



Avaliando o estado do ambiente através de indicadores ecológicos:

antecipando os fenómenos catastróficos

Cristina Branquinho,
Universidade de Lisboa, Faculdade de
Ciências, Centro de Biologia Ambiental

cmbranquinho@fc.ul.pt



Os Indicadores adoptados na UE?

Porquê Indicadores?

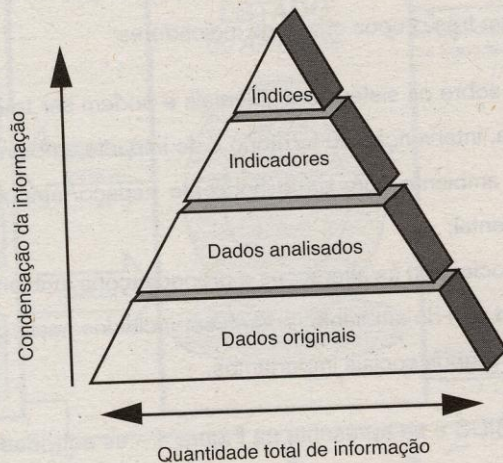
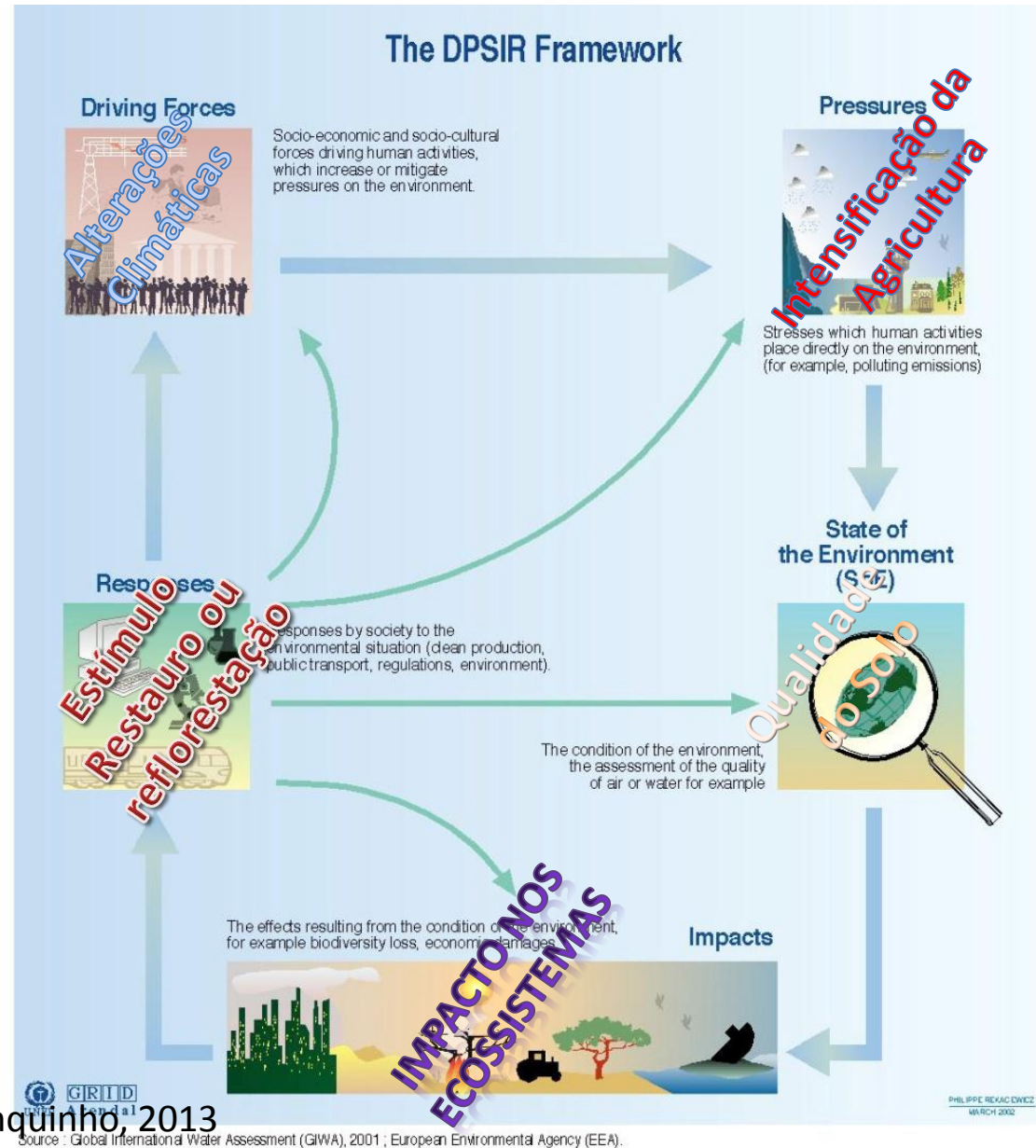


Fig. 2 - Pirâmide de informação

(Fonte: Adaptado de Gouzee et al., 1995 e Braat, 1991).

Os indicadores e os índices são usados para simplificar a informação sobre fenómenos complexos de modo a melhorar a comunicação. Quando se selecciona um indicador e/ou ao construir um índice ganha-se em clareza e operacionalidade o que se pode perder em detalhe da informação.

Copyright © Cristina Branquinho, 2013



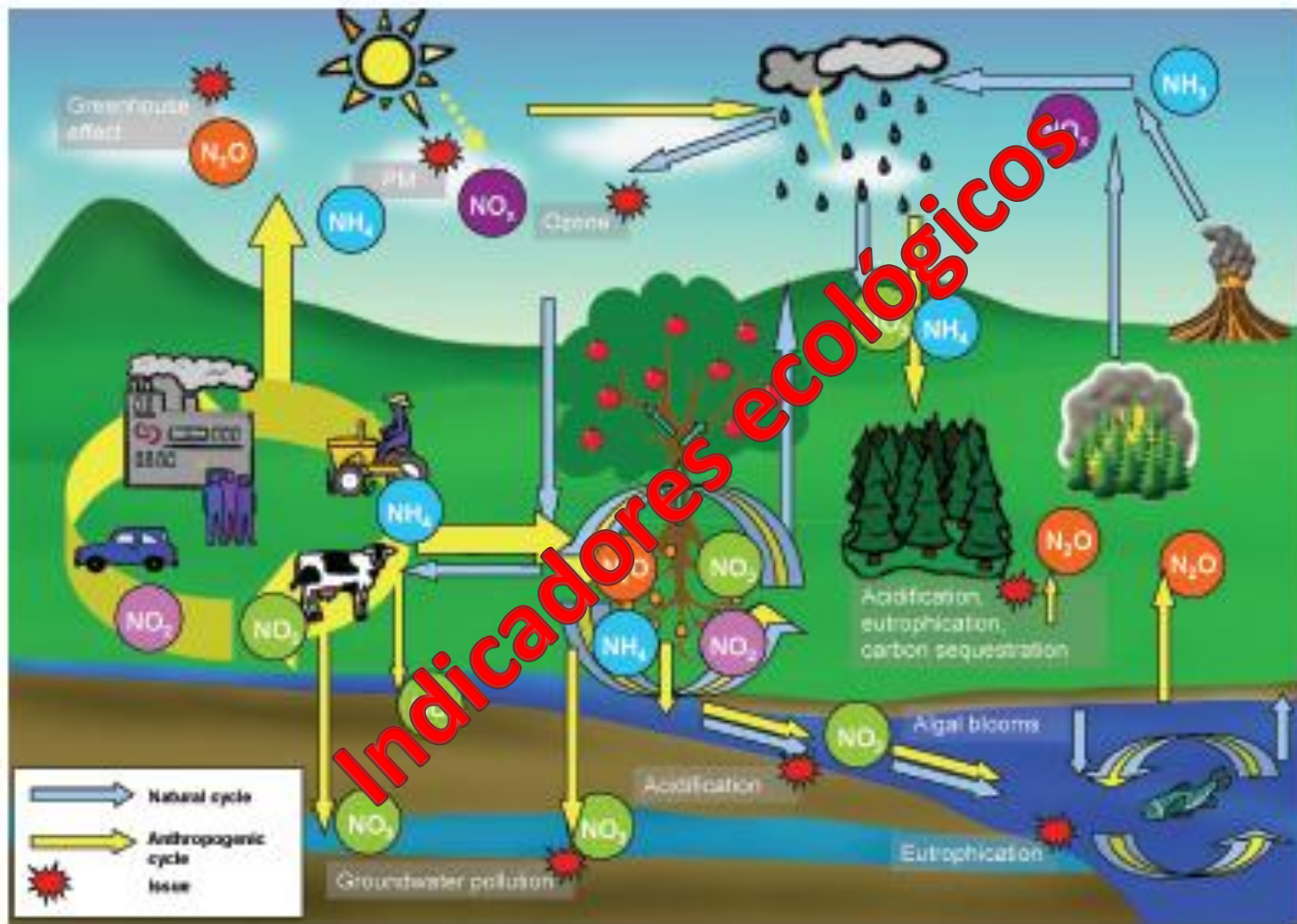


Figure 2.2 The N_2 cycle and the main fluxes (picture by Anne-Christine LeGall).

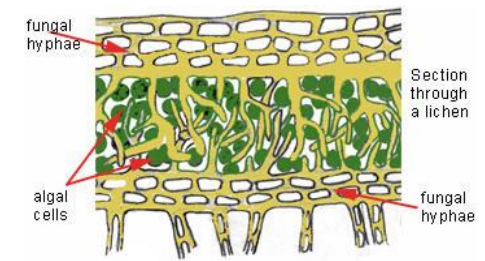
É praticamente impossível caracterizar a função de um sistema complexo como um ecossistema ou um agro-sistemas através de medidas directas.

O tamanho do sistema, a complexidade das interacções envolvidas ou o custo das análises tornam impossível este detalhe nas análises. Copyleft © Cristina Branquinho, 2013

Indicadores Ecológicos

- Líquenes: comunidade de líquenes e acumulação de poluentes.
- Musgos aquáticos: acumulação de poluentes.
- Plantas herbáceas: diversidade funcional das comunidade de herbáceas.

O que são os líquenes?



Os líquenes são simbioses entre fungos e algas verdes ou cianobactérias.

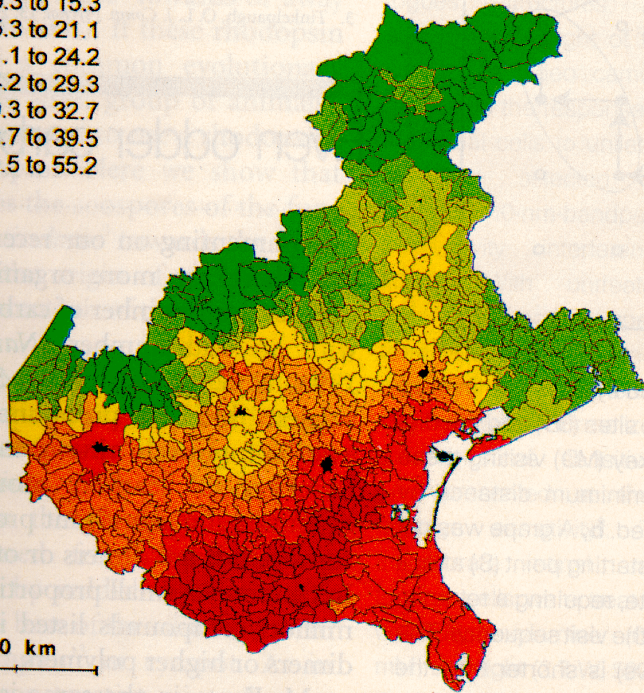
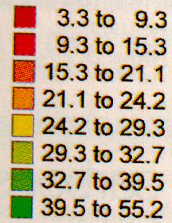


Porquê Líquenes?

- São os biomonitores mais estudados na poluição atmosférica.
- Algumas espécies desaparecem em áreas poluídas enquanto outras permanecem.
- As principais áreas urbanas da Europa, algumas das América e Ásia têm estudos de líquenes.
- Têm sido usados para avaliar diversos poluentes: metais, radionuclídeos, compostos orgânicos (PAHs, PCDD/Fs, PCB), S, N,
- Há um método standard na UE para ser usado por empresas e organismos institucionais.
- São muito eficientes a interceptar poluentes - poiquilohídrico
- São integradores a longo prazo da poluição do ar - crescimento lento.
- Transplantes permitem medidas das taxas de poluição
- Distribuição geográfica alargada - as comparações são possíveis.
- Elevada densidade de pontos de amostragem com custos baixos - aumentando a qualidade dos dados.
- Construção de modelos fiáveis da deposição atmosférica.

Biodiversidade

Lichen biodiversity index

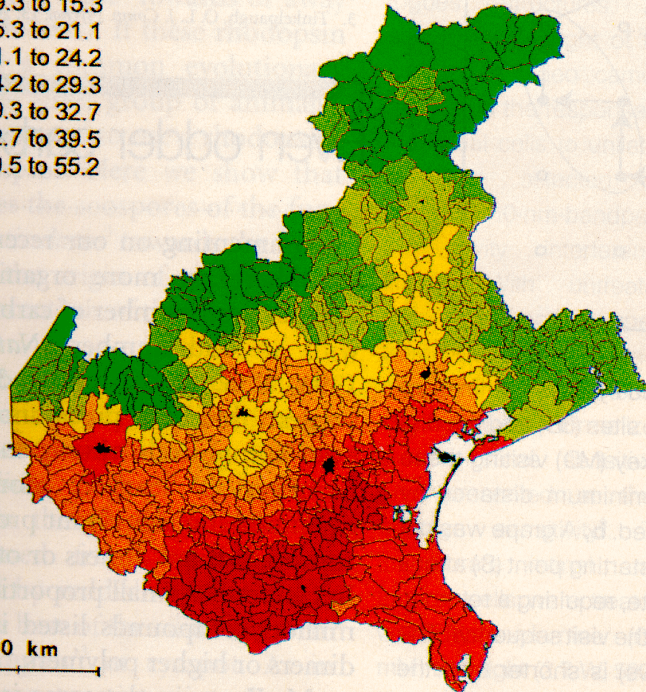
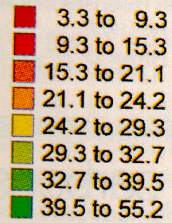


Veneto, Itália

**Cislaghi and Nimis, 1997
Nature Vol. 387:463-464**

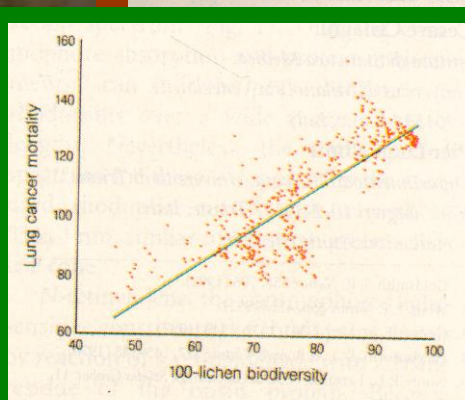
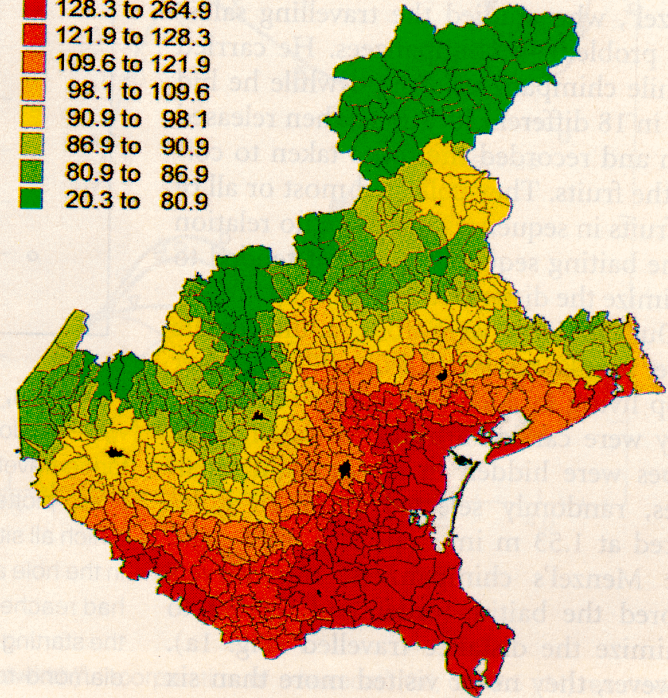
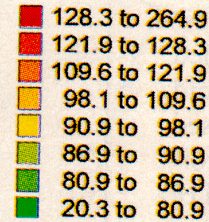
Biodiversidade

Lichen biodiversity index

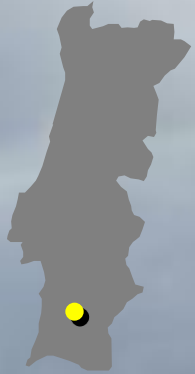


b

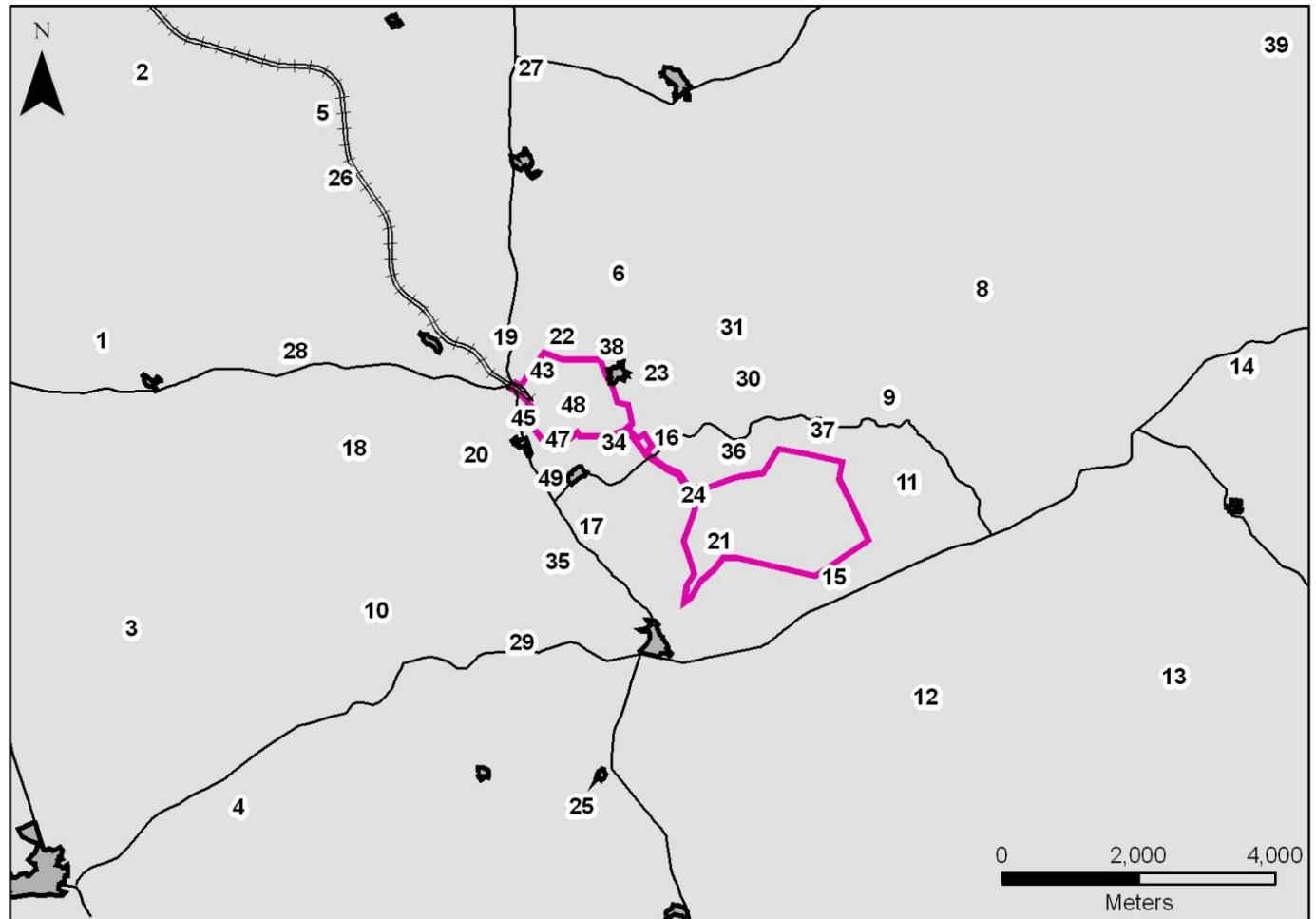
Lung cancer mortality



Mina Subterrânea de Cu no Alentejo, PT

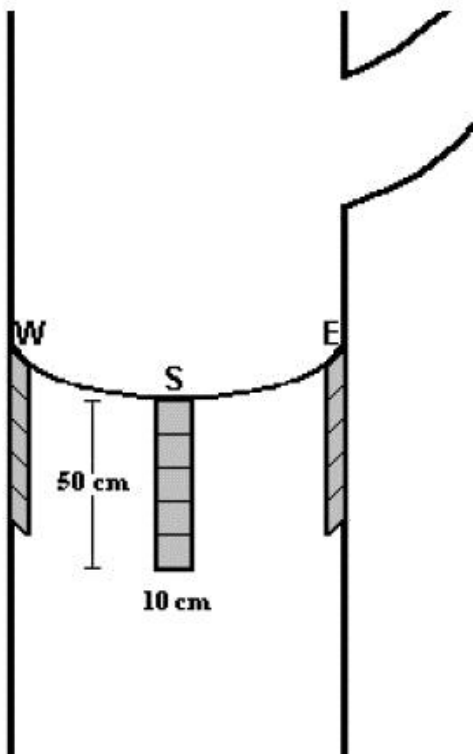


Castro Verde
Neves Coimbras



Legenda

- Povoações
- Estradas
- Ferrovia
- Limites da Mina e Barragem
- Locais de amostragem



Observadas 10 árvores
Cada árvore é avaliada nas 4
direcções principais (N, S, E,
W).

Calculamos 2 indicadores:

1-NrSpT

Nº Total de espécies

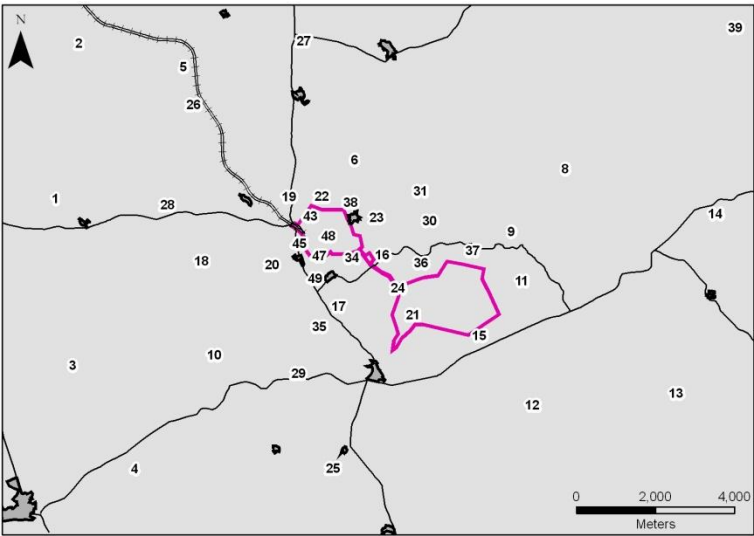
2-LDV

Lichen Diversity Value
(Asta et al., 2002)



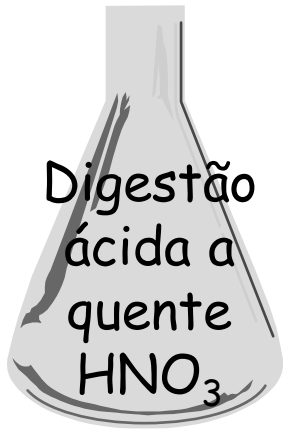
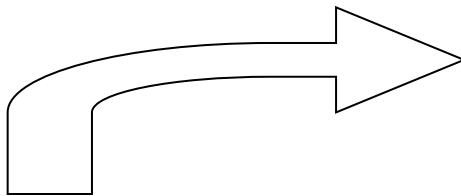
Pinho *et al.*, 2004

Cophyright © Cristina Branquinho, 2013



Legenda

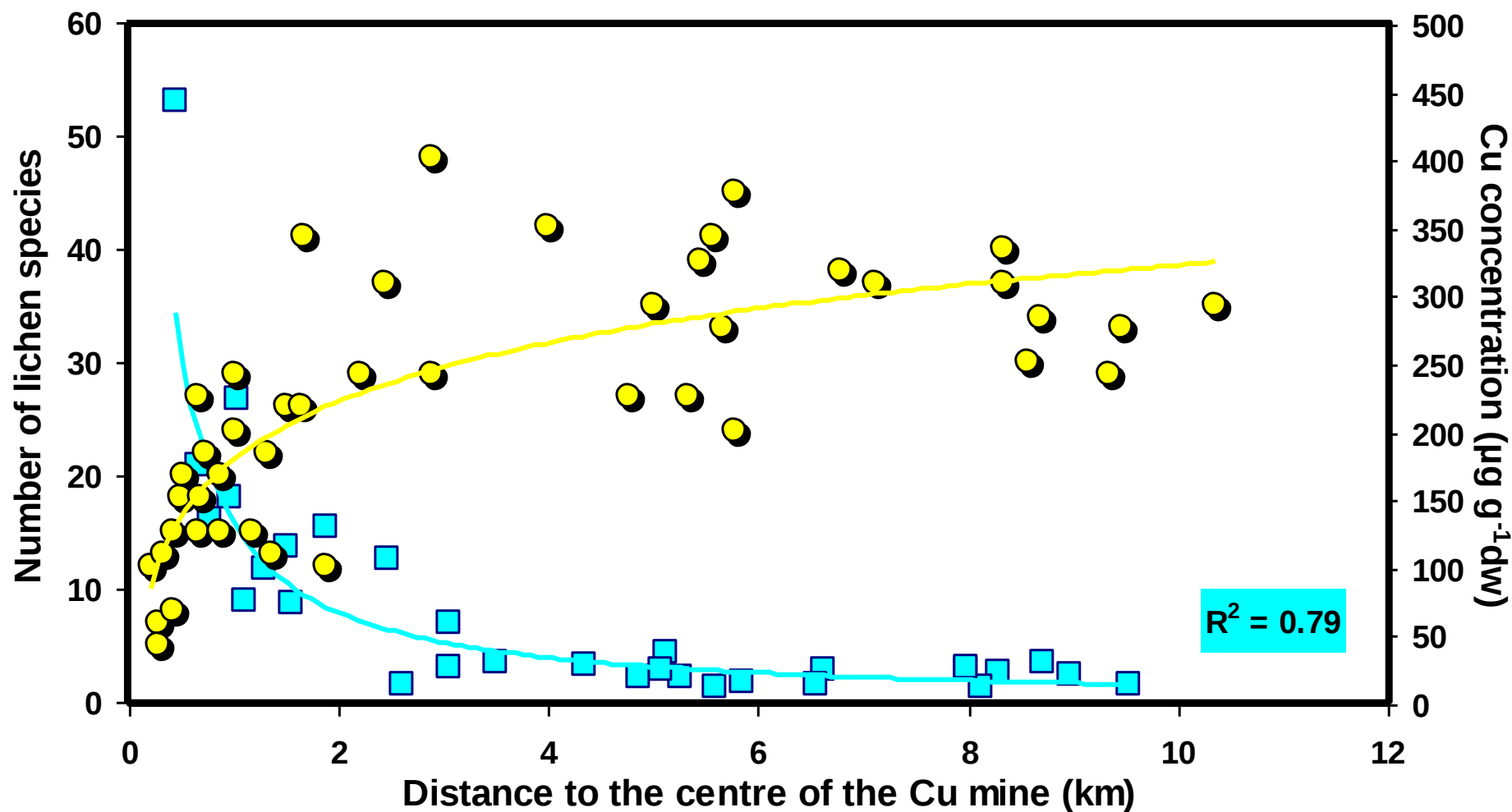
- Povoações
- Estradas
- Ferrovia
- Limites da Mina e Barragem
- Locais de amostragem



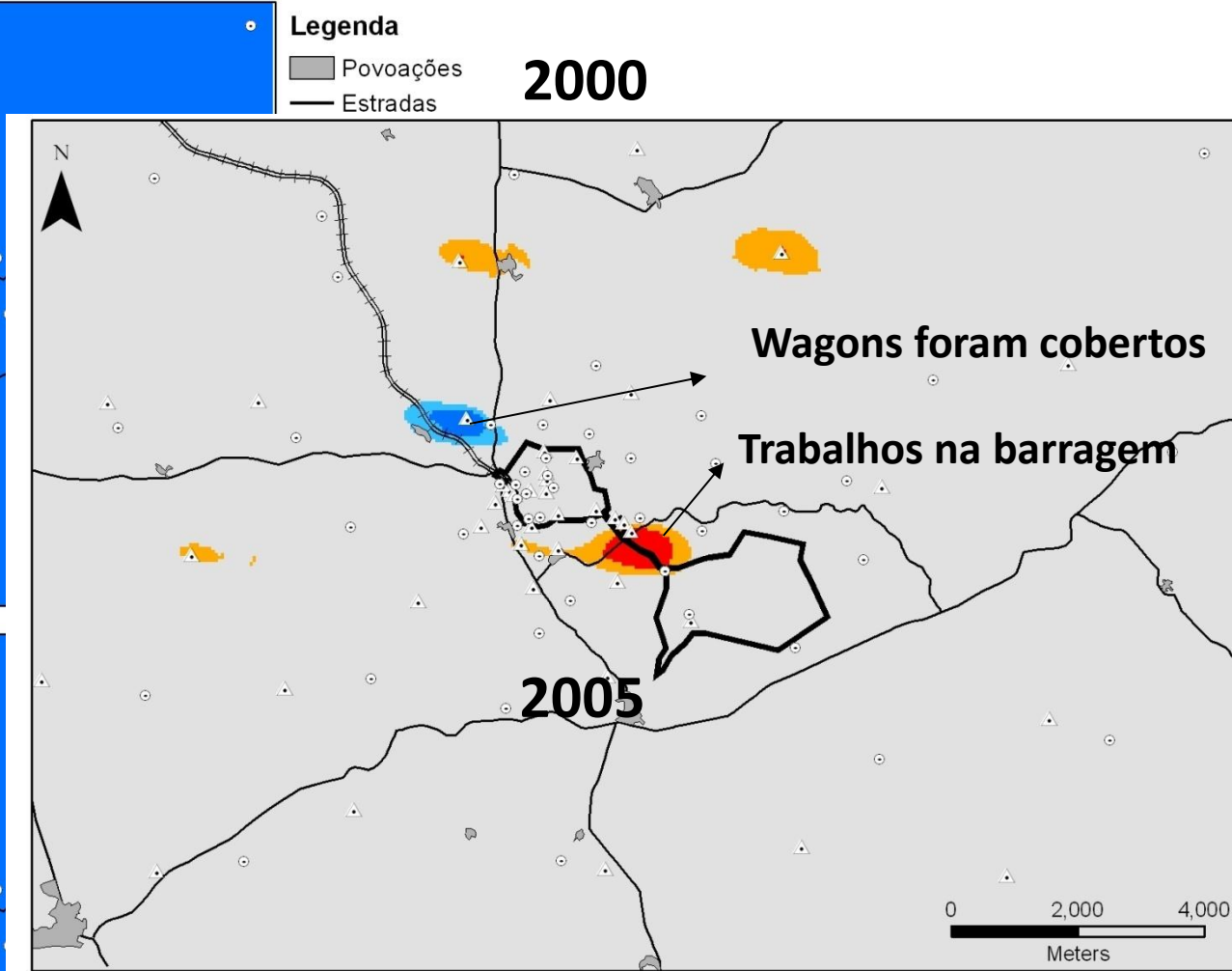
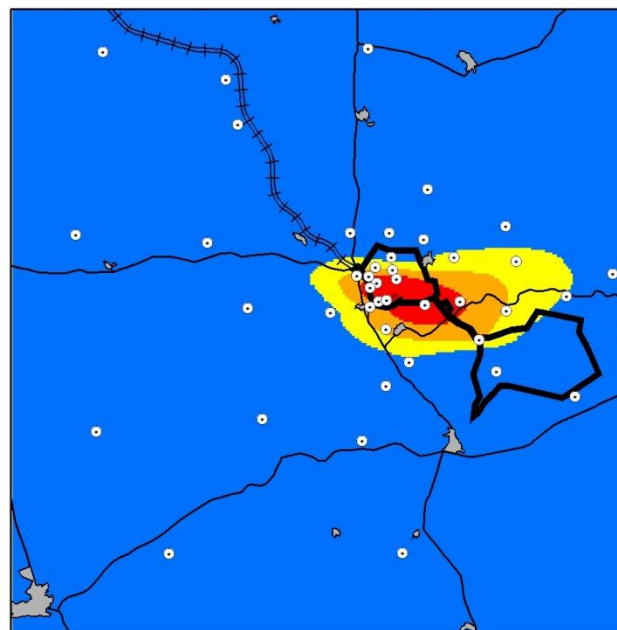
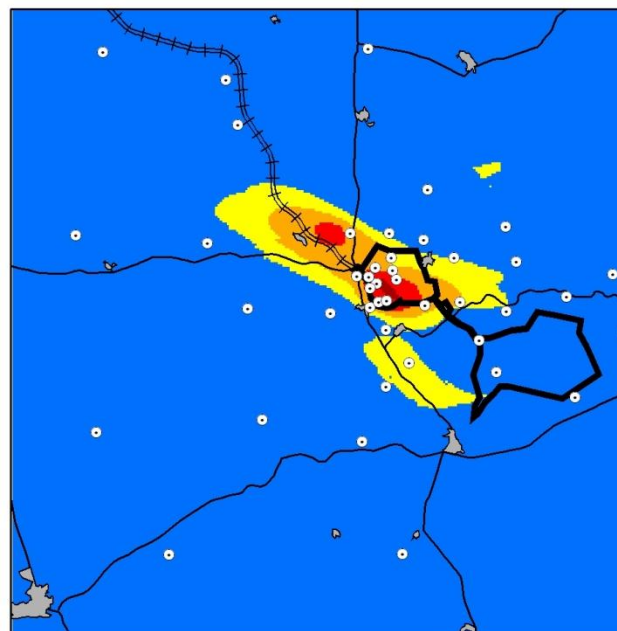
Cu



Biodiversidade de Líquenes vs concentração de Cu nos biomonitores



Comparar modelos espaciais ao longo do tempo– avaliando a qualidade ambiental



Legenda

Povoações

Estradas

Ferrovia

Limites da Mina e Barragem

Locais de amostragem 2005

Locais de amostragem 2000

Variação do nº de Espécies

-14 a -12 espécies

-11 a -10 espécies

sem variação significativa

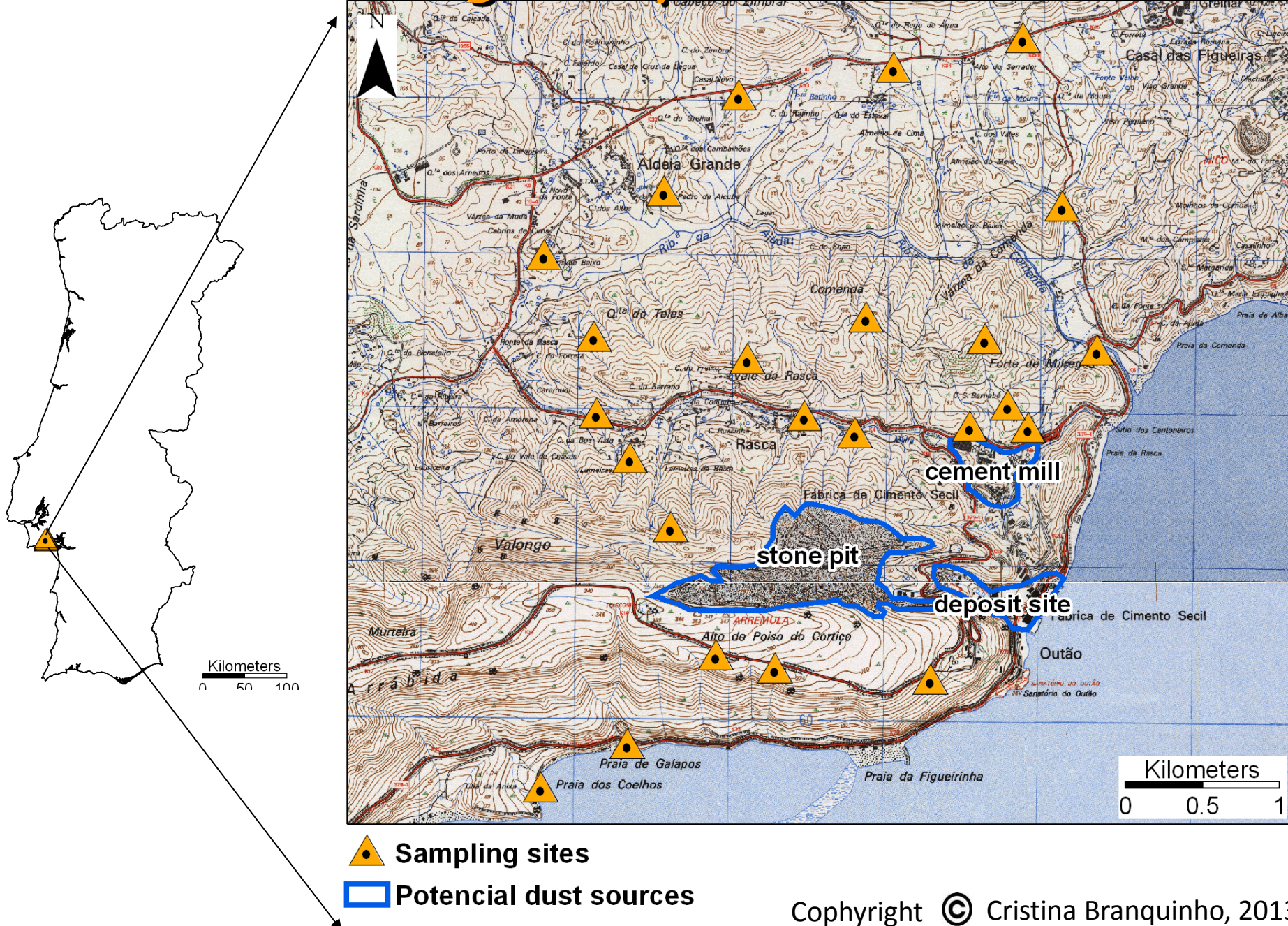
+10 a +11 espécies

+12 a +14 espécies

Casos de estudo- o de uma cimenteira

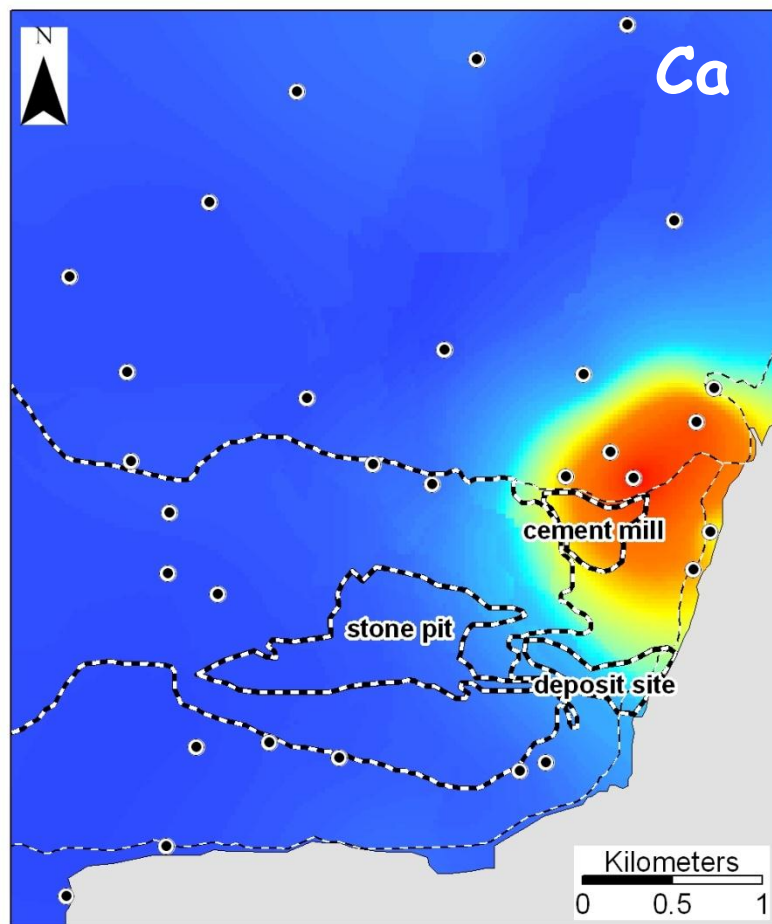


Pontos de amostragem espacial

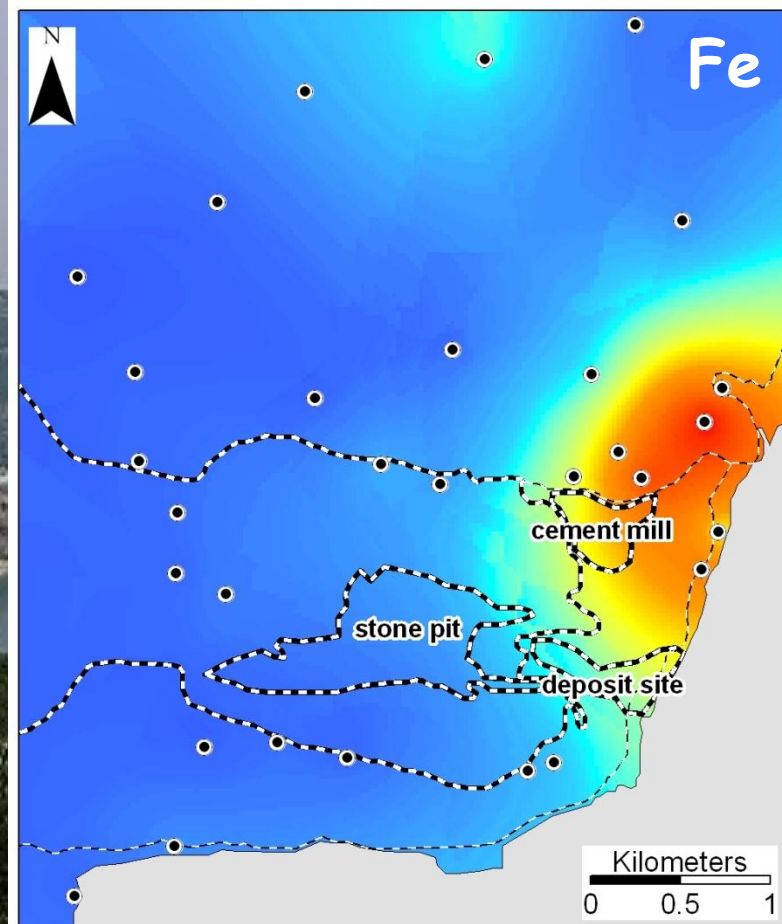


Modelo espacial – integrado no tempo

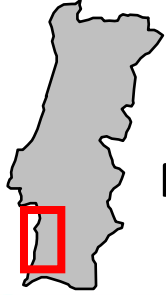
Análises de Ca e Fe em *Xanthoria parietina* recolhida em 30 pontos de amostragem (•). Dados não estão de acordo com os ventos gerais mas sim com os ventos locais altamente condicionados pela geomorfologia.



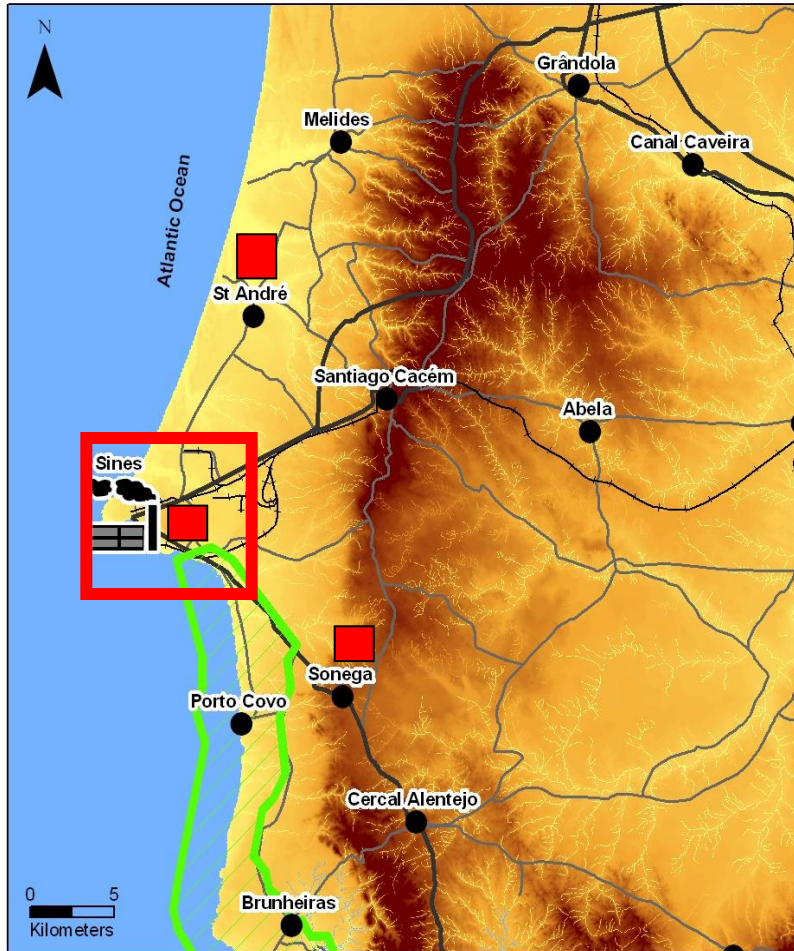
Potencial dust sources Concentration of Ca N
● Sampling Sites
--- other roads
--- main roads
High : 25513
Low : 385



Potencial dust sources Concentration of Fe N
● Sampling Sites
--- other roads
--- main roads
High : 3189
Low : 257

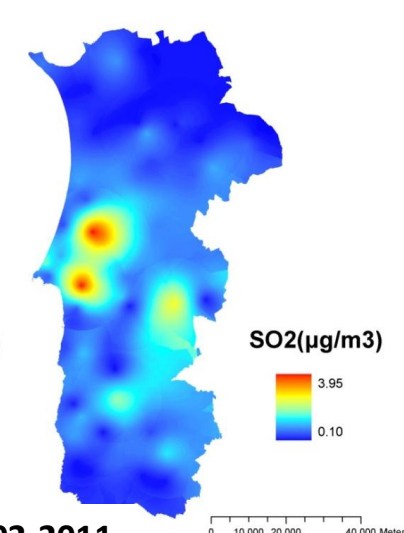
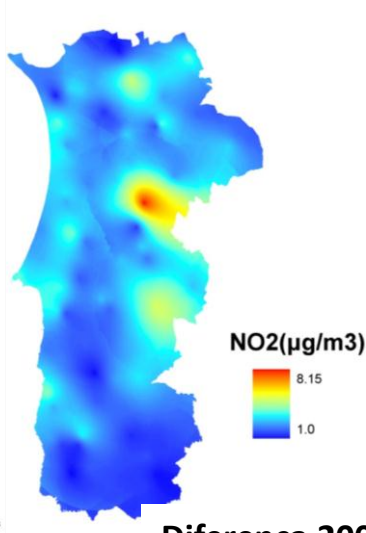
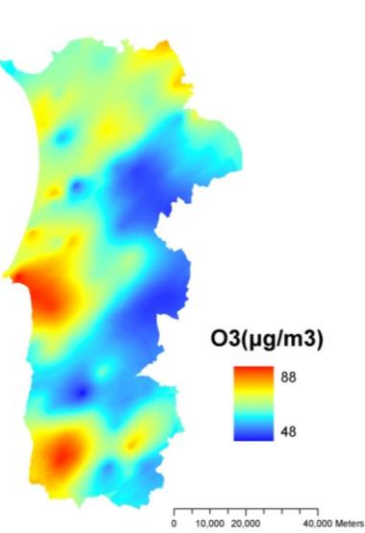


MULTIPLOS Usos do solo

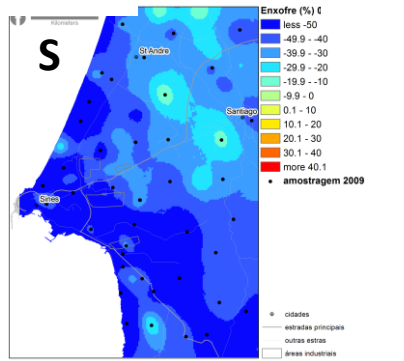
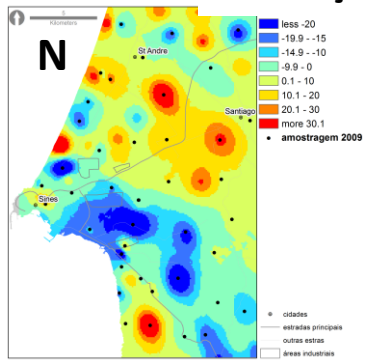


Biodiversidade Líquenes Poluentes Líquenes

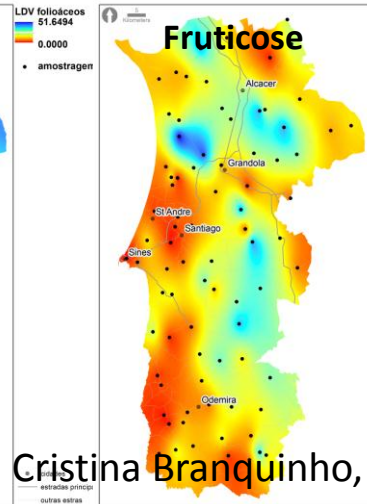
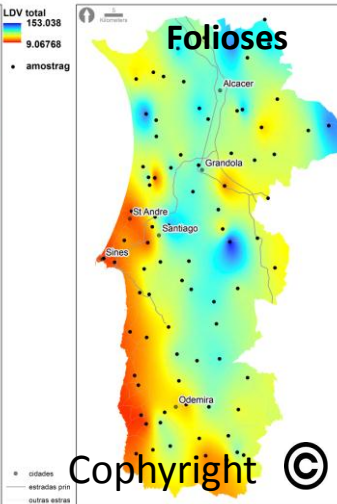
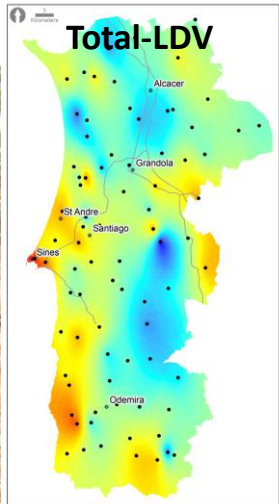
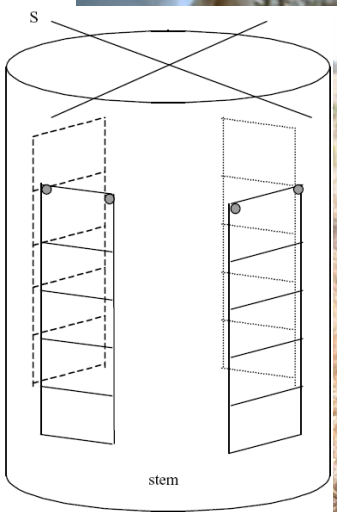
Tubos difusores



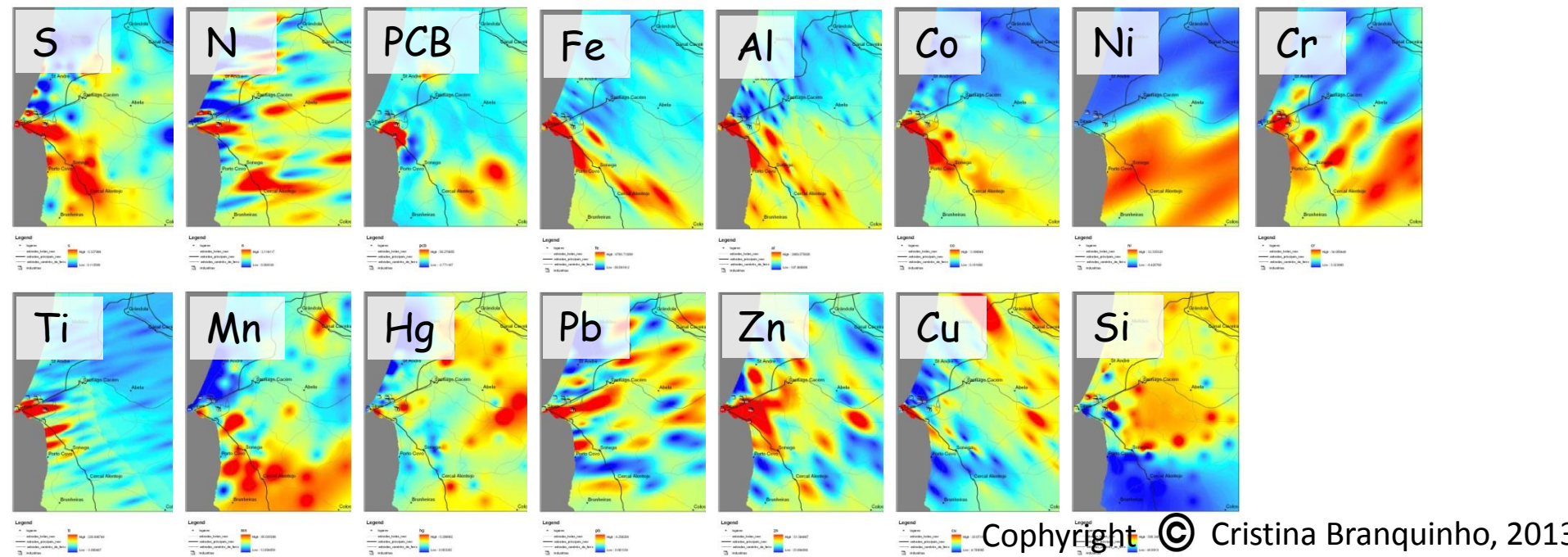
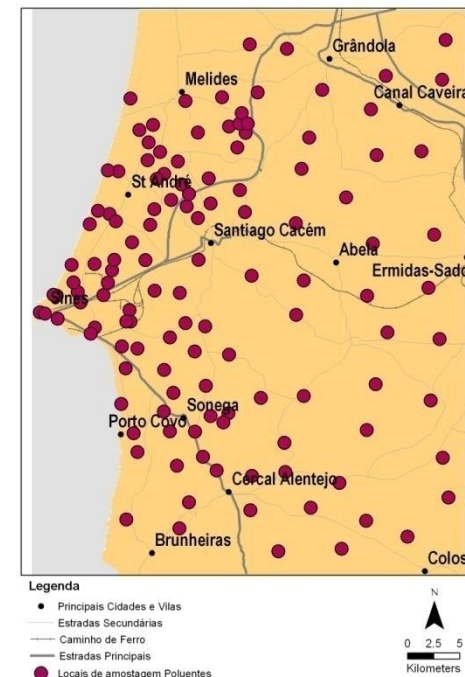
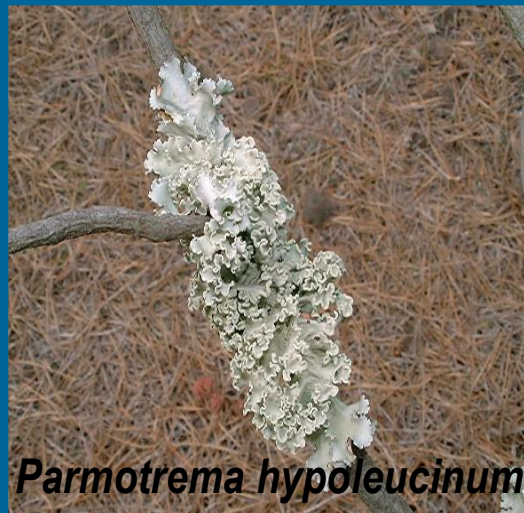
Diferença 2002-2011



26PAHs



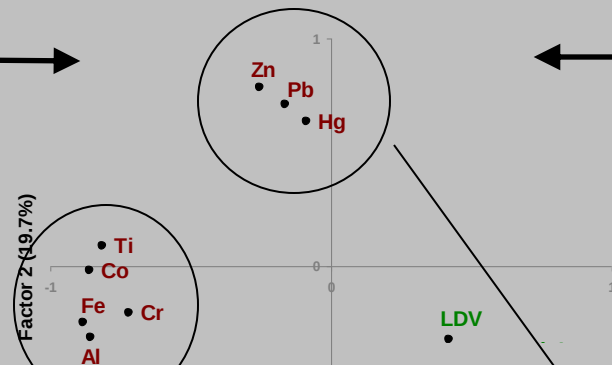
Vários Poluentes nos Líquenes



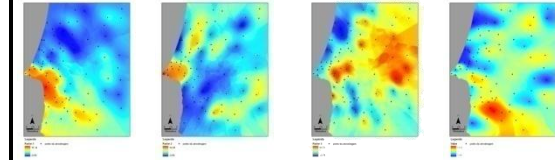
Dados da diversidade de Líquenes



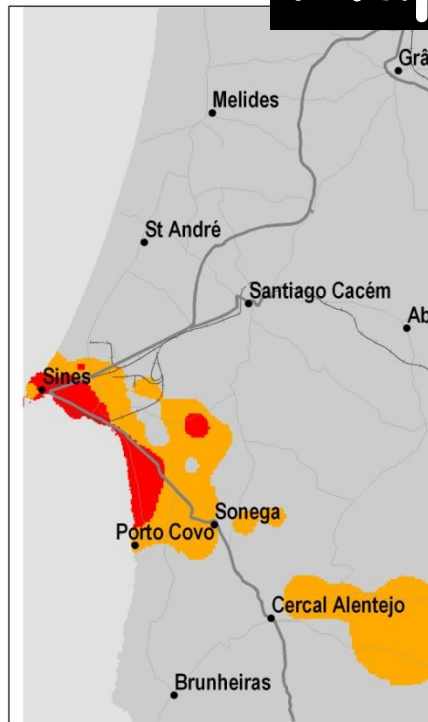
Factor 1 e 2 da ACP



Dados dos poluentes medidos em líquenes

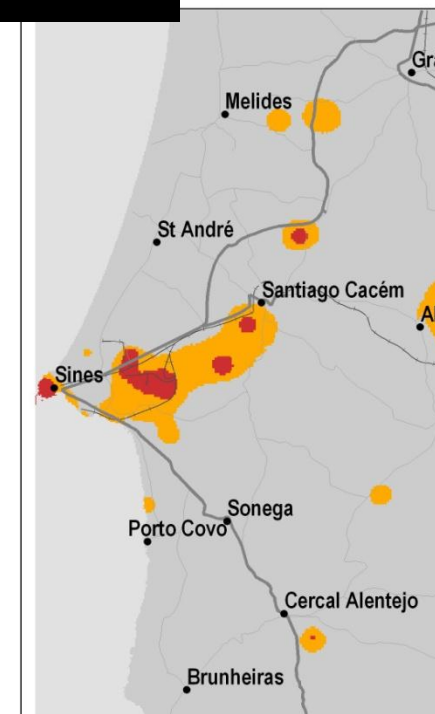


Mapa de "Poluição Crónica"



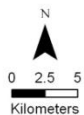
Legenda

- Principais Cidades e Vilas
- Estradas Secundárias
- Caminho de Ferro
- Estradas Principais
- Factor 1 (biodiversidade & poluentes)
 - muito degradado
 - degradado
 - não degradado

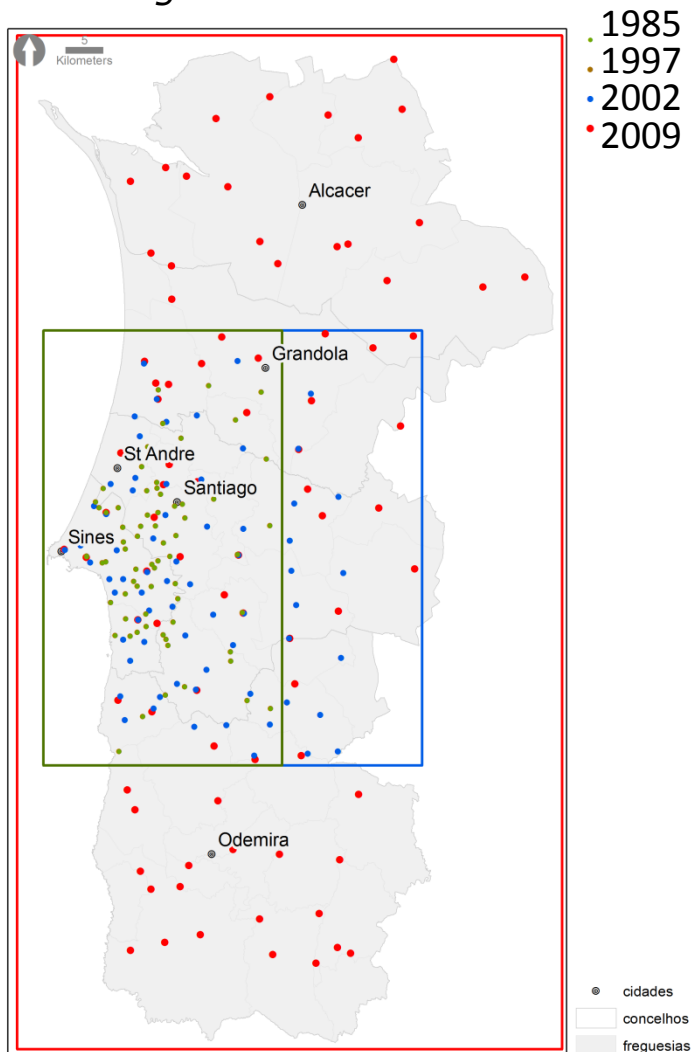


Legenda

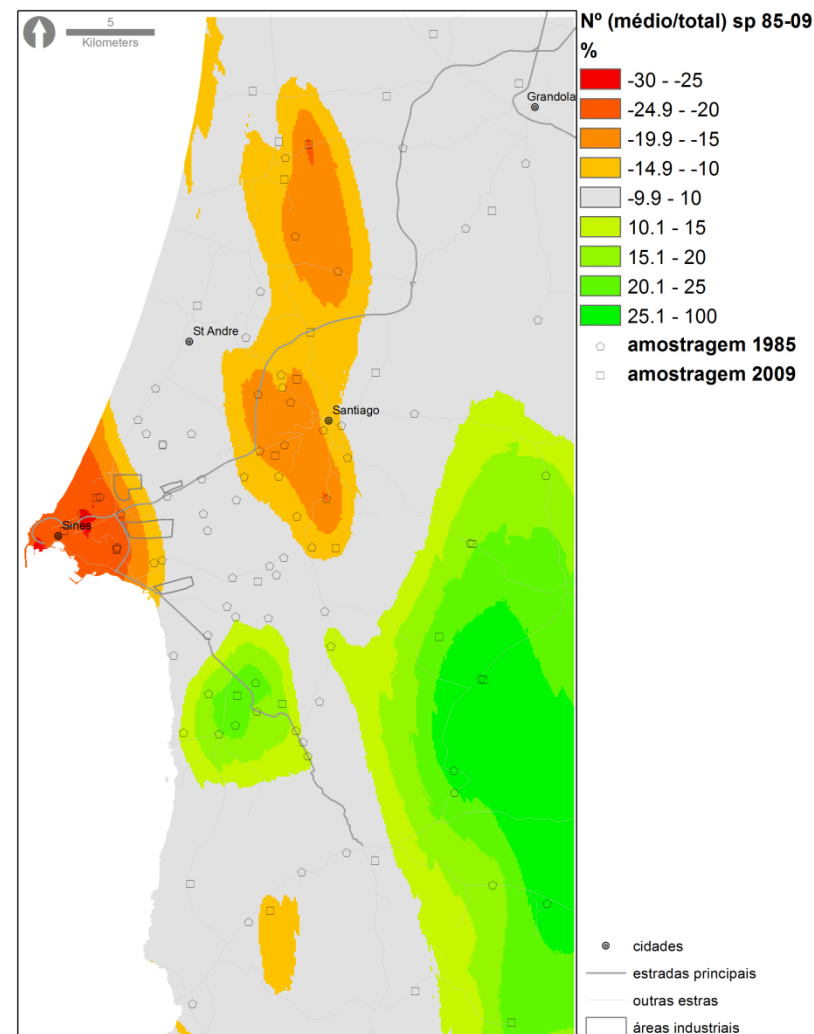
- Principais Cidades e Vilas
- Estradas Secundárias
- Caminho de Ferro
- Estradas Pri
- Factor 2 (biodiversidade & poluentes)
 - não degradado
 - degradado
 - muito degradado



amostragens históricas

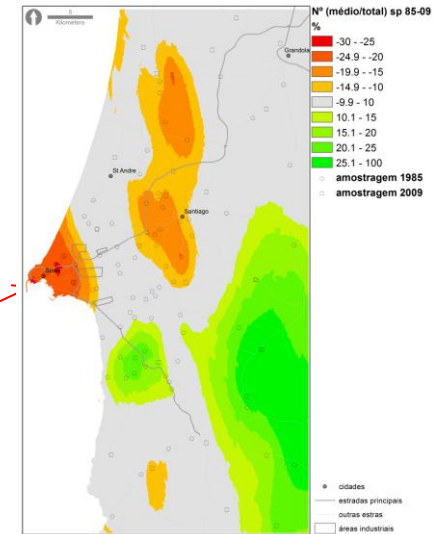
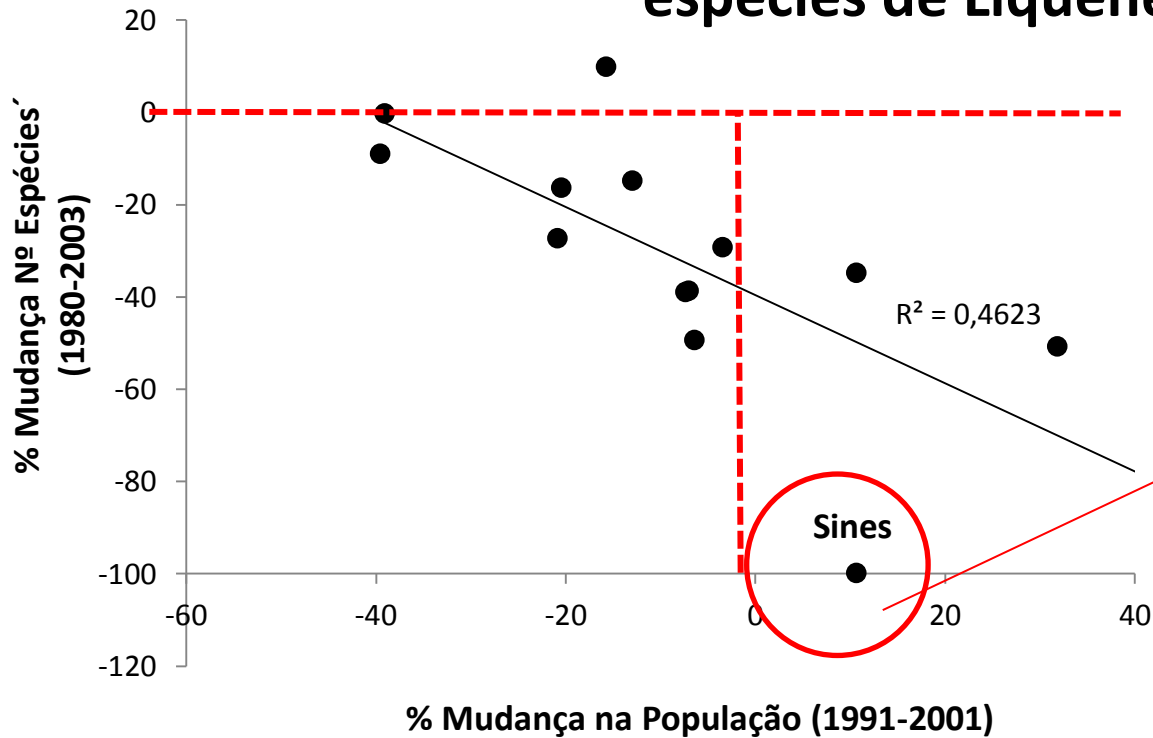


1985 a 2009 (índice de alteração)



c. 80 locais amostragem regionais ao longo do tempo: zona mínima comum

Relacionando as mudanças da população e do número de espécies de Líquenes



Consumo de Energia na Indústria

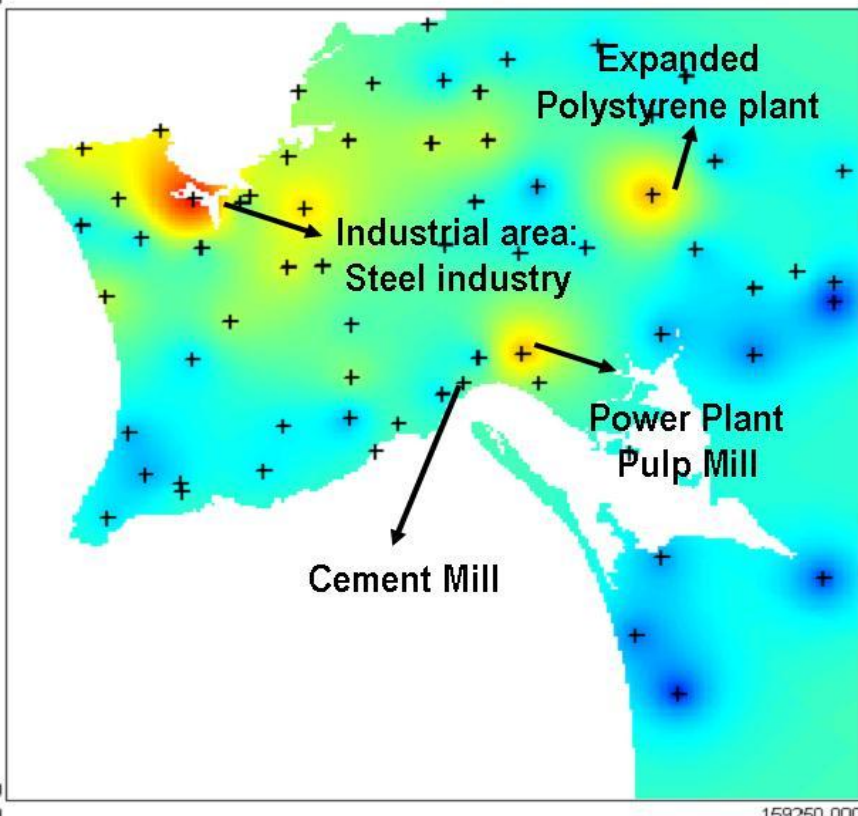
Localização Geográfica	2004
	kWh/ consumo
Alcácer do Sal	40227,50
Grândola	18032,70
Odemira	9557,60
Santiago do Cacém	28343,90
Sines	3029830,60

Líquenes como biomonitoradores de compostos orgânicos tóxicos

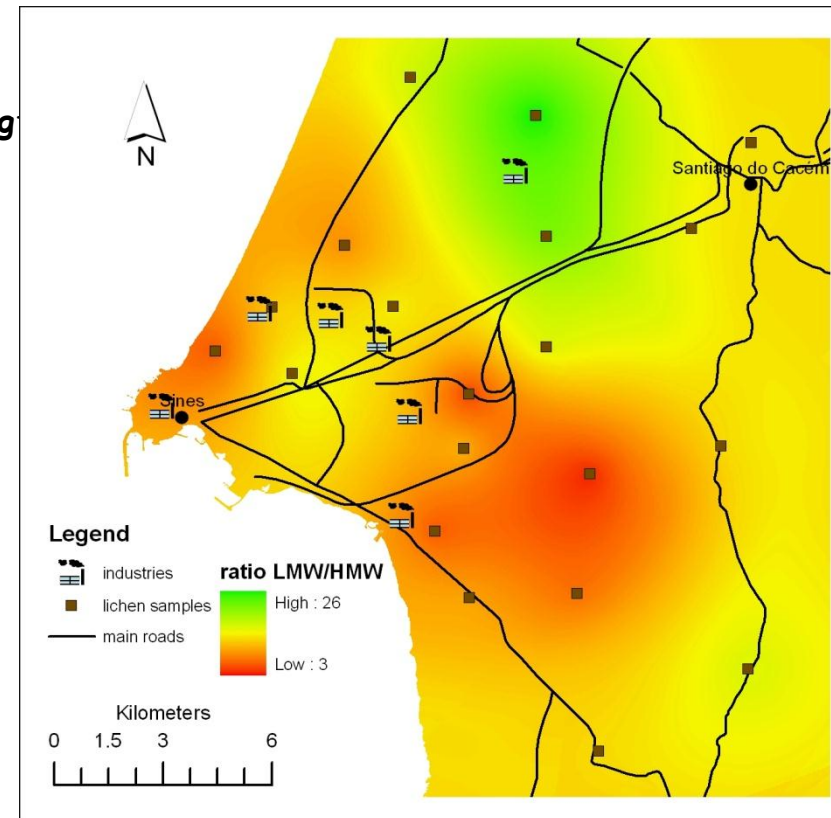
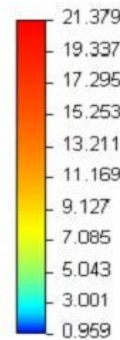
Augusto et al., (2004) *Journal of Atmospheric Chemistry*;
Augusto et al., (2007) *Science of the Total Environment International*
Augusto et al., (2007) *Journal of Hygiene and Environmental Health*

PAHs

Dioxinas e Furanos

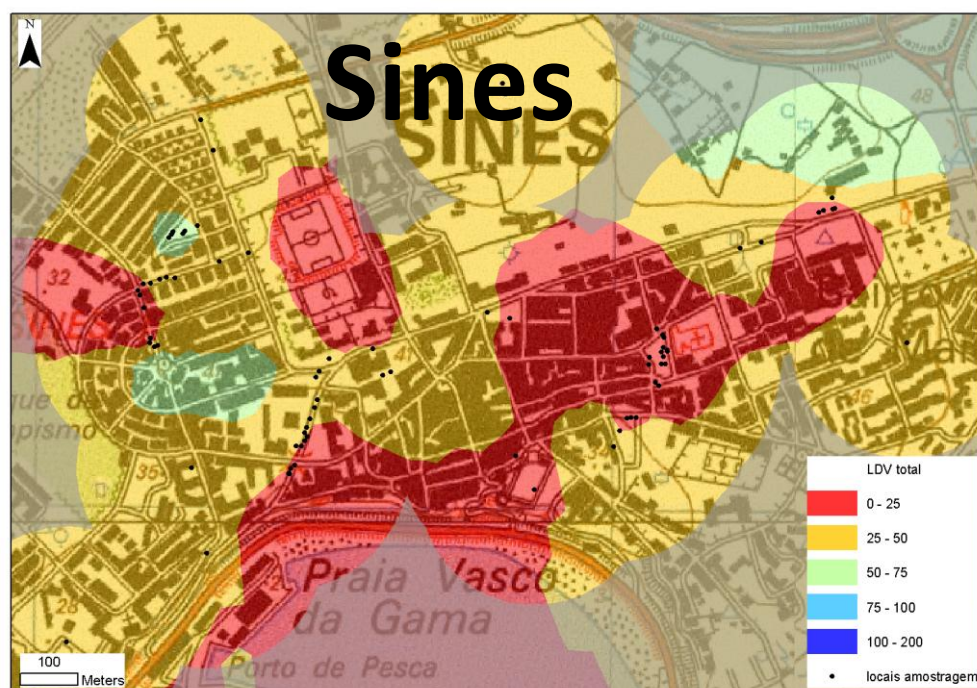


ng I-TEQ Kg

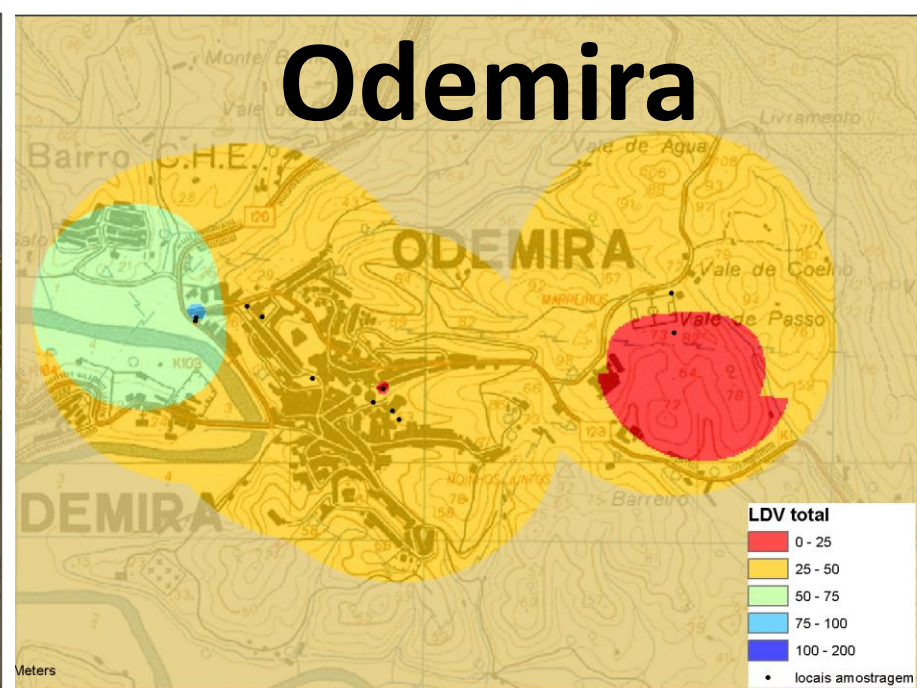


Base dos $\Sigma 16$ PAH nos líquenes recolhidos numa área industrial. Ratio compostos de baixo peso molecular/compostos de alto peso molecular.

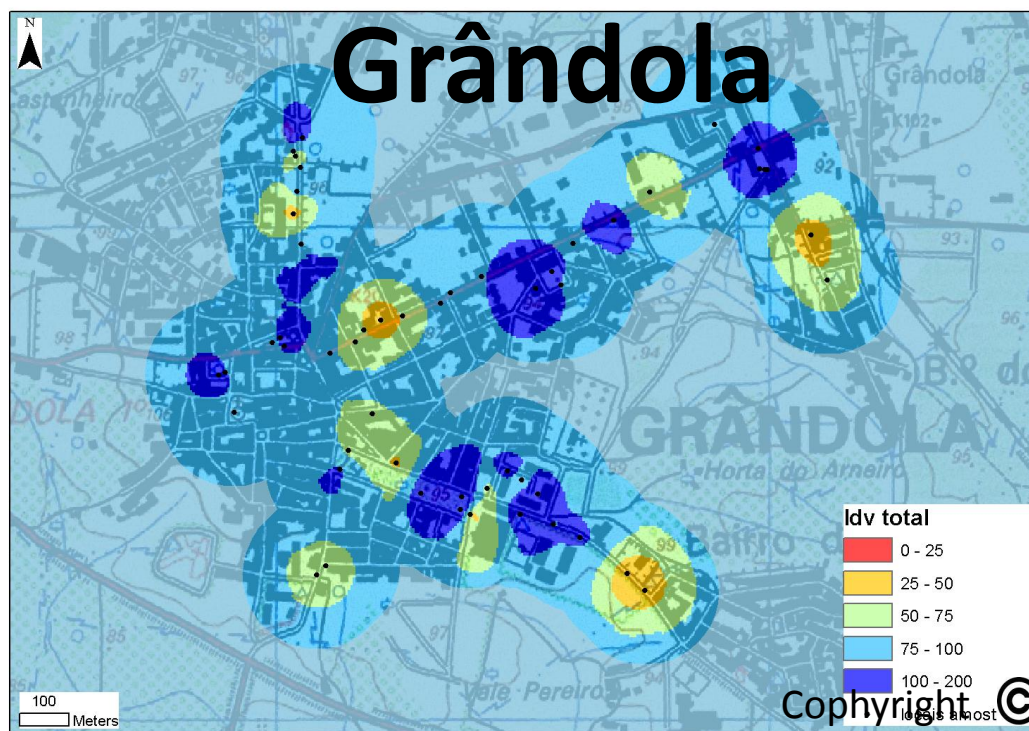
Sines



Odemira

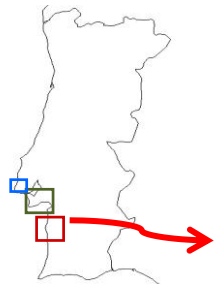


Grândola



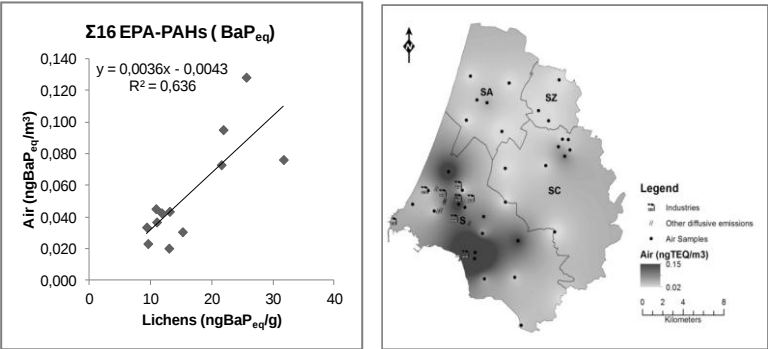
Integrando a informação da biomonitorização em estudos de risco para a saúde

PAH - concentrações tóxicas



Inalação

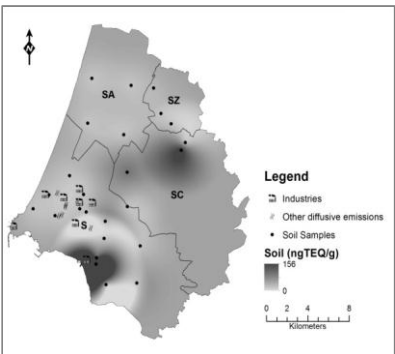
Ar (Estimado através Líquenes)



Inalação

Contacto
Dérmico

Solo



Exposure (adult)	SZ	SC	SA	S
Inhalation Air	76	100	88	166
Ingestion Soil	99	198	99	168
Inhalation Soil	4200	8426	4208	7134
Dermal	0,06	0,12	0,06	0,10
Individual exposure (ngBaPeq/day)	4375	8723	4395	7468

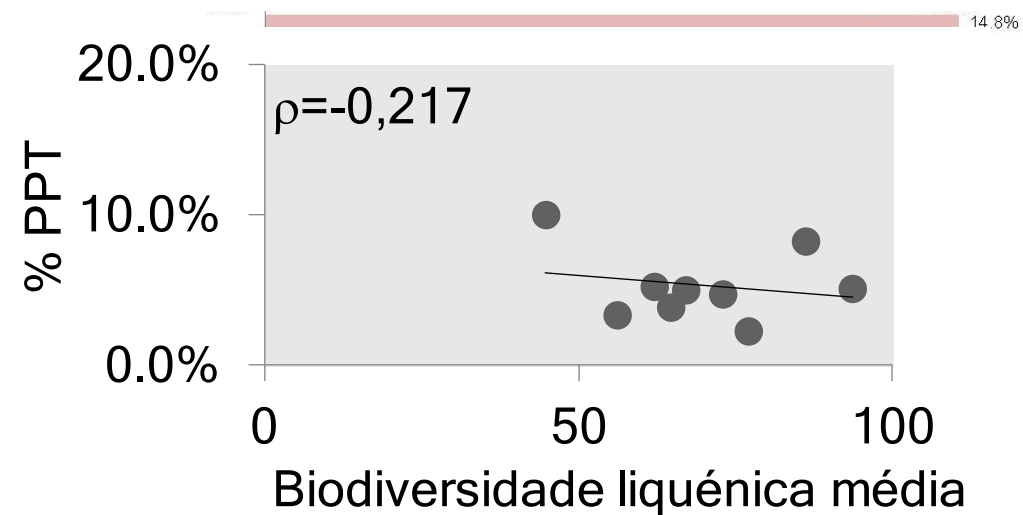
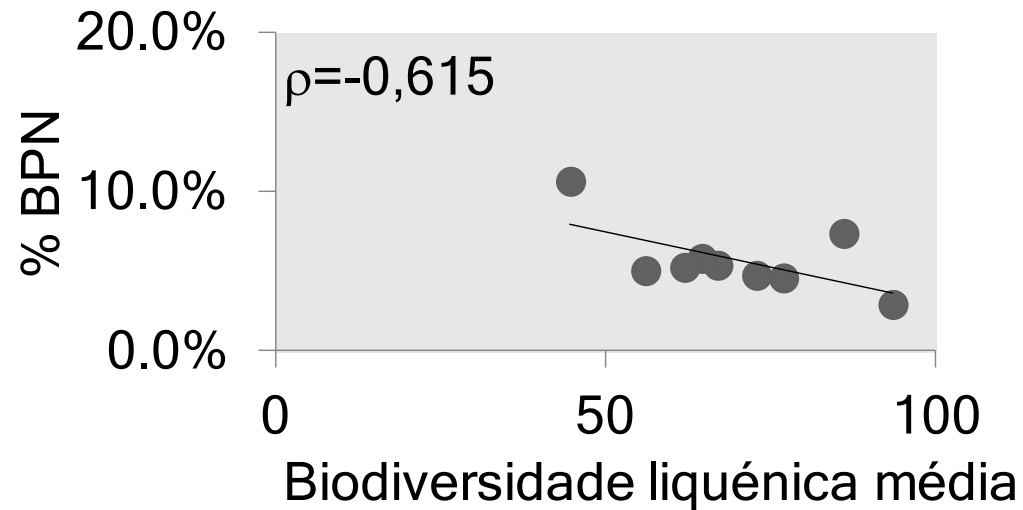
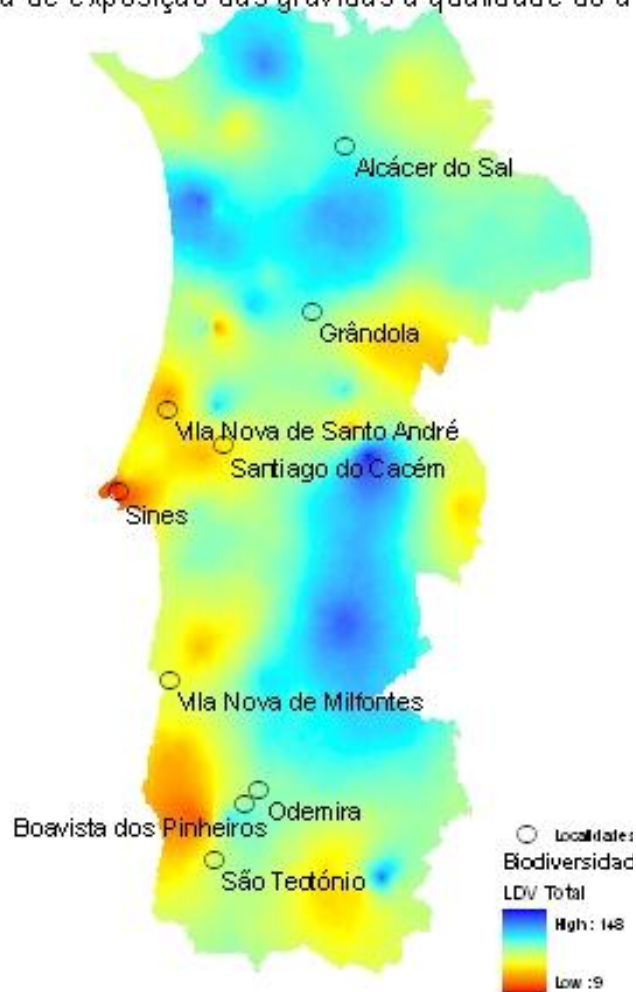
Exposição Humana

Risco de Cancro

Incremental lifetime cancer risk (ILCR)	SZ	SC	SA	S
ILCR	2,7x10 ⁻⁴	5,5x10 ⁻⁴	2,7x10 ⁻⁴	4,7x10 ⁻⁴
Subjects developing cancer in their lifetime	0,1	3,2	2,3	4,5

Relacionando a diversidade de líquenes com o BPN e os PPT

Mapa de exposição das grávidas à qualidade do a



Indicadores Ecológicos

- Líquenes: comunidade de líquenes e acumulação de poluentes.
- Musgos aquáticos: acumulação de poluentes.
- Plantas herbáceas: diversidade funcional das comunidade de herbáceas.

Biomonitorização

- Avalia a poluição mesmo quando está abaixo do limite de detecção pois concentra os poluentes.
- Avaliação mais integradora da poluição no espaço e no tempo.
- Reflete a biodisponibilidade dos poluentes e pode ser considerado como um modelo dos impactos nos sistemas biológicos.



Qualidade Ripícola

- Avalia a estrutura e funcionamento do habitat ripícola, reflectindo desta forma o estado do funcionamento ecológico e o impacto dos poluentes no ecossistema tendo em conta a capacidade tampão e a resiliência.



Amostragem integrada no espaço

Lage



Porto Salvo



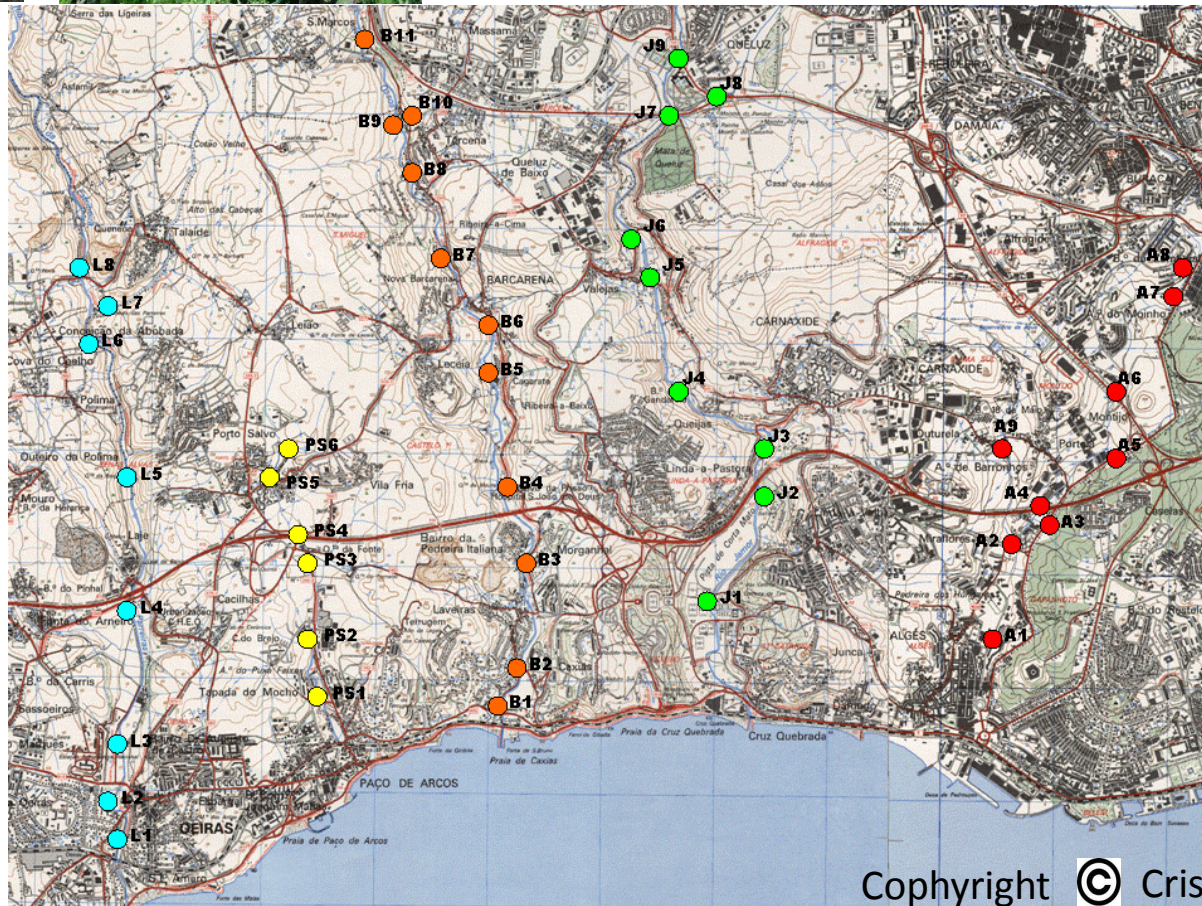
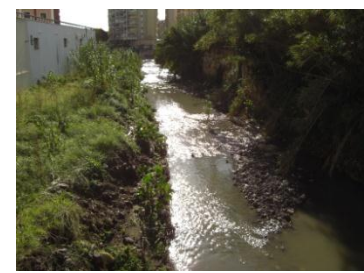
Barcarena



Jamor



Algés



Biomonitorização



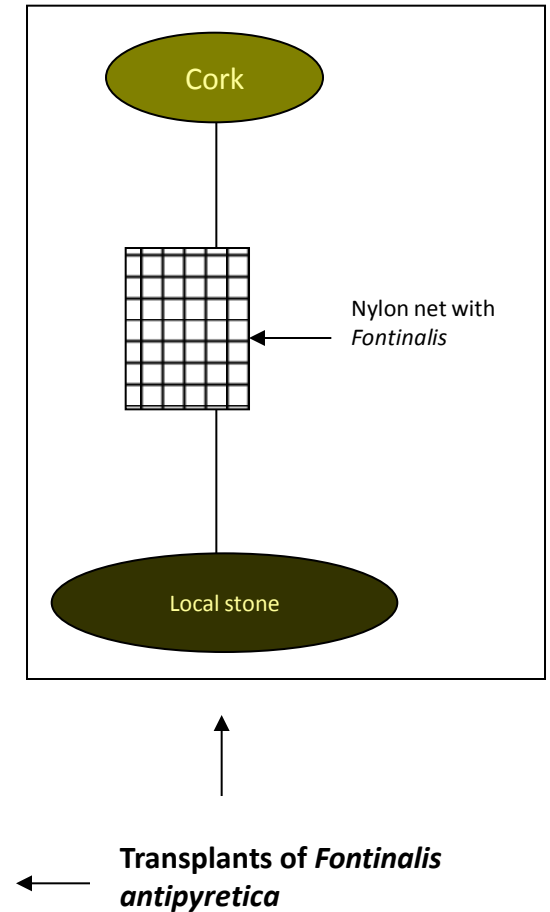
Fontinalis antipyretica, musgo aquático Arronches, S. Mamede, local seleccionado como biomonitor



controlo



Transplante colocado numa Ribeira em Oeiras



Transplante vindo do campo



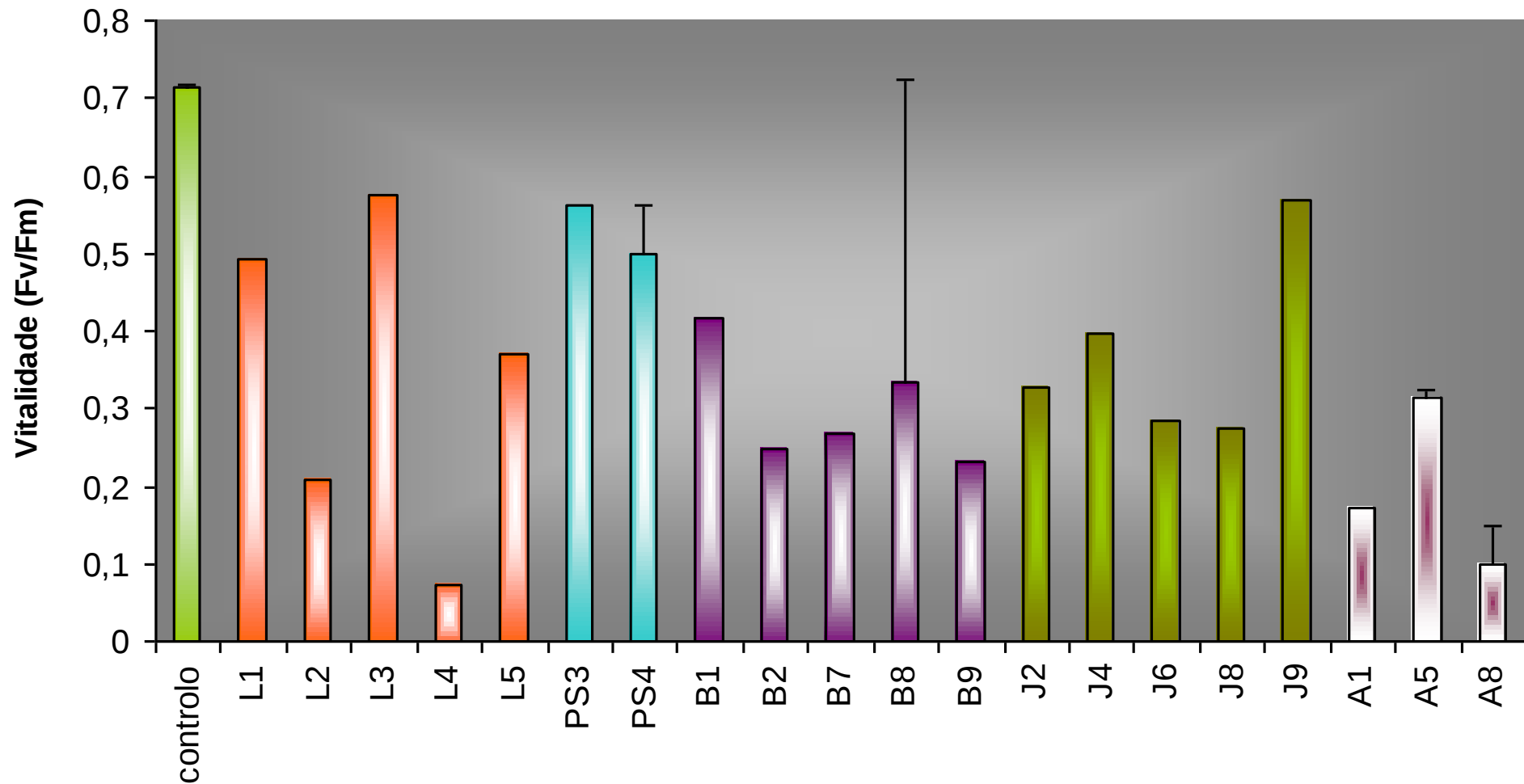
Seleção das zonas apicais



Medição de um parâmetro de vitalidade



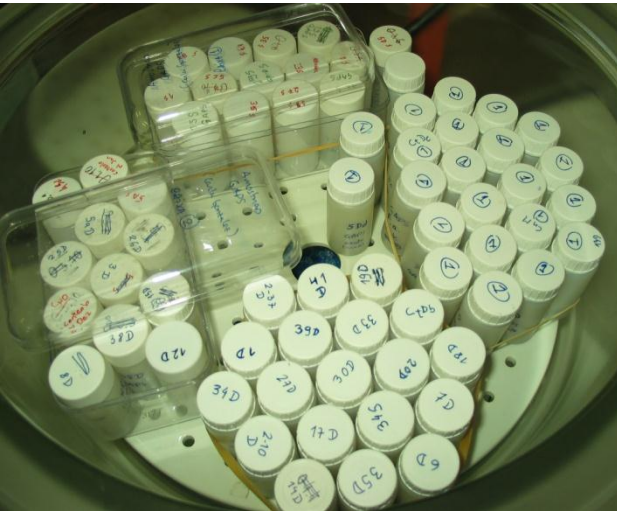
Indicador de Vitalidade



Análise de Poluentes:

Metais

Cu, Zn, Pb, Ni, Hg, Co, Cr, Cd, Fe, Mn



Lage



Porto Salvo



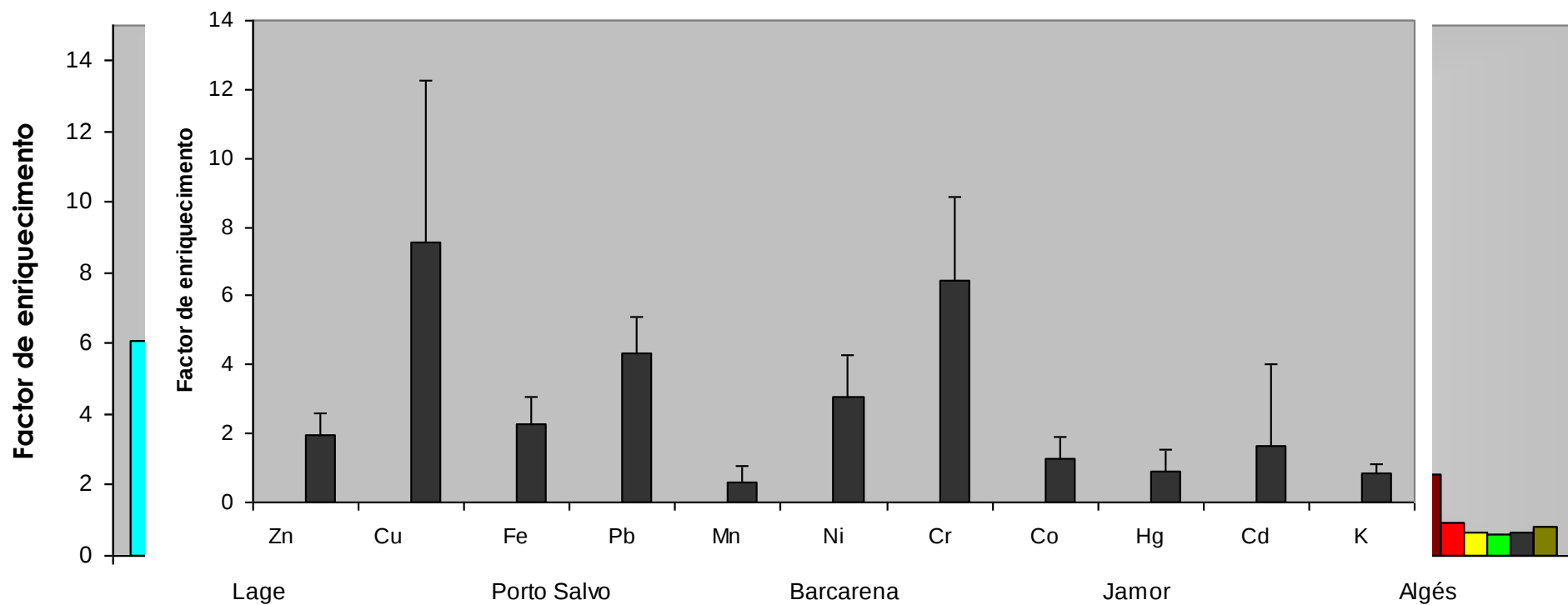
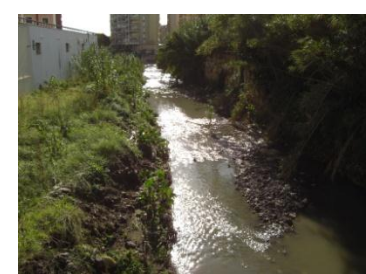
Barcarena



Jamor



Algés



Índice de qualidade do habitat ripícola-QBR



QBR INDEX

Riparian habitat quality

Score of each part cannot be negative or exceed 25

Section 1: Total riparian cover

Score	
25	>80% of riparian cover (excluding annual plants)
10	50–80% of riparian cover
5	10–50% of riparian cover
0	<10% of riparian cover
+ 10	If connectivity between the riparian forest and the woodland is total
+ 5	If the connectivity is higher than 50%
– 5	Connectivity between 25% and 50%
– 10	Connectivity lower than 25%

Section 2: Cover structure

Score	
25	>75% of tree cover
10	50–75% of tree cover or 25–50% tree cover but 25% covered by shrubs
5	Tree cover lower than 50% but shrub cover at least between 10% and 25%
0	<10% of either tree or shrub cover
+ 10	At least 50% of the channel has helophytes or shrubs
+ 5	If 25–50% of the channel has helophytes or shrubs
+ 5	If trees and shrubs are in the same patches
– 5	If trees are regularly distributed and shrubland is >50%
– 5	If trees and shrubs are distributed in separate patches, without continuity
– 10	Trees distributed regularly, and shrubland <50%

Section 3: Cover quality (the geomorphological type should be first determined^a)

Score		Type 1	Type 2	Type 3
25	Number of native tree species	>1	>2	>3
10	Number of native tree species	1	2	3
5	Number of native tree species	0	1	1 – 2
0	Absence of native trees	-		
+ 10	If the tree community is continuous along the river and covers at least 75% of the edge riparian area			
+ 5	The tree community is nearly continuous and covers at least 50% of the riparian area			
+ 5	If the riparian community is structured in gallery			
+ 5	When the number of shrub species is	>2	>3	>4
– 5	If there are some man-made buildings in the riparian area			
– 5	If there are some isolated species of non-native ^b trees			
– 10	Presence of communities of non-native ^b trees			
– 10	Presence of garbage			

Section 4: Channel alteration

Score	
25	Unmodified river channel
10	Fluvial terraces modified and constraining the river channel
5	Channel modified by rigid structures along the margins
0	Channelized river
– 10	River bed with rigid structures (e.g., wells)
– 10	Transverse structures into the channel (e.g., weirs)

Final score (sum of four section scores)

Station	
Date	

Section 1 Score

Section 2 Score

Section 3 Score

Section 4 score

Munné, A; Prat, N; Solà, C; Bonada, N and Rieradevall, M. (2003). A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: marine and freshwater ecosystems*, 13: 147-163

Lage



Porto Salvo



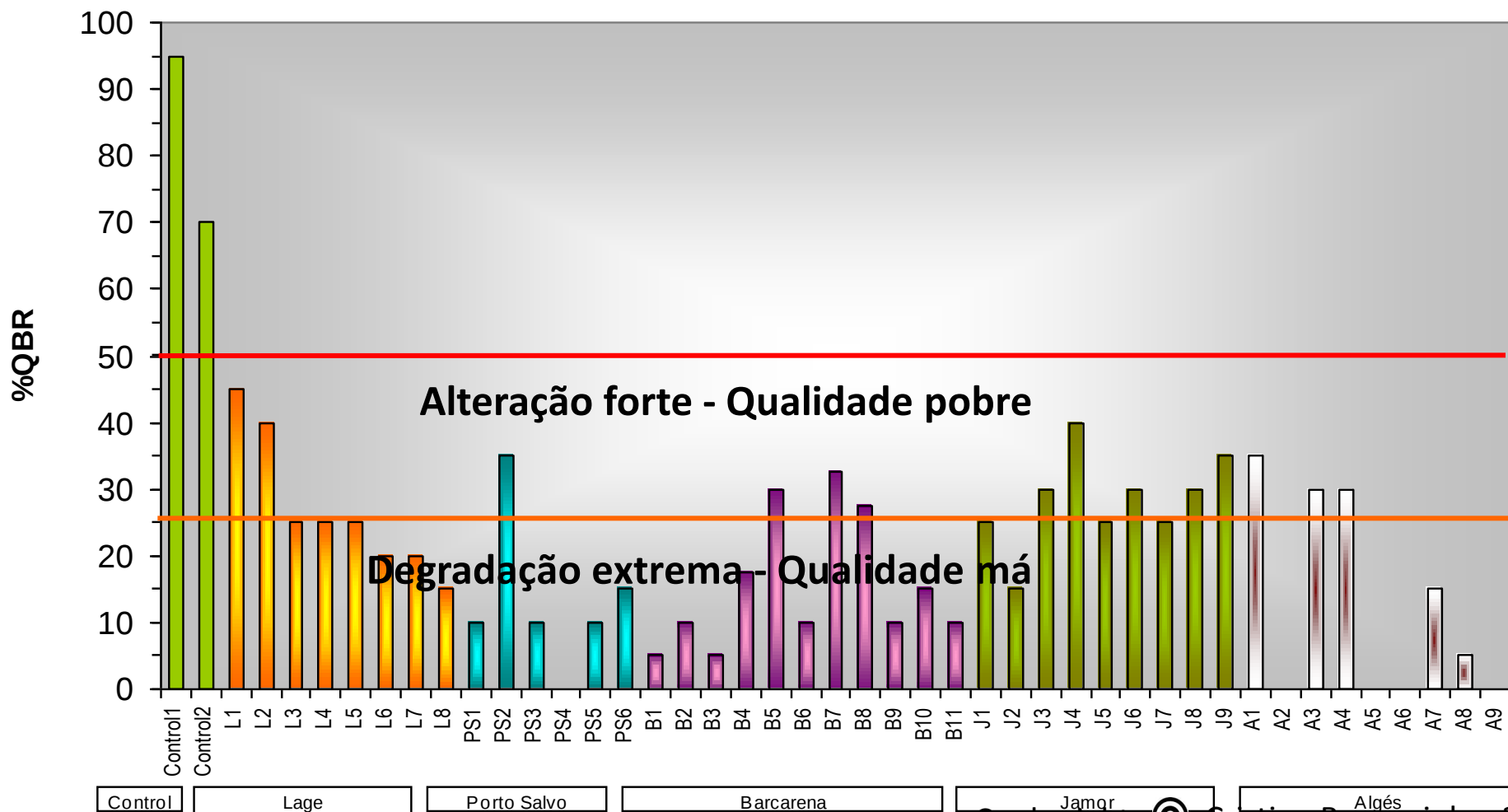
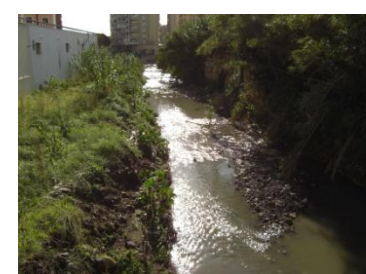
Barcarena



Jamor



Algés



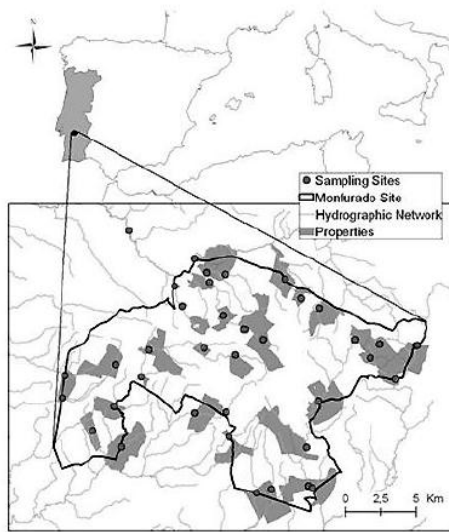
Musgos Aquáticos – procurando fontes de PAHs em ribeiras

EF>3 Factores de Enriquecimento PAHs (Transplante/Controlo))

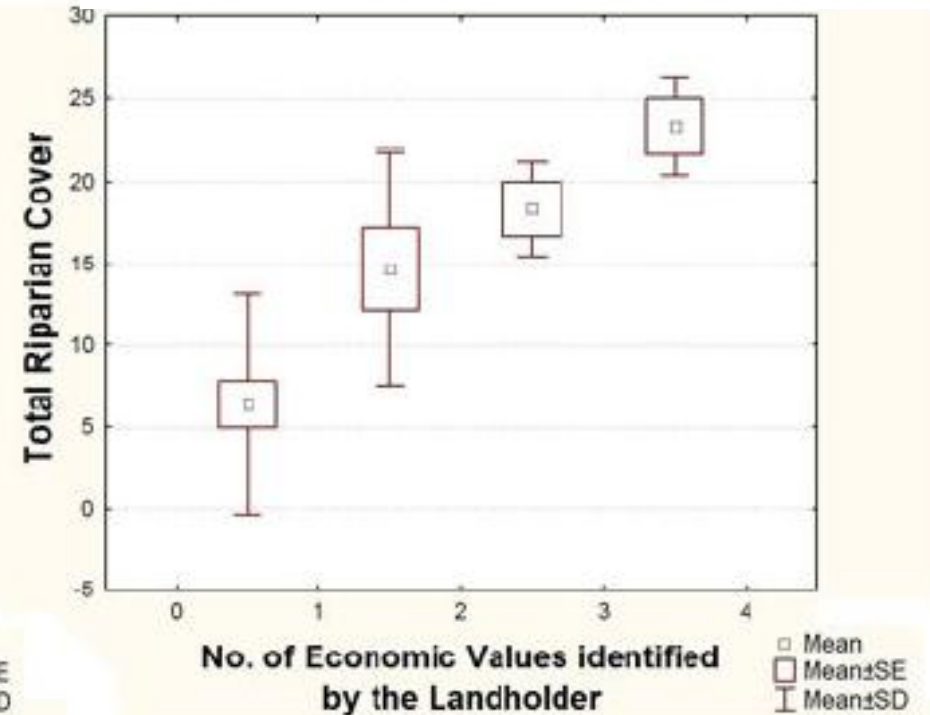
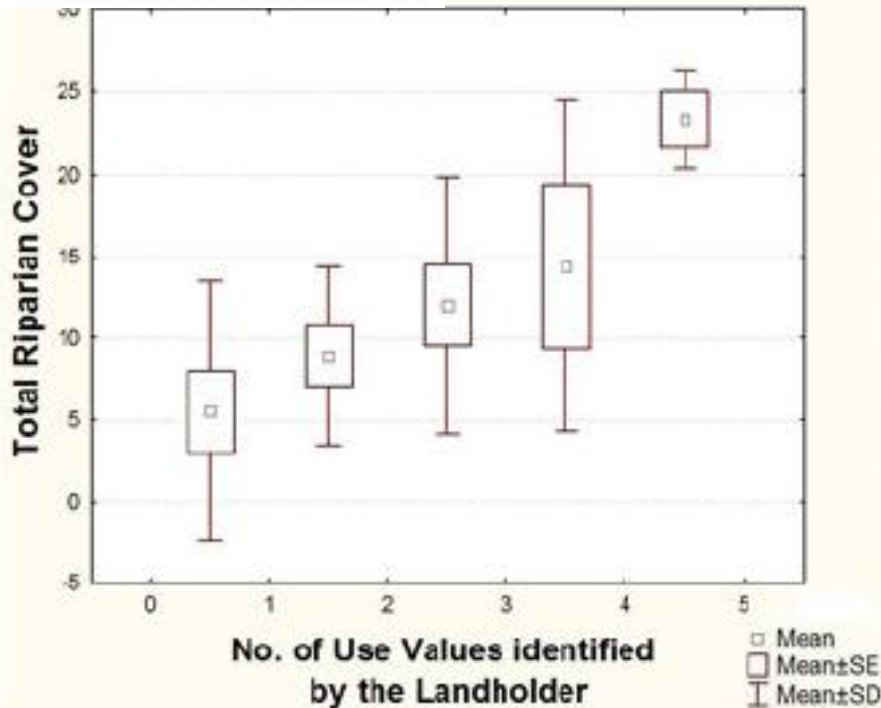
	Stream A				Stream B			Stream J		Stream L			
	A1	A2	B1	B2	B3	B4	J1	J2	L1	L2	L3	L4	
2-ring PAHs	8,29	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
3-ring PAHs	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
4-ring PAHs	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
5-ring PAHs	5,46	6,54	3,36	---	4,74	6,91	6,59	4,62	3,31	4,12	---	4,21	
6-ring PAHs	11,1	10,3	6,78	5,02	6,84	10,3	8,25	9,82	4,90	5,22	---	5,42	

- Após 3 meses os transplantes mostraram todos enriquecimento em PAHs.
- Estas Ribeiras Urbanas mostraram ter poluição por PAHs de 5 e 6 anéis.
- Os musgos aquáticos permitiram a identificação de descargas ilegais.

Ecologia & Sociedade



13 categories cited		15 categories cited		3 categories cited		2 categories cited	
	Freq.		Freq.		Freq.		Freq.
Water Source	26/32	Cloth Wash	18/32	Existence	10/32	Religious	1/32
Leisure	12/32	Fishing	17/32	Aesthetic	5/32	Aesthetic	1/32
Hunting	8/32	Irrigation	12/32	Bequest	2/32		
Shading	7/32	Water for Human Cons	9/32				
Fresher/Healthier Env.	4/32	Leisure	8/32				
Scientific Use	3/32	Bath	4/32				
Fishing	3/32	Water Mills	3/32				
Native Plants	3/32	Water Source	2/32				
Water for Human Cons	2/32	Native Plants	2/32				
Better pastures	2/32	Nutsedge/Nutgrass	1/32				
Tourism	2/32	Shading	1/32				
Plague Control	2/32	Hunting	1/32				
Sand Extraction	1/32	Forestry Use	1/32				
		Sand Extraction	1/32				
		Waste Disposal	1/32				



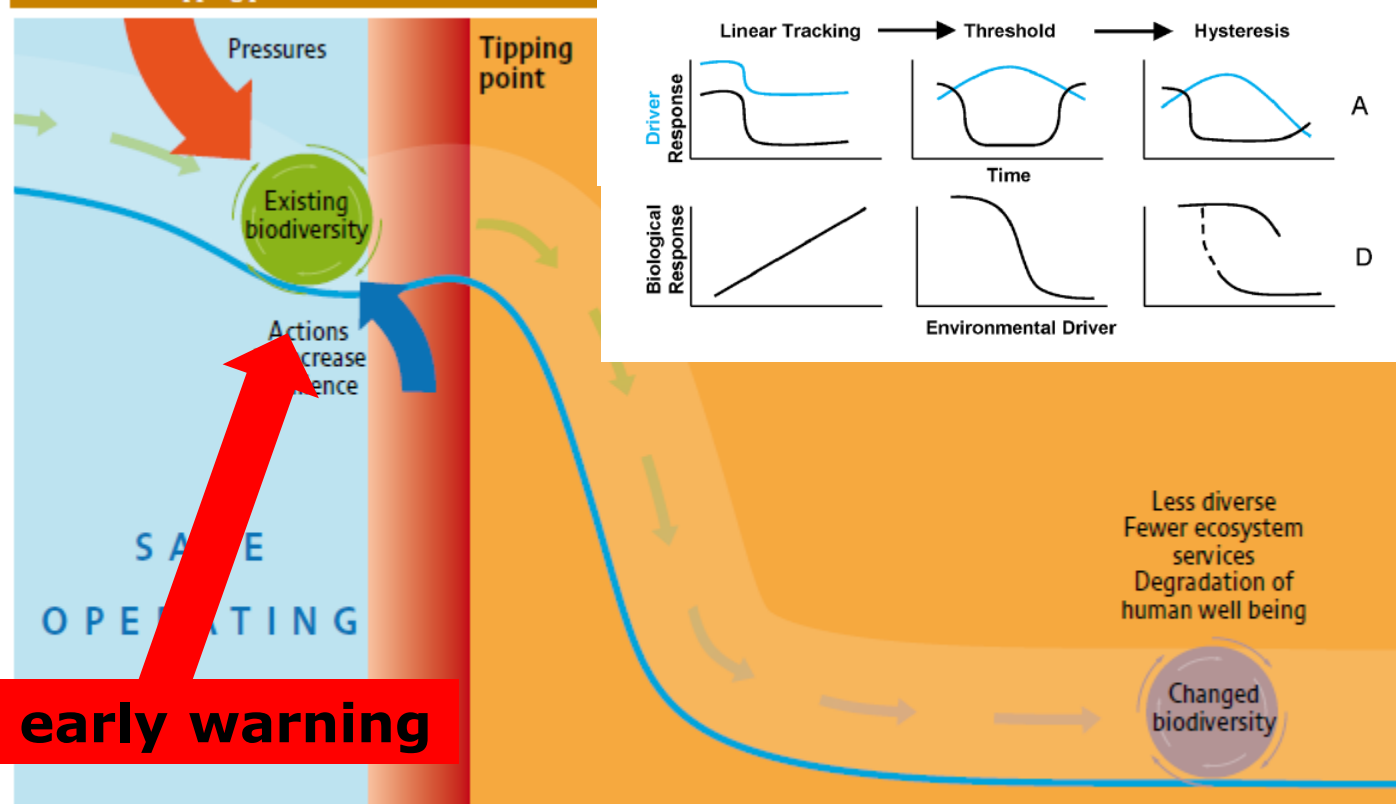
Indicadores Ecológicos

- Líquenes: comunidade de líquenes e acumulação de poluentes.
- Musgos aquáticos: acumulação de poluentes.
- Plantas herbáceas: diversidade funcional das comunidade de herbáceas.

Mecanismos de transição entre diferentes estádios dos ecossistemas e os limiares ou pontos de viragem

Um ecossistema pode mudar para um novo estado com mudanças significativas na biodiversidade e nos serviços dos ecossistemas à escala regional ou global.

FIGURE 18 Tipping points – an illustration of the concept



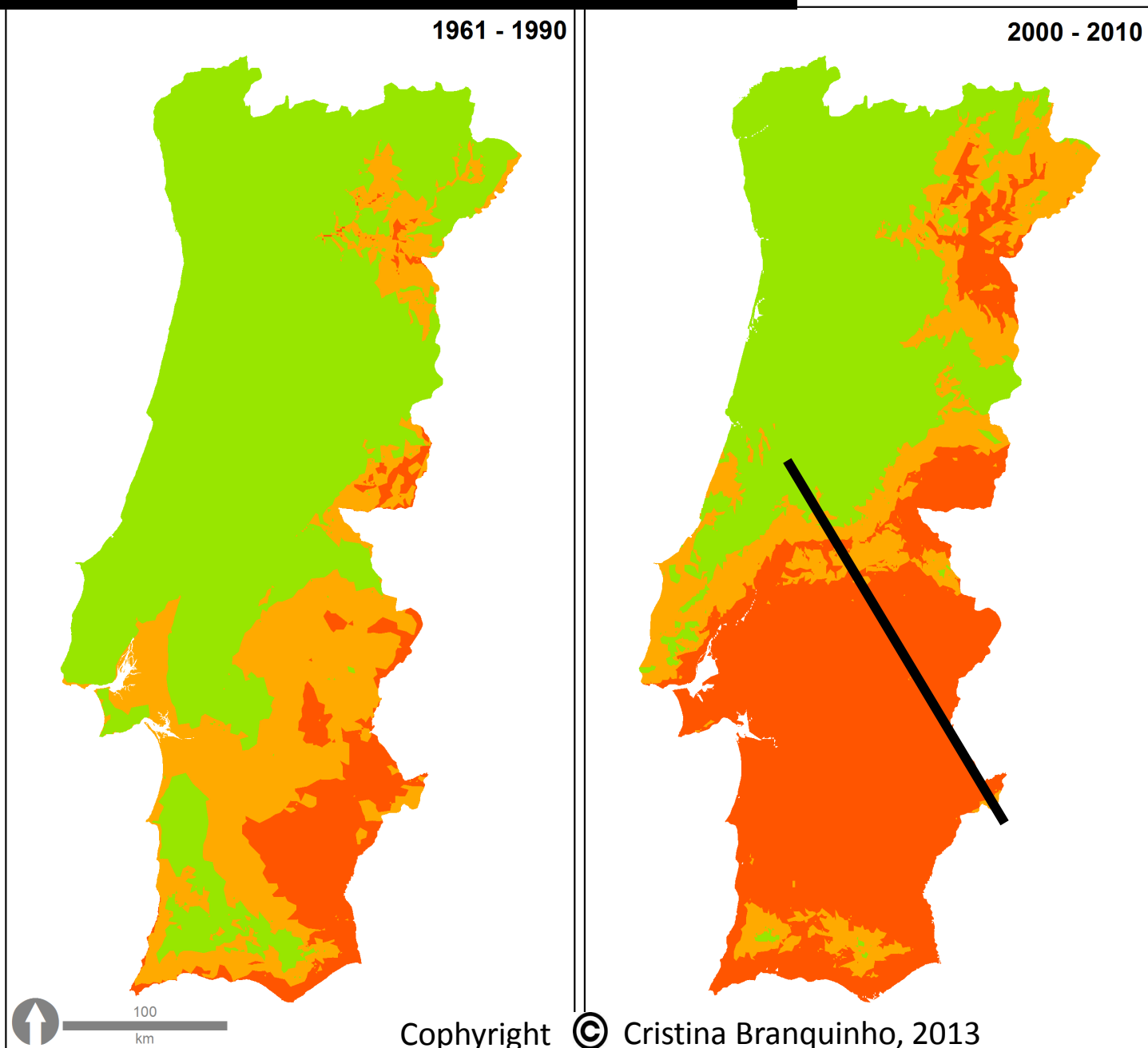
Os limiares ou pontos de viragem têm pelo menos 1 das seguintes características:

- ❖ A mudança auto perpetua-se (desflorestação reduz a precipitação regional que por sua vez aumenta o risco de incêndio, que causa mais destruição da floresta e quase torna mais seca ainda).
- ❖ Existe um limiar após o qual ocorrem mudanças bruscas do estado ecológico.
- ❖ As mudanças são a longo-prazo e difíceis de reverter.
- ❖ Algum tempo é mediado entre as pressões e os impactos.

The mounting pressures on biodiversity risks pushing some ecosystems into new states, with severe ramifications for human wellbeing as tipping points are crossed. While the precise location of tipping points is difficult to determine, once an ecosystem moves into a new state it can be very difficult, if not impossible, to return it to its former state.

Source: Secretariat of the Convention on Biological Diversity

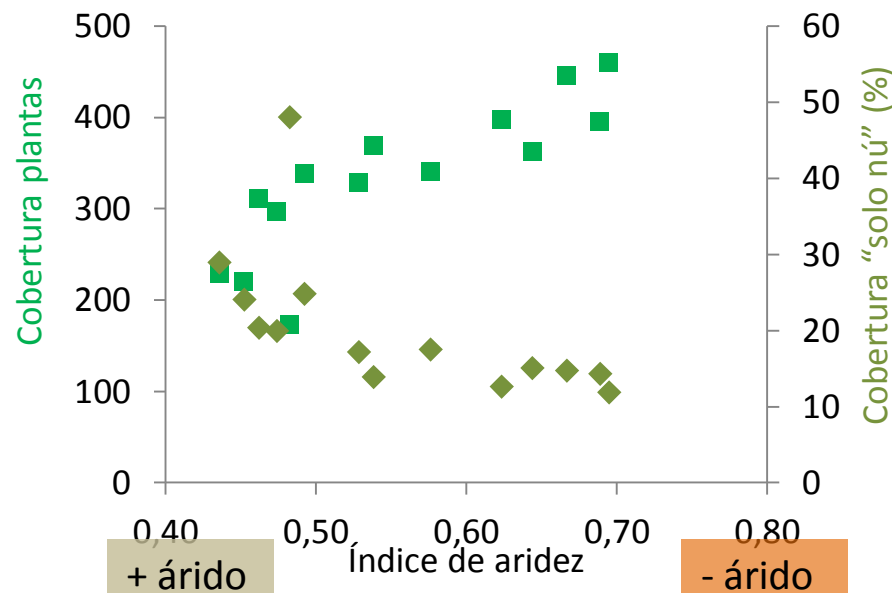
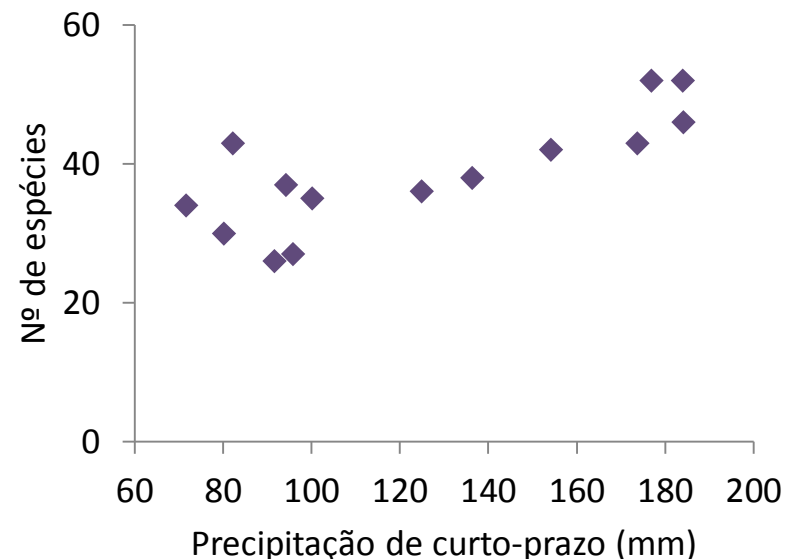
Climate Change: desertification



A riqueza específica e cobertura variam?

Coeficientes de correlação (Spearman) para $P < 0.05$, $n = 14$.

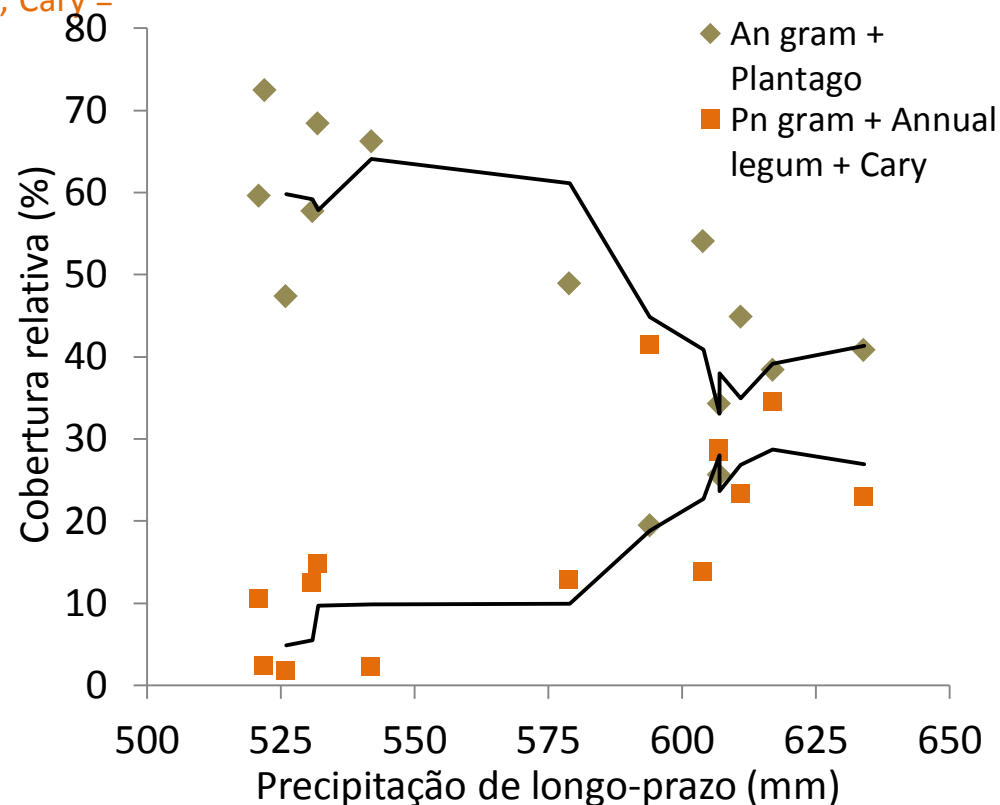
	Nº espécies	Cobertura
Índ. Aridez	0.69	0.79
Prec LP	0.72	0.76
Prec MP	0.72	ns
Prec CP	0.75	0.66
Temp LP	ns	-0.62
TempMín	0.64	ns



Como varia a comunidade?

Coeficientes de correlação (Spearman) para $P < 0.05$, $n = 14$. Gram anual = gramíneas anuais; Plantago = plantagináceas.; Gram peren = gramíneas perenes; Legum anual = leguminosas anuais; Cary = cariofiláceas.

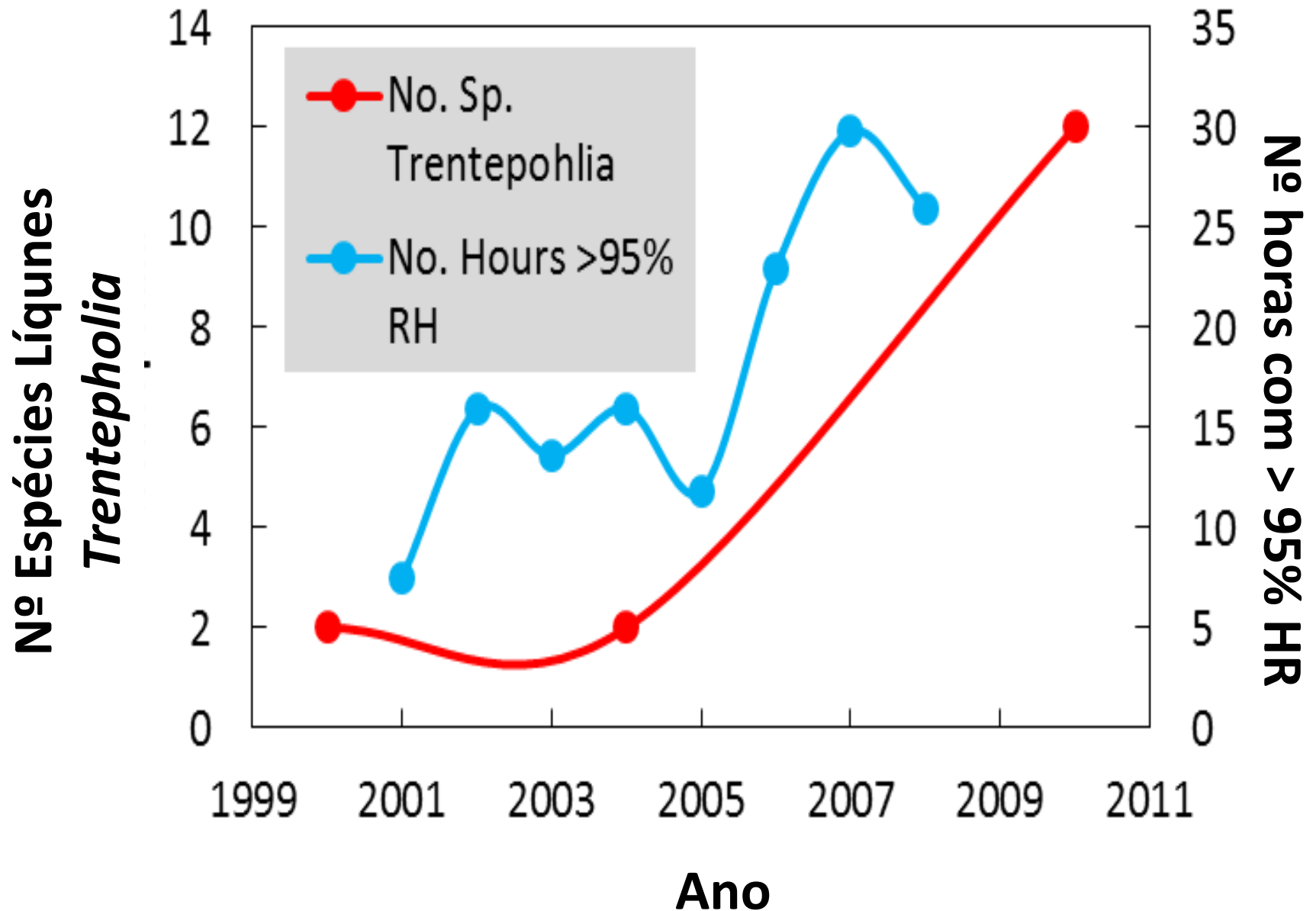
	Cobertura (%)	
	Gram anual +	Gram peren +
	Plantago	Legum anual + Cary
Índ. Aridez	-0.71	0.69
Prec LP	-0.72	0.68
Prec MP	-0.74	0.85
Prec CP	-0.61	0.79
Temp LP	0.60	-0.54
TempMín	-0.78	0.77



Coppyright © Cristina Branquinho, 2013

Cobertura (%) de gram. anuais e plantagináceas ↑
 Cobertura (%) de gram. Perenes, leg. anuais e cariofil ↓
 ao longo do gradiente climático, com aumento de aridez.

Respostas da diversidade de Líquenes ao longo do tempo



Environmental Stress and Functional Ecology group

Professores



Margarida Ramos
Professora FCUL

Post- doc



Claudia Listopad



Silvana Munzi

Pedro Pinho

PhD- Students



Ricardo
Carvalho



Sofia
Augusto



Helena
Serrano



Paula Matos

Alice Nunes

Grants, Master Students,



Andreia Ferreira

Susana Tápia

Melanie Baptista



Obrigado



Cophyright © Cristina Branquinho, 2013