

Pastagens e pecuária extensiva sob o olhar da Ecologia

Cristina Branquinho (cmbranquinho@ciencias.ulisboa.pt)

Maria Alexandra Gomes Oliveira, Maria Espírito Santo, Carlota Mamede,
Inês Domingues, Pedro Vaz, Pedro Eça, Helena Serrano

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

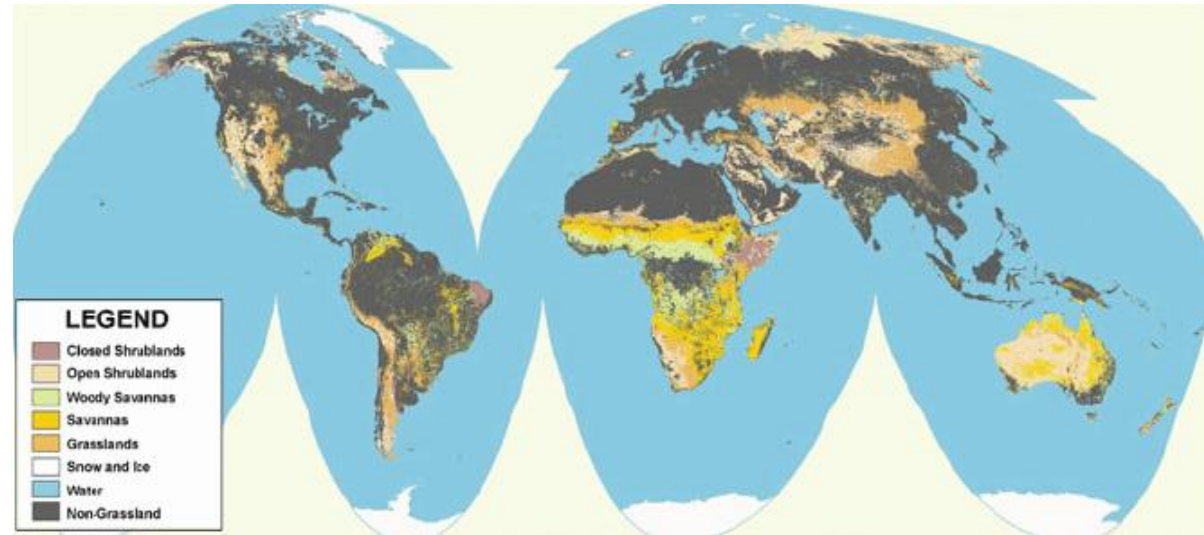
Foto: Álvaro António

Os desafios das pastagens nas zonas semiáridas

Grasslands

vegetation dominated or co-dominated by graminoids, with varying density of **forbs**, **woody vegetation** and **human intervention**

Blair et al., 2014

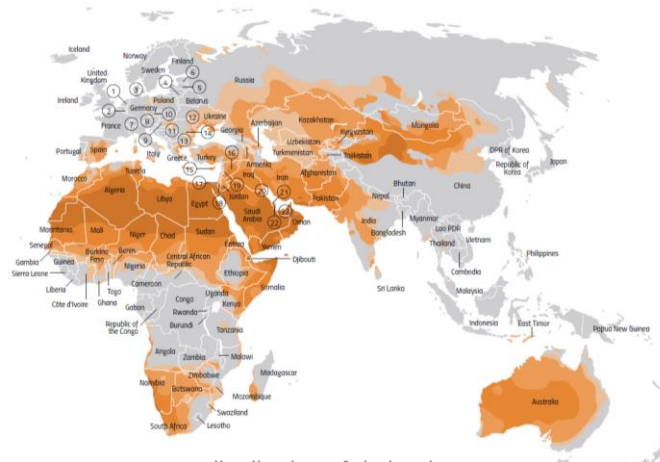


Global distribution of grasslands and other ecosystem types dominated by grasses or graminoid vegetation

Pastures

land used permanently (five years or more) for herbaceous forage crops, either cultivated or growing wild (wild prairie or grazing land)

FAO, 2023



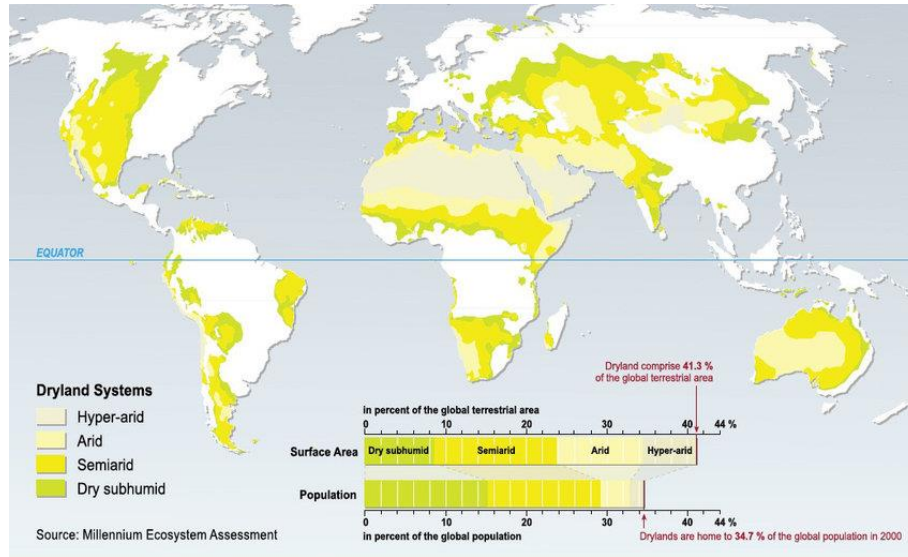
distribution of drylands

40% of global land area

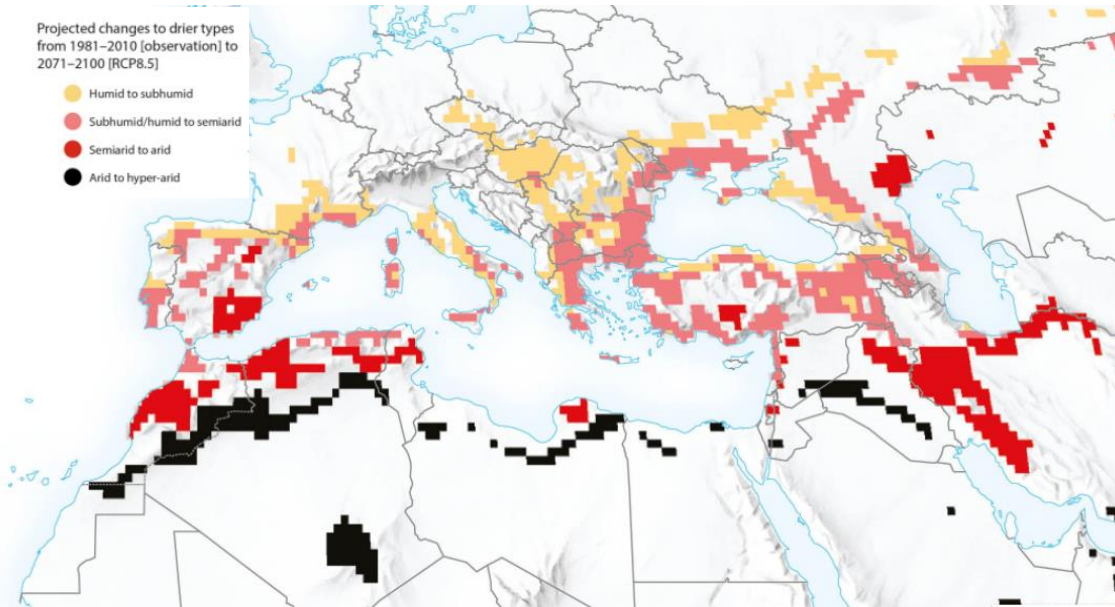
+ 2 billion people

UNCCD, 2017

Os desafios das pastagens nas zonas semiáridas



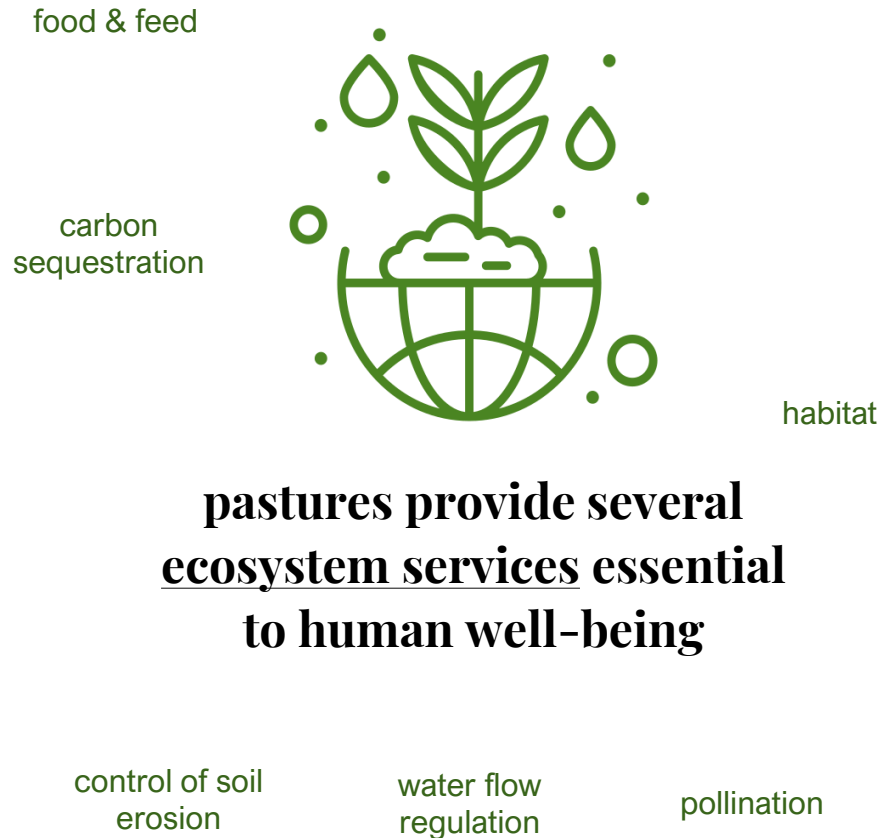
Fonte: Millenium Ecosystem Assessment



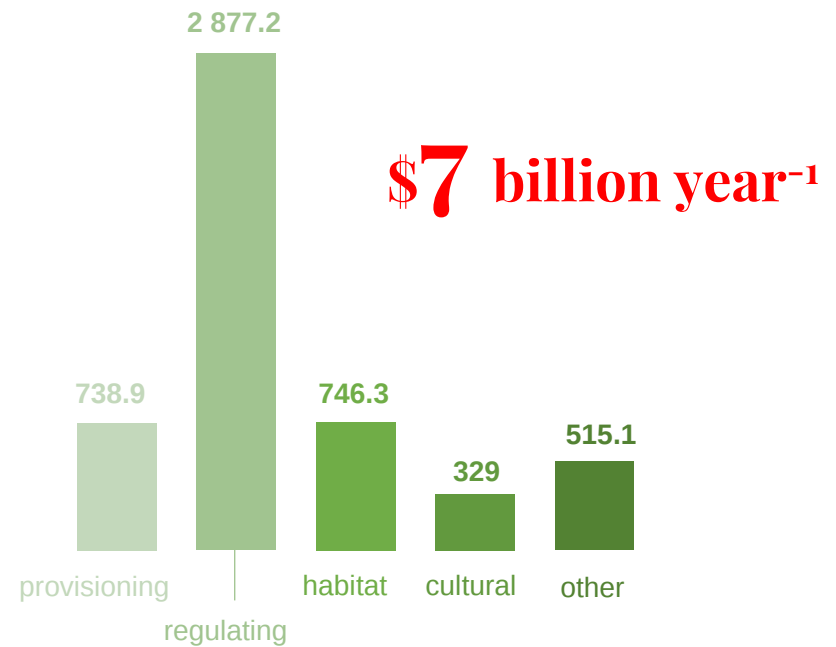
Fonte: WAD3-JRC 2018, modified from Spinoni, J., 2015

- A água é o fator limitante;
 - Precipitação com elevada sazonalidade e variabilidade inter-anual;
 - A aridez é elevada: evaporação vs precipitação;
 - A vegetação é baixa, solo fica exposto, fica mais suscetível à erosão;
 - Vulnerável à sobre-exploração.
- Cobrem 41% da superfície terrestre;
 - Acolhem 35% de toda a humanidade;
 - Fornecem 44% dos sistemas cultivados no mundo;
 - Fornecem 50% da pecuária mundial;
 - Representam 35% da área global de Hotspots de Biodiversidade;
 - Cobrem 28% de áreas de Património Mundial;
 - As zonas semiáridas irão aumentar substancialmente em cenários de alterações climáticas.

As pastagens e os Serviços de Ecossistema



predicted value by type of ecosystem service for Mediterranean grasslands (\$ ha⁻¹ year⁻¹)

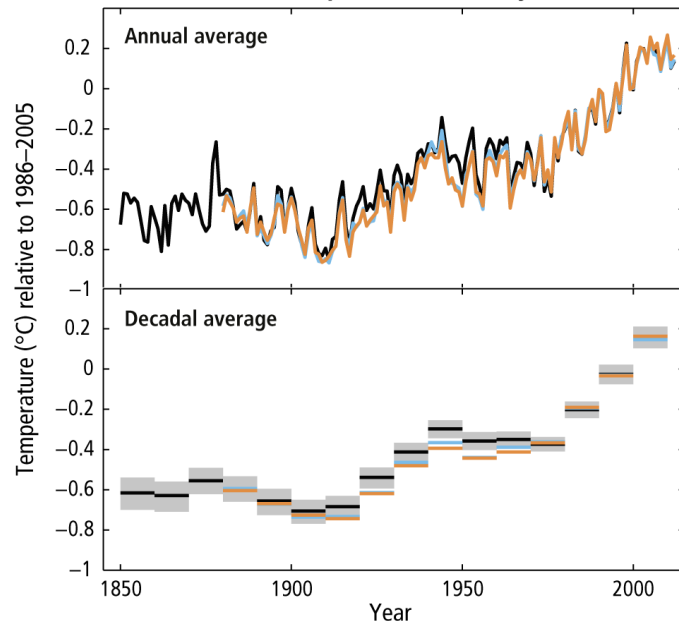


Liu et al., 2021

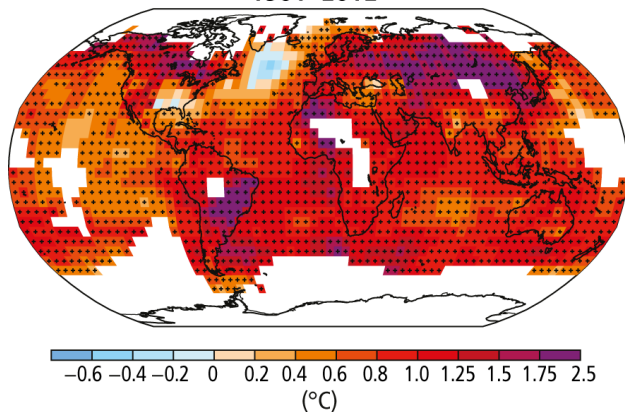
Furthermore, they support the livelihoods of around 800 million people (Gibson & Newman, 2019; Kemp et al., 2013; Suttie et al., 2005)

O desafio das alterações climáticas

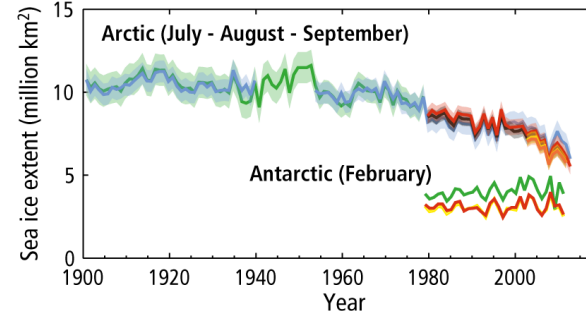
(a) Observed globally averaged combined land and ocean surface temperature anomaly 1850–2012



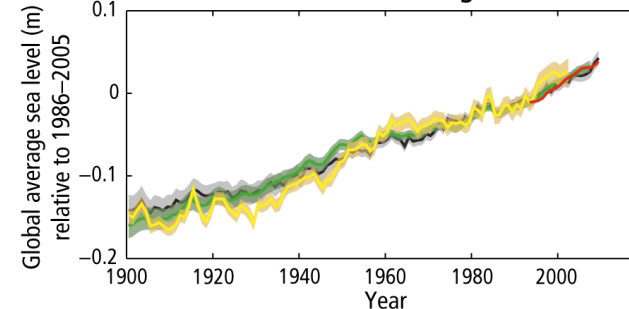
(b) Observed change in surface temperature 1901–2012



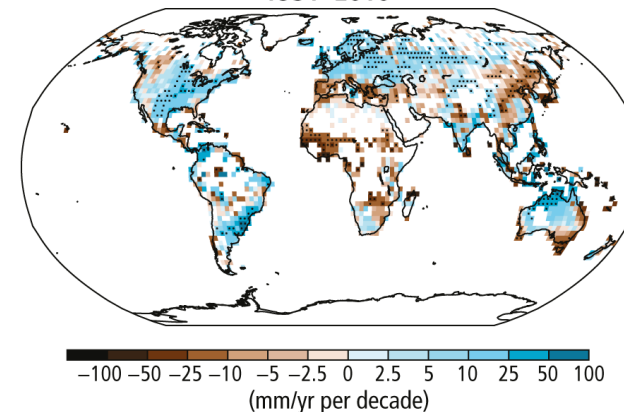
(c) Sea ice extent



(d) Global mean sea level change 1900–2010



(e) Observed change in annual precipitation over land 1951–2010



A resistência e a resiliência dos sistemas naturais



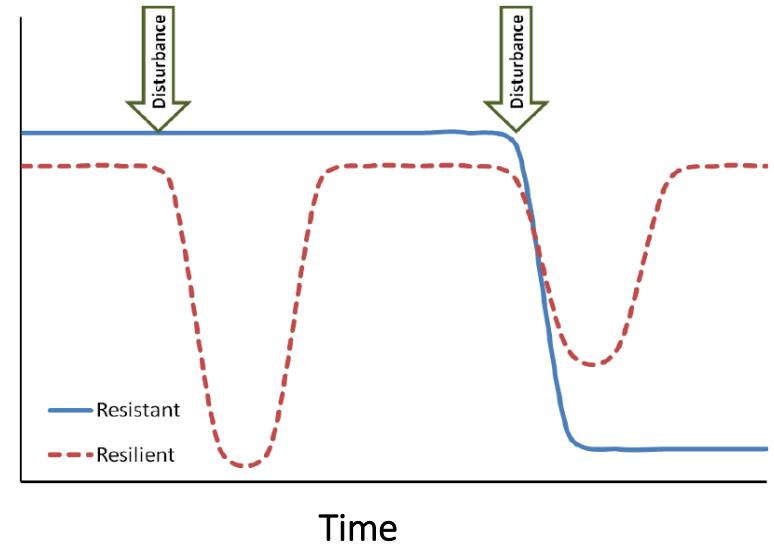
Daintree Rainforest
Age: 180 million years
Location: North-east coast of Queensland, Australia
Forest Type: Tropical Rainforest



Amazon Rainforest
Age: over 55 million years
Location: Brazil (60%), Peru (13%), and Colombia (10%)
Forest Type: Moist Broadleaf Tropical Rainforest

Most natural ecosystems are stable since they have self-regulating mechanisms to return to a steady state after most natural disturbances.

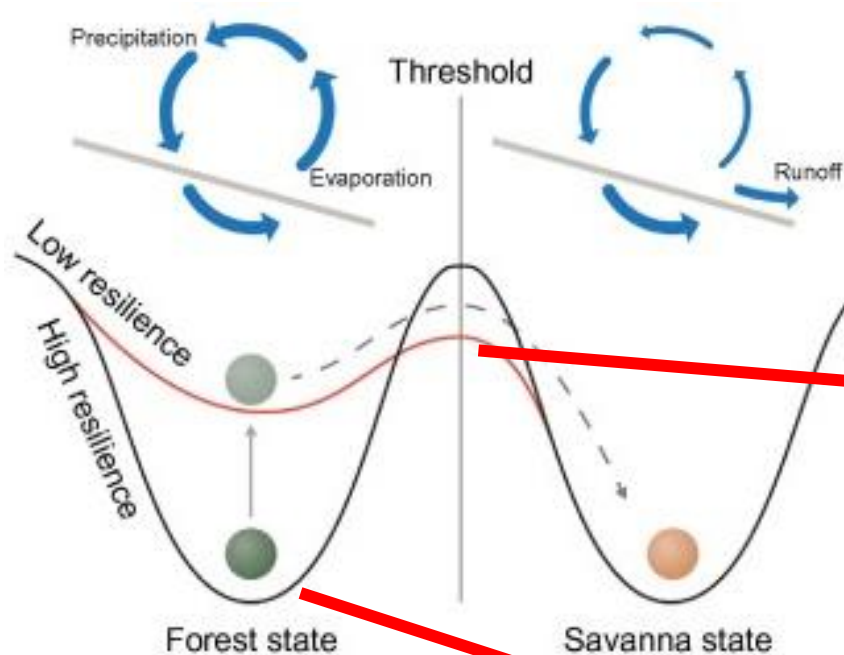
Ecosystem structure and functioning



A **resilient ecosystem** is one that can ‘absorb’ disturbances and maintain a qualitatively similar state (Holling, 1973, 1996).

- 1) ‘**resistance**’ is the ability to persist during the disturbance;
- 2) ‘**resilience**’ is the capacity to recover or ‘bounce back’ following alleviation of the disturbance.

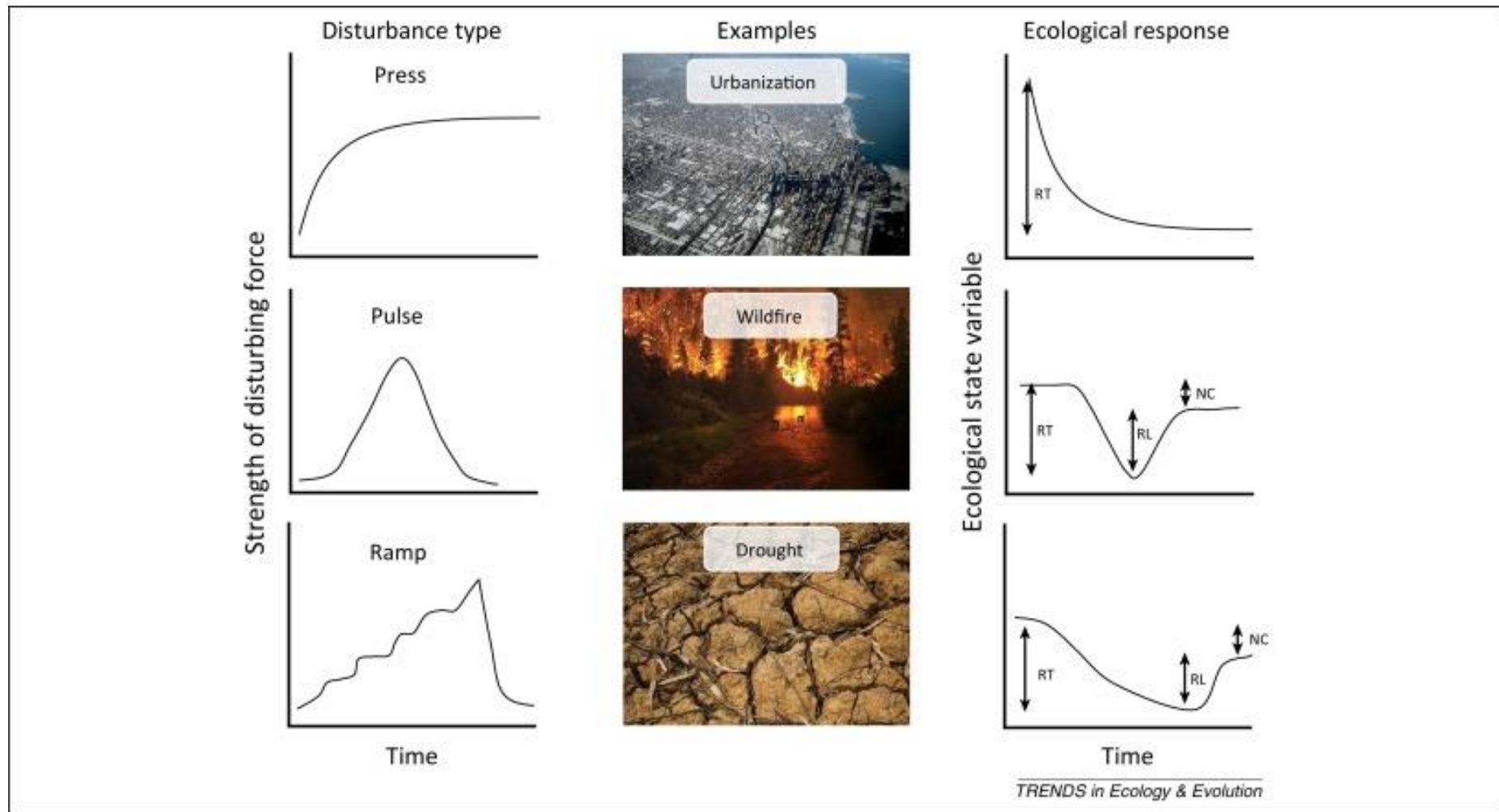
A resistência e a resiliência dos sistemas naturais



- Rainforest that is deforested has a lower resilience due to a reduction in moisture recycling and precipitation.
- Below a certain level of precipitation, rainforest can no longer be sustained and collapses to the new stable state of savanna.



As respostas dos ecossistemas às perturbações

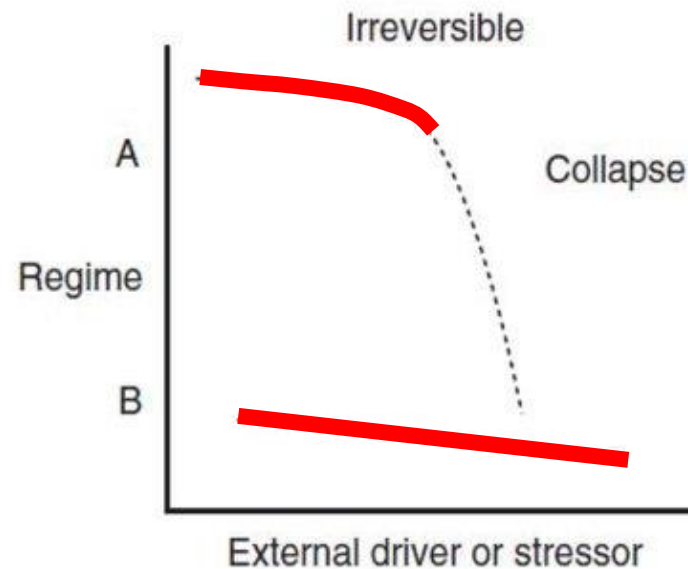
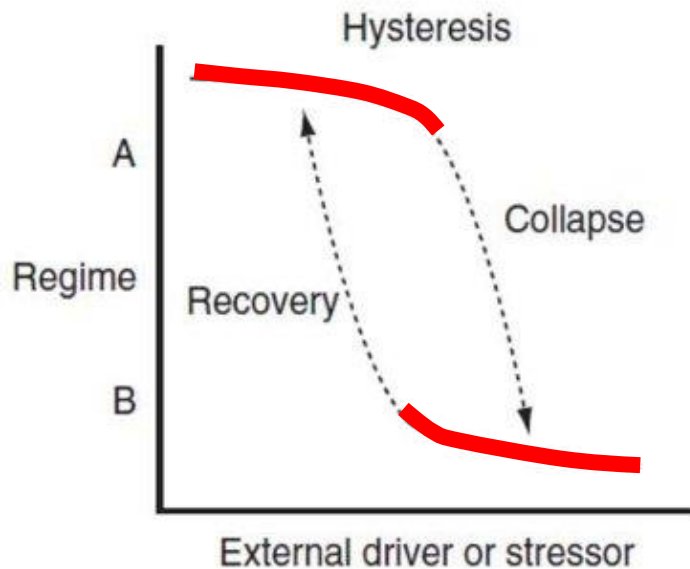
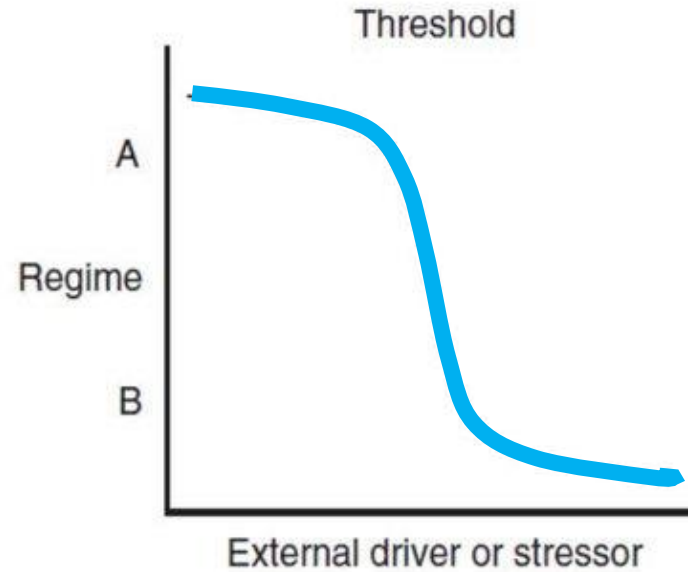
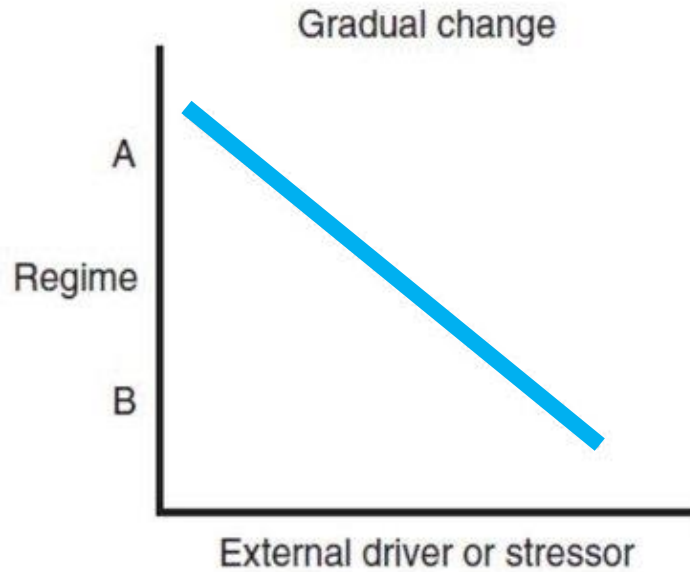


Types of disturbances, the ecological responses and measurement of resistance (RT), resilience (RL), and net change (NC) within the resistance–resilience framework.

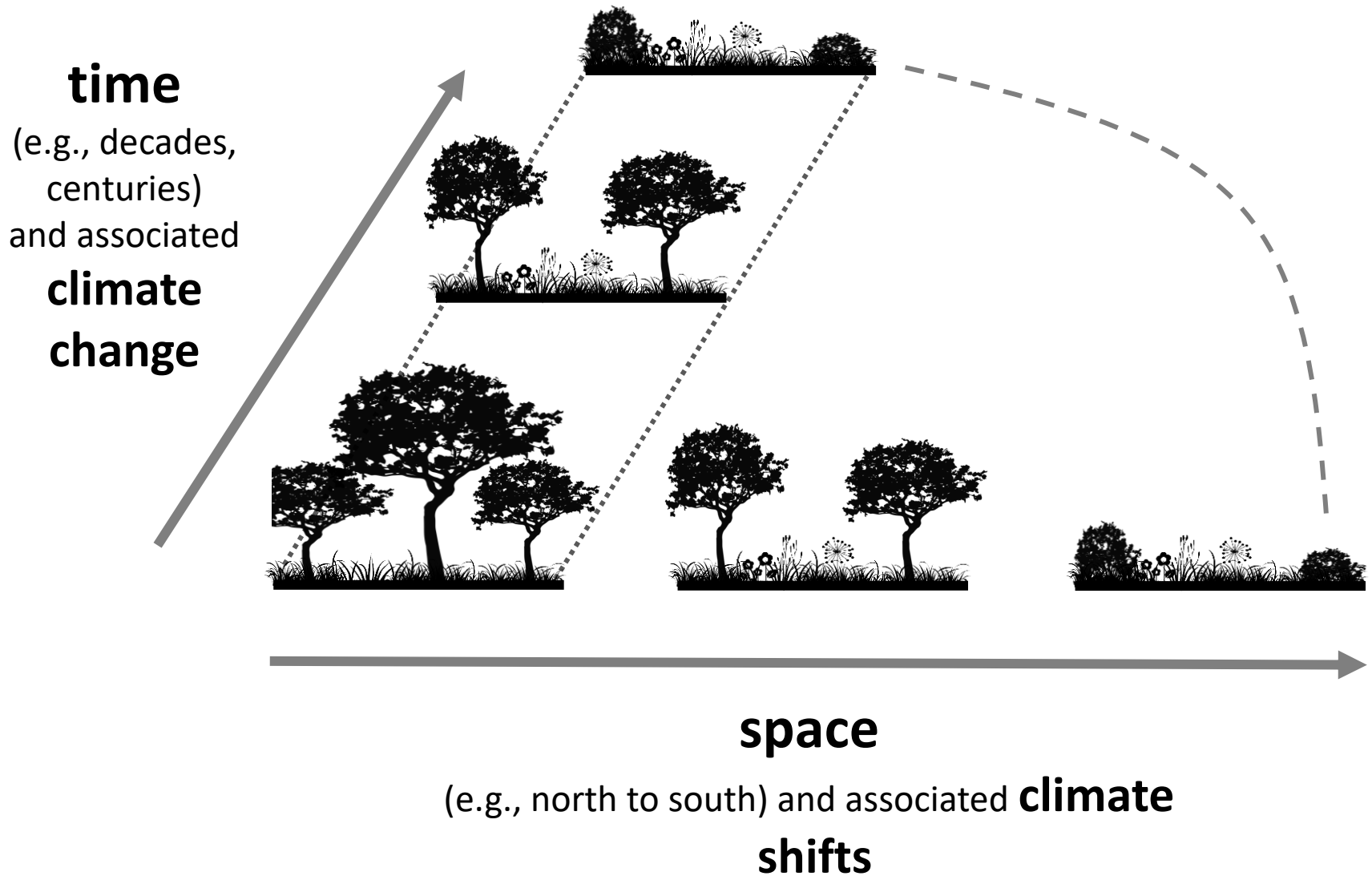
Nimmo et al., 2015

<https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.07.008>

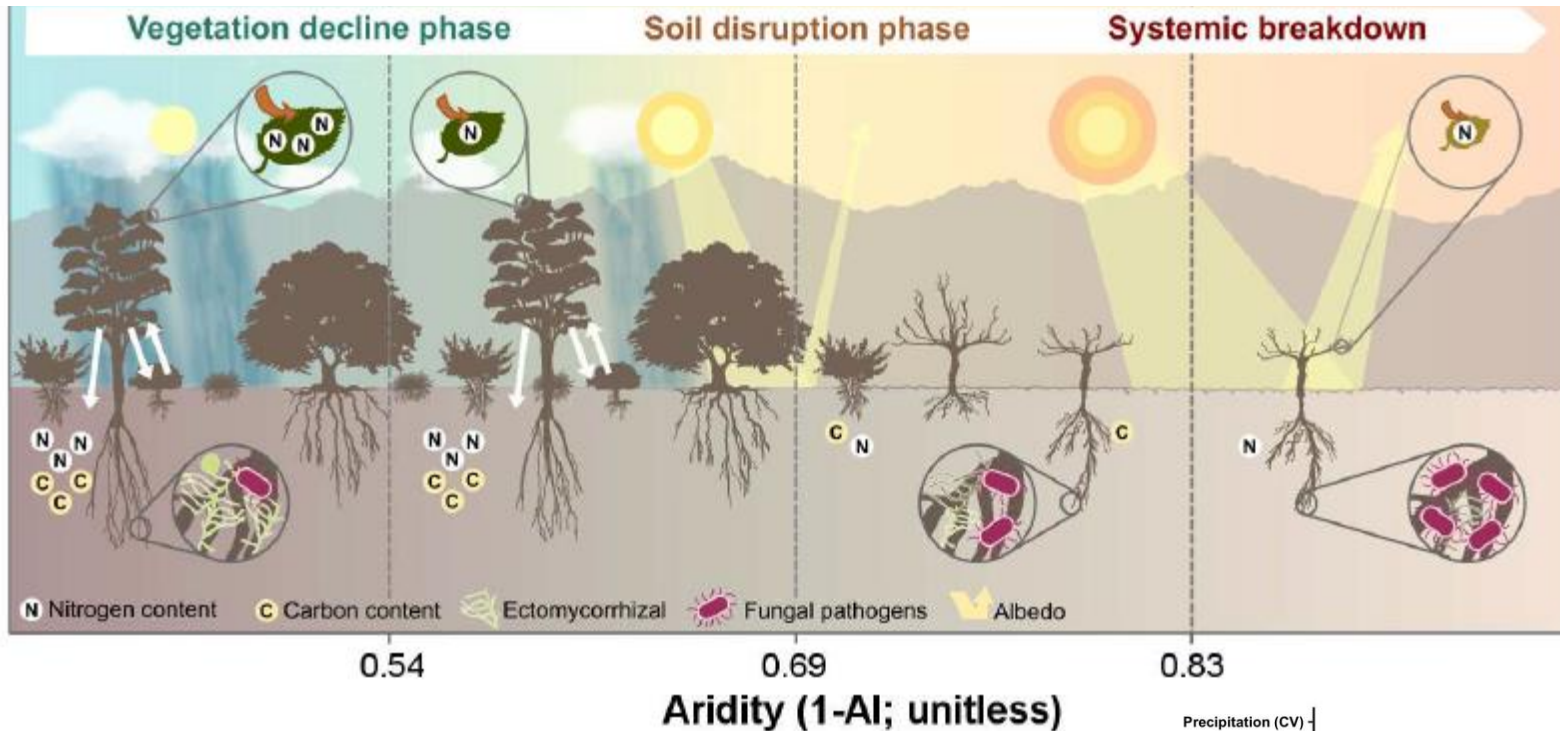
As respostas dos ecossistemas às perturbações



Usando o espaço pelo tempo



Limiares críticos nas terras secas

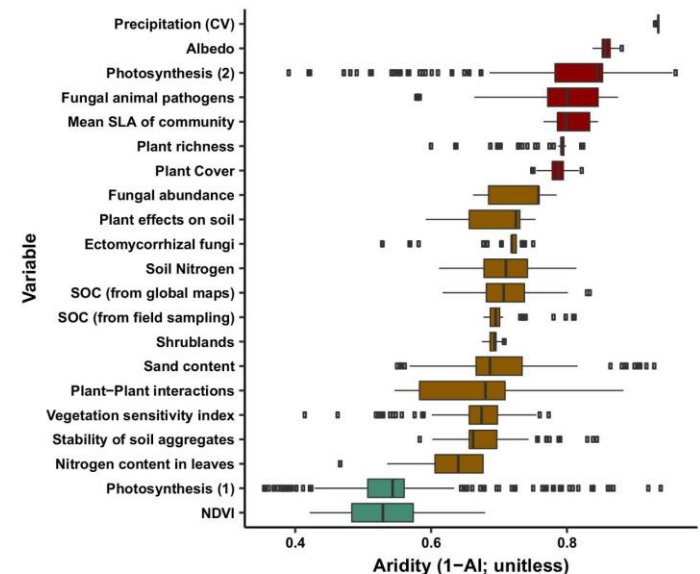


Ecosystem changes associated with the crossing of the 3 phases.

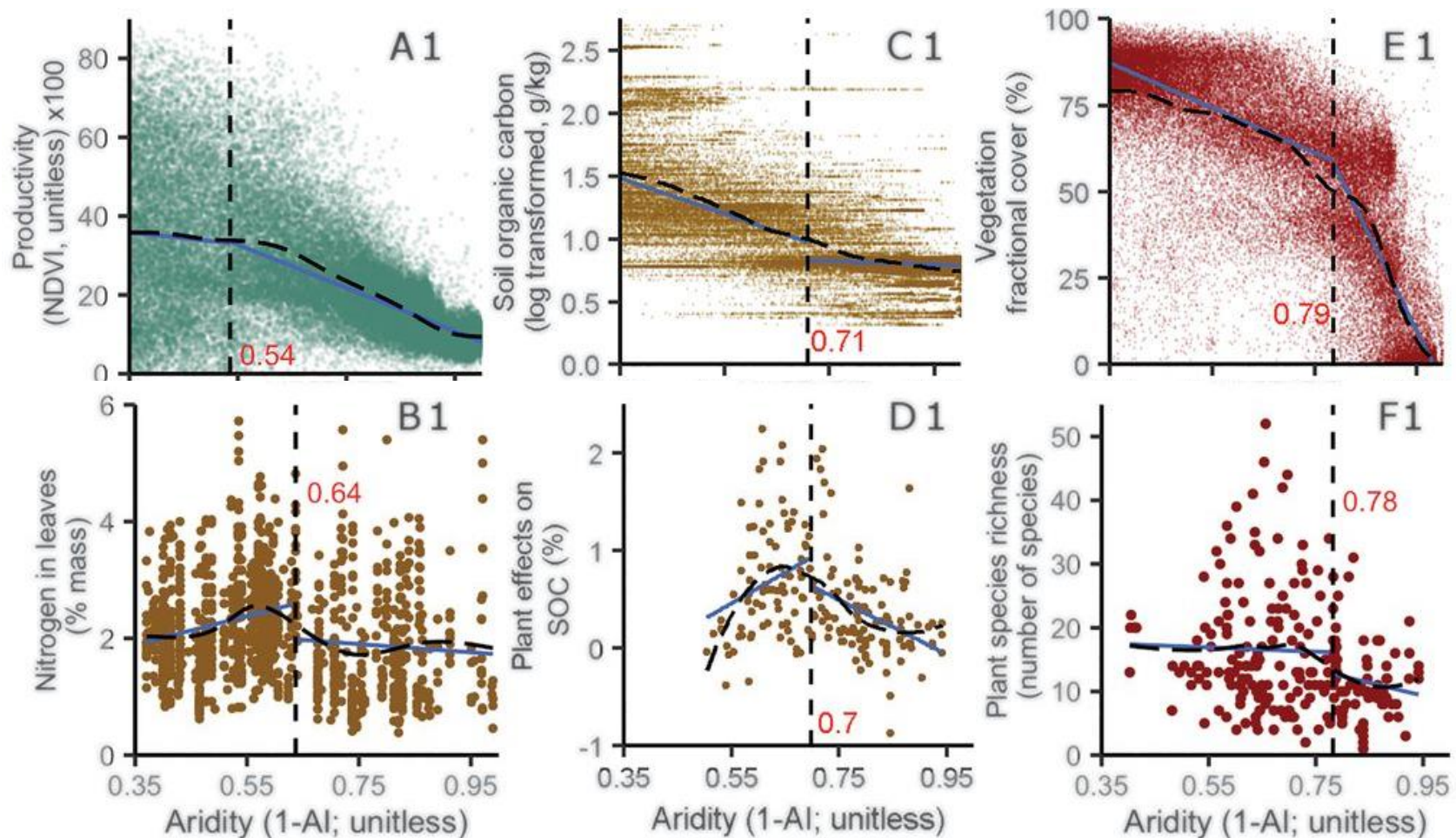
1st threshold 0,55 - decay in vegetation productivity and photosynthetic activity;

2nd threshold ~ 0.7, declines in soil fertility, plant N content and biotic interactions, drastic compositional changes in plant and soil microbial communities;

3rd threshold ~ 0.8, drastic reductions in plant cover, increases in soil albedo and shifts in leaf traits towards stress-avoidance.



Limiares críticos nas terras secas

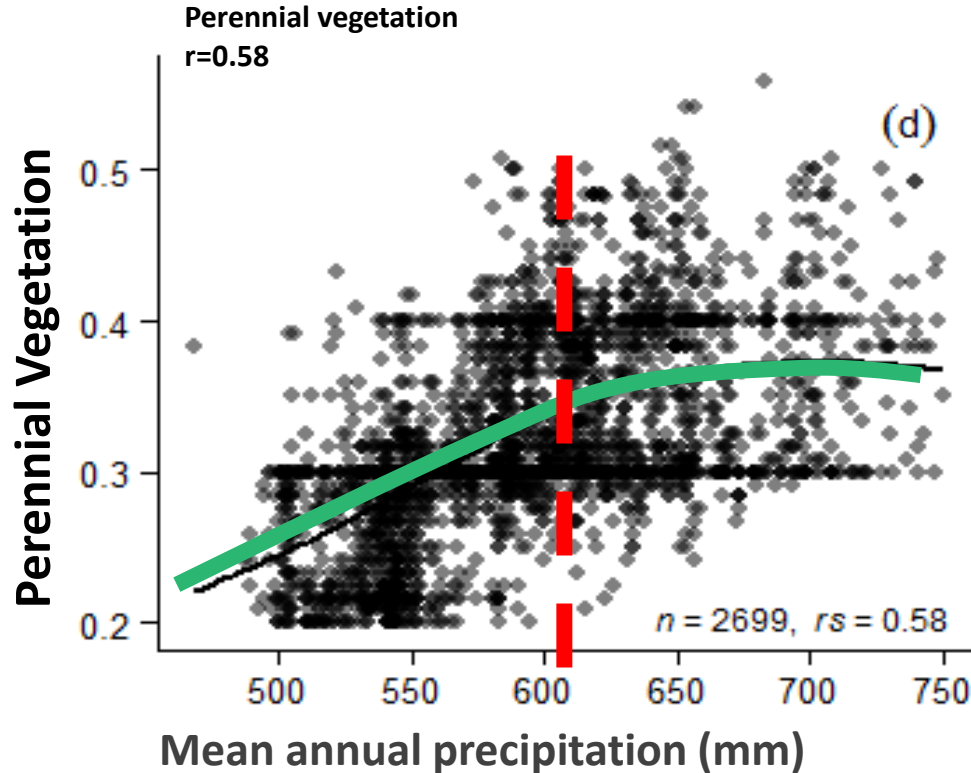


Nonlinear responses of multiple ecosystem attributes to aridity.

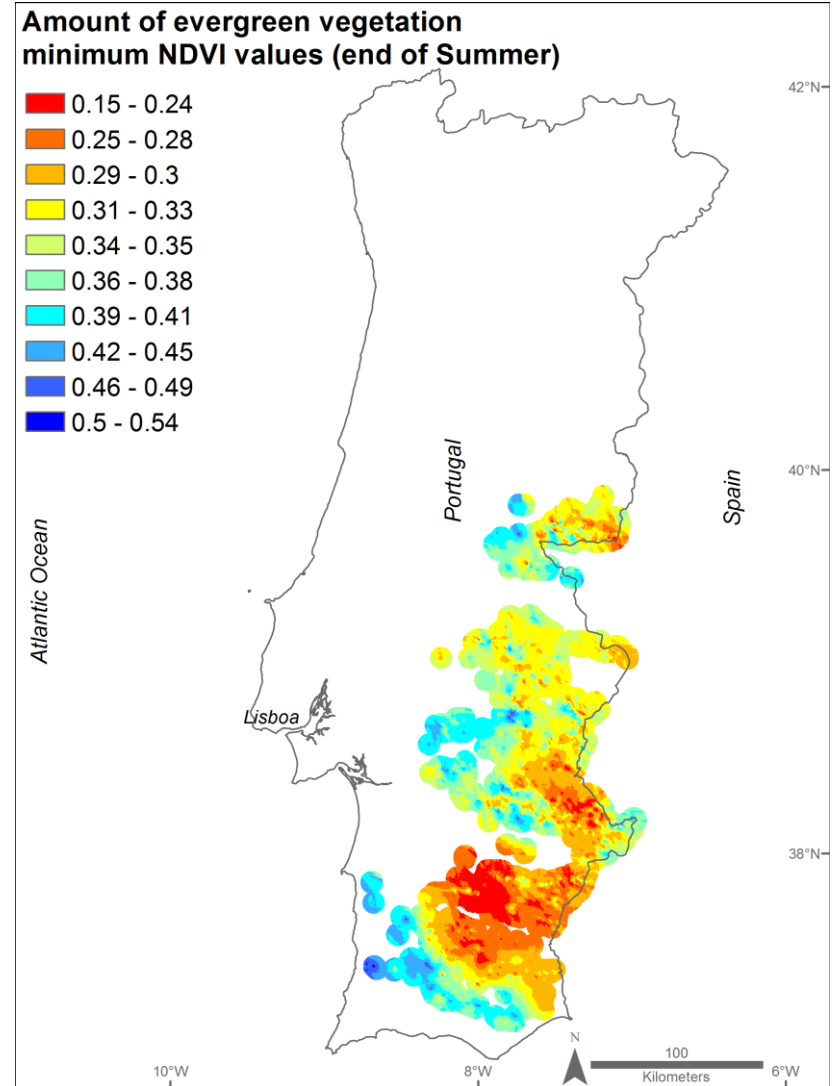
NDVI (A), leaf nitrogen content (B), soil organic carbon (C), plant effects on soil organic carbon (D), vegetation cover (E), and plant species richness (F). Black dashed lines and blue solid lines represent the smoothed trend fitted by a generalized additive model (GAM) and the linear fits at both sides of each threshold, respectively. Inset numbers in red and the vertical dashed lines describe the aridity threshold identified.

Limiares críticos em Portugal

The threshold

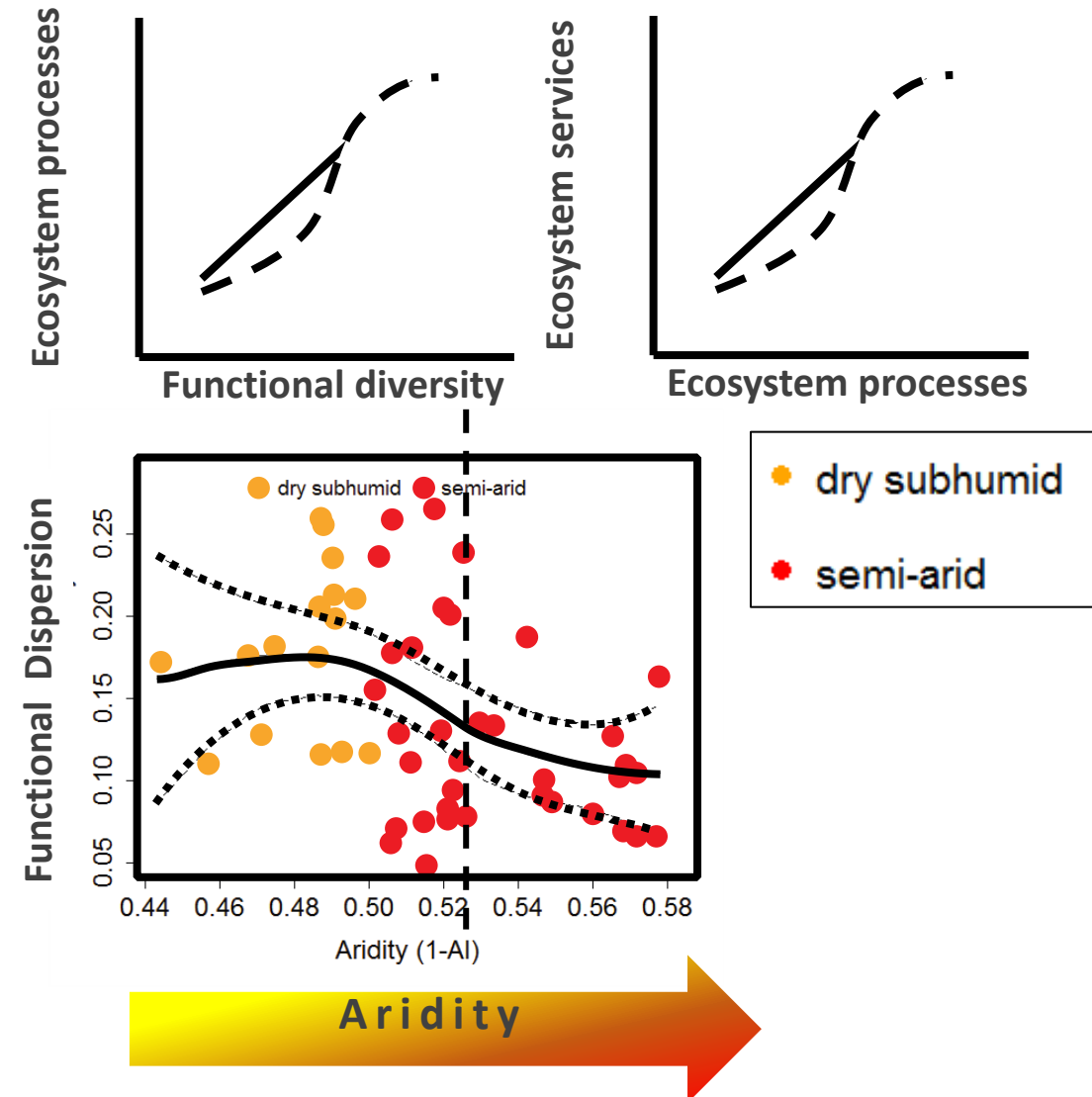


The Spatial Model

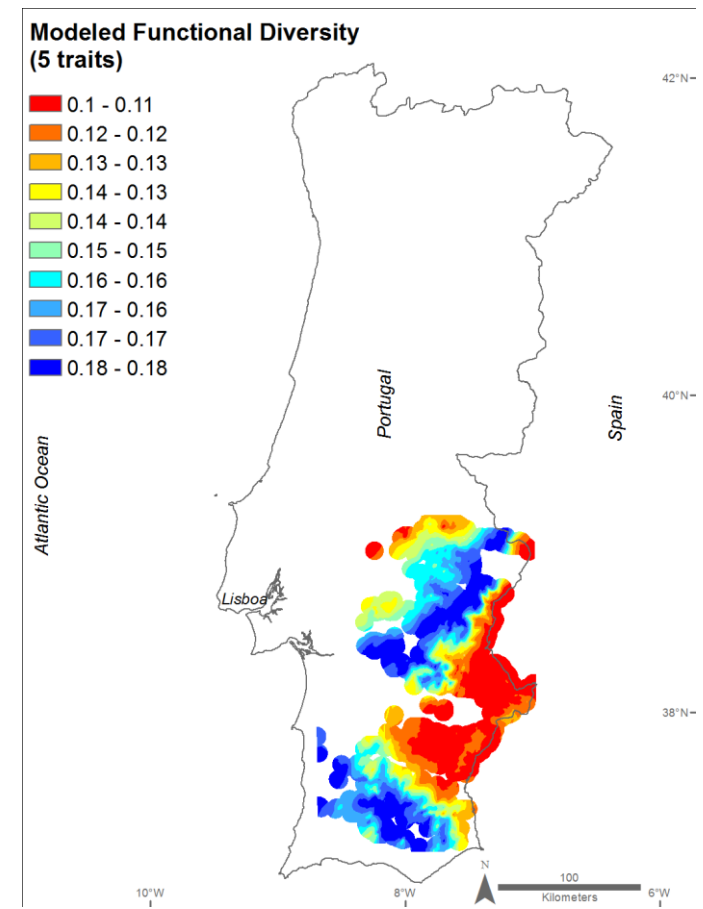


Limiares críticos em Portugal

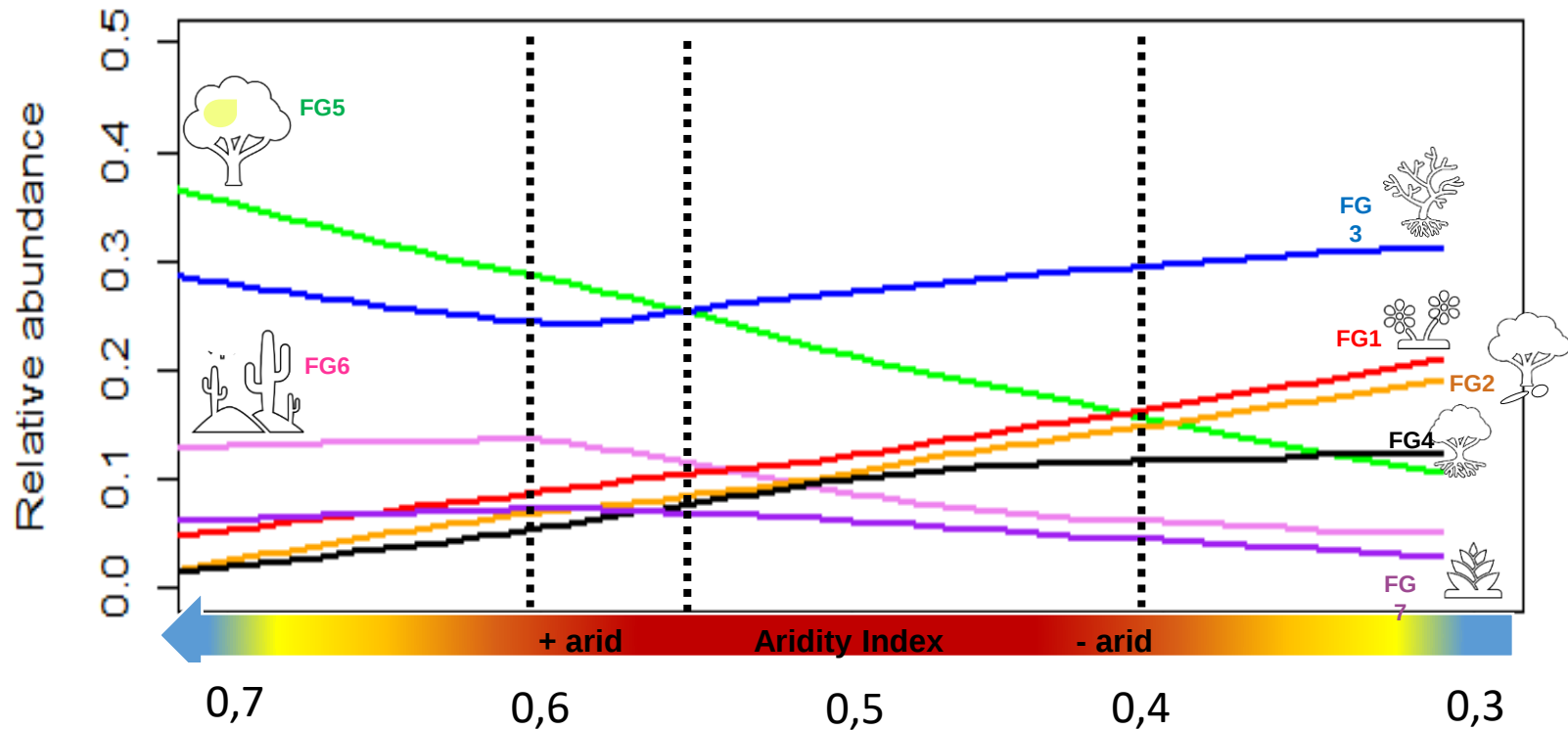
Linking functional diversity & ecosystems services



Spatializing the loss of ecosystem services



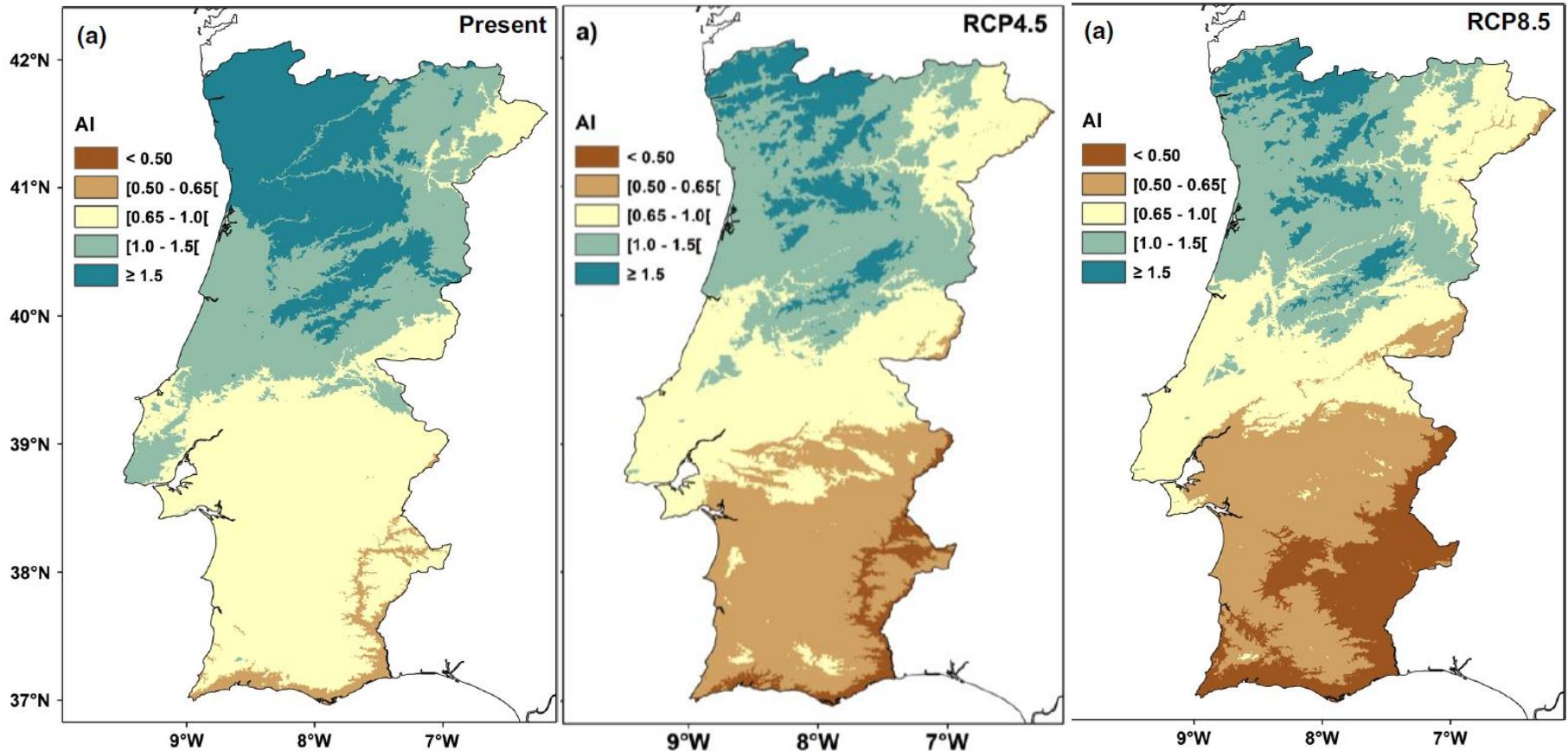
Limiares críticos no Brasil



FG5 - Trees with chemical defense; **FG6** - CAM plants without leaves arranged in a rosette; **FG1** – Shrubs or herbs without leaves arranged in a rosette and without CAM; **FG2** – Trees with tuberous roots and without chemical defense; **FG3** – Deciduous trees with pivoting root but without chemical defense; **FG4** – Evergreen trees with pivoting root but without chemical defense; **FG7** – Plants with leaves arranged in a rosette

Cenários futuros para a aridez em Portugal

Aridity index (AI) over mainland Portugal projected for the 2041–2060 period under RCP4.5 and RCP8.5



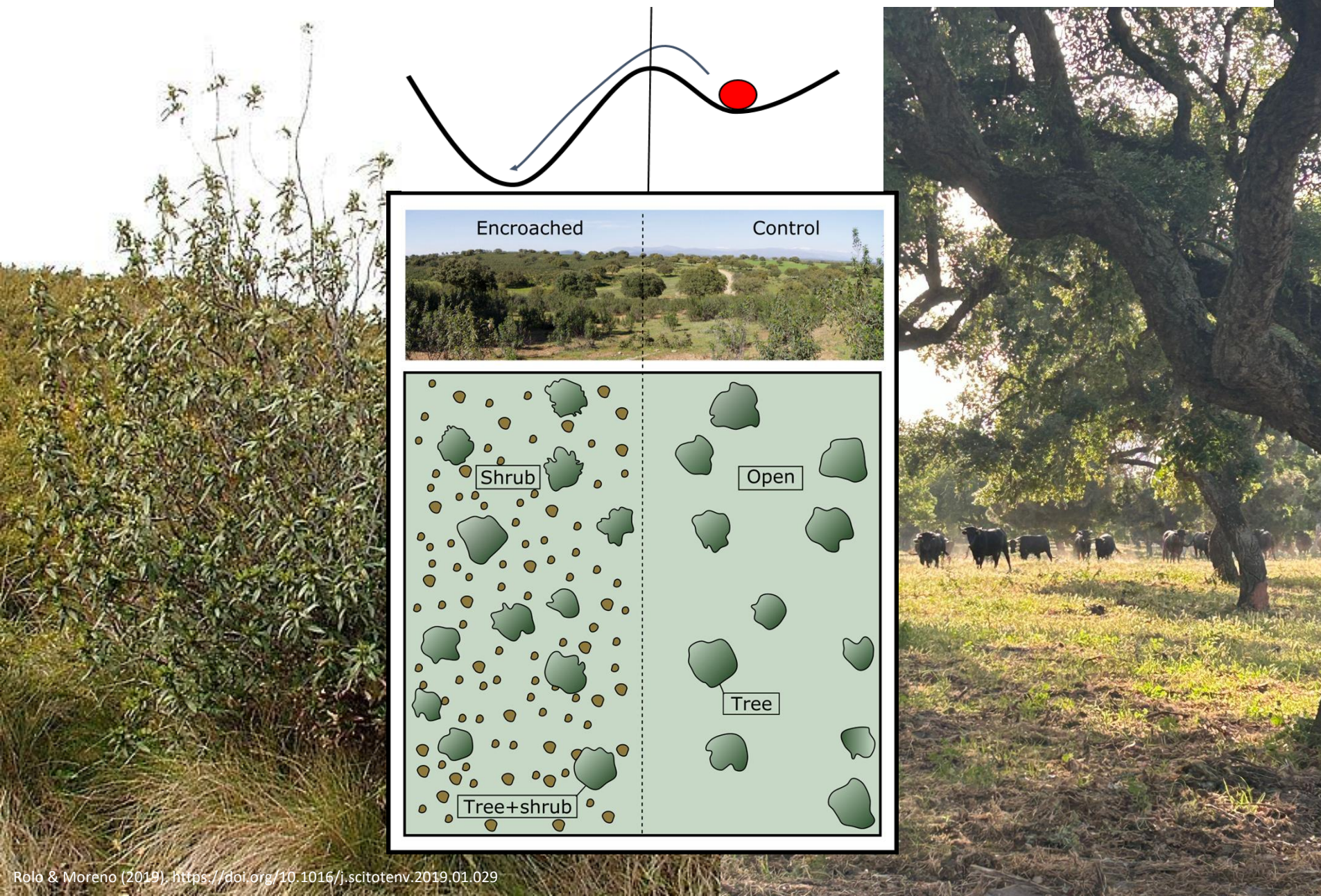
Climate Type	Aridity Index
Dryland Subtypes	
Hyper-arid	AI < 0.05
Arid	0.05 ≤ AI < 0.2
Semi-arid	0.2 ≤ AI < 0.5
Dry Subhumid	0.5 ≤ AI < 0.65
Non-Drylands	
Humid	AI ≥ 0.65
Cold	PET < 400 mm

Climate classification and dryland subtypes based on the Aridity Index.

Source: Middleton and Thomas, WAD2, 1997.

Costa et al., 2017

Limiares críticos nas terras secas



O projeto AdaptforGrazing

Adaptar a gestão da vegetação para melhorar a resiliência dos agro-sistemas às alterações climáticas utilizando pastoreio extensivo e aproveitamento agrícola.

30 ENTIDADES

Instituições de Ensino

Superior (4)

Ciências ULisboa
UÉvora
IP de Castelo Branco
IP de Beja

ONGAs (3)

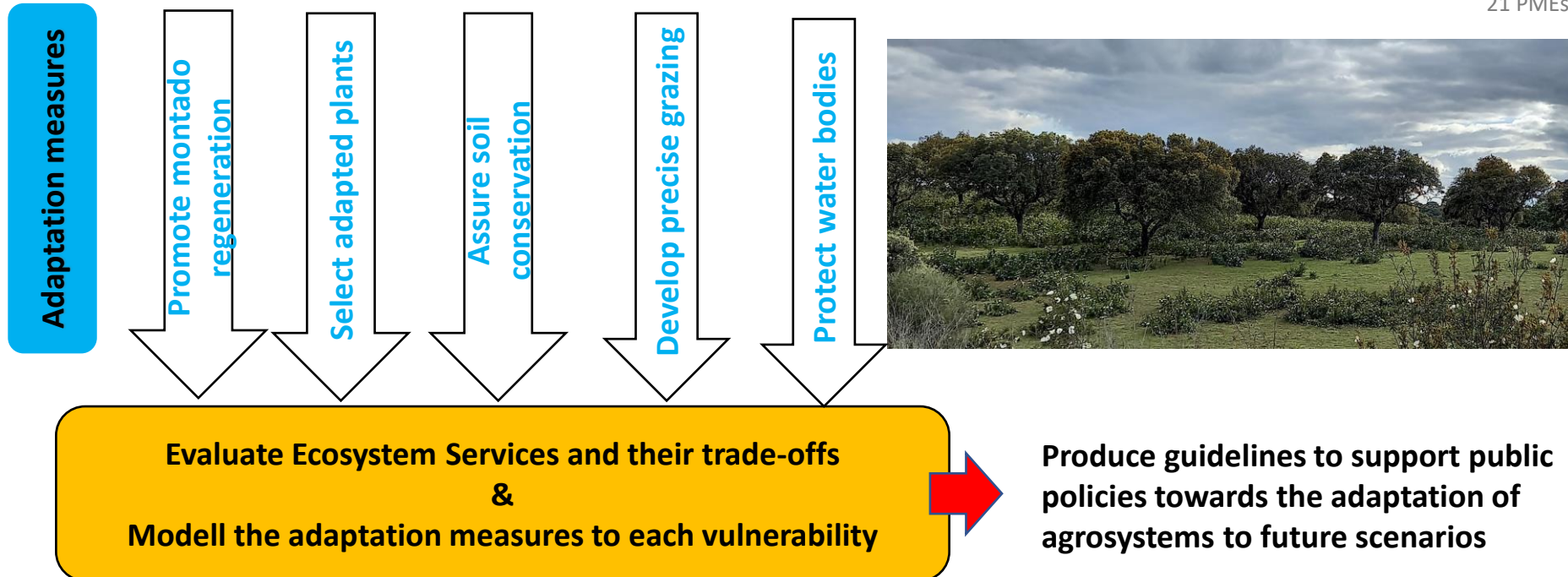
SPEA
LPN
ADPM

CAP
CNCACSA
INIAV - Elvas
21 PMEs

Objetivos:

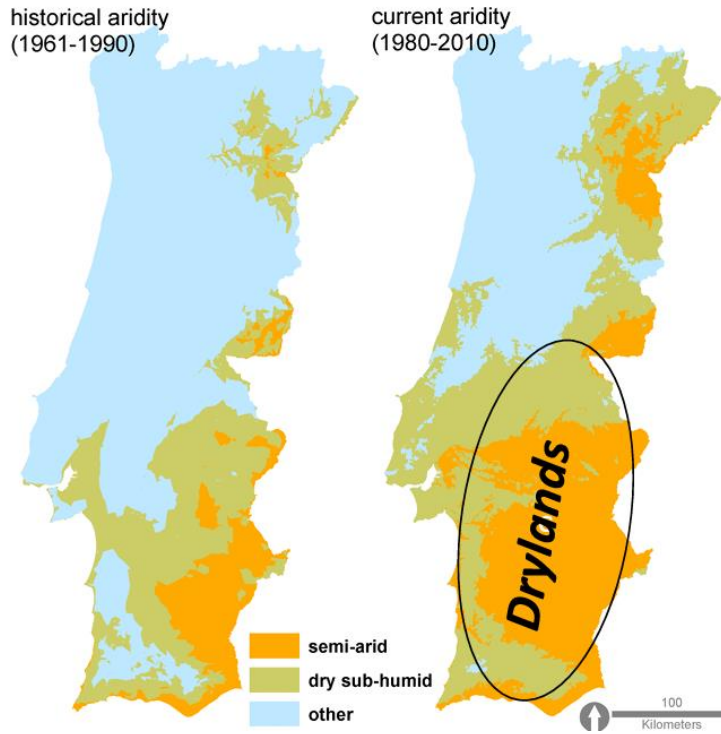
- Modelar e mapear as vulnerabilidade às ACs;
- Testar medidas de adaptação;
- Avaliar os Serviços de ecossistemas e seus *trade-offs*;
- Gestão da vegetação em aglomerados populacionais de baixa densidade;
- Comunicar e apoiar os agricultores e as políticas públicas;

Mapping the vulnerability of agro-systems to climate change

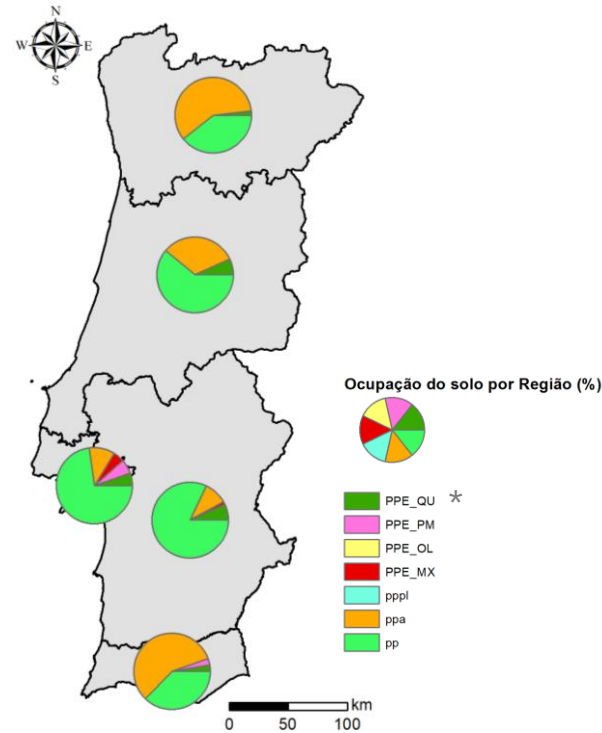


O projeto AdaptforGrazing

where mainland Portugal



Historical and current aridity index in mainland Portugal



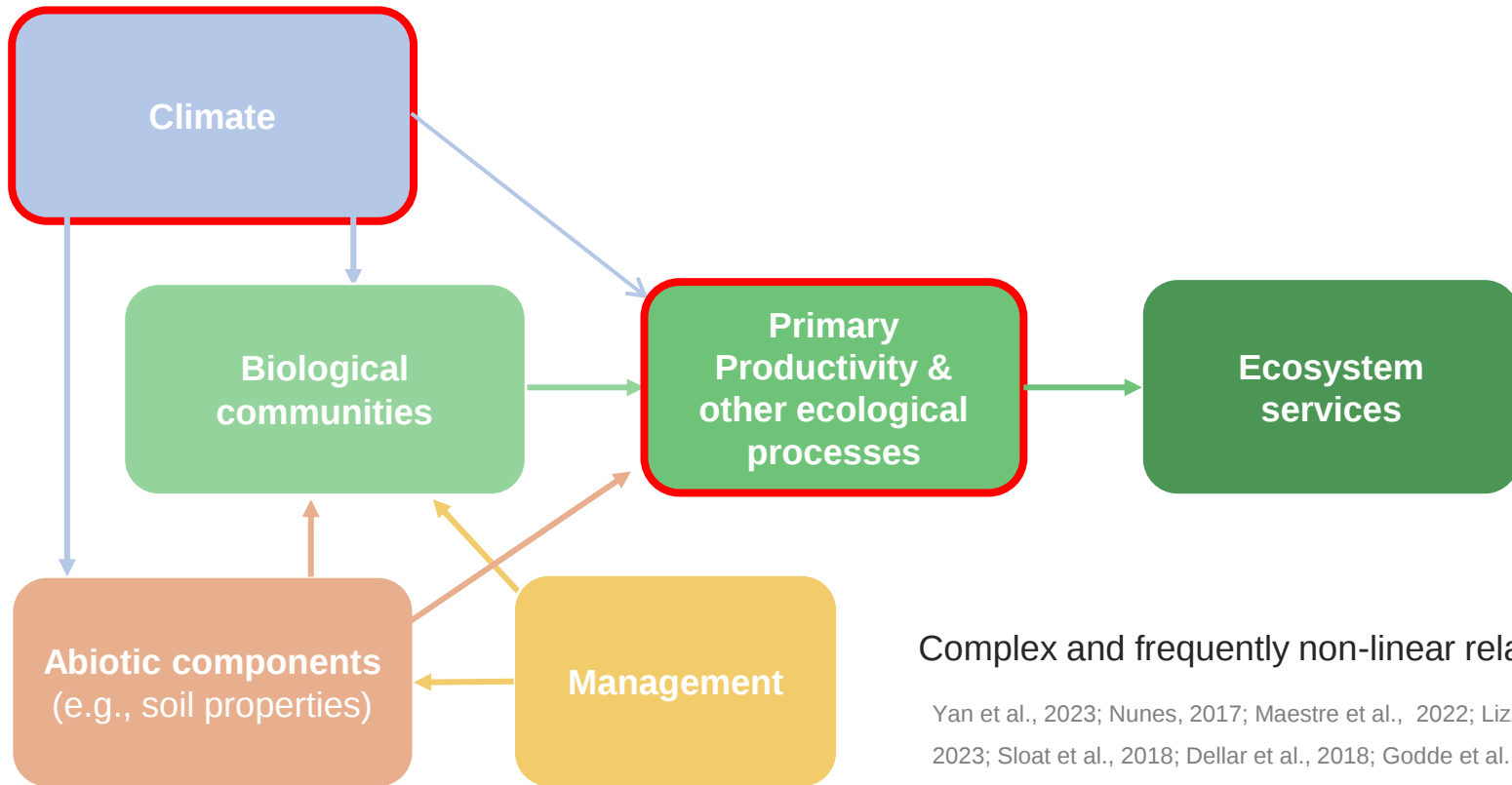
Pasture types per region (%) (2018)



* PPE-QU: Pastagem Permanente em Sob Coberto de Quercíneas
PPE-PM: Pastagem Permanente em Sob Coberto de Pinheiro Manso ou Castanheiro
PPE-OL: Pastagem Permanente em sob coberto de olival
PPE-MX: Pastagem Permanente em Sob Coberto Misto
pppl: Pastagem Permanente Prática Local
ppa - Pastagem Permanente Arbustiva
pp: Pastagem Permanente

Produtividade das pastagens

determinants of pasture ecosystem functioning and productivity

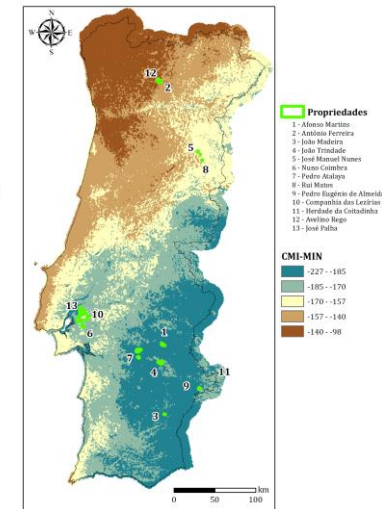
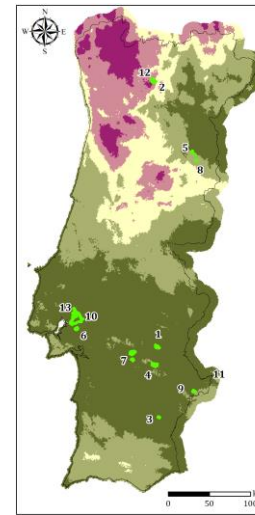
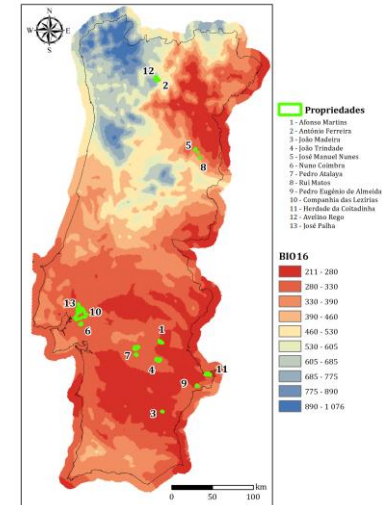
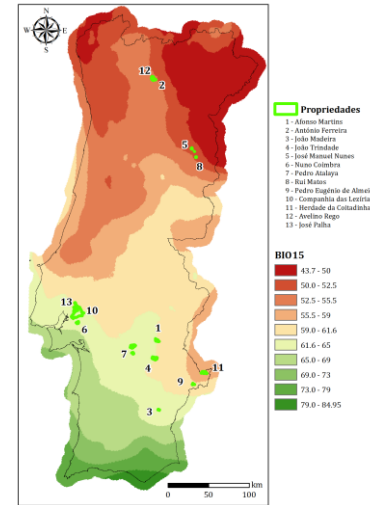
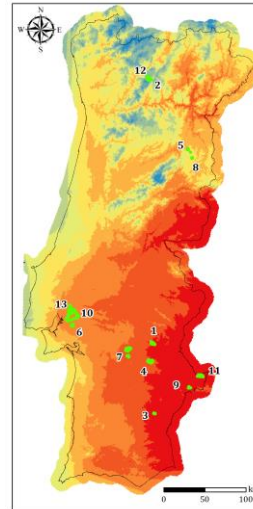
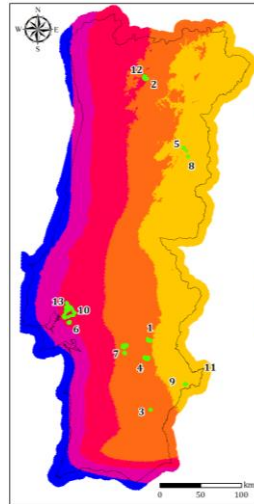
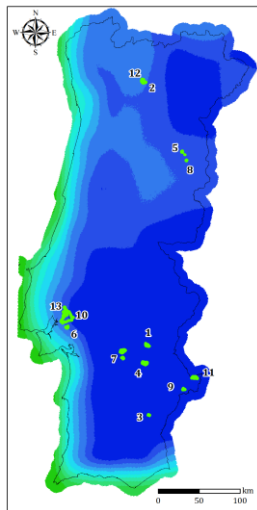


Complex and frequently non-linear relationships

Yan et al., 2023; Nunes, 2017; Maestre et al., 2022; Lizzi & Garbulsky, 2023; Sloat et al., 2018; Dellar et al., 2018; Godde et al., 2019

Variáveis bioclimáticas

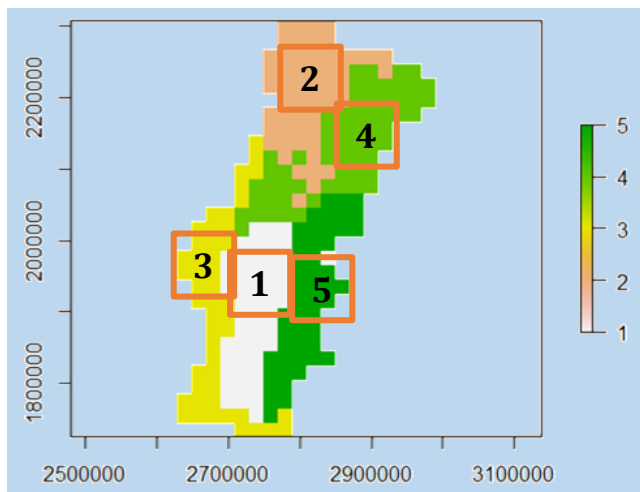
- Distribuição espacial das variáveis bioclimáticas que melhor explicam a produtividade das pastagens à escala Nacional



Análise de clusters

Variáveis bioclimáticas - Nacional

- Agrupa registos de acordo com semelhanças nas 7 variáveis bioclimáticas relevantes
- Estabilidade nos valores para 2, 3 e 5 clusters



BIO2: Média da amplitude diária da temperatura

BIO4: Desvio padrão das temperaturas médias mensais

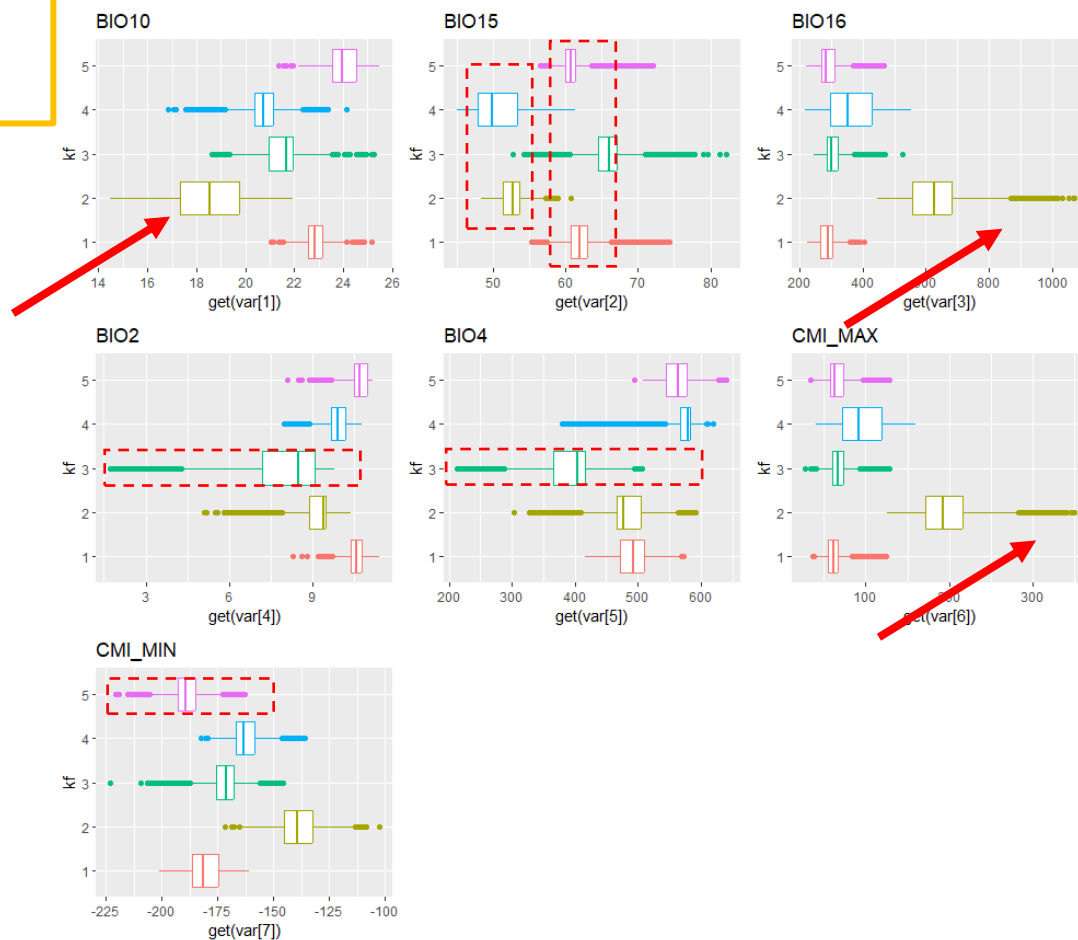
BIO10: Média da temperatura diária do trimestre mais quente

BIO15: Desvio padrão das precipitação mensais

BIO16: Média da precipitação mensal do trimestre mais húmido

CMI_MAX: Valor máximo da humidade climática mensal

CMI_MIN: Valor mínimo da humidade climática mensal



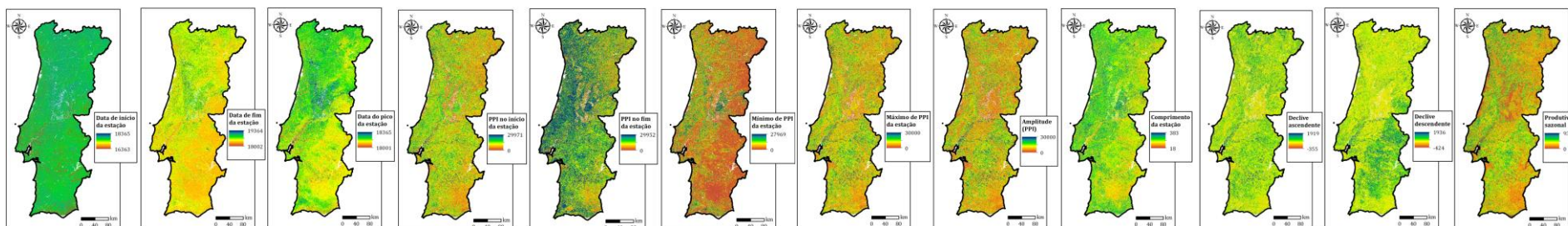
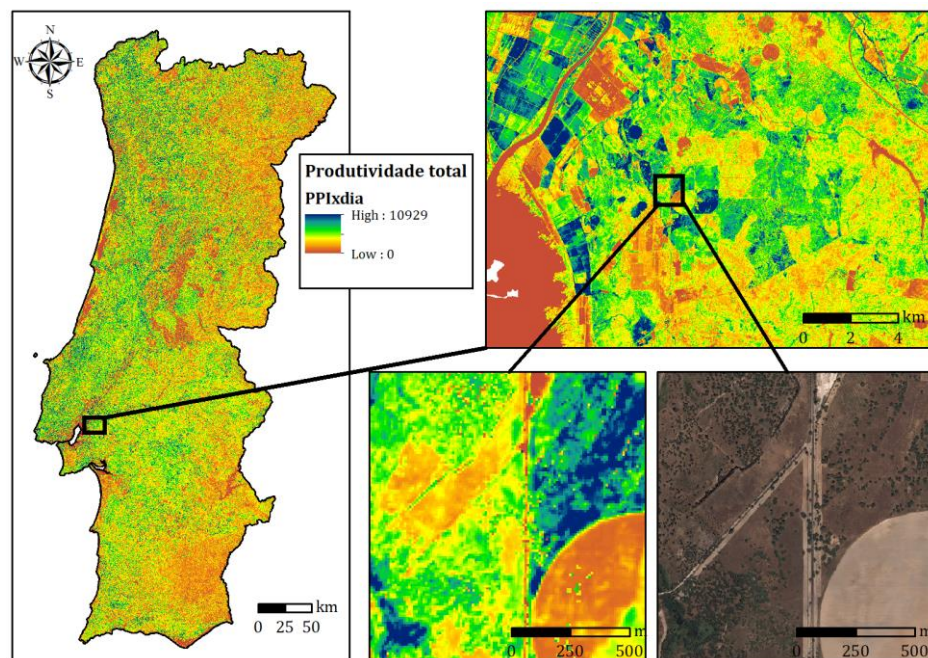
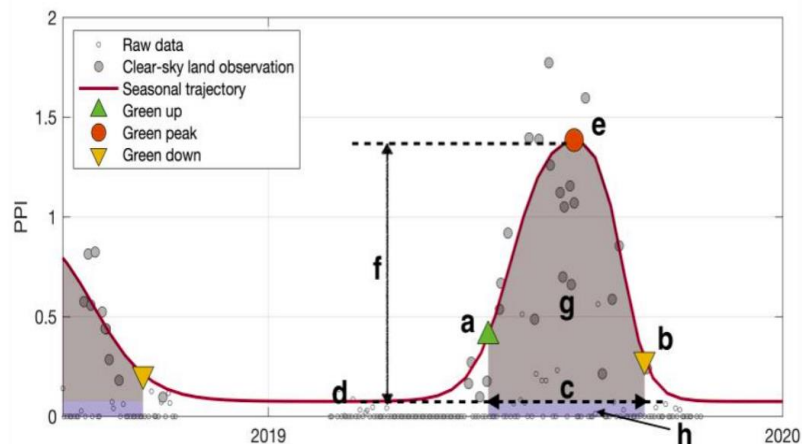
Clusters de fenologia das pastagens

Produtividade das pastagens com elevada resolução espacial (10m) entre 2017-2022
Índice de Fenologia Vegetal PPI: tem relação linear com a área foliar verde, fortemente correlacionada com a produção primária.

13 Parâmetros

a-início da estação (índice e dia)
 b-fim da estação (índice e dia)
 c-duração da estação (dias)
 d-valor mínimo (índice)
 e-valor máximo (índice e dia)

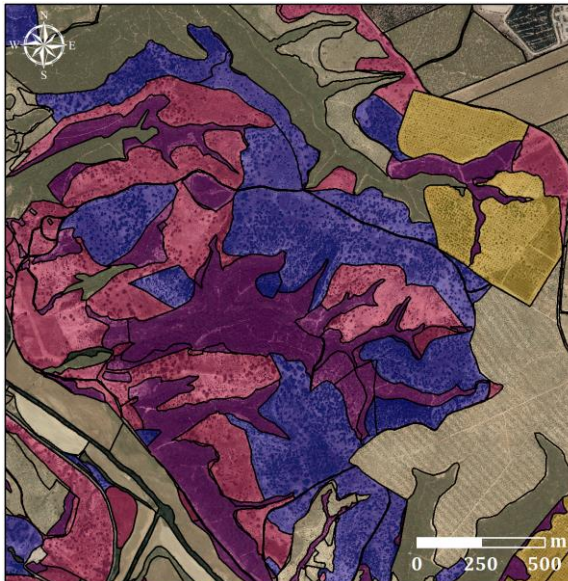
f-amplitude (índice)
 g-produtividade sazonal
 g+h-produtividade total
 declive ascendente
 declive decrescente



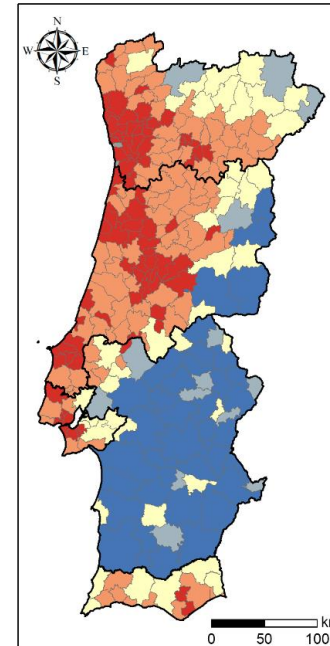
Dados

Uso do solo do parcelário IFAP

- Subparcelas com 38 categorias de uso do solo.
- Área mínima de 100 m²
- 7 usos de solo com pastagens

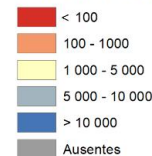


Pastagens permanentes

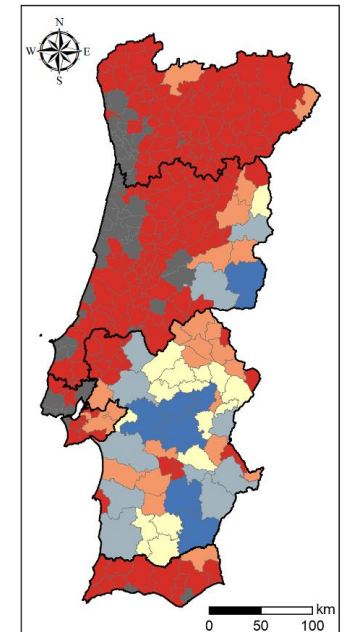


Pastagens Permanentes

Somatório da Área (ha)

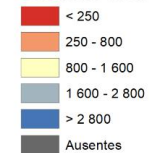


Pastagens permanentes sob quercíneas



PP em Sob Coberto de Quercíneas

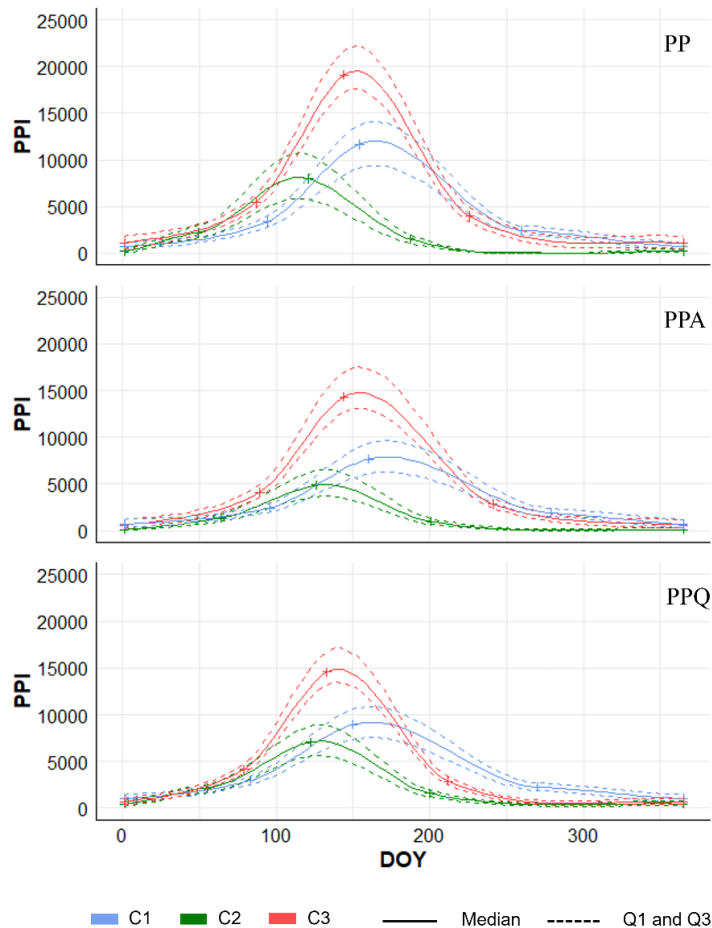
Somatório da Área (ha)



O desafio da escala nacional:

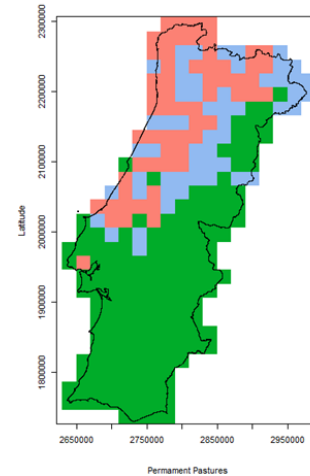
- 800 mil sub-parcelas;
- 125 milhões de píxeis;
- > 100 variáveis ambientais.

Clusters de fenologia das pastagens

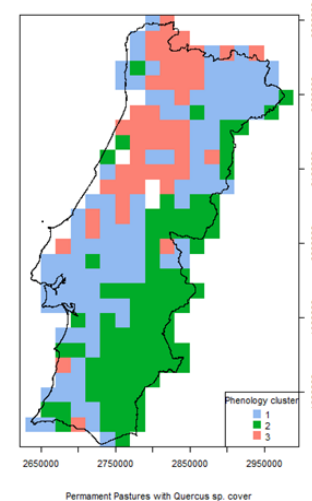


Seasonal trajectories of vegetation phenology for 3 clusters (C1, C2 and C3) of Permanent Pastures (PP), Permanent Pastures with Shrubs (PPA) and Permanent Pastures with *Quercus* spp. (PPQ), for the year 2018; PPI

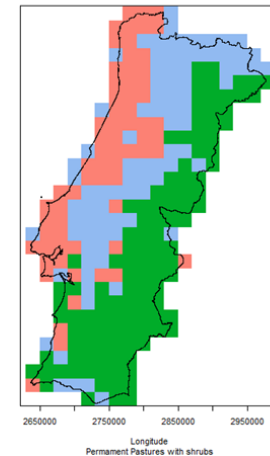
Permanent Pastures



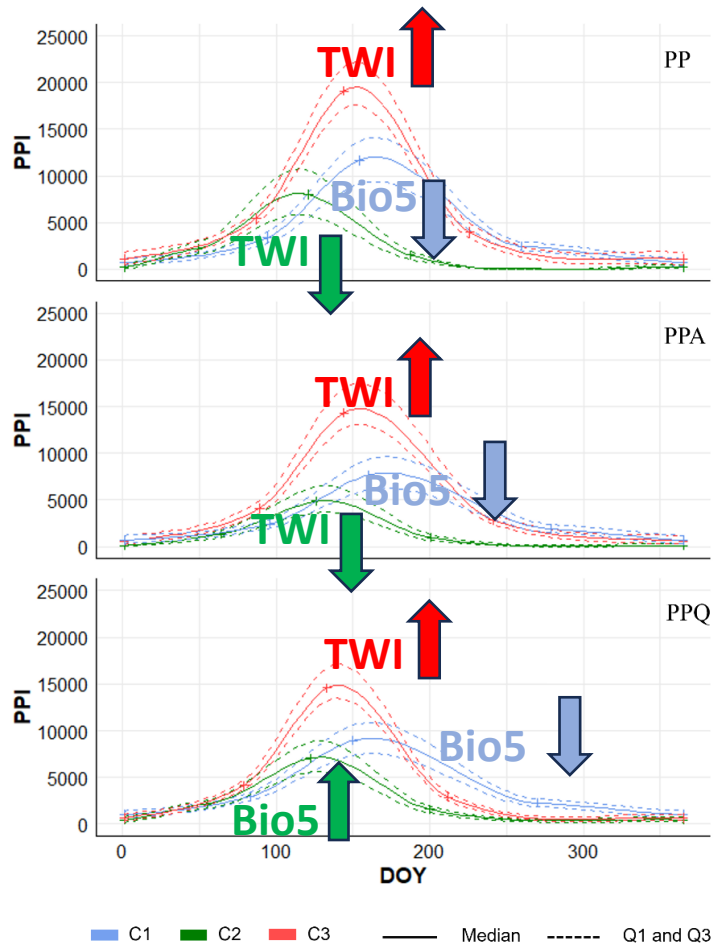
Permanent Pastures with *Quercus* spp..



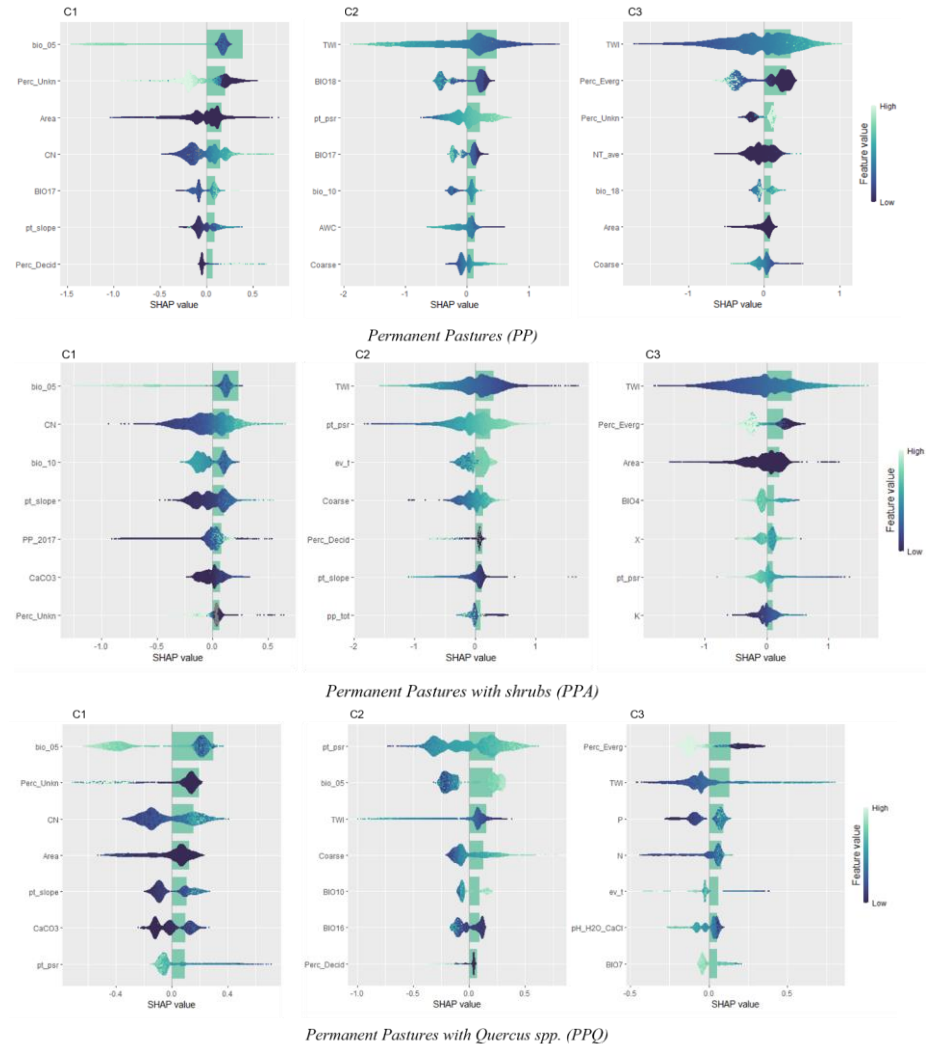
Permanent Pastures with shrubs



Spatial representation of pasture clusters identified with k-means from phenological metrics; the most frequent cluster in each 5 km grid cell is showed



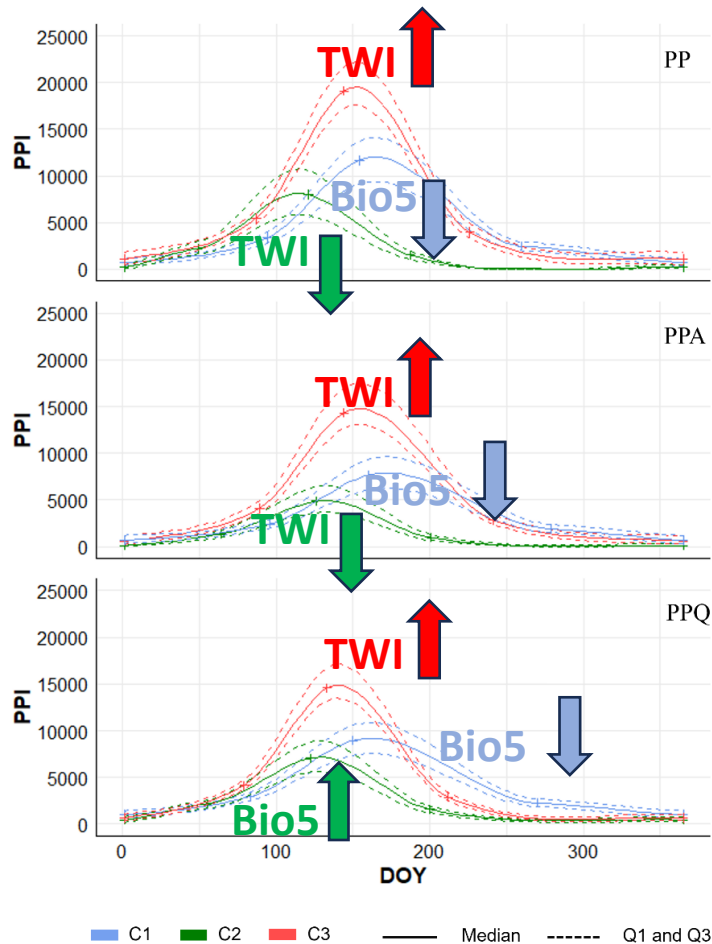
Seasonal trajectories of vegetation phenology for 3 clusters (C1, C2 and C3) of Permanent Pastures (PP), Permanent Pastures with Shrubs (PPA) and Permanent Pastures with Quercus spp. (PPQ), for the year 2018; PPI



XGBoost classification models and Beeswarm plots of shapley values

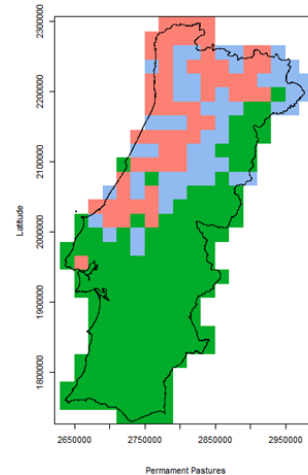
Bio5: Max Temperature of Warmest Month;
TWI: Topographic Wetness' Index

Clusters de fenologia das pastagens

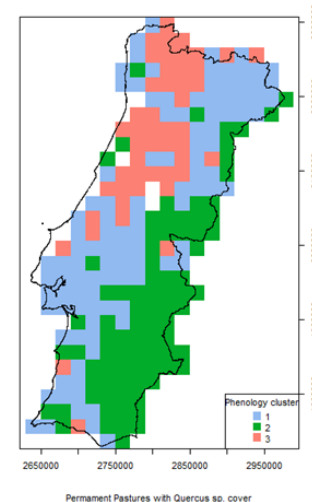


Seasonal trajectories of vegetation phenology for 3 clusters (C1, C2 and C3) of Permanent Pastures (PP), Permanent Pastures with Shrubs (PPA) and Permanent Pastures with Quercus spp. (PPQ), for 2018;

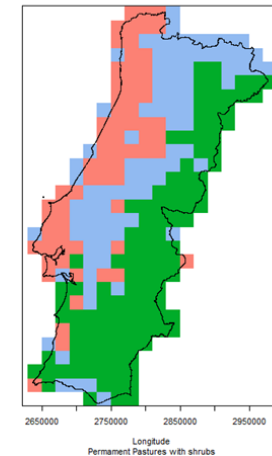
Permanent Pastures



Permanent Pastures with *Quercus* spp..



Permanent Pastures with shrubs

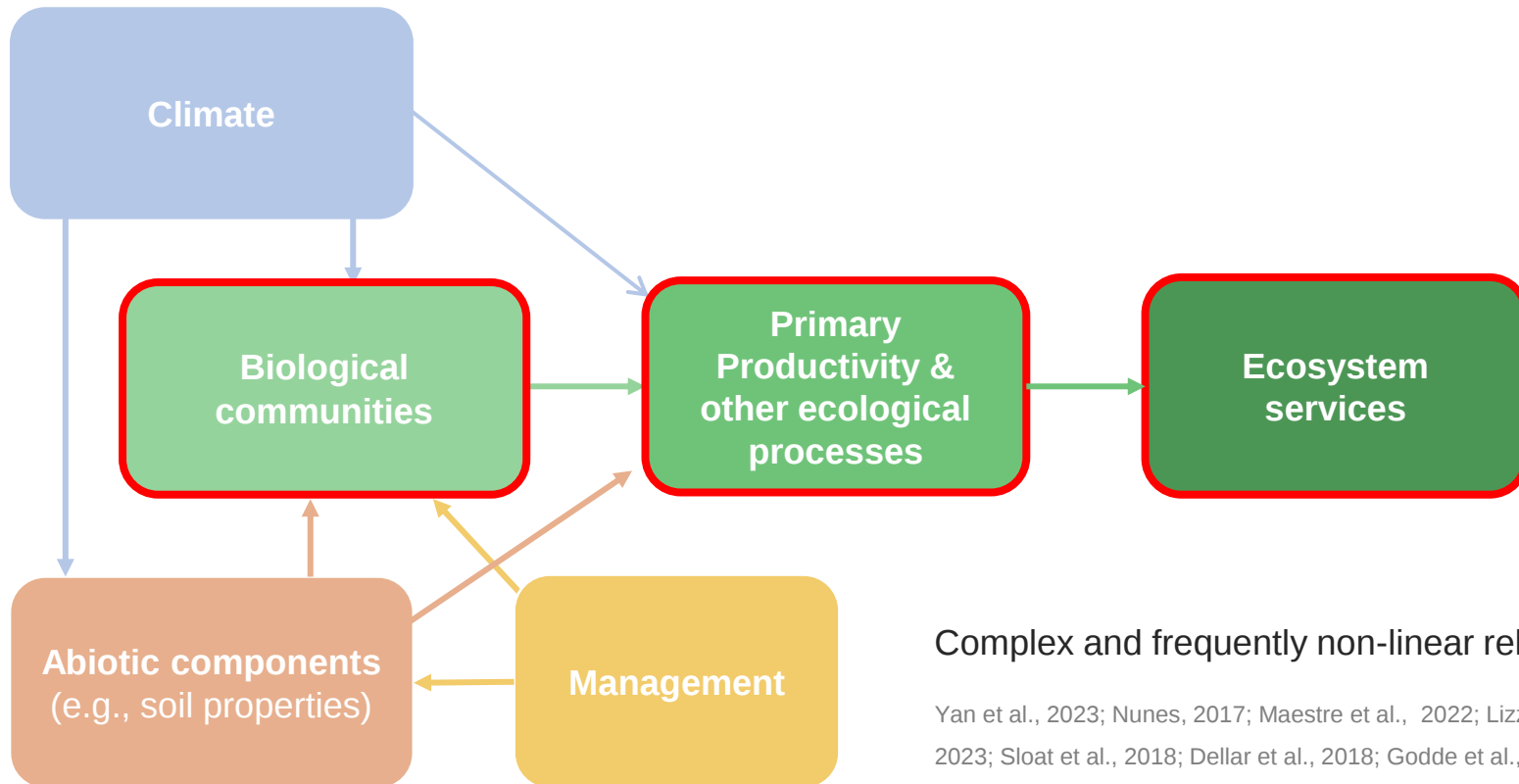


Spatial representation of pasture clusters identified with k-means from phenological metrics; the most frequent cluster in each 5 km grid cell is showed

As pastagens têm diferentes limites ecológicos, logo a sua gestão terá que ser diferente, assim como as políticas públicas. Saber como se irão comportar em cenários de Alterações Climáticas serão os próximos passos.

Biodiversidade das pastagens

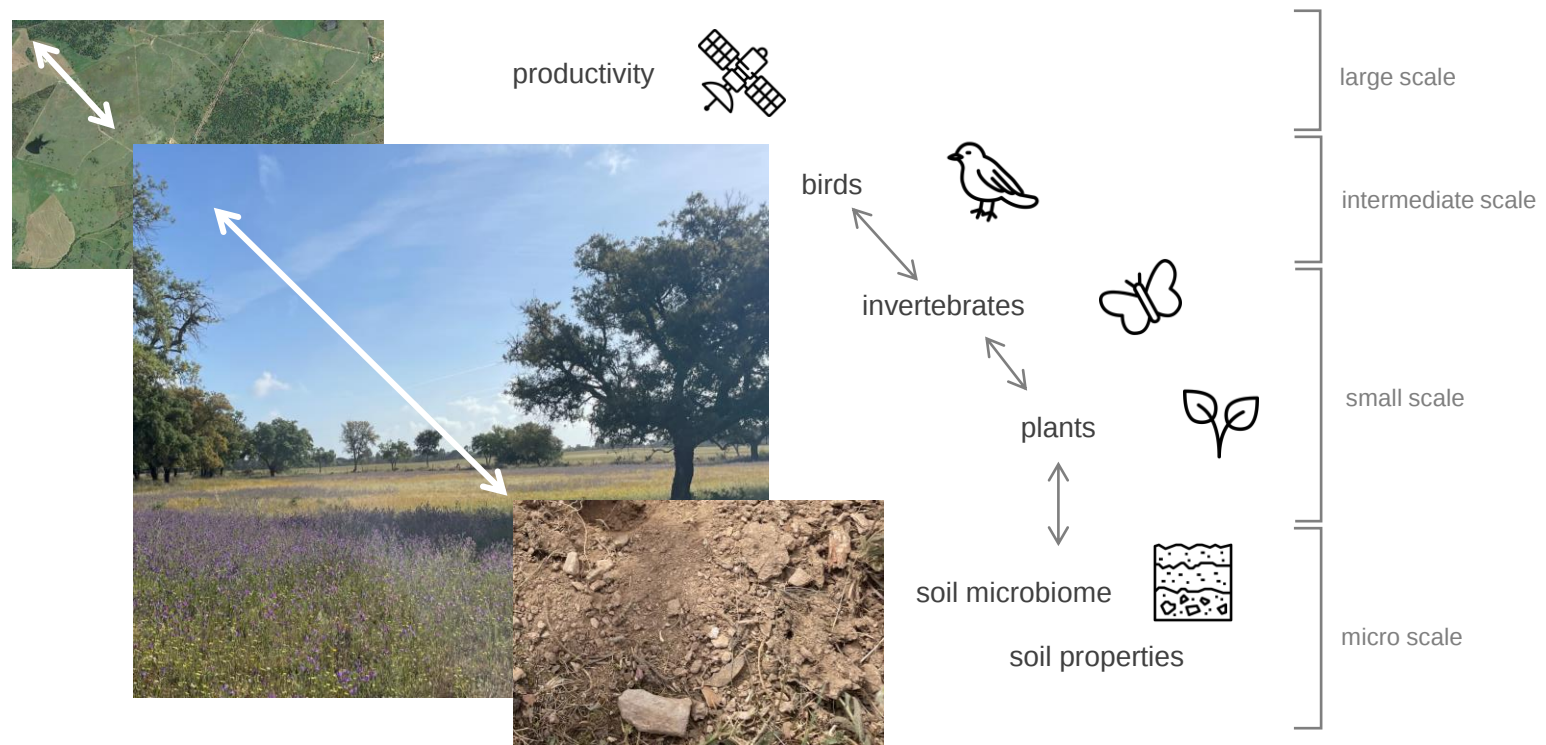
determinants of pasture ecosystem functioning and productivity



Avaliação de Serviços de Ecossistema

determinants of pasture ecosystem functioning and productivity

biodiversity and ecosystem functioning... at multiple scales and indicators



Avaliação de Serviços de Ecossistema



MÉTRICAS

Biodiversidade e abundância:

- plantas
- crostas biológicas
- invertebrados
- aves

Solo:

- pH
- areia:limo:argila
- química
- densidade
- matéria orgânica
- carbono total
- infiltração
- agregados no solo
- microbioma

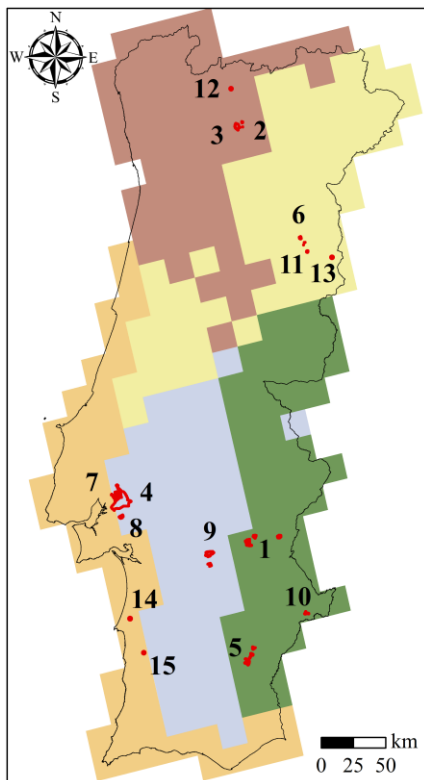
Outros:

- orografia
- produtos de satélite:
 - produtividade
 - temperatura
 - solo
 - PSR

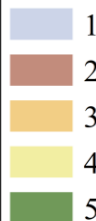
SERVIÇOS DO ECOSISTEMA

- Produtividade
- Manutenção dos ciclos de vida
- Sequestro de carbono
- Controlo da erosão
- Ciclo de nutrientes no solo
- Regulação do microclima

Clusters Climáticos



Grupo climático

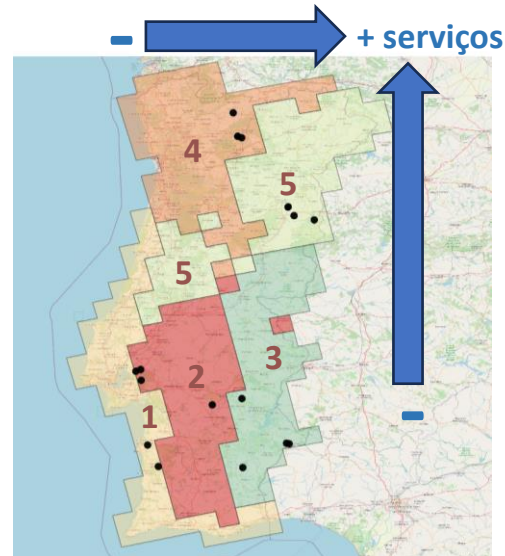


Propriedades

1. Afonso Martins
2. António Ferreira
3. Avelino Rego
4. Companhia das Lezírias
5. João Madeira
6. José Manuel Nunes
7. José Palha
8. Nuno Coimbra
9. Pedro Atalaya
10. Pedro Eugénio Almeida
11. Rui Matos
12. Quinta de Atilhó
13. Qta da Malhada da Sorda
14. Quinta de Cercal I
15. Quinta de Cercal II

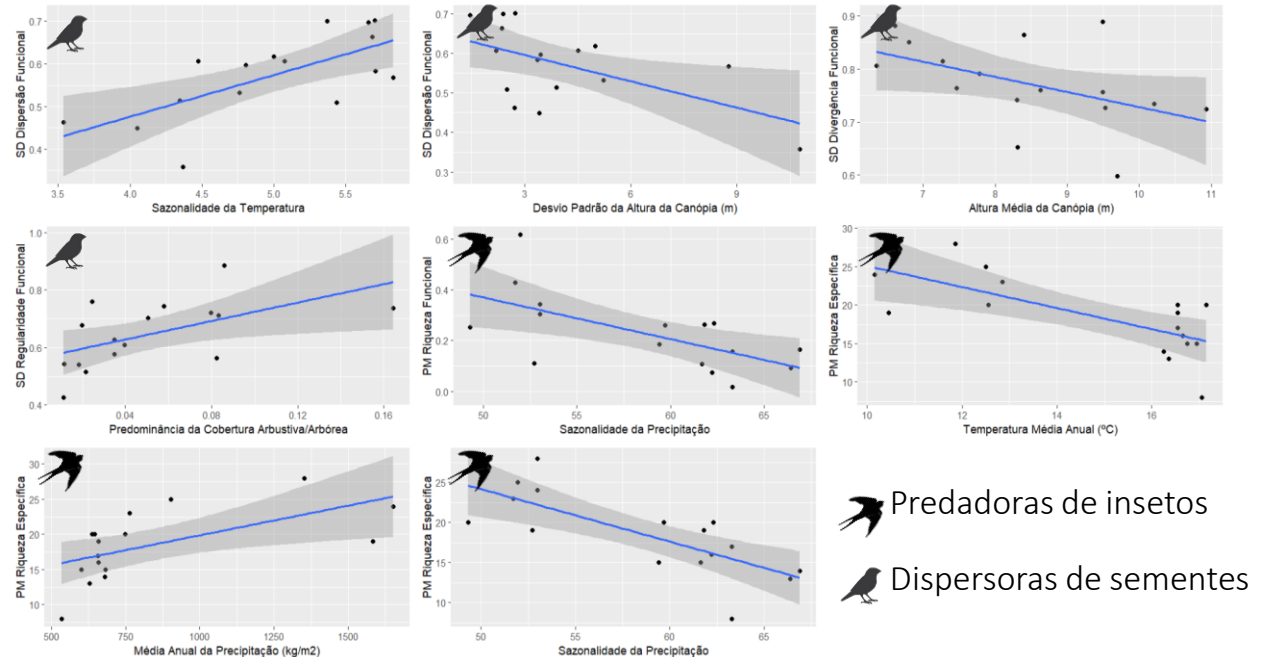


Insetos: polinização

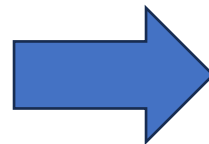


Ordenação da pontuação total dos clusters bioclimáticos com base nos índices funcionais (polinização por insetos)

Aves: controlo de pragas e dispersão de sementes



+ aridez
+ homogeneização da vegetação

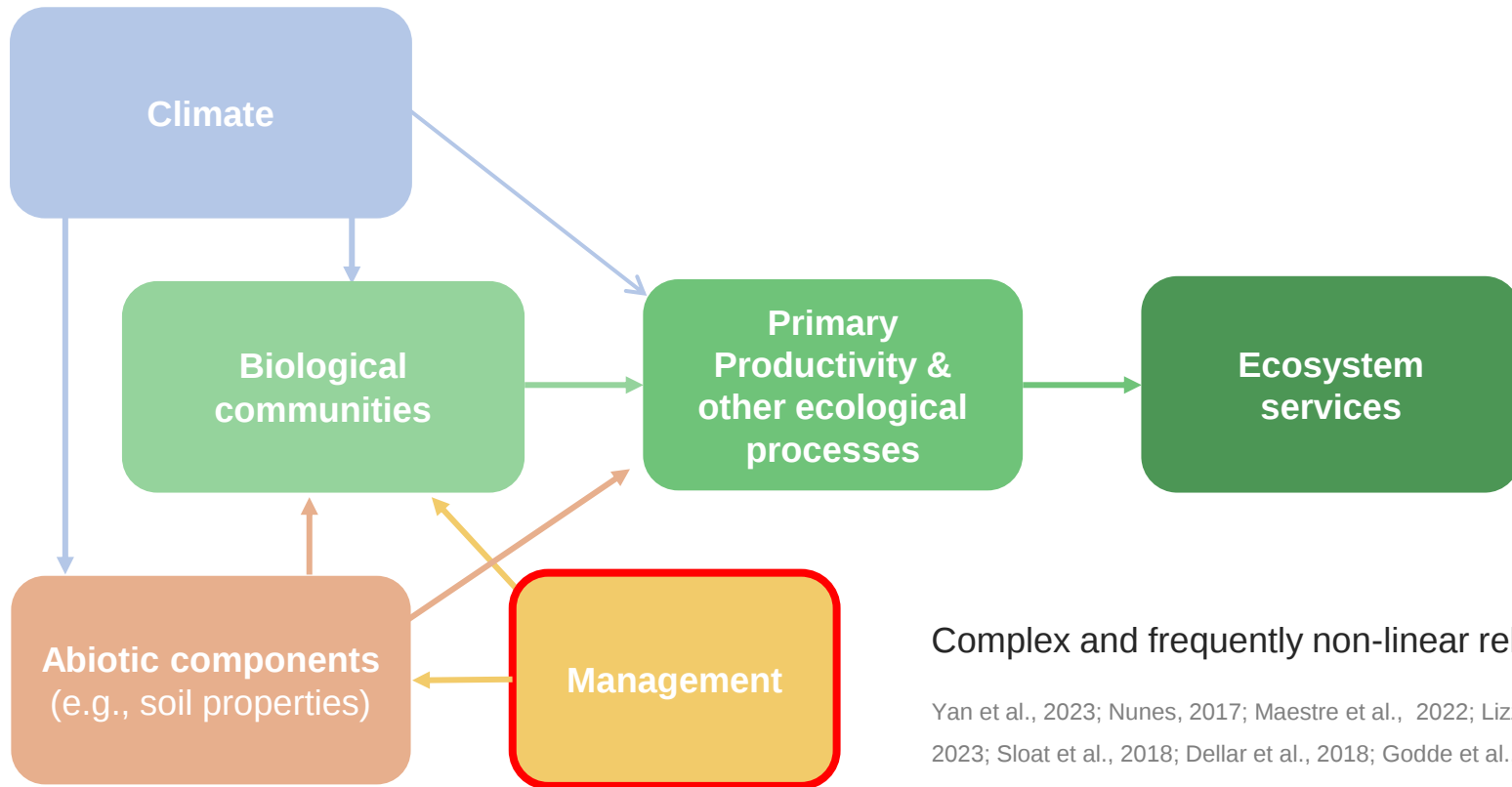


menos diversidade específica,
menos diversidade funcional

Os serviços de ecossistema de regulação e de provisionamento dependem muito da produtividade geral do ecossistema. Logo para compensar explorações por estas prestações temos que ter esses fatores à escala nacional.

Gestão de precisão das pastagens

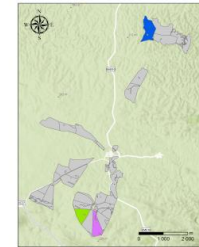
determinants of pasture ecosystem functioning and productivity



Complex and frequently non-linear relationships

Yan et al., 2023; Nunes, 2017; Maestre et al., 2022; Lizzi & Garbulsky, 2023; Sloat et al., 2018; Dellar et al., 2018; Godde et al., 2019

Gestão de precisão das pastagens



Corte Gato

Partidas

30727253 (sem gestão)

30728399 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

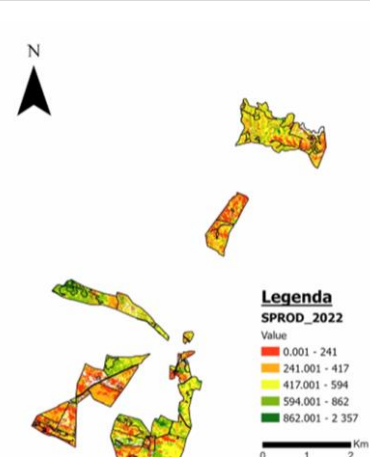
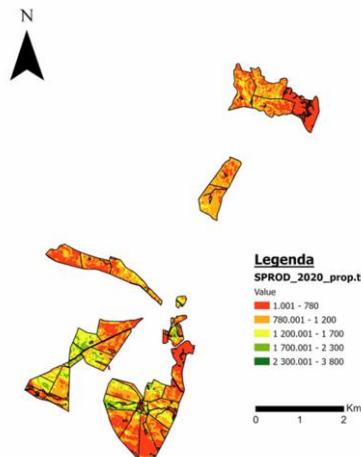
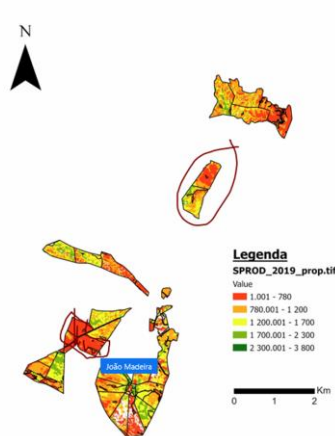
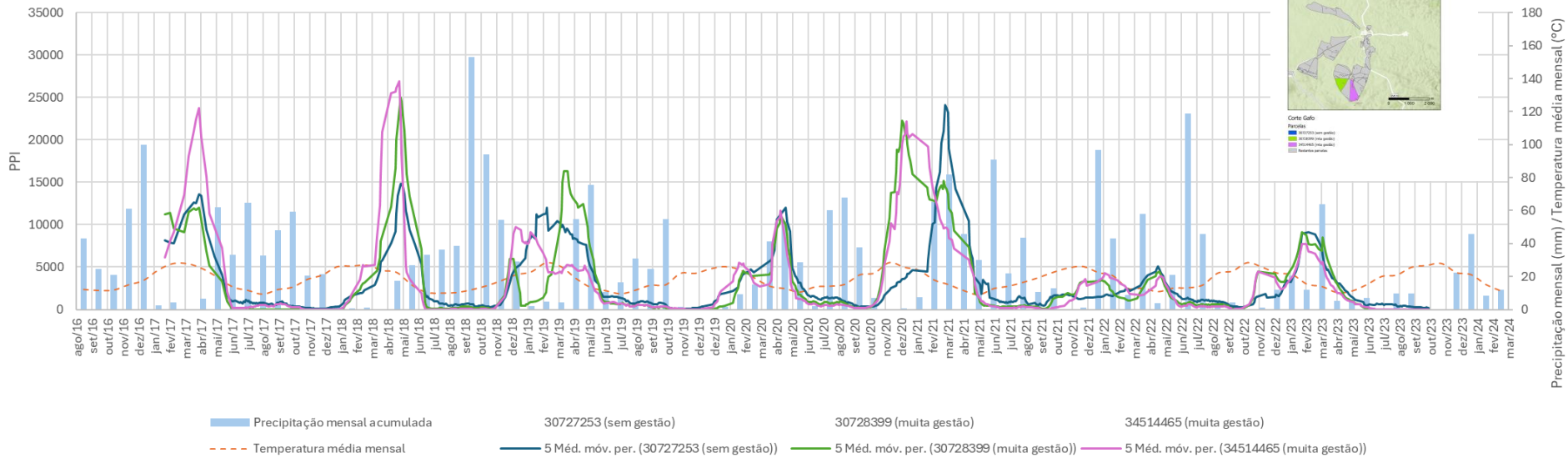
34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

34514465 (muita gestão)

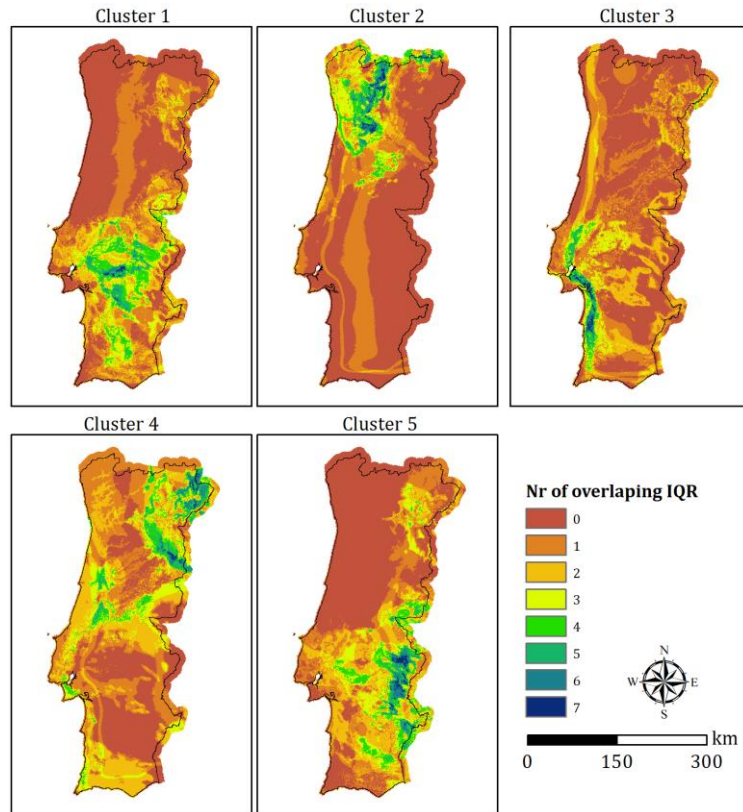


Tempo e Espaço

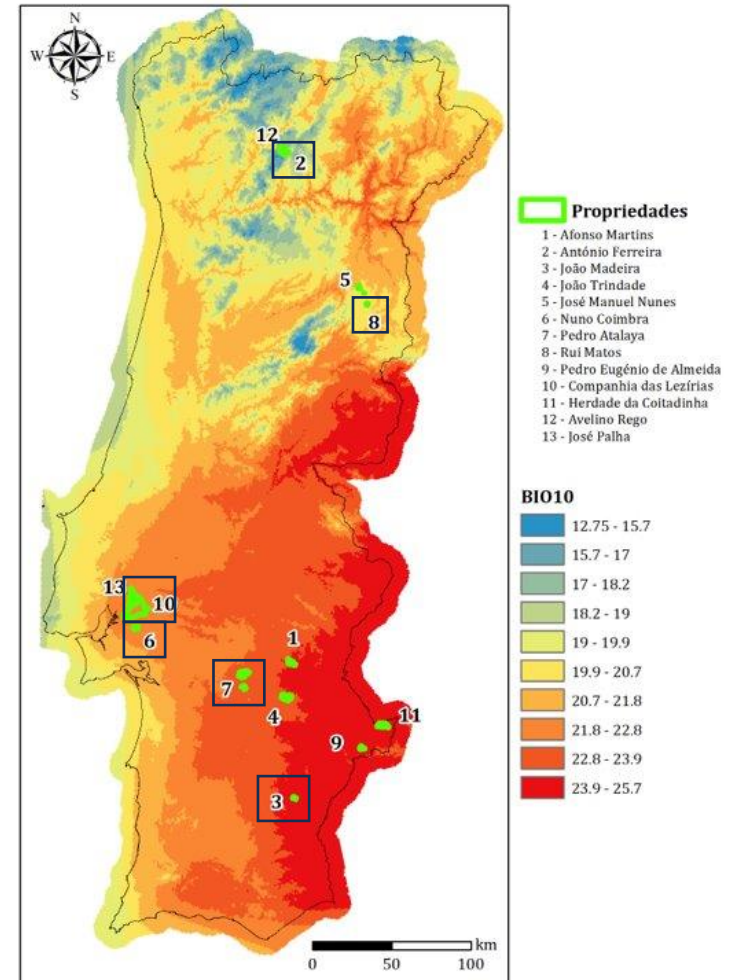
Gestão de precisão das pastagens



Clusters bioclimáticos

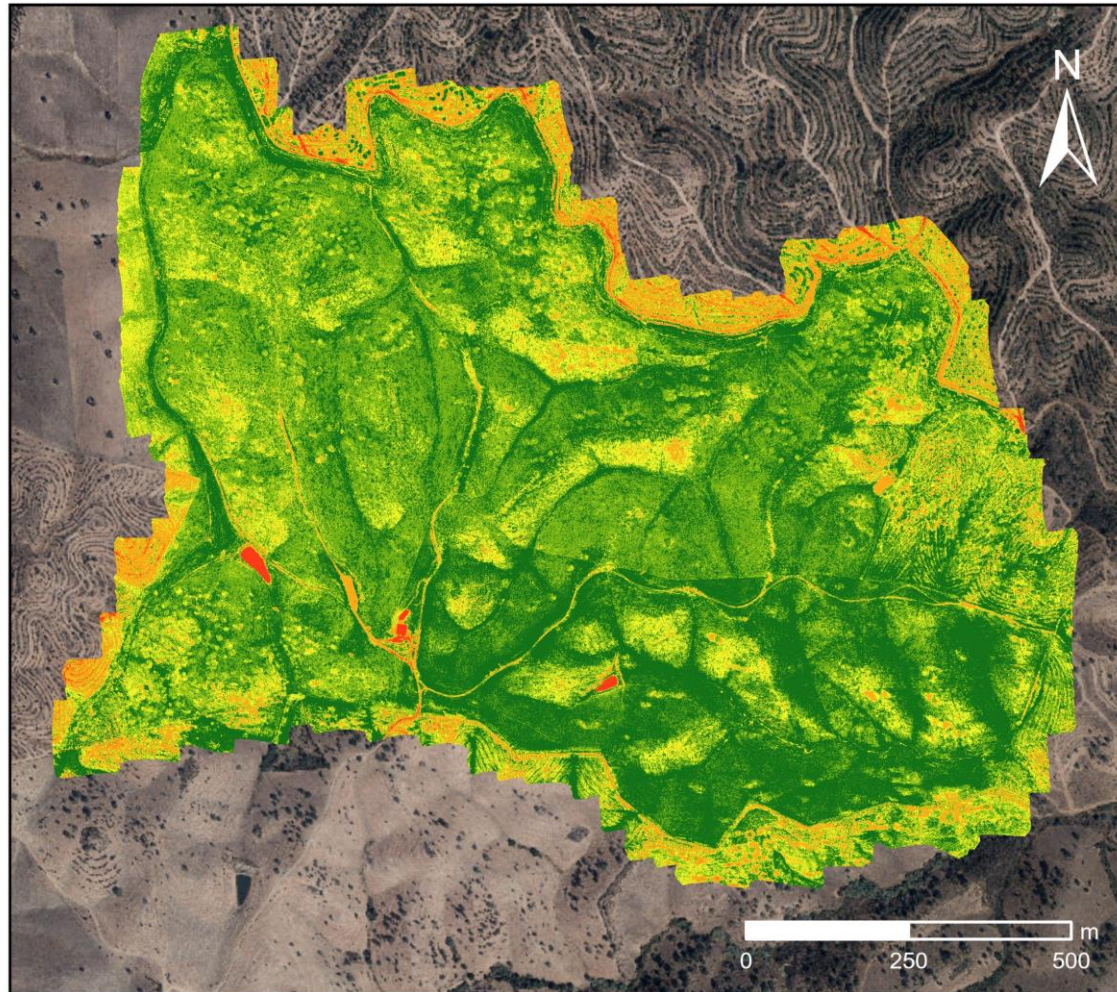


Parceiros e localização de voos drone

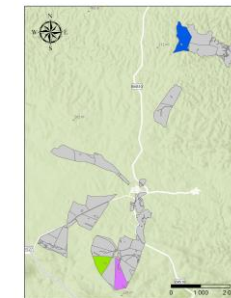
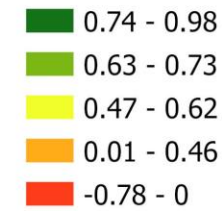


Gestão de precisão das pastagens

Propriedade Eng^o João Madeira



Índice NDVI



Correção
Parcelas

Parcelas

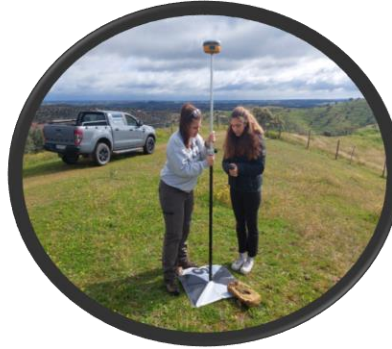
Parcelas

Parcelas

Parcelas

- 1) As alterações climáticas vão aproximar-nos dos limiares ecológicos de mudança de estado;**
- 2) Melhorar a resiliência do sistema para evitar chegar a esses limiares ou conseguir lidar com eles é essencial;**
- 3) Para isso é fundamental contar com mais diversidade sobretudo a funcional;**
- 4) Para operacionalizar este conhecimento à escala nacional temos vários desafios como:**
 - 1) Lidar com Bigdata;**
 - 2) Conseguir dados de gestão com detalhe a larga escala;**
- 5) Há muita margem para usar a gestão do pastoreio para aumentar a eficácia dos serviços de aprovisionamento e dos serviços de regulação.**

Obrigada



Obrigada



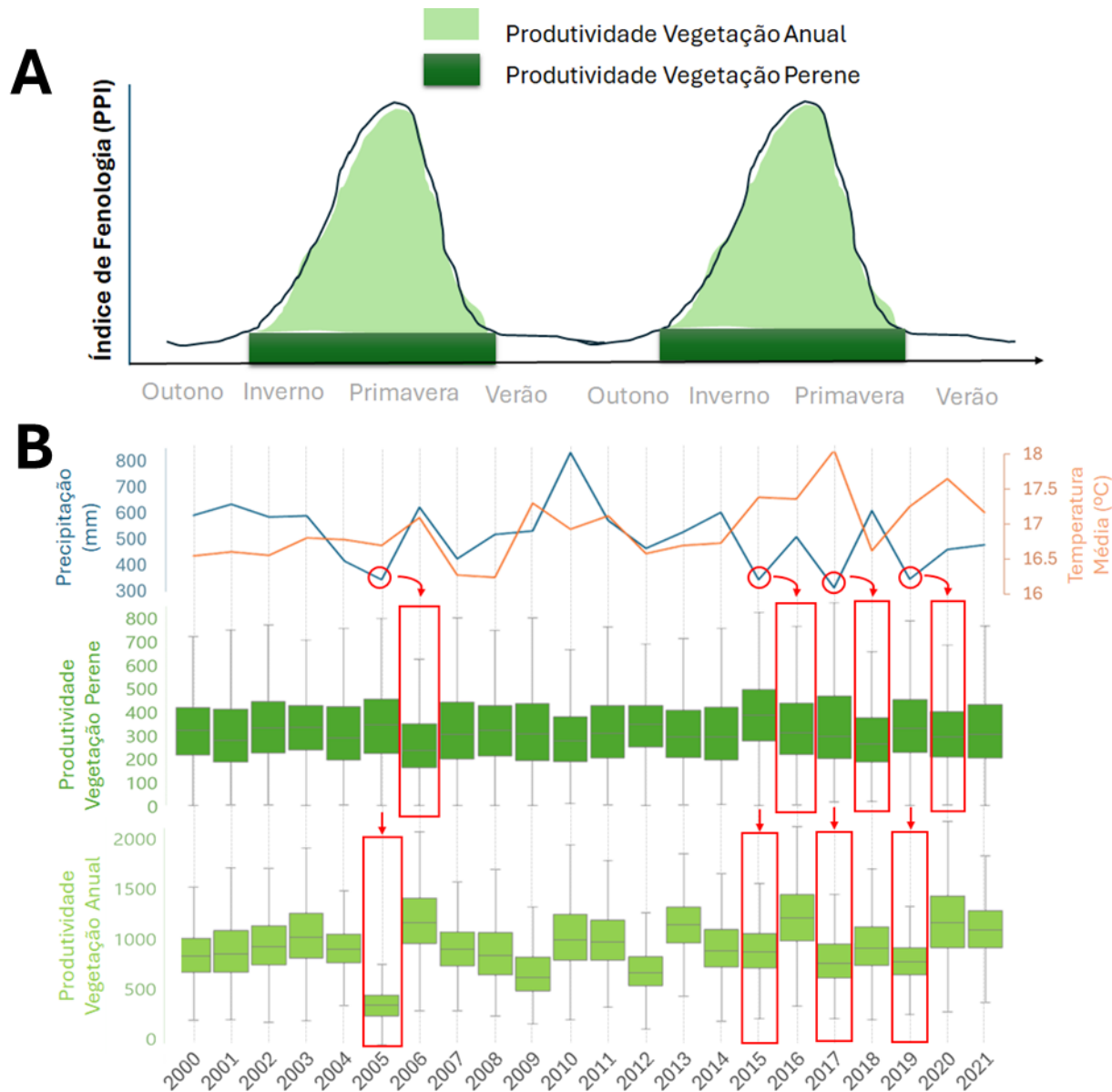
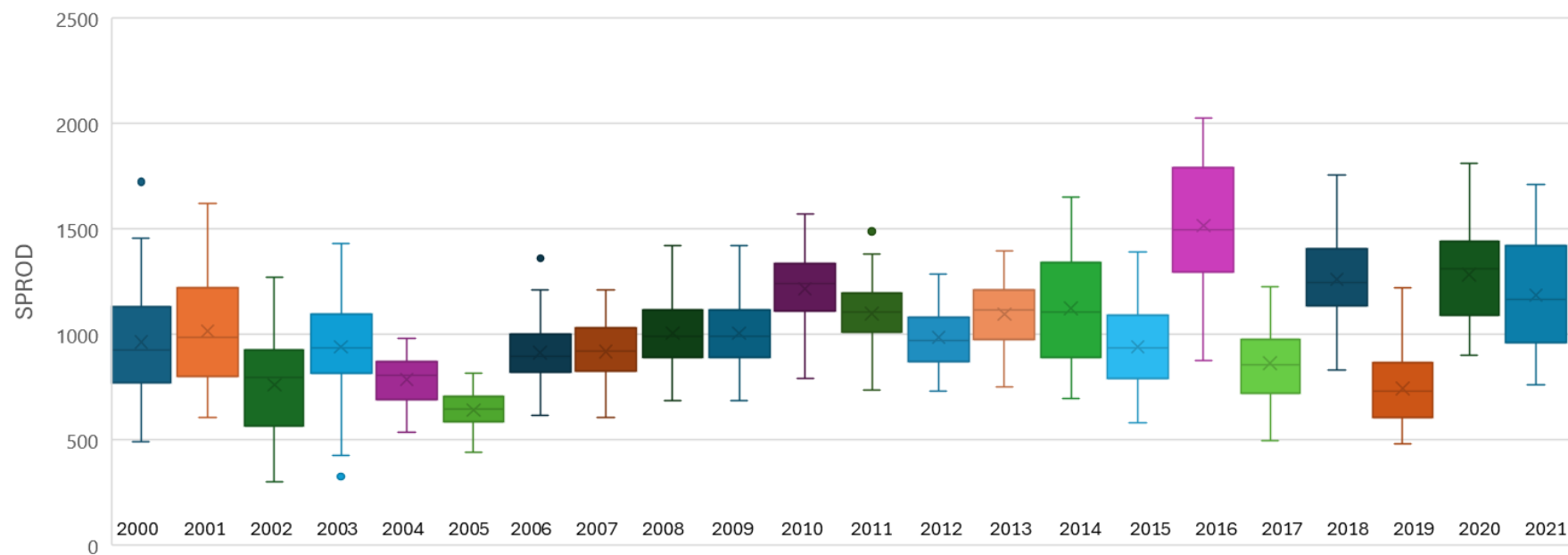


Figura: A - Esquema representativo da curva de fenologia da vegetação ao longo das estações do ano, e áreas do gráfico utilizadas para estimar a produtividade da vegetação perene (verde-escuro) e anual (verde-claro), baseadas no índice de fenologia da vegetação (PPI) obtido por satélite ao longo do tempo; **B** – Produtividade da vegetação (PPI) perene e anual em Montado e floresta de sobre e azinho no período 2020-2021 na zona do Alentejo, em função da precipitação acumulada e temperatura média anual.

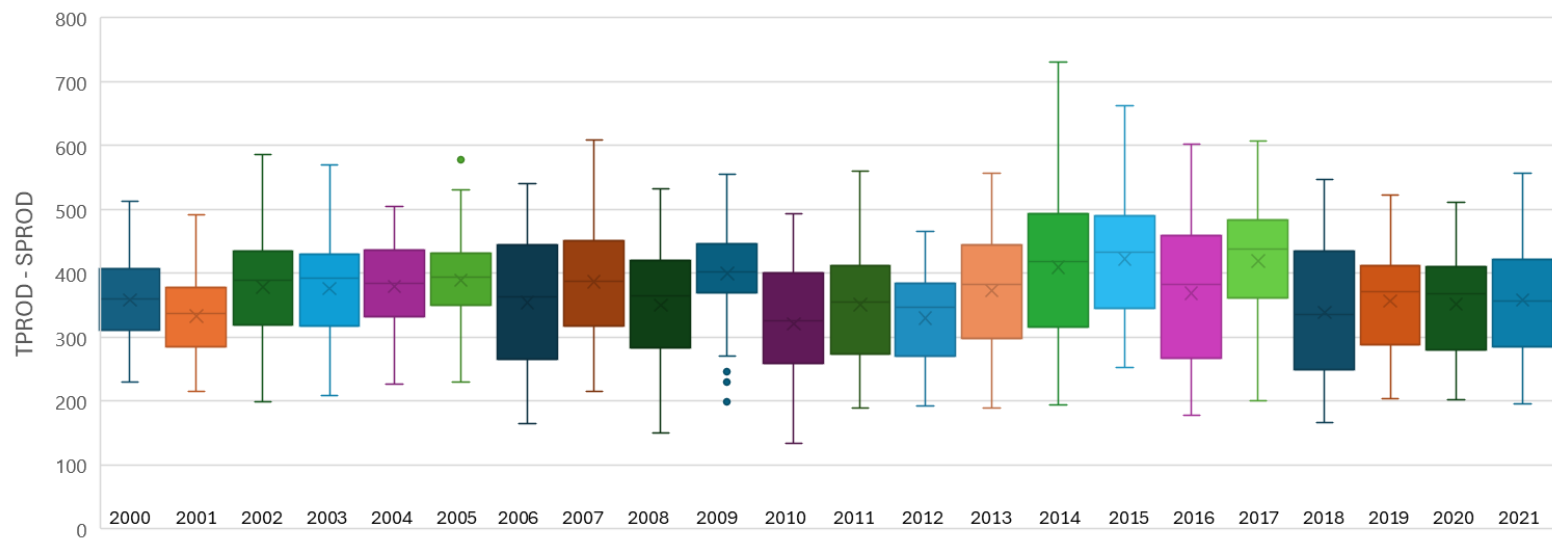
Seasonal productivity
(annuals)

Pixeis puros Floresta-CL



Evergreen productivity

Pixeis puros Floresta-CL



Thank you

