestrado em Fruticultura Integrada, da técnica superior da ESA/IPCB Maria da Conceição Lopes Amaro Martins Silva.

A sua dissertação subordinada ao título "Identificação de *Erwinia amylovora* por técnicas de ácidos nucleicos e bioquímicas" foi avaliada por um júri presidido pela Professora Doutora Maria Antonieta Piçarra Pereira, tendo como vogais o Professor Doutor Manuel Vicente de Freitas Martins, a Professora Doutora Cristina Maria Baptista Santos Pintado, o Professor Doutor João Pedro Martins da

Luz e o Professor Carlos Manuel Gaspar dos Reis, todos docentes da ESA/IPCB.

As provas constaram da apresentação e discussão da dissertação cuja avaliação final mereceu por parte do júri a classificação quantitativa de 20 (vinte) valores.

Agroforum congratula a Mestre Maria da Conceição Lopes Amaro Martins Silva pela conclusão do curso de Mestrado e pela excelência do seu trabalho refletida na nota máxima que lhe foi atribuída. Deseja-lhe, igualmente, os maiores sucessos profissionais e pessoais.

Normas para Publicação de Artigos na Revista AGROforum

1. A revista Agroforum aceita toda a colaboração científica que dá a conhecer o resultado de trabalhos de investigação e de experimentação, sob a forma de artigos originais. Caso o artigo já tenha sido sujeito a qualquer outra forma de divulgação, o facto deve ser expresso, juntamente com a referência da publicação em que isso aconteceu.
2. A proposta de um artigo para publicação inclui o envio do texto integral do artigo, acompanhado da identificação clara do(s) autor(es) – nome, endereço, telefone e e-mail – a quem deve ser dirigida a correspondência. Deve também ser indicada qual a secção onde pretende ver o artigo publicado, ou seja, na secção “Investigação e experimentação” (artigos com revisão científica por pares) ou na secção “Divulgação Técnica”.
3. Os artigos devem ser enviados, em suporte digital, directamente para a Revista Agroforum, Quinta de N. Sr.ª de Mércules, 6001-909 CASTELO BRANCO, PORTUGAL ou através de correio electrónico para agroforum@ipcb.pt
4. Os artigos devem ser prioritariamente escritos em língua portuguesa, no entanto também serão aceites artigos em inglês, francês e espanhol.
5. Nos artigos sujeitos a revisão pelos pares, quando forem propostas alterações propostas, estas deverão ser efectuadas, estritamente, de acordo com o proposto pelo revisor científico, não sendo aceites alterações à estrutura ou ao conteúdo não decorrentes da actividade de revisão.
6. Os artigos deverão possuir a seguinte formatação:
 - a) Folha A4 processado em Microsoft Word, fonte Times New Roman, tamanho da fonte 12, espaçamento de parágrafo 1,25cm, espaçamento entre linhas simples, justificado, com margens superior e inferior de 2,25cm e esquerda e direita de 3cm.
 - b) Os resumos do artigo não deverão exceder, em cada língua, as 250 palavras.
 - c) Os artigos científicos não sujeitos a revisão por pares, não deverão exceder as 12 páginas, incluindo quadros, gravuras, desenhos, esquemas e outras figuras, bibliografia e agradecimentos.
 - d) As tabelas e figuras deverão ser numeradas separadamente e de acordo com a sua sequência no texto. O(s) autor(es) deverá(ão) integrar as figuras e as tabelas nos locais onde pretende vê-las colocadas; ambas devem apresentar uma legenda, que virá por cima, no caso das tabelas e por baixo, no caso das figuras, a saber:
Tab. para tabelas
Fig. para figuras
Sempre que as tabelas e figuras são referenciadas no texto, devem aparecer por extenso.
 - e) As imagens que integram o artigo, para além da sua inclusão no texto, devem ser enviadas, em ficheiros distintos do artigo principal, preferencialmente nos formatos JPEG ou TIF.
 - f) Os títulos e subtítulos deverão ser destacados e numerados a fim de serem facilmente identificáveis, de acordo com os exemplos indicados:
 1. MAIÚSCULAS
 - 1.1. Minúsculas
 - 1.1.1. MAIÚSCULAS
 - 1.1.1.1. Minúsculas
 - h) Para as unidades de medida deve ser utilizado o sistema internacional (SI), exceto t em vez de Mg; cm e ano são também aceites. As unidades devem ser indicadas

como por ex. kg/ha.

- i) Para efeito de referência rápida o(s) autor(es) devem indicar um título alternativo (short title) com um máximo de 50 caracteres.
7. Os artigos deverão, sempre que possível, apresentar a seguinte estrutura:

TÍTULO – deverá ser preciso, informativo e curto, em maiúsculas (tamanho 14, negrito), centrado e na língua original do artigo. Os artigos escritos em língua portuguesa devem apresentar o título também em inglês. No caso de o artigo ser em língua estrangeira, deve ser indicado o título traduzido em português.

AUTOR(ES) – em minúsculas (tamanho 12, itálico), centrado. Deve conter a afiliação completa. Deverá ser indicado apenas o e-mail do autor a contactar.

IMAGEM – imagem alusiva à temática do artigo.

RESUMO – conforme referenciado em 6 b). Os artigos escritos em língua portuguesa devem apresentar o resumo também em inglês. No caso de o artigo ser em língua estrangeira, deve ser indicado o resumo traduzido em português.

PALAVRAS-CHAVE – não mais do que cinco, ordenadas alfabeticamente. Os artigos escritos em língua portuguesa devem apresentar as palavras-chave também em inglês. No caso de o artigo ser em língua estrangeira, devem ser indicadas as palavras-chave traduzidas em português.

INTRODUÇÃO,

MATERIAL E MÉTODOS,

RESULTADOS,

CONCLUSÕES,

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS – Todos os trabalhos citados no texto devem constar da lista de referências bibliográficas e vice-versa. Estas devem estar organizadas de forma coerente e ser apresentadas por ordem alfabética dos autores/títulos.

No texto a referência deverá ser feita do seguinte modo:

- a). Para um autor ou dois autores respectivamente: (Silva, 1989) ; (Silva e Maldonado, 1989);
- b). Para mais do que dois autores: (Silva et al., 1989);
- c). No caso de o nome do autor integrar a frase só o ano deve ser colocado entre parêntesis. Segundo Silva (1989) ou Segundo Silva e Maldonado (1989) ou Segundo Silva et al. (1989).
- d) Para a elaboração das referências bibliográficas pode ser utilizada a norma em vigor na ESACB acessível em http://biblioteca.esa.ipcb.pt/Normas_refer_biblio_ESACB.pdf

AGRADECIMENTOS (caso aplicável).

