**Temas de mestrado** (para traduzirpara português depois)

1. **Comparison of traditional vs digital methods to investigate the phenology of a cork-oak ecosystem**

Phenology (e.g. budburst, leaf development, branch growth and litterfall) is an important indicator of tree responses to climate change. However, the traditional methods are difficult to perform because the canopy is not easy to reach, due to its high and the measurements can be dangerous for the operators. Digital methods (e.g. digital cameras), made available recently, have been shown to be reliable on closed canopies, but is still lacking information about its applicability in open canopies, like in cork oak. In this study, students are intended to monitor cork oak spring canopy development, using both traditional and digital methods, and compare the efficiency of them, to recommend, or not, the use of new methods in future studies.

Field work should take place over 3 months in Spring and data analysis afterwards.

1. Comparação entre métodos tradicionais e digitais para estudar a fenologia num montado

A fenologia (por exemplo, rebentamento dos gomos, desenvolvimento de folhas, crescimento de ramos e queda da folhada) é um indicador importante das respostas das árvores às alterações climáticas. No entanto, os métodos tradicionais são difíceis de executar porque a copa não é fácil de alcançar, devido à sua altura e as medições podem ser perigosas para os operadores. Os métodos digitais (por exemplo, câmaras digitais), recentemente disponibilizados, revelaram-se fiáveis em copas fechadas, mas ainda não existem informações sobre a sua aplicabilidade em copas abertas, como é o caso do sobreiro. Neste estudo pretende-se que os estudantes monitorizem o desenvolvimento da capo na Primavera, utilizando métodos tradicionais e digitais, e comparem a sua eficiência, para recomendar ou não a utilização de novos métodos em estudos futuros.

O trabalho de campo deve ocorrer em 3 meses na primavera, seguindo-so a análise dos dados.

1. **Impact of recurrent drought and plant invasion on soil organic matter (C - SOM) and soil nutrients (N, P, CEC) in a cork oak ecosystem**

Climate change, namely by increasing drought periods, will affect nutrient availability in the soil, through decreasing biomass decomposition and nutrient uptake by the plants. In addition, the shrubs occurring in the understorey, known to be highly competitive for resources, might decrease the nutrient availability for trees. This will be particularly problematic in Mediterranean ecosystems, which are known to be nutrient poor. In this study, students will monitor soil nutrient availability in 3 different times over the year in a running experiment, in Vila Viçosa, in which the combination of rain-exclusion and shrub invasion is being studied. This master thesis will involve field and laboratory work.

2. Impacto de secas recorrentes e da invasão por arbustos na matéria orgânica do solo (C - SOM) e nos nutrientes do solo (N, P, CEC) num montado

As alterações climáticas, nomeadamente o aumento dos períodos de seca, afectarão a disponibilidade de nutrientes no solo, através da diminuição da decomposição da biomassa e da absorção de nutrientes pelas plantas. Além disso, os arbustos que ocorrem no sub-coberto, conhecidos por competirem fortemente pelos recursos do solo (água e nutrientes), podem diminuir a disponibilidade de nutrientes para as árvores. Isso será particularmente problemático nos ecossistemas Mediterrâneos, habitualmente pobres em nutrientes. Neste estudo, os alunos irão monitorizar a disponibilidade de nutrientes no solo em 3 épocas do ano, num estudo a decorrer em Vila Viçosa, no qual se estão a estudar os efeitos combinados da exclusão de chuva e da invasão de arbustos . Esta tese de mestrado envolverá trabalho de campo e de laboratório.

1. **Nutrient resorption efficiency in cork oak**

Climate change, namely by increasing drought periods, will affect nutrient availability in the soil, through decreasing biomass decomposition and nutrient uptake by the plants. In a previous study we have shown that cork oak is able to increase nitrogen retranslocation from old to new leaves in response to drought. In this study we want to advance our knowledge about resorption efficiency in other important nutrients, such as phosphorus and potassium. Students will use samples (green and senescent leaves) from a running field site, already collected over 3 years to compare and discuss nutrient retranslocation efficiency (N, P, K) of cork oak. This master thesis will mostly involve laboratory work, for samples processing and analysis.

3. Eficiência da reabsorção de nutrientes no sobreiro

As alterações climáticas, nomeadamente o aumento dos períodos de seca, afectarão a disponibilidade de nutrientes no solo, através da diminuição da decomposição da biomassa e da absorção de nutrientes pelas plantas. Num estudo anterior, mostrámos que o sobreiro é capaz de aumentar a retranslocação de azoto das folhas velhas para as novas, em resposta à seca. Neste estudo, queremos avançar o nosso conhecimento sobre a eficiência da reabsorção em outros nutrientes importantes, como o fósforo e o potássio. Os alunos utilizarão amostras (folhas verdes e senescentes) já disponíveis, recolhidas ao longo de 3 anos num projecto em curso, para comparar e discutir a eficiência de retranslocação de nutrientes (N, P, K) do sobreiro. Esta tese de mestrado envolverá principalmente trabalho de laboratório, para processamento e análise de amostras.

1. **Impact of drought and warming on wood anatomy of important tree species in Portugal**

In this master thesis, students will compare the effects of combined drought and warming on wood anatomy (e.g. xylem and phloem area) of seedlings of cork oak, eucalypt or stone pine. The work will consist of image analysis with the use of specific software. The results will then be integrated with available data of seedlings growth.

4. Impacto da seca e do aquecimento na anatomia da madeira de importantes espécies arbóreas em Portugal

Neste trabalho, os alunos irão comparar os efeitos combinados da seca e do aumento da temperatura na anatomia da madeira (por exemplo, área do xilema e floema) de plantas de sobreiro, eucalipto ou pinheiro manso. O trabalho consistirá em análise de imagens com o uso de software específico. Os resultados serão então integrados com dados disponíveis de crescimento das plantas.

1. **Impact of recurrent drought on leaf and wood anatomy of Quercus suber (tree) or Cistus ladanifer (shrub)**

In this master thesis, students will compare the effects of on leaf (stomatal density) and wood anatomy (e.g. xylem and phloem area) of cork oak and a cistus shrub. The work will consist of image analysis with the use of specific software. The results will be further integrated with available data of tree and shrub ecophysiology by our research team.

5. Impacto das secas recorrentes na anatomia foliar e da madeira de Quercus suber (árvore) ou Cistus ladanifer (arbusto)

Nesta tese de mestrado, os alunos irão comparar os efeitos da seca anatomia da folha (densidade estomática) e da madeira (por exemplo, xilema e área do floema) do sobreiro e do arbusto do esteva. O trabalho consistirá em análise de imagens com o uso de software específico. Os resultados serão depois integrados com os dados disponíveis da ecofisiologia de árvores e arbustos por nossa equipa de investigação.

1. **Are cork oak and Cistus ladanifer using the same water sources under extreme drought?**

Impact of recurrent drought and shrub invasion on Quercus suber (tree) or Cistus ladanifer

1. **At what age does Cistus ladanifer becomes dangerously competitive for cork oak?**

Climate change and shrub invasion are occurring simultaneously in many regions of the world, including the Mediterranean region. Drought and shrub invasion might compromise ecosystem functioning and resilience. Although shrub density control should be performed in managed woodlands, there is no clear information on which is the adequate periodicity for shrub removal operations. In this study, we will focus on carbon assimilation and transpiration measurements during 3 field campaigns in spring and summer to evaluate the effects of different shrub densities in cork oak ecosystems functioning.

As alterações climáticas e a invasão por arbustos estão ocorrer simultaneamente em muitas regiões do mundo, incluindo na região do Mediterrâneo. A seca e a invasão por arbustos podem comprometer o funcionamento e a resiliência dos ecossistemas. Embora o controle de densidade de arbustos deva ser realizado em montados geridos, não há informações claras sobre qual é a periodicidade adequada para as operações de remoção de arbustos. Neste estudo, vamos focar-nos nas medições da assimilação do carbono e da transpiração, durante 3 campanhas de campo na primavera e no verão, para avaliar os efeitos de diferentes densidades de arbustos no funcionamento dos montados.

1. **Do cork oaks change their root distribution when invaded by shrubs?**

It is now well established that cork oaks strongly rely on a deep rooting system to withstand summer droughts. However, cistus is highly competitive for water, and may cause changes in root distribution over the different soil layers. This is a very important study, as there is a lack of knowledge on root distribution, particularly on cork oak.

This will include intensive field work this spring (May) with ongoing lab work afterwards. Roots will be analyzed from different soil horizons and separately for cork oak and invasive shrubs. Roots will be digitalized to gain insights into the different root sizes.

8. Os sobreiros mudam a distribuição das raízes quando são invadidos por arbustos?

É sabido que os sobreiros dependem fortemente de um sistema radicular profundo para resistir às secas de verão. No entanto, a esteva (arbusto) é altamente competitiva na utilização da água e pode causar alterações na distribuição das raízes ao longo dos diferentes perfis do solo. Este é um estudo muito importante, pois existe uma falta de conhecimento sobre a distribuição das raízes, particularmente no sobreiro.

Isso incluirá trabalho de campo intensivo nesta primavera (maio), seguido de trabalho de laboratório. As raízes serão analisadas a diferentes profundiades do solo, separadamente para o sobreiro e os arbustos invasores. As raízes serão digitalizadas para obter informações sobre os diferentes calibres.