

Monitorização e avaliação do sucesso da recuperação ecológica de uma pedreira calcária

Otília Correia

odgato@fc.ul.pt

G.Oliveira, A. Clemente, T. Mexia, & A. Nunes

**CBA - Centro de Biologia Ambiental
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa**

RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

ACÇÕES

- Composto orgânico
- Gramíneas e leguminosas

- *P. halepensis* + *J. phoenicea*
- Espécies esclerófilas
- Espécies Semi-decíduas (*Cistaceae*, *Labiatae*)

SOLOS

VEGETAÇÃO

REVEGETAÇÃO

OBJECTIVOS

- Redução da erosão
- Actividade biológica: microorganismos e fauna
- Capacidade de retenção de água e de sementes
- Fertilidade e biodiversidade

- Impacto visual
- Cobertura da vegetação
- Formação do solo
- Biodiversidade

Monitorização e Gestão das Áreas Revegetadas

Fertilização

Desbaste

Sementes de herbáceas
(gramíneas e leguminosas)

Porquê restaurar?

1. Melhorar os valores de conservação em áreas **protegidas**
2. Melhorar os valores de conservação em áreas **produtivas**
3. Melhorar a **aptidão produtiva** em áreas degradadas
4. Restaurar sitios altamente degradados como **pedreiras** ou minas

Serra da Arrábida Natural Park



Principais Impactos

➤ Impacto Visual

➤ Degradação dos Ecossistemas

Remoção da vegetação
Destruição do solo

➤ Alteração do relevo original

➤ Poluição (poeiras)



Atributos para medir o sucesso da restauração (SER, 2004)

1. **Diversidade e estrutura** semelhantes a locais de referência ✓
2. Presença de **grupos funcionais** necessários à estabilidade a longo-prazo ✓
3. Presença de **espécies autóctones** ✓
4. **Resiliência** a perturbações naturais ✓
5. **Auto-sustentabilidade**
6. Capacidade do ambiente físico para manter **populações reprodutoras** ✓
7. **Funcionamento** normal (produção, decomposição etc) ✓
8. **Integração na paisagem**
9. **Eliminação de ameaças** potenciais ✓

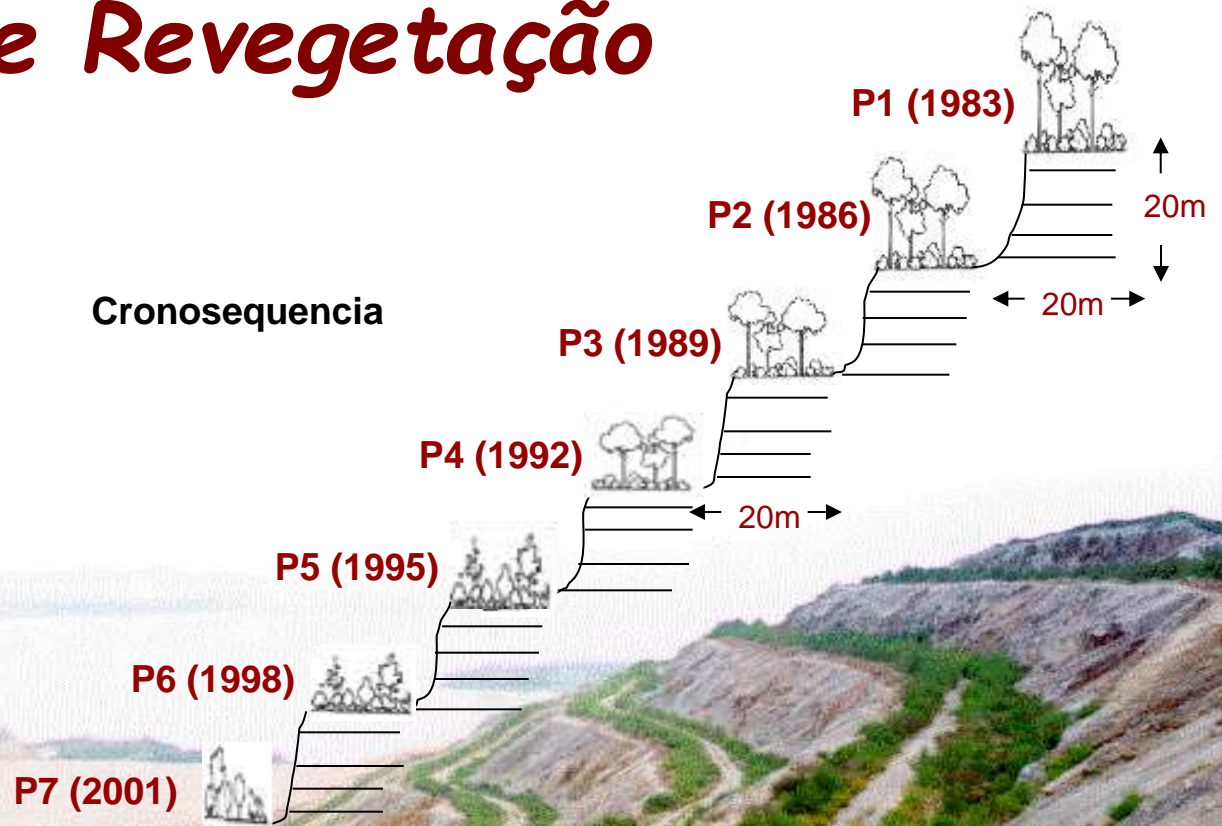
Exploração e Revegetação

Espécies

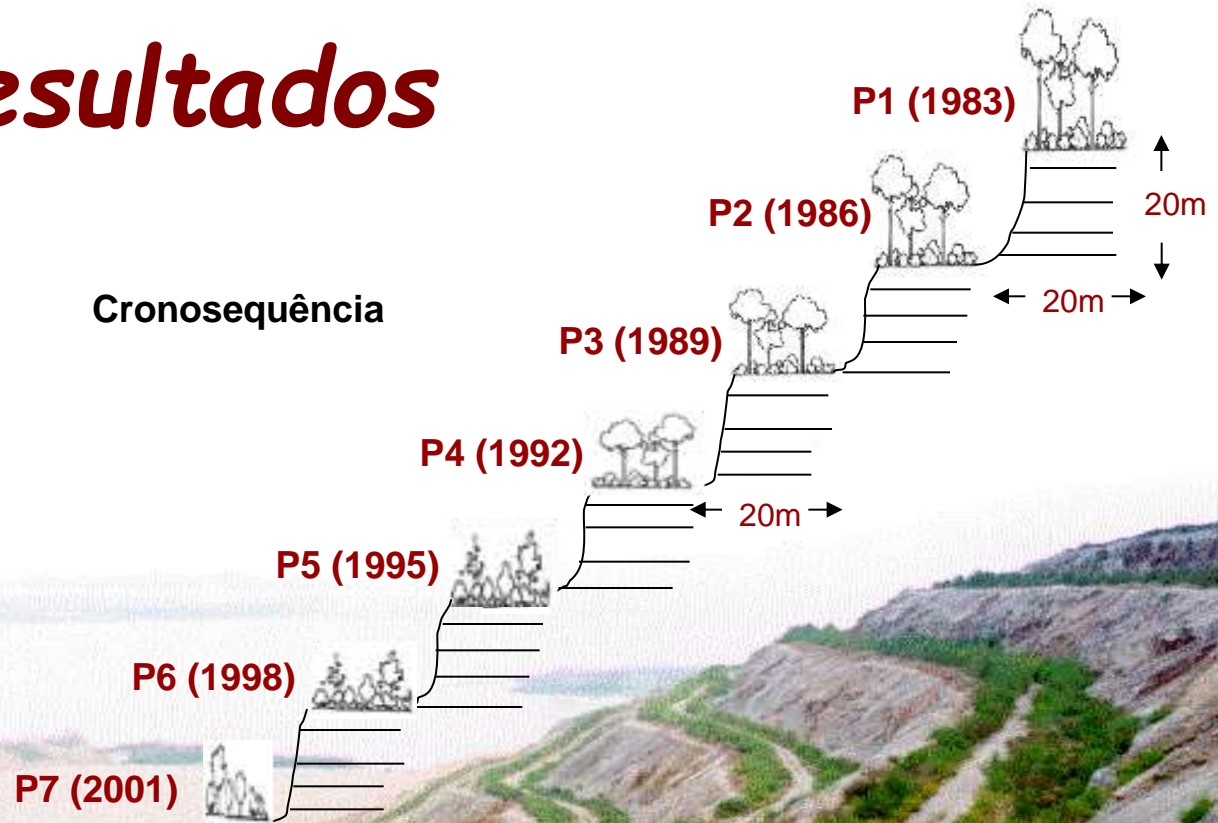
- *Pinus halepensis**
- *Pinus pinea**
- *Juniperus phoenicea*
- *Ceratonia siliqua*
- *Olea europaea*
- *Phillyrea angustifolia*
- *Phillyrea latifolia*
- *Arbutus unedo*
- *Myrtus communis*
- *Pistacia lentiscus*
- *Quercus coccifera*
- *Rosmarinus officinallis*
- *Retama monosperma**
- *Spartium junceum**

* Espécies pouco frequentes na Serra Arrábida ou introduzidas

Cronosequencia



Alguns Resultados

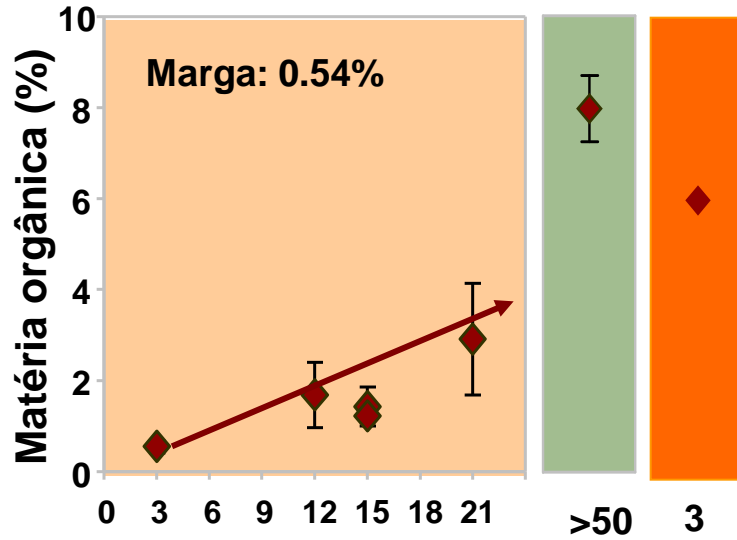


Avaliação da evolução da sucessão

Avaliação das características do solo

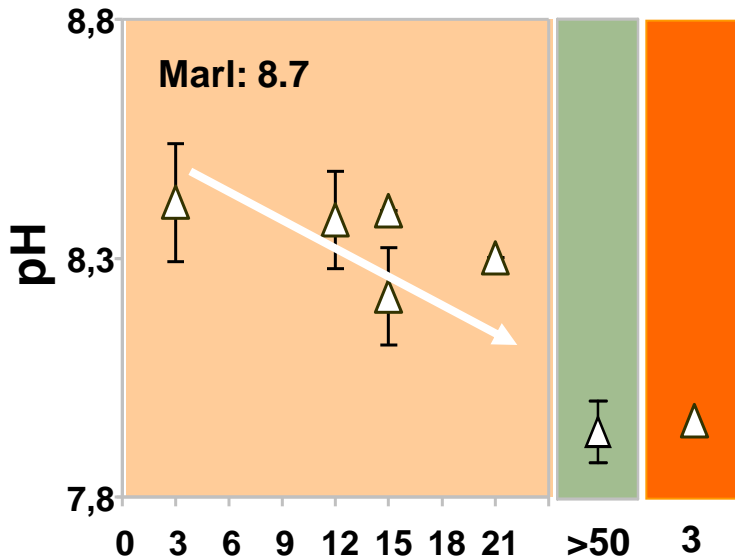
Avaliação da cobertura da vegetação e diversidade nas plataformas

Evolução das características do solo



❖ **melhoramento**
características iniciais
da margem

❖ **A matéria orgânica**
aumenta



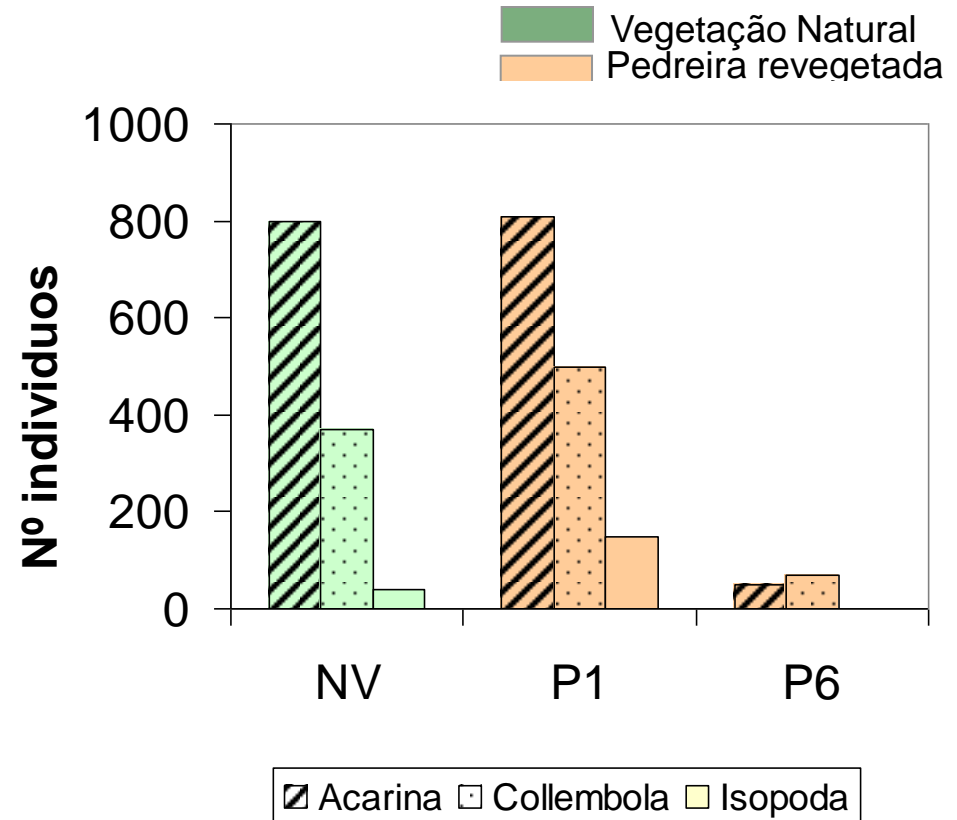
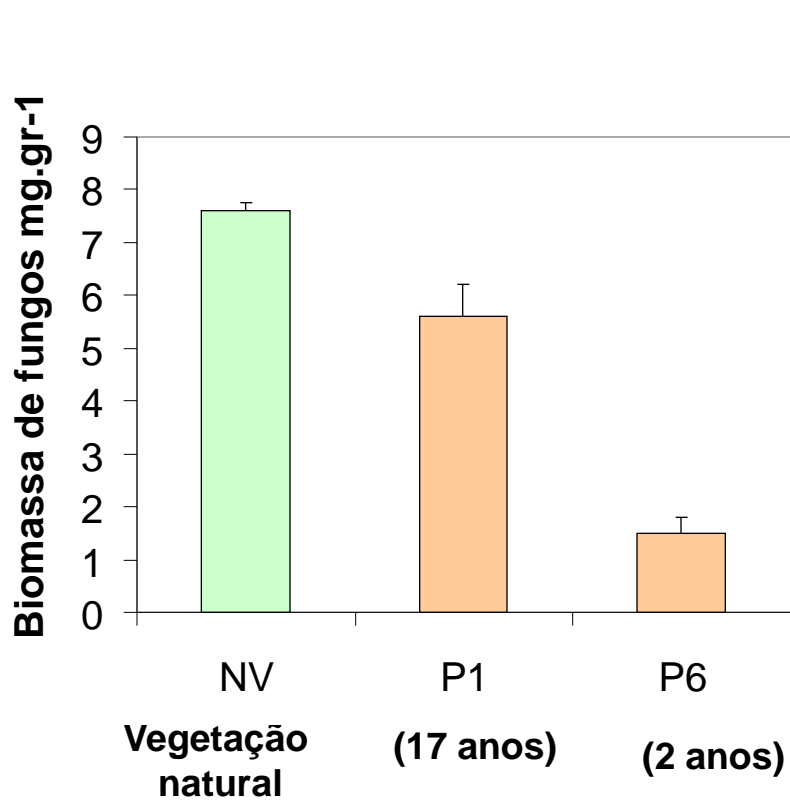
❖ **o pH diminui**

- Vegetação natural
- Pedreira revegetada
- Pos-fogo

Anos após a revegetação/perturbação



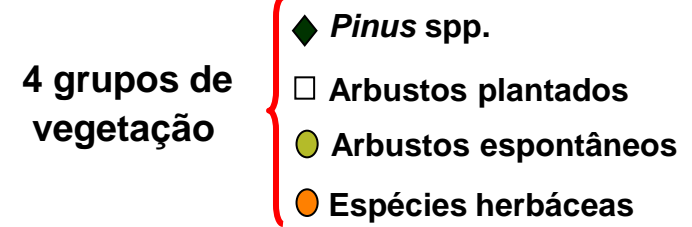
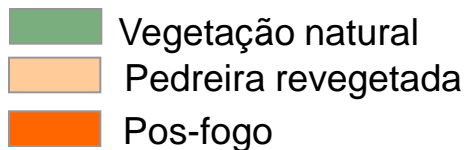
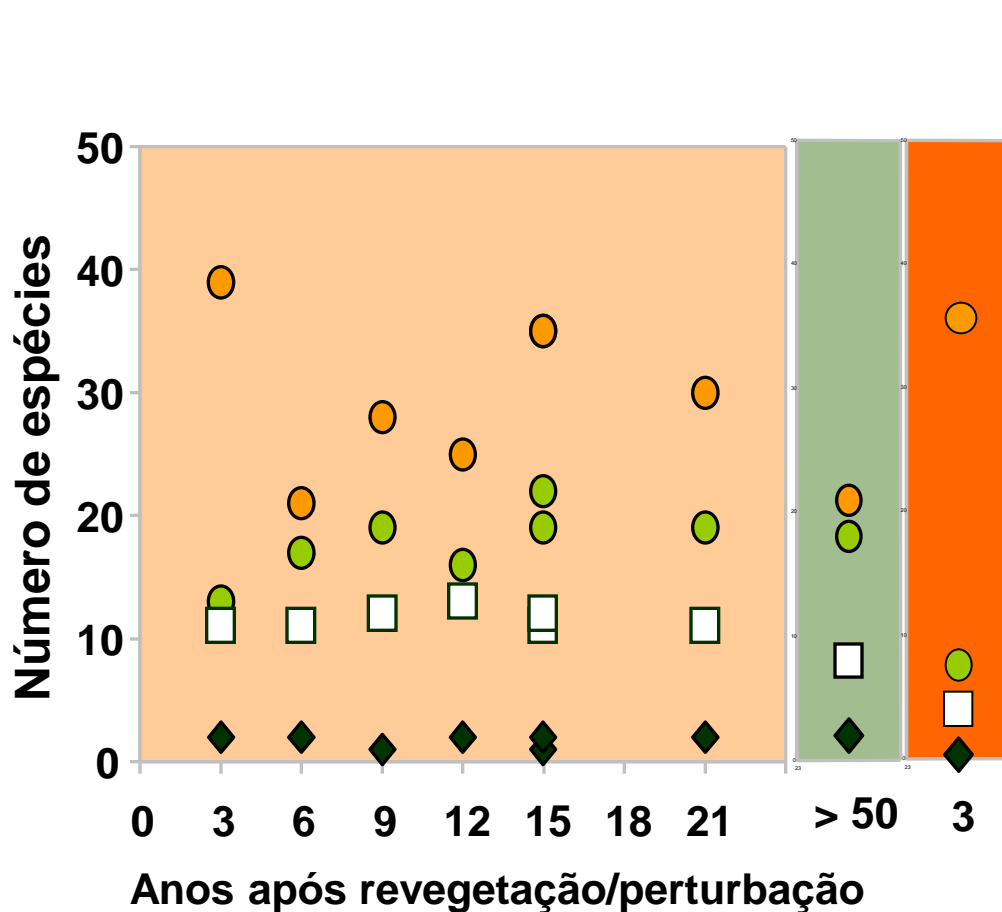
Evolução das características do solo



❖ O biota do solo e a sua actividade aumenta com a evolução do solo e as plataformas revegetadas há mais tempo estão mais próximas da vegetação natural



Evolução da riqueza específica

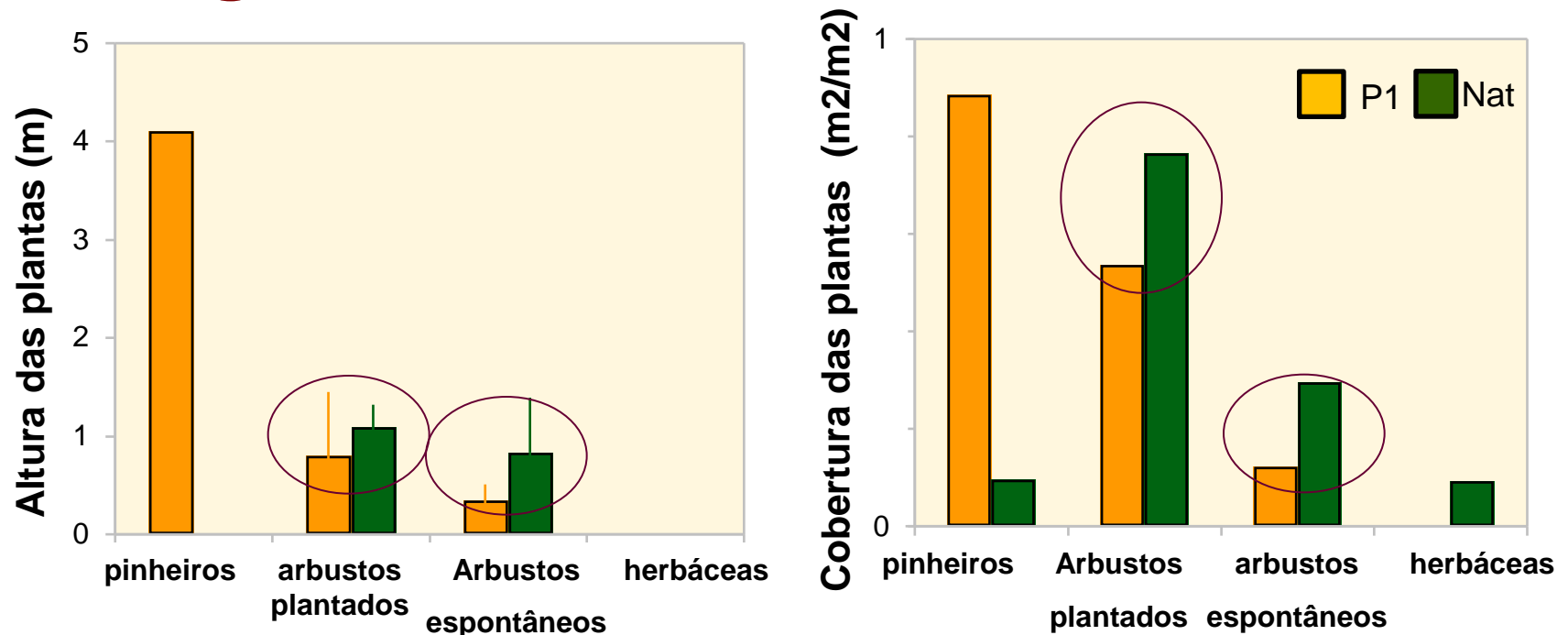


❖ N^o de **espécies plantadas** permanece constante

❖ N^o de **espécies espontâneas** aumenta nos 1^{os} 9 anos para um valor próximo da comunidade natural

❖ **As herbáceas** dominam, em todos os anos; com maior n^o que na vegetação natural

Plataforma mais antiga (21 anos) vs vegetação natural



❖ Os pinheiros dominam (altura e cobertura) após 21 anos de revegetação

❖ A altura e cobertura convergem para os valores da vegetação natural

A Revegetação após exploração favorece a sucessão das comunidades vegetais

A revegetação acelera a evolução do solo


A cobertura vegetal é melhorada

A estrutura da comunidade aproxima-se da vegetação natural (altura, cobertura, diversidade) mas a composição específica apresenta algumas diferenças

Os arbustos plantados e espontâneos aumentam em cobertura e número

Correia O., A. S. Clemente, A. I. Correia, C. Máguas, M. Carolino, A. C. Afonso & Martins-Loução M. A. (2001). **Quarry rehalibilitation: a case study**. In: Villacampa, Y., Brebbia, C.A., Usó, J.L. (eds). Ecosystems and Sustainable Development. III. Advances in ecological sciences 10. Wit press, Southampton, Boston, Massachusetts, pp. 331-346.

Werner, C., A. S. Clemente, P. M. Correia, P. Lino, C. Máguas, A. I. Correia, and O. Correia. 2001. Restoration of disturbed areas in the Mediterranean – a case study in a limestone quarry. Pages 368-376 in S.W. Breckle, M. Veste and W. Wucherer, editors. Sustainable land-use in deserts. Springer-Verlag, Berlin.

A photograph of a dense pine forest. A dirt path leads from the foreground into the distance, where two people are walking. The trees are tall and green, creating a canopy overhead. The lighting is bright, suggesting a sunny day.

A densidade elevada e a cobertura dos pinheiros nas plataformas mais antigas levam a uma competição intensa pra a luz e espaço

competição inter-específica

A photograph of a pine forest with a semi-transparent text box overlaid. The text box contains the following text:

Competição intra-específica

Redução da cobertura da copa(LAI)

A photograph of a pine forest with a dirt path, overlaid with an orange oval containing text. The text is in a bold, orange, sans-serif font. The background shows a dense stand of pine trees with a path leading through them.

Medidas de gestão

Redução da densidade dos pinheiros
através de **desbaste**

Gestão da densidade dos pinheiros

← Pat.A (1983)
0.3 pinheiros/m², 5.4 m alt.

Pat. B (1989)
0.9 pines/m², 3.6 m tall



D40

40%
desbaste

D0

Sem
desbaste

D10

10%
desbaste

Desbaste dos pinheiros (40%)

alguns resultados - 2 anos após o desbaste

Parâmetros	Espécies nativas plantadas	<i>Pinus halepensis</i>	Arbustos espontâneos	Herbáceas espontâneas
Densidade adultos	se	se	+	+
Densidade de plântulas	se	+(B)	+	
Crescimento de arbustos	se	+(B)	+(B)	
diversidade	sem efeito			



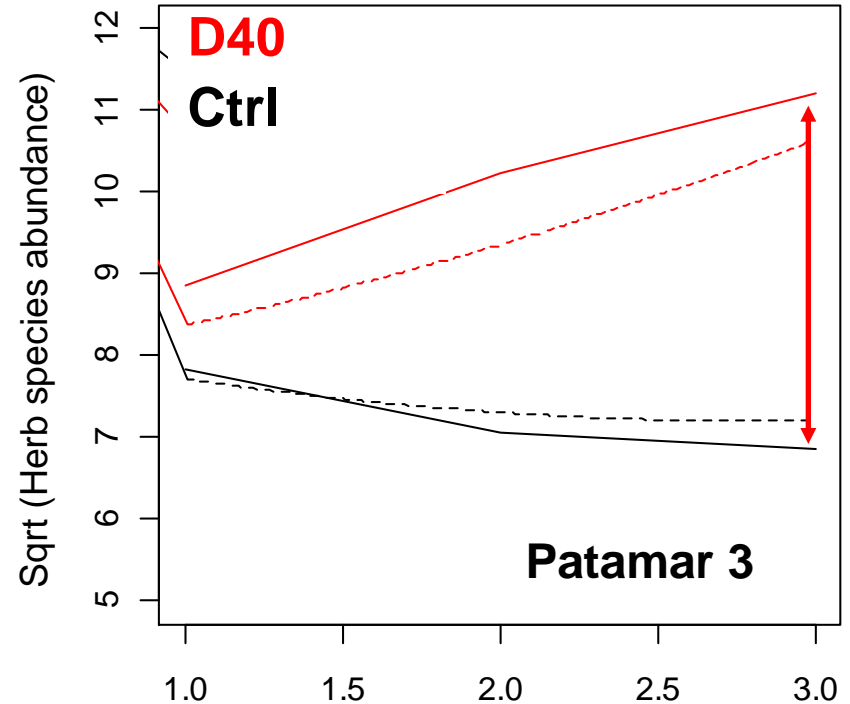
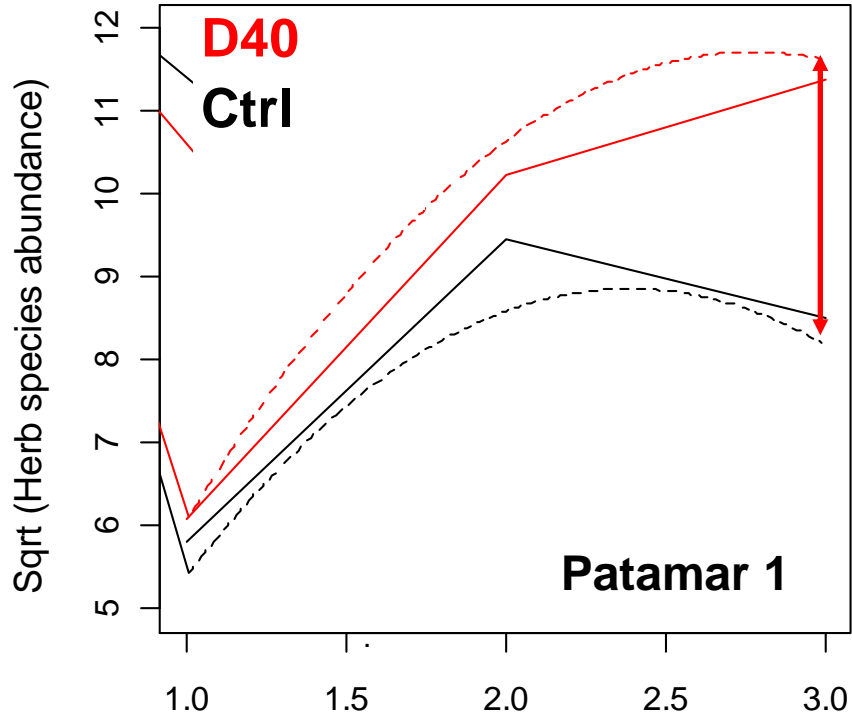
O desbaste favorece as espécies espontâneas & a regeneração natural

O desbaste dos pinheiros pode ser uma ferramenta importante de gestão para o sucesso da restauração.

B – patamares + novo(12) & maior densidade (3x)

Desbaste dos pinheiros

Espécies herbáceas espontâneas - abundância

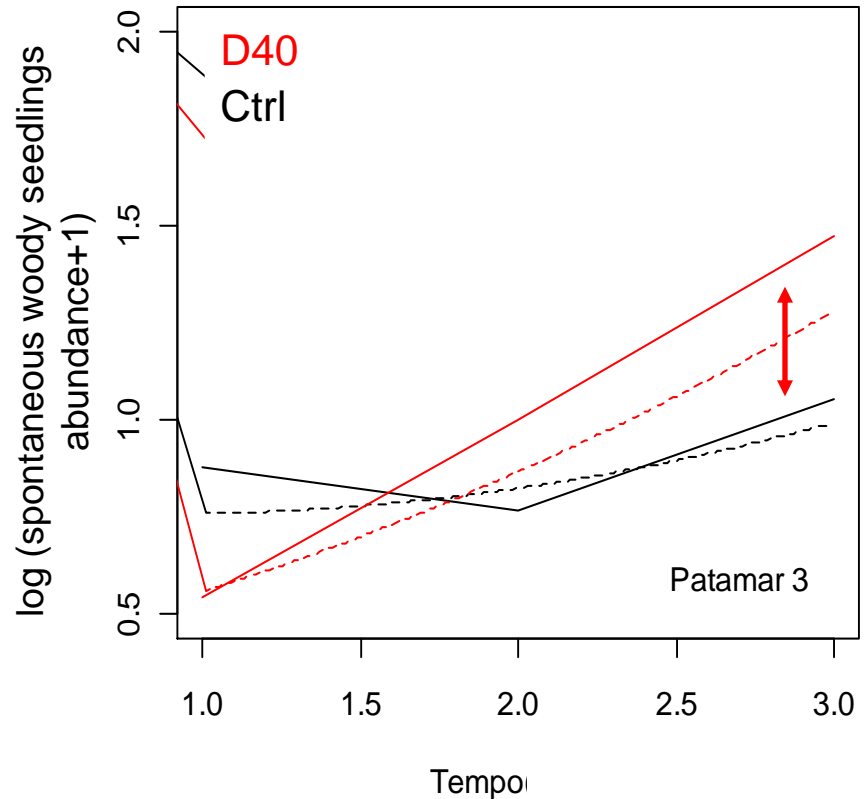
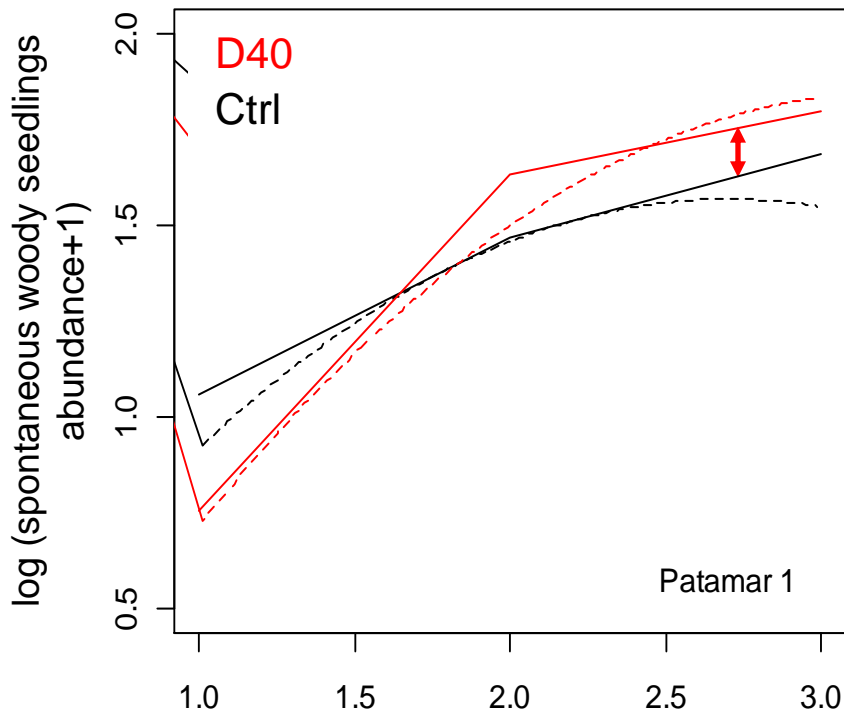


— observed
- - - model

- ❖ O desbaste favoreceu o n^o de espécies herbáceas nativas - valores observados e obtidos pelo modelo de efeitos mistos multinível

Desbaste dos pinheiros

Espécies lenhosas espontâneas - abundância



- ❖ Aumento do nº de plântulas de espécies lenhosas com o desbaste - (D40) ($p < 0.05$), independentemente do patamar. Valores observados e modelados pelo modelo de efeitos mistos multinível

ESTUDOS DE BIODIVERSIDADE

Avaliação da diversidade estrutural e florística



- **Áreas revegetadas com diferentes idades**

informação sobre a evolução da comunidade após implementação das estratégias de recuperação.



- **Áreas recuperadas após o fogo**

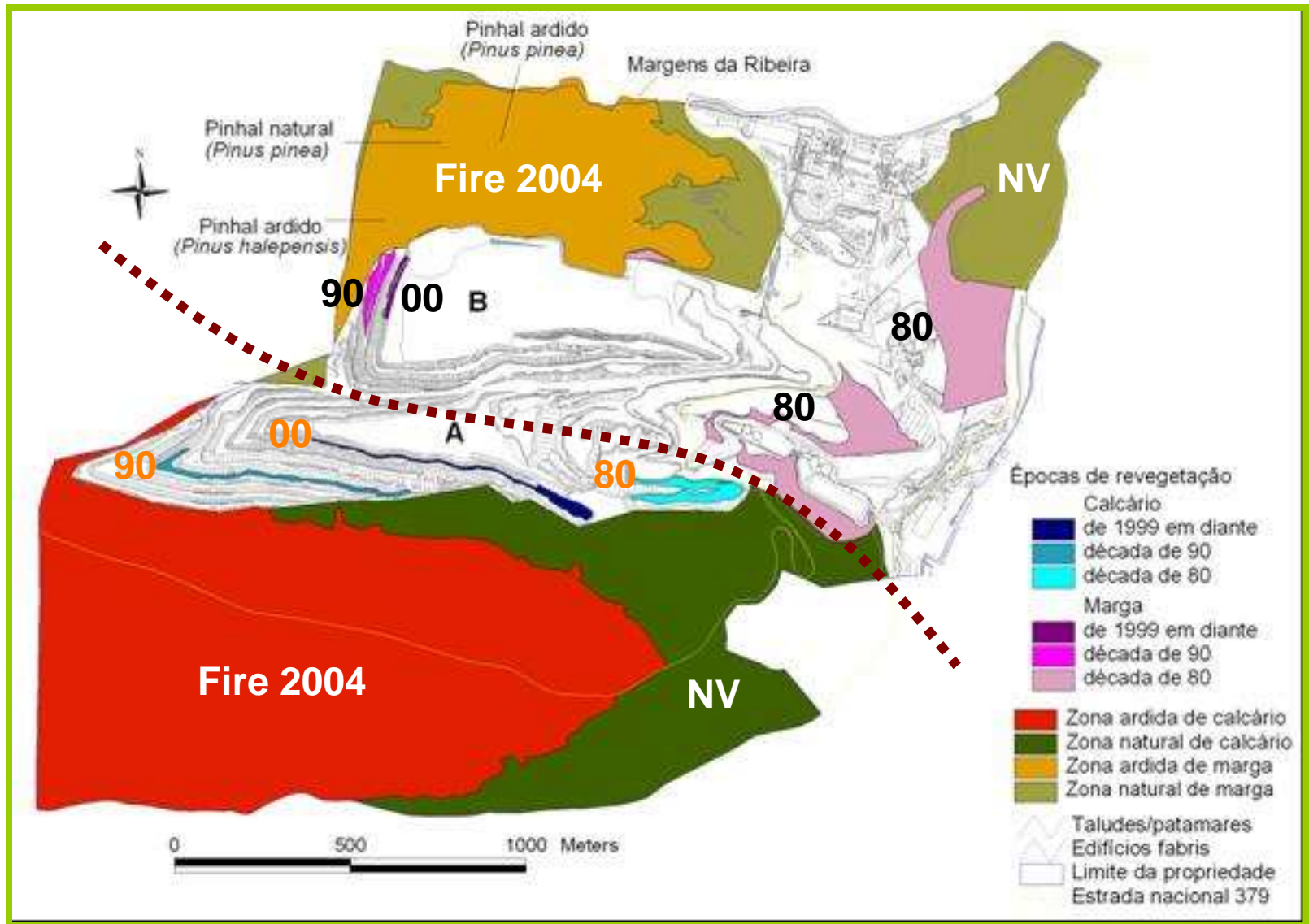
informação sobre a evolução da comunidade após o fogo, uma perturbação natural dos ecossistemas mediterrânicos



- **Ecossistema referência (Vegetação Natural)**

Servem de áreas modelo para as acções de recuperação. Quando comparadas com áreas perturbadas permite avaliar o nível de recuperação.

Locais de Estudo



DIVERSIDADE

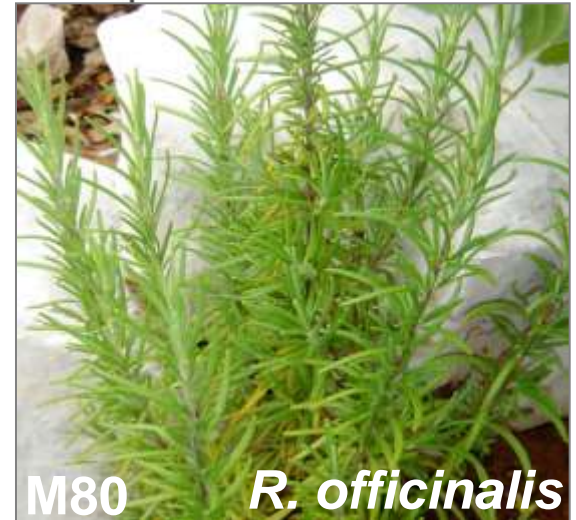
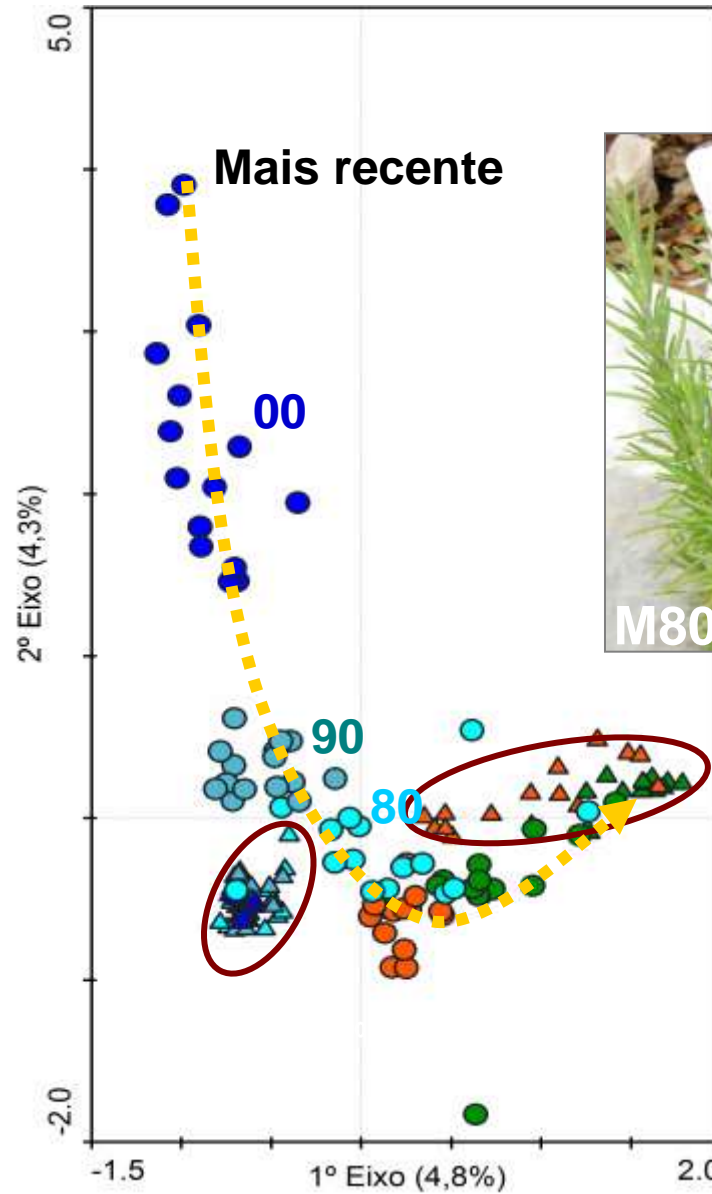
Local Anos Riqueza Diversidade Equitabilidade Similaridade

CN	>50	52	2,62	0,50	-
CA	3	46	2,96	0,57	0,69
C80	24	43	2,11	0,41	0,44
C90	17	45	2,47	0,47	0,43
C00	8	43	2,39	0,46	0,32

MN	>50	30	2,74	0,53	-
MA	3	41	2,95	0,57	0,54
M80	24	41	2,31	0,44	0,51
M90	17	48	2,51	0,48	0,41
M00	8	45	2,78	0,53	0,32

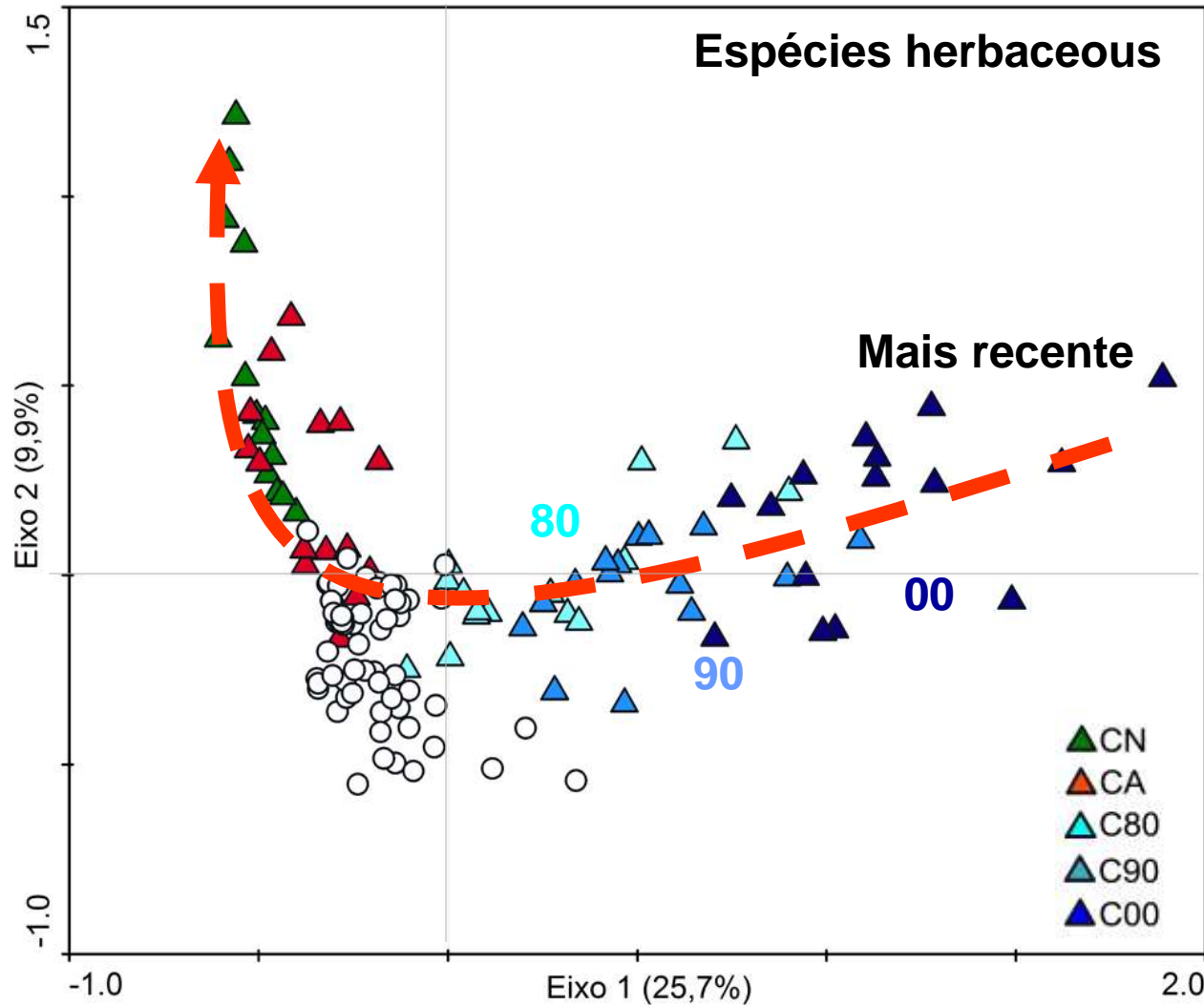


DIVERSIDADE



DIVERSIDADE

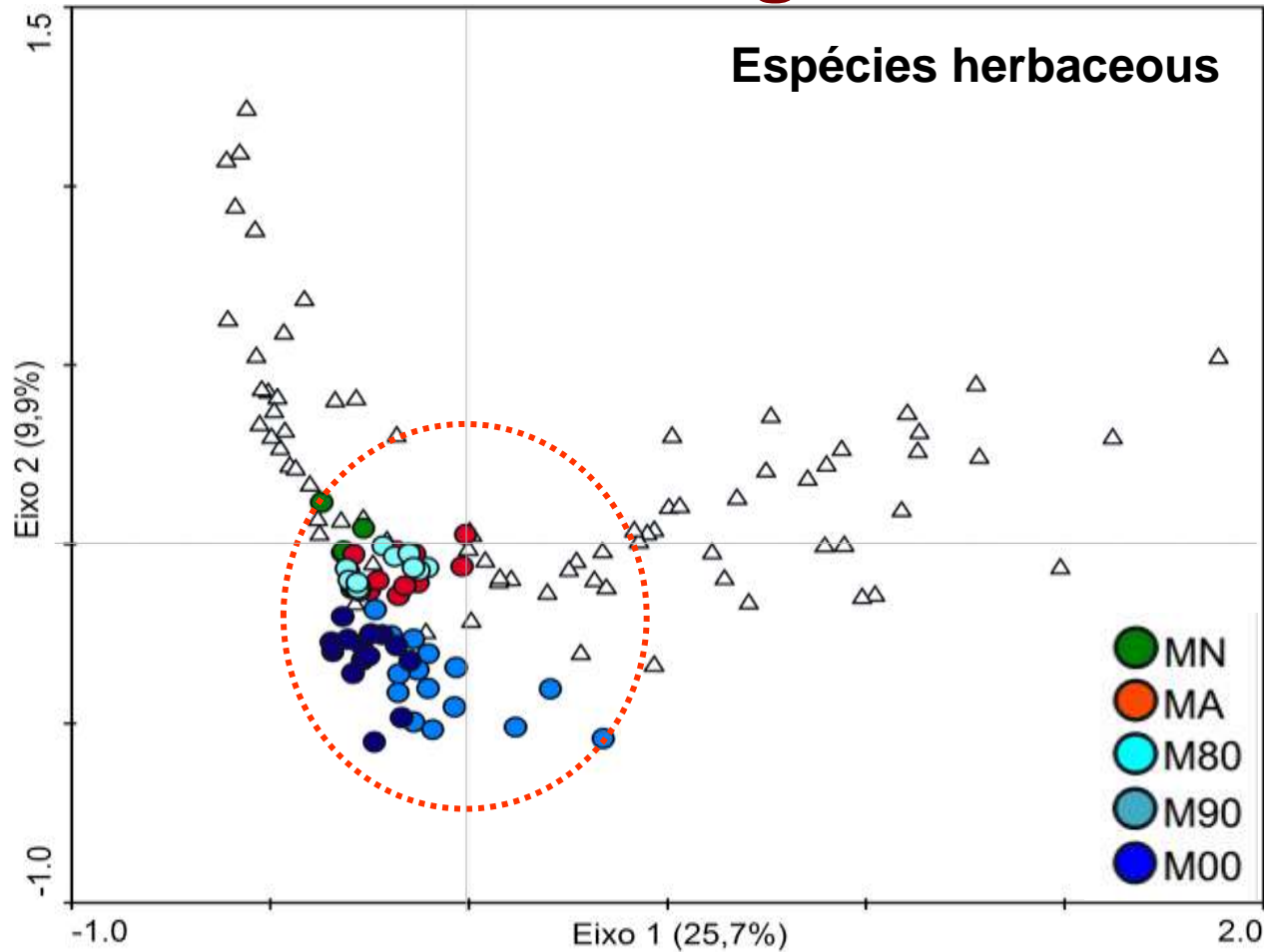
Patamares - calcário



❖ **Claro gradiente sucessional**

DIVERSIDADE

Patamares - marga



❖ Não há gradiente sucessional

CONCLUSÃO

- ❖ As espécies **nativas** usadas na revegetação **aceleraram a colonização natural** .
- ❖ Nos calcários a **presença** de espécies aloctones ***Pinus halepensis*** e a **ausência de *Quercus coccifera*** são responsáveis pelas diferenças entre os sítios referência e as áreas revegetadas
- ❖ Nas margas as diferenças devem-se ao uso de **hidrosementeiras** de espécies herbáceas e arbustivas



Pinus halepensis



Quercus coccifera



Quercus coccifera

DIVERSIDADE

- ❖ Total of **200 espécies** - 14% da flora da Serra da Arrábida.
- ❖ Presença de **espécies endémicas e protegidas**



Iberis procumbens



Narcissus bulbocodium



Arabis sadina



Ruscus aculeatus

Muito Obrigada pela vossa atenção



Parque Natural da Serra da Arrábida

Instituições participantes

**Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências de Lisboa
Centro de Biologia Ambiental (CBA)**

SECIL

FCUL-CBA

**Otília Correia
Graça Oliveira
Adelaide Clemente
Alice Nunes
Teresa Mexia
Cristina Branquinho
Cristina Cruz
Manuela Carolino
Patrícia Correia
A.I. Correia
A. Catarina Afonso
Ana Rita Moedas
Andreia Anjos**

**Cristina Máguas
M.A. Martins-Loução
C. Werner
Gisela Oliveira
Rodrigo Maia
Pedro Lino
Salomé Cabral**

FCUL - Departamento de Estatística Aplicada - Salomé Cabral

Universidade de Évora – António Mira