



Mudança Global e Desenvolvimento

Conteúdo

Editorial

2

Estudos e Recensões

3

Notícias

23

Editorial

Eis chegado mais um número da MGNócias.

Durante os últimos meses a comunidade científica internacional tem vindo a discutir os temas e as estratégias que devem orientar a investigação relativa à Mudança Global na próxima década. Este é um importante tópico que deve suscitar a participação de todos (cientistas, técnicos, decisores e público em geral) aqueles que se preocupam, não só com o conhecimento dos processos e mecanismos da mudança ambiental global, mas também com as medidas, de mitigação e de adaptação, que devem ser tomadas para fazer face a este processo de mudança.

Neste sentido, chamo a atenção para uma iniciativa do Conselho Internacional para a Ciência (ICSU), que visa identificar uma estratégia internacional para o estudo do Sistema Terra. É uma consulta on-line de que damos notícia no presente número da MGNócias e que julgo toda a comunidade científica nacional deve tomar conhecimento de modo a poder nela participar. É o caso ainda, da iniciativa conjunta Fronteiras da Ciência, promovida pela *European Science Foundation (ESF)* e pela *European Cooperation in Science and Technology (COST)* que visa reflectir sobre: “*Responses to Environmental and Societal Challenges for our Unstable Earth*”.

A Europa e o planeta encontram-se num momento de transição: uma crise financeira global, uma crise energética global, uma crise alimentar global, novos centros de poder e liderança emergem fora da Europa. Neste quadro, a Mudança Global é um processo que, cada vez mais, exerce fortes pressões sobre as sociedades, que têm de iniciar um processo de transição para uma sociedade sustentável.

Esta transição para uma sociedade e economia sustentável envolverá necessariamente a transição para formas de governo que promovam a baixa utilização de carbono, as energias renováveis, a eficiência energética a longo prazo, a gestão sustentável dos recursos naturais. Para além disso, é fundamental o envolvimento dos cidadãos quanto ao modo de viver e desfrutar de um futuro com diferentes padrões de consumo. Deste modo, a transição para uma sociedade sustentável tem de estar associada aos media, à escola, às associações de consumidores e às empresas produtivas.

A Mudança Global é vista frequentemente como uma série de problemas isolados (mudança climática, perda de biodiversidade, escassez de recursos hídricos, etc.) com prioridades e soluções separadas. No entanto, a Terra funciona como um sistema, em que processos físicos e biológicos interagem com os sistemas sociais para determinar as condições ambientais globais dominantes. O reforço da interdisciplinaridade é fundamental para conseguir definir estratégias de mitigação e de adaptação à Mudança Global.

Contudo, não existe ainda um contributo coerente da ciência para a elaboração de políticas concertadas para o desenvolvimento sustentável. A Ciência precisa de fornecer informações de base alargada para orientar decisões críticas sobre a transição, bem como para assegurar a definição de políticas para a transição para uma sociedade sustentável. Neste contexto, a investigação tem de ser interdisciplinar mantendo, no entanto, a especificidade

metodológica e de objectivos, de cada uma das disciplinas envolvidas e tem de ser capaz de enfrentar os desafios regionais e locais colocados pelos processos de mudança ambiental a nível global. Para tal, as equipas de investigação têm de ganhar capacidades de interacção com a esfera política e mostrar-se capazes de comunicar com os actores políticos, com funcionários, conselheiros e líderes empresariais, bem como com outros líderes da sociedade civil.

Importa ainda não esquecer a importante dimensão temporal. Conhecer os impactos das mudanças ambientais em sociedades do passado, e a forma como estas reagiram a essas mudanças, emerge hoje como um importante tópico de estudo para a compreensão das medidas que devem ser tomadas para fazer face à Mudança Global na actualidade. Também a este nível é importante conhecer o passado para enfrentar os desafios do futuro.

Nas últimas décadas muito se avançou no conhecimento das interacções que enformam o Sistema Terra. Mais do que mudanças climáticas, o fenómeno Mudança Global é, hoje, entendido como um conjunto diversificado de mudanças (ecológicas, sociais, económicas, culturais, tecnológicas e institucionais), com origem natural e humana, que afectam os sistemas naturais e os sistemas sociais e a forma como interagem. Deste modo, Mudança Global é, juntamente com a expressão Desenvolvimento Sustentável, uma das expressões chave para descrever as esperanças e medos das sociedades face aos desafios económicos e tecnológicos do futuro.

O presente número da MGNócias dá-nos a conhecer algumas actividades em que se encontra envolvida a comunidade nacional IGBP / Mudança Global. Dinâmicas das comunidades fitoplânctónicas; integridade ecológica da vegetação ribeirinha; comportamento da vegetação ao aumento da concentração de CO₂ atmosférico; e as relações entre turismo, ambiente e desenvolvimento são os temas abordados. Damos ainda início à publicação de um conjunto de artigos dedicados à temática da mudança ambiental e implicações para a saúde humana. A possível emergência da malária em Portugal, em resultado de mudanças ambientais, é uma preocupação que deve ser analisada de modo a que sejam tomadas as medidas adequadas.

Tal como disse no número anterior, é objectivo do Comité Nacional para o IGBP / Mudança Global contribuir para que o trabalho da comunidade científica portuguesa, no quadro das actividades deste importante Programa de Investigação, seja conhecido e reconhecido internacionalmente. Assim, salienta-se a aposta da participação do Comité Nacional na Aliança Europeia dos Comités Nacionais para o estudo da Mudança Global, da qual tenho a honra de ter sido eleito Vice-Presidente durante a reunião de constituição formal ocorrida em Abril passado, em Bona.

Para finalizar, não posso deixar de referir que, para vencer o desafio de alargar a comunidade Mudança Global no espaço científico nacional, contamos com o empenhamento e apoio de todos os que pertencem à comunidade Mudança Global.

Nelson Lourenço

Presidente do
Comité Nacional para o IGBP / Mudança Global

A integridade ecológica da vegetação ribeirinha da Ribeira de Melides

Cristina Branquinho¹, Ana Rute Vieira¹, Cristina Antunes¹, Jorge Marques da Silva² e Otilia Correia¹

¹ Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Centro de Biologia Ambiental (CBA), Campo Grande, Bloco C2, Piso 5, 1749-016 Lisboa, Portugal

² Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, ²Centro de Biodiversidade, Genómica Integrativa e Funcional (BioFIG), Campo Grande, Bloco C2, Piso 5, 1749-016 Lisboa, Portugal

Os rios e ribeiras das zonas Mediterrânicas, em particular no Sul de Portugal, formam uma rede estruturante da paisagem, encontrando-se aqui algumas espécies e habitats aquáticos e semi-aquáticos listados na Directiva Habitats da União Europeia. As galerias ribeirinhas dos principais cursos de água representam importantes espaços para o equilíbrio dos ecossistemas adjacentes. A natureza linear destas galerias contribui como “corredor ecológico” para a conectividade de populações e migração de espécies. Por outro lado a situação de interface entre os dois sistemas – o meio aquático e o terrestre – permite a actuação das galerias como zonas-tampão ou filtro biológico de nutrientes e substâncias tóxicas provenientes de actividades agrícolas e industriais. Outra função crítica das galerias ribeirinhas que é evidenciada na região sul de Portugal, devido às poucas mas intensas precipitações, é a fixação e manutenção das margens e protecção da erosão. Acresce ainda o potencial de regularização e retenção da água em picos de cheia que estas estruturas permitem.

As linhas de água que alimentam a Lagoa de Melides têm uma importância fundamental no funcionamento deste sistema lagunar, tanto pelo volume de caudal que descarregam ao longo do ano, como também pela fonte de nutrientes e poluentes que transportam.

Actualmente e tendo em conta a Directiva Quadro da Água, um rio ou ribeira é avaliado não só pelos parâmetros físico-químicos, mas também pela sua componente biótica, como os

seres vivos que lá habitam ou a vegetação envolvente. Neste contexto, o objectivo deste trabalho foi avaliar a integridade ecológica da galeria ribeirinha das linhas de água que alimentam a Lagoa de Melides através de um índice de qualidade da vegetação e da estrutura ribeirinha desenvolvido por Munné *et al.* (2003), designado por *Qualidade dos Bosques Ribeirinhos* (QBR), e muito utilizado em ribeiras mediterrânicas.

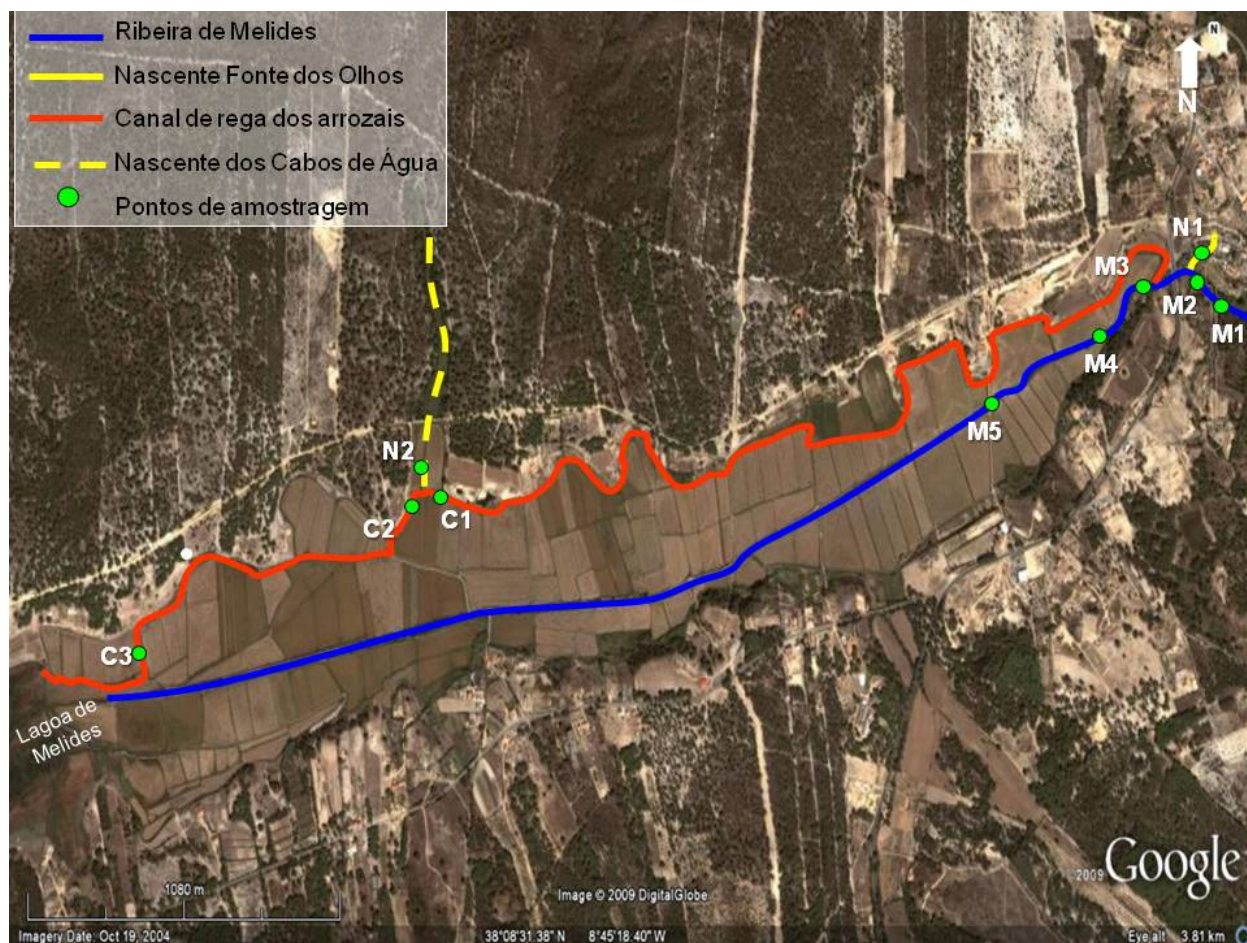


Figura 1 – Localização das 10 estações de amostragem escolhidas para avaliação do Índice QBR (Qualidade dos Bosques Ribeirinhos).

Para a avaliação da integridade ecológica das principais linhas de água que alimentam a Lagoa de Melides, foram seleccionadas 10 estações de amostragem (Figura 1). Cinco estações na Ribeira de Melides: M1 - antes da ETAR; M2 - depois do local de descarga da ETAR; M3 - situada no açude e depois de um afluente e as estações M4 e M5 ao longo da ribeira para jusante. Duas nascentes: Fontes dos Olhos (N1) e Cabos d'Água, N2. Foram ainda analisadas 3 estações de amostragem na vala de rega dos canteiros de arroz, dois no monte da Carregueira, C1 e C2, com um afluente entre eles, e outro na vala antes de chegar à Lagoa de Melides, C3 (Monte do Bairro Alto). Em cada uma das estações de amostragem, num troço de 25 m para montante e para jusante, foram avaliados os parâmetros integradores do estado geral da ribeira, aplicando o índice de qualidade da vegetação e estrutura ribeirinha, QBR. Esta avaliação foi efectuada durante o mês de Maio de 2008, época do ano em que a vegetação se apresenta com maior vigor e em regeneração.

Os Índices de Integridade Biótica baseados na flora têm sido reconhecidos pela sua capacidade de proporcionar informação integrada sobre a qualidade ecológica geral dos habitats ribeirinhos (Salinas *et al.*, 2000; Ferreira *et al.*, 2005; Miller *et al.*, 2006; Reiss, 2006), proporcionando um instrumento adequado para avaliar o estado ecológico das ribeiras de Melides.

O QBR é construído com base em quatro níveis de informação, cada um classificado com um valor máximo de 25%: i) cobertura vegetal total da ribeira - TRC; ii) tipo de estrutura vertical da vegetação ribeirinha - CS; iii) natureza do tipo de coberto vegetal relativamente à sua origem (autóctone ou exótica) - CQ; iv) forma do leito da ribeira e as alterações que sofreu - CA.

Para a avaliação da cobertura vegetal total ribeirinha (TRC) estimou-se a percentagem de cobertura arbórea e arbustiva

total e a sua conectividade com os ecossistemas adjacentes. A avaliação da estrutura vertical da vegetação (CS) foi estimada como a proporção relativa entre árvores e arbustos. A qualidade da cobertura (CQ) foi avaliada tendo em conta a proporção de espécies autóctones ou exóticas e o tipo geomorfológico da ribeira, e por fim na avaliação das alterações que existem no leito da ribeira (CA), é registado o grau de artificialidade do mesmo e o nível de intervenção humana que existe (Munné *et al.*, 2003). Os resultados do QBR, aplicados às 10 estações de amostragem, encontram-se representados na Figura 2. Os resultados obtidos indicam que a qualidade da vegetação ribeirinha e a qualidade da estrutura da ribeira vão diminuindo de montante para jusante (Figura 2). Os valores mais elevados foram obtidos nas estações M1 e M2 (85% de QBR) e os mais baixos nas estações situadas nos canteiros, N2, C1, C2 e C3, classificados com QBR de 10%.

Na área seleccionada foi recolhido o líquene foliáceo *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. das telhas das casas em 66 locais uniformemente distribuídos por toda a área de estudo. Após a recolha, os líquenes foram guardados em sacos de plástico e transportados para o laboratório, onde foram imediatamente secos à temperatura ambiente. Depois de limpos de detritos, as amostras foram moídas e submetidas à análise química para determinação das concentrações de dioxinas.

Depois de obtidas as concentrações de dioxinas para cada um dos 66 locais, o primeiro passo consistiu em efectuar uma interpolação geostatística (*krigagem*) de forma a obter um modelo espacial para a deposição de dioxinas em toda a região. Este modelo permitiu criar mapas onde é possível visualizar as áreas mais contaminadas e as áreas menos contaminadas da região. O passo seguinte consistiu em atribuir a cada freguesia da região um valor para a concentração média de dioxinas verificada nessa área.

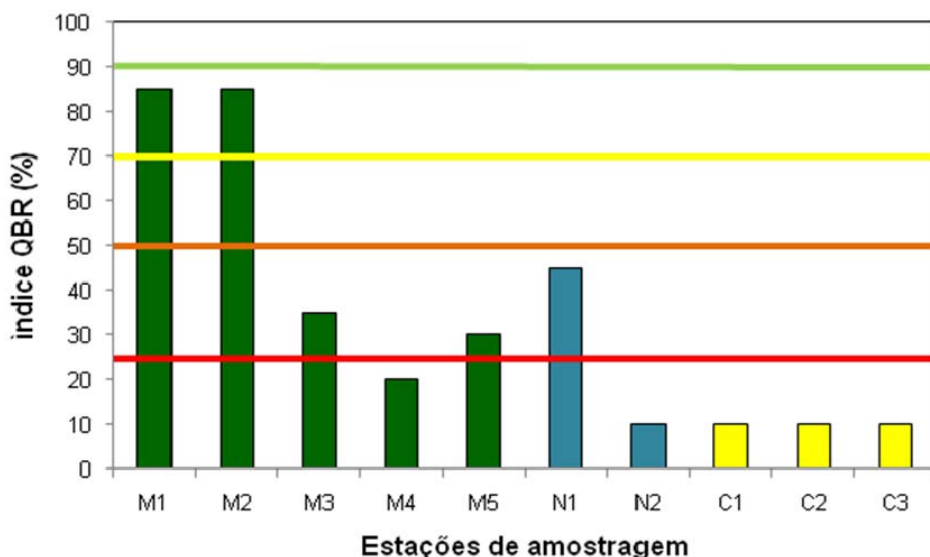


Figura 2 – Valores do Índice de QBR, índice de qualidade da vegetação ribeirinha, aplicado a cada estação de amostragem em Maio de 2008 na ribeira de Melides (barras verdes), nascentes (barras azuis), canteiros de arrozais (barra amarela). As linhas horizontais, vermelha, cor-de-laranja, amarela e verde representam os limites para as classes da qualidade da ribeira (ver Tabela 1), segundo Munné *et al.* (2003).

Os troços da Ribeira de Melides compreendidos entre as estações M1 e M2 apresentaram uma qualidade ecológica das ribeiras classificada de *Boa Qualidade* (Tabela 1), com cobertura arbórea de aproximadamente 75%. A vegetação ribeirinha caracteriza-se por um elevado número de espécies arbóreas nativas, características de galerias ribeirinhas, como *Salix nigra*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia* e arbustivas

como *Rosa sp.* e *Rubus ulmifolius* (Figura 3). É de salientar que entre estas duas estações de amostragem está localizada a ETAR de Melides, que apresenta alguns problemas de qualidade da água (Freitas *et al.*, 2008). O QBR da estação M2, localizado imediatamente após a descarga da ETAR, apresenta uma *Boa qualidade*. As estações M3, M4 e M5 mais a jusante apresentam valores de QBR muito baixos (Figura 2).

Classe de qualidade do habitat ribeirinho	QBR	Cor
Qualidade excelente. Habitat ribeirinho nas condições naturais	≥ 95	Azul
Boa qualidade. Alguma perturbação	75 – 90	Verde
Qualidade suficiente. Grande perturbação	55 – 70	Amarelo
Qualidade pobre. Alteração forte.	30 – 50	Laranja
Má qualidade. Degradação extrema.	≤ 25	Vermelho

Tabela 1: Classes de qualidade das ribeiras em função do valor obtido no índice de qualidade da vegetação ribeirinha (QBR). (adaptada de Munné *et al.*, 2003)

Nenhum dos troços analisados se classificou na classe, *Qualidade Suficiente*. Os troços correspondentes à Ribeira de Melides nos locais M3, M4 e M5, mais próximos da Lagoa de Melides, assim como a nascente da Fonte dos Olhos, N1, apresentaram *Qualidade Pobre*, revelando uma *Alteração Forte*, da qualidade da vegetação ribeirinha. Estes troços são os que se localizam mais próximo das várzeas ocupadas pela orizicultura e outras actividades agrícolas, o que influencia a estrutura do canal do leito da ribeira e da sua vegetação. Acrescem os impactes provocados pela variação de caudal que ocorre durante o encerramento e abertura das valas que inundam os canteiros de arroz e outros impactes antropogénicos como o caminho de terra batida ao longo da ribeira, passagem de automóveis para as propriedades circundantes, etc (Figura 4).



Figura 3 – Estações mais a montante da Ribeira de Melides, M1 e M2 (respectivamente, antes e depois da ETAR de Melides). (Maio 2008).



Figura 4 – Estações da Ribeira de Melides mais próximas das várzeas ocupadas pela orizicultura e outras actividades agrícolas (M3, M4 e M5). (Maio 2008).

A vegetação ribeirinha da estação N1, que apresentou um QBR de 45%, está localizada junto à confluência da nascente Fonte dos Olhos com a Ribeira de Melides apresentando uma estrutura de canal mais intervencionada de margens artificiais que influenciam a composição da vegetação arbórea ribeirinha, composta por algumas árvores de fruto como *Eriobotrya japonica* e *Ficus sp.*, devido à proximidade de pomares na margem esquerda (Figura 5).

As estações de amostragem localizadas na zona dos canais de rega dos arrozais (C1, C2 e C3) e a nascente dos Cabos

d'Água, N2, apresentam um QBR de 10% – *Má Qualidade* – na avaliação da sua integridade ecológica. Estas estações situam-se na vala que foi feita para inundação dos canteiros, trata-se portanto de uma estrutura artificial o que justifica desde logo um baixo índice de qualidade da vegetação ribeirinha. O único tipo de vegetação ribeirinha presente nestas estações é de porte arbustivo e caracteriza-se por espécies exóticas, essencialmente *Arundo donax*. Como consequência, o índice de cobertura arbórea, conectividade e qualidade da vegetação foi classificado como zero (Figura 6).



Figura 5 – Estação da Nascente da Fonte dos Olhos, N1. (Maio 2008).



Figura 6 – Estações localizadas nos canteiros (N2, C1, C2 e C3). A estação N2 corresponde à nascente dos Cabos d'Água, as estações C1 e C2 situam-se na Carregueira e a estação C3 na herdade do Bairro Alto (Maio 2008).

Embora haja registo de que tanto os factores ambientais como os usos do solo influenciam a cobertura da vegetação ribeirinha, em geral estes aspectos não são tidos em conta em estudos de integridade ribeirinha (Ferreira *et al.*, 2005). Com o objectivo de avaliar o impacto que os diferentes usos do solo têm na integridade ecológica das ribeiras e linhas de água que

alimentam a Lagoa de Melides, foram calculadas a partir de uma fotografia aérea as áreas ocupadas por arrozal a partir de um círculo com o centróide localizado no local da estação de amostragem do QBR. Tendo em conta que não se sabe qual a distância de influência dos usos do solo nas imediações das linhas de água efectuou-se um passo adicional onde, as áreas

de arrozal foram calculadas com base em círculos com raios de diferentes dimensões desde os 50 m até 2000 m segundo a metodologia de Pinho *et al* (2008). Os resultados mostram que existem correlações significativamente negativas entre área ocupada por arrozal e os parâmetros que compõem o índice de integridade ecológica das linhas de água para diversas distâncias de influência (Figura 7).

O índice QBR está significativamente afectado pela proximidade ao arrozal mas o seu efeito faz-se sentir mais significativamente quando este se localiza até 200 m da linha de água (Figura 7). Estes resultados parecem mostrar que o efeito do arrozal na integridade da vegetação ribeirinha é um fenómeno relativamente local. Estes resultados estão de acordo com o trabalho de Ferreira *et al.* (2005), que mostra que as alterações na vegetação ribeirinha associadas a alterações dos usos do solo observadas numa escala de tempo nos últimos 50 anos estão relacionadas sobretudo com alterações relativamente locais (Ferreira *et al.*, 2005). Os últimos autores ainda concluem que um passo importante será saber qual a

distância de influência que um determinado uso do solo tem sobre a estrutura ribeirinha (Ferreira *et al.*, 2005). Neste trabalho a distância em que o arrozal influencia a integridade ribeirinha é de 200 m, uma vez que a partir dela a correlação não melhora mostrando que a adição de mais área de arrozal já não explica a observada alteração do QBR (Figura 7). Para esta distância de 200 m o parâmetro que mais contribui para o decréscimo do QBR é a CS (estrutura da vegetação). Assim, parece que a presença de arrozal junto à linha de água até 200 m contribui sobretudo para uma alteração na estrutura da vegetação, passando o estrato arbóreo, observado nas áreas mais a montante das ribeiras, a dar lugar apenas a estrato arbustivo (Figura 6). Esta alteração parece ter obviamente também implicações na TRC (cobertura vegetal total) (Figura 7). Curiosamente os parâmetros CS, TRC e CA mostram o mesmo padrão relativamente à distância para a qual o arrozal tem um impacto significativo e que corresponde à distância dos 200 m da linha de água.

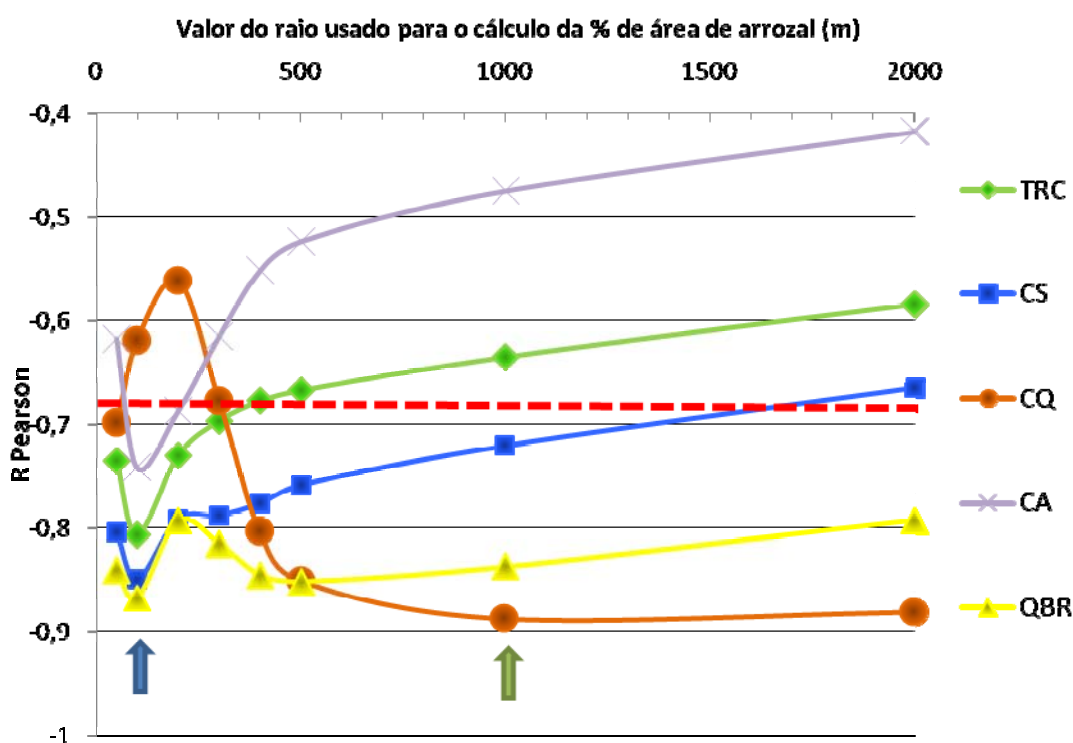


Figura 7 – R - Coeficiente da correlação de Pearson entre a percentagem de QBR, TRC, CS, CQ e CA e a percentagem de área ocupada por arrozal num círculo de 50 m, 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, 500 m, 1000 m e 2000 m de raio centrado em cada estação de amostragem. N=10; R de Pearson é significativo para valores superiores a 0,63 (linha tracejada a vermelho).

Estes resultados parecem sugerir que a estrutura da vegetação pode ser influenciada localmente pela actividade do homem (remoção da estrutura arbórea junto das linhas e água e canais, utilização de estradas junto às linhas de água, etc). De facto Ferreira *et al.*, 2005 sugere que algumas actividades associadas a determinados usos do solo que ocorrem próximo das linhas de água tais como o uso de pesticidas, fertilização, lavrar, drenagem de solos, limpeza das árvores, recolha de infestantes aquáticas, pastoreio, despejo de resíduos, fogo e regularização das linhas podem afectar tanto a estrutura ribeirinha assim como actividades antropogénicas que ocorram à escala da paisagem.

O componente do QBR que se mostrou menos associado à presença de arrozal foi o CA (alteração do leito), evidenciando apenas alterações fracamente significativas para as distâncias dos 200 a 300 m (Figura 7). O único parâmetro que apresenta

um comportamento diferente é a CQ (qualidade da cobertura vegetal) que mostra que há um impacto significativo até aos 1000 m de distância das linhas de água (Figura 7). Este resultado é muito interessante pois sugere que o efeito da presença do arrozal na qualidade da vegetação se faz notar até distâncias maiores do que o efeito na estrutura da vegetação (Figura 7).

Assim, parece que alteração na qualidade da vegetação parece estar relacionada com outros factores que actuam a maiores distâncias. Uma das possibilidades da influência a esta distância pode estar relacionada com a escorrência superficial de compostos associados aos fertilizantes, como amónia, fosfato e nitrato, sobretudo nas épocas de maior fertilização. Embora a fertilização em geral aumente as taxas de crescimento das plantas, em condições naturais as comunidades são alteradas e novas equilíbrios se estabelecem

entres plantas que toleram ou são capazes de melhor utilizar estes compostos.

A fertilização tem sobretudo o seu maior efeito na alteração dos padrões de competição entre plantas e na alteração dos nichos dos produtores primários (Bakelaar e Odum, 1978). A presença de nutrientes aumenta a biomassa autotrófica e altera a composição das comunidades em geral levando à dominância de espécies exóticas (Allan, 2004).

Assim, sugerimos que uma possível justificação para a alteração da qualidade da vegetação (CQ) pela presença de áreas de arrozal até cerca de 1000 m de distância das linhas de água possa estar relacionada com alterações na composição específica das comunidades vegetais devido ao acréscimo de compostos azotados e fosfatados.

Da análise da figura 8 verifica-se que o QBR desce exponencialmente com o aumento da área de arrozal (Figura 8). Para valores superiores a 10% de área de arrozal o QBR é inferior a 50%. Para áreas de ocupação de arrozal superiores a

40% na envolvente das linhas de água a degradação da vegetação ribeirinha já é tão acentuada que não se verificam decréscimos acentuados no valor do QBR (o QBR apresenta sempre valores de cerca de 10%) (Figura 8). No entanto, é de salientar que apenas uma pequena variação na percentagem de arrozal quando a estrutura e qualidade das ribeiras ainda se apresenta quase íntegra parece ter um enorme impacto (Figura 7). A estação de amostragem M5 apresenta um comportamento diferente das restantes, apesar de possuir na sua envolvente uma elevada área de arrozal o QBR é superior às estações com áreas de arrozal semelhantes (Figura 8). Esta estação fica localizada no contínuo da Ribeira possuindo numa das margens uma área de vegetação natural que parece funcionar como uma fonte de propágulos permanente que permite a manutenção de espécies autóctones em detrimento de exóticas. De facto a conectividade entre a vegetação ribeirinha e o ecossistema terrestre aqui realçada é de importância fundamental para a manutenção da integridade ecológica de zonas ribeirinhas.

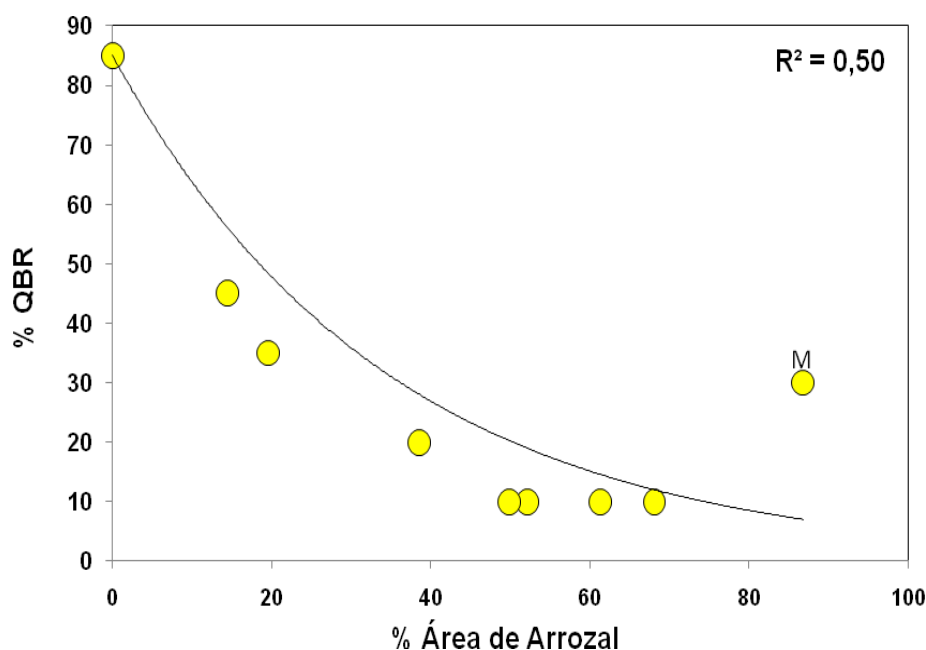


Figura 8 – Função exponencial da relação entre a percentagem de QBR e a percentagem de área ocupada por Arrozal num círculo de 200 m de raio em redor do ponto de amostragem. Correlação entre os valores observados e os previstos pela função é significativa para $P < 0,05$, $R = 0,75$, $N = 10$.

Sabendo que o QBR é uma medida integradora a longo prazo da qualidade e estrutura da vegetação ribeirinha, sugerimos como medida de gestão, a aplicação regular deste índice nas áreas mais críticas, de forma a avaliar potenciais efeitos negativos a longo prazo das actividades antropogénicas. Este tipo de índice pode permitir ainda monitorizar e avaliar o grau de sucesso de programas de reabilitação ou restauro de troços de vegetação ribeirinha.

Agradecimentos:

Este Trabalho foi desenvolvido em articulação com o projecto "Recuperação da Lagoa de Melides". Os autores agradecem à coordenadora do projecto: Prof. Doutora Conceição Freitas, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e à instituição financiadora a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo.

Referências

- Allan, JD. 2004. LANDSCAPES AND RIVERSCAPES: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 35:257-84
- Bakelaar RG, Odum EP. 1978. Community and Population Level Responses to Fertilization in an Old-Field Ecosystem. Ecology, 59:660-665
- Ferreira MT, Aguiar FC, Nogueira C. 2005. Changes in riparian woods over space and time: Influence of environment and land use. Forest Ecology and Management, 212:145-159.
- Ferreira, MT, Rodríguez-González, PM, Aguiar, FC, Albuquerque, A. 2005. Assessing biotic integrity in Iberian rivers: Development of a multimetric plant index. Ecological Indicators, 5:137-149.
- Freitas C. 2008. Projecto de Recuperação da Lagoa de Melides – Monitorização Ambiental. Relatório Final, Volume I – Memória Descritiva. Processo nº 491/2006, Anexo ao Protocolo estabelecido entre a CCDR-A e a FCUL. Lisboa.
- Miller, SJ, Wardrop, DH, Mahaney, W.M., Brooks, R.P. 2006. A plant-based index of biological integrity (IBI) for headwater wetlands in central Pennsylvania. Ecological Indicators, 6:290-312.

Plant responses to rising atmospheric CO₂ concentrations

João Cardoso Vilhena¹

¹ Centro de Investigação da Universidade Atlântica, Antiga Fábrica da Pólvora de Barcarena, 2730-036 Barcarena, Portugal

Current atmospheric CO₂ concentrations are expected to double by 2100. As the primary substrate of photosynthesis, higher future atmospheric CO₂ levels may have a direct impact on crops and natural vegetation. Consequently, a number of studies have predicted that elevated CO₂ levels will stimulate plant growth, photosynthesis and yield, and ecosystem productivity. However, this “fertilization” effect may be lower than initially expected, and may be offset by interacting factors, such as nutrient and water availability, increased temperature and higher atmospheric pollution. This may have significant implications for world crop yields and food supplies.

Additionally, while studies have shown that plant responses in a CO₂-enriched world will vary between species and populations, the impact of elevated atmospheric CO₂ concentrations on plant competition and ecosystem production and diversity remains to be fully understood.

The concentration of atmospheric carbon dioxide (CO₂) has fluctuated throughout geological history. Data from ice-cores show that the last significant changes occurred between 10 and 18,000 years ago, during the interglacial period. At this time, the atmospheric CO₂ concentration increased from c. 200 μmol mol⁻¹ to 280 μmol mol⁻¹ (Barnola *et al.*, 1987), and the atmospheric concentration remained relatively stable (fluctuating by 3,6%) over the 1000 years which preceded the industrial revolution (Barnola *et al.*, 1995). However, over the 250 past years increased demand for energy (i.e. combustion of fossil fuels), cement manufacture, rapid deforestation and changes in land use have caused an exponential rise in the atmospheric CO₂ concentration from c. 280 μmol mol⁻¹ to the current level of c. 380 μmol mol⁻¹ (IPCC, 2007). Without effective action to stabilise and reduce CO₂ emissions atmospheric CO₂ concentrations are expected to reach by 2100 values ranging between c. 540 μmol mol⁻¹ and c. 955 μmol mol⁻¹, depending on different population, economic growth and energy supply scenarios (see Fig. 1; IPCC, 2001). The radiation emitted by the Earth's surface in the thermal infra-red region (4-100 μm) is absorbed by the CO₂ (as well as other gases) present in the atmosphere. A part of the absorbed radiation is re-emitted downwards contributing to the warming of the Earth's surface and resulting in what is termed as the “greenhouse effect”. Consequently, current global circulation climate models (GCMs) predict that these increases in the atmospheric CO₂ concentration (and other radiatively absorptive trace gases) may drive increases in global surface temperatures of 0.6 - 4 °C and result in a sea level of 0.18 – 0.59 m by 2099 (IPCC, 2007).

1. Elevated CO₂ and Plant Physiology

In addition to its impacts in the Earth's climate, rising CO₂ concentrations are also expected to affect natural and managed plant ecosystems. This is because CO₂ is the primary substrate for photosynthesis and increases in the present atmospheric CO₂ concentration are expected to stimulate the rate of CO₂ fixation because the primary carboxylating enzyme, ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (Rubisco), is not CO₂-saturated at current CO₂ concentrations. In addition, as CO₂ competes with the oxygen (O₂) for the active sites of the enzyme, increases in the atmospheric CO₂ concentration will suppress the oxygenation reaction of Rubisco, therefore reducing the loss of CO₂ through a process named photorespiration. Accordingly, several studies in which plants have grown under conditions of CO₂-enrichment (ranging from 500 to 1000 μmol CO₂ mol⁻¹) have reported increases in net photosynthesis in plants with the C₃ photosynthetic pathway (Drake *et al.*, 1997) – C₃ plants comprise c. 95% of the world terrestrial plants. In contrast, C₄ photosynthesis has been shown to be less responsive to increases in atmospheric CO₂-concentration, as photosynthesis in C₄ plants (e.g., sugar cane, maize, sorghum) is not CO₂-limited under present conditions

(Ainsworth and Long, 2005). Rising atmospheric CO₂ concentration are also generally expected to result in a decline in stomatal conductance, i.e. a reduction in the opening of the pores (stomata) that control gas exchanges in plant leaves. Literature surveys show that a doubling of the present atmospheric CO₂ concentration would be expected to reduce stomatal conductance by somewhere between 20% and 40% (Drake *et al.*, 1997; Morison, 1998). Variations in the response of stomatal conductance to elevated CO₂ may reflect differences in response between genotypes. In coniferous trees, for example, the decline in stomatal conductance induced by elevated CO₂ is often nowhere near as large as in herbaceous species or broad-leaved trees and stomatal responses to elevated CO₂ may be further reduced under sub-optimal growing conditions (Medlyn *et al.*, 2001). The decline in stomatal conductance under elevated CO₂ reduces the rate of transpiration by the leaf and results in an increased water use efficiency (WUE) at the leaf level and, in some studies, at canopy level (Ainsworth and Long, 2005).

2. Elevated CO₂ and crop growth and yield

In the last three decades there have been a number of studies attempting to ascertain how the effects of elevated CO₂ at the physiological level would translate both to individual plant growth and ecosystem productivity and diversity. Several studies carried in the 80s and 90s showed evidence that rising atmospheric will enhance the growth and yield of crops, thus offsetting the negative effects on vegetation that may result from increased temperature and reductions in water availability (Drake *et al.*, 1997). However, since then, large scale and more realistic experiments, using the Free-Air CO₂ Enrichment (FACE) system, suggest that gains in crop yield resulting from the rise in CO₂ may not be materialized (Long *et al.*, 2006). Additionally, studies have shown that the impacts of elevated CO₂ on vegetation are likely to be influenced by other factors such as water stress, temperature, salinity, air pollutants, pathogens, light, nutrition and competitive interaction between plants (Körner, 2006; Poorter and Navas, 2003). For instance, plant growth and yield have been reported to be less responsive to elevated CO₂ under conditions of limited nutrient (e.g., nitrogen) availability (Ainsworth and Long, 2005). Furthermore, for crops sensitive to tropospheric ozone (O₃) - an atmospheric pollutant responsible for an estimated annual agronomic loss of around 4 billion Euros, in Europe alone (Holland *et al.*, 2002) - production in a high CO₂ world could be markedly affected by future trends in tropospheric O₃ (Cardoso Vilhena, 2004; Long *et al.*, 2005). As a consequence, in particular of the way in which other factors may influence the effect of elevated CO₂ on plant growth and productivity, the impacts of rising CO₂ concentrations on crop yield are expected to show considerable regional variation.

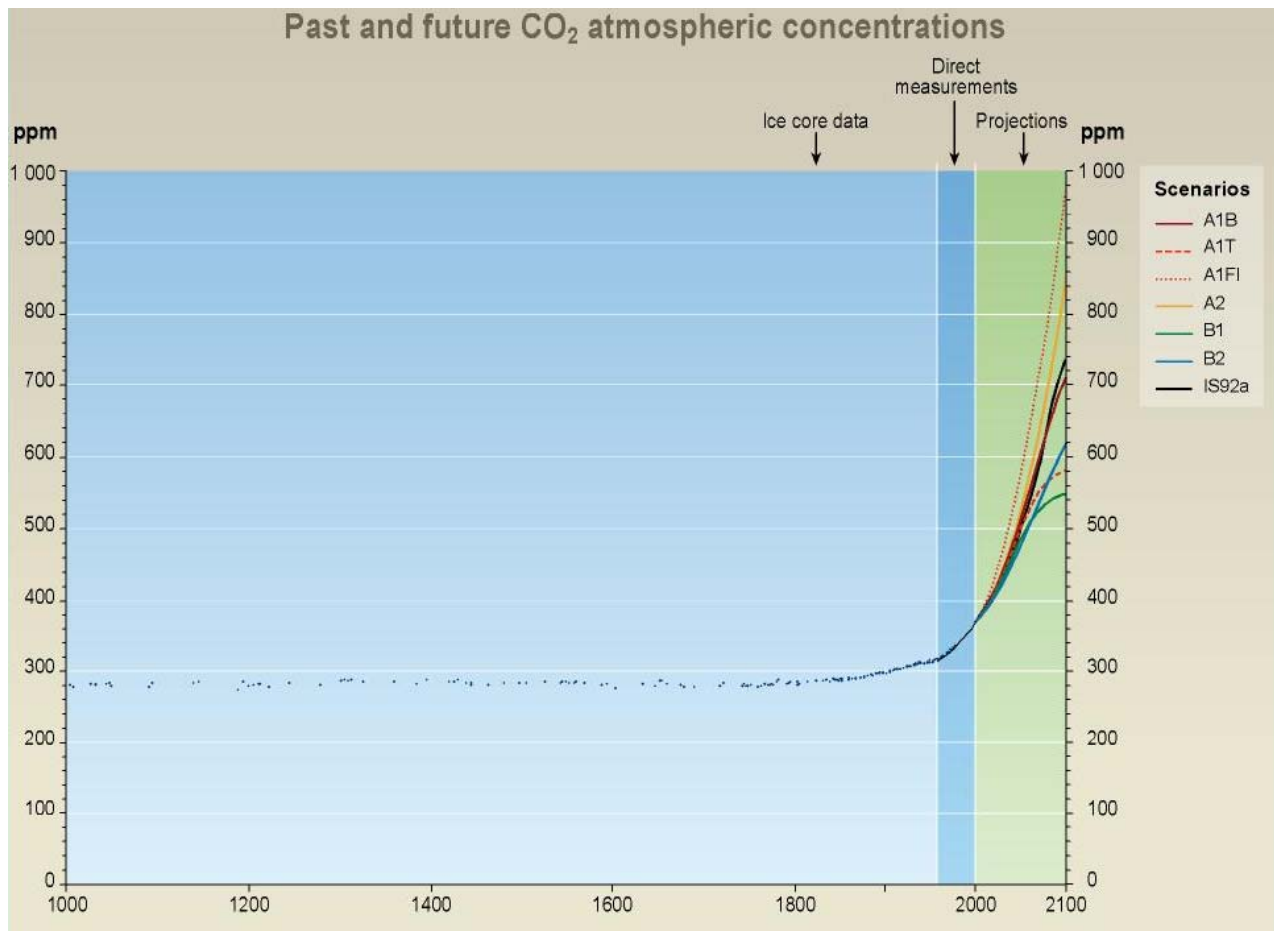


Figura 1. Observations of atmospheric CO₂ concentration over the years 1000 to 2000 from ice core data supplemented with data from direct atmospheric measurements over the past few decades. Over the period 2000 to 2100, projections are shown of CO₂ concentrations based on the six illustrative SRES scenarios and IS92a (for comparison with the SAR). Source: IPCC, 2001

This is supported by the results of a study where the same cultivar of wheat was grown at sites across Europe – the estimated increases in yield induced by a doubling of the present atmospheric CO₂ concentration was shown to range from 11 to 121% (Bender *et al.*, 1999). Furthermore, since C4 plants have been shown to be less responsive to CO₂-enrichment than C3 plants, it is probable that possible future gains in yield will occur mainly in temperate and humid regions, where C3 plants predominate, rather than in the semi-arid tropics. Improved crop yields may also be offset by reductions in quality, e.g., declines in the nitrogen and protein content of grain (for a review see Taub *et al.*, 2008). Hence, greater quantities of the same crop may be needed to supply an equivalent nutritional value in a CO₂-enriched world. These findings highlight the importance of evaluating different adaptive measurements involving both the use of improved cultivars and/or changes in agricultural practices in order to maximize the beneficial impacts of elevated CO₂ on crop growth and yield. It is also important to consider future parallel changes in available arable land due to increased temperature, reduced water availability, and increased salinity, among others. Furthermore, it is important to determine the cost associated with different adaptive approaches as well as the future socio-economic impact of elevated CO₂ driven changes in crop yield in rural communities whose livelihood depends on either intensive or subsistence agriculture.

3. Elevated CO₂ and natural plant ecosystems

In contrast to the voluminous literature on the effects of elevated CO₂ on agricultural crops, the impact of high CO₂ on natural and semi-natural vegetation has been less extensively studied. It is known that, in addition to its impacts on

domesticated species, rising atmospheric CO₂ concentrations are expected to stimulate the growth of wild species (Drake *et al.*, 1997). However, it is not clear if the stimulatory effects of elevated CO₂ will be observed at the community level; some studies show the productivity of natural ecosystems to increase under elevated CO₂ whereas others report no change (Körner, 2006). Major impacts will probably arise through indirect effects of elevated CO₂ on the genetic diversity of populations and communities (Fordham *et al.*, 1997). Elevated CO₂ has been reported to increase competition and thus increase the selection pressure in the field. Under some conditions, genotypes with a greater capacity to utilize limiting resources (i.e. nutrients, water, light) may be favoured under elevated CO₂ (Pooter and Navas, 2003). This can eventually lead to shifts in diversity and genetic composition of plant communities, the nature of which may be particularly difficult to predict (see Gutschik, 2007). This may be further complicated by the fact that elevated CO₂ can affect plant reproduction (e.g. increasing flower, fruit and seed number), with significant differences among different taxa and species (Jablonski *et al.*, 2002). Additionally, recent studies have also shown that elevated CO₂ is associated with a delay in autumnal senescence in trees, and thus an increase in the growing season, a finding that may have significant implications for forest productivity and carbon fixation (Taylor *et al.*, 2007).

4. Final Remarks

In conclusion, in the last decade, a number of studies have revealed the impact of rising concentrations of atmospheric CO₂ on vegetation to be much more complex than the initial view that future elevated CO₂ concentration would fertilize managed and natural ecosystems, thus counteracting the negative effects

resulting, among others, from increases in temperature and reductions in water availability. As it has been shown, recent data suggest that future beneficial effects of high CO₂ on the yield of crop plants may be partially offset by inadequate nutrient and water availability, and increases in air pollution, whereas the response of natural ecosystems both in terms of shifts in productivity and biodiversity is not yet fully understood. Therefore, there is still a need for a further understanding of how plant and ecosystem responses to elevated CO₂ may be modulated by other concurrent factors, both physical and biological. This is important in order to reduce the uncertainty associated with future previsions of world crop yields, and thus available food supplies, and to screen for genotypes that will be more efficient in a CO₂-enriched environment. Furthermore, terrestrial ecosystems are tightly coupled to the atmosphere and there is a dynamic cycling of CO₂ between vegetation, soil and the atmosphere. Consequently, a better understanding of how vegetation will respond to rising levels of elevated CO₂ will also improve the prediction capacity of GMCs.

References

- Ainsworth, E. A.; and Long, S. P. (2005). What Have We Learned from 15 Years of Free-Air CO₂ Enrichment (FACE)? A Meta-Analytic Review of the Responses of Photosynthesis, Canopy Properties and Plant Production to Rising CO₂. *New Phytologist*, 165, 351-371.
- Barnola, J. M.; Anklin, M.; Porcheron, J.; Raynaud, D.; Schwander J.; Stauffer, B. (1995). CO₂ evolution during the last millennium as recorded by Antarctic and Greenland ice. *Tellus* 47, 264-272.
- Barnola, J. M.; Raynaud, D.; Korotkevich Y.S.; Lorius, C. 1987. Vostok ice core provides 160,000 year record of atmospheric CO₂. *Nature* 329, 408-414.
- Bender, J. Herstein U., Black C.R. 1999. Growth and yield responses of spring wheat to increasing carbon dioxide, ozone, and physiological stresses: a statistical analysis of "ESPACE-wheat" results. *European Journal of Agronomy*. 10, 185-195.
- Cardoso-Vilhena, J.; Balaguer L.; Eamus, D., Ollerenshaw, J. and Barnes, J. (2004) Mechanisms underlying the amelioration of O₃-induced damage by elevated atmospheric concentrations of CO₂. *Journal of Experimental Botany*, 55, 1-11.
- Drake, D. B.; Gonzalez-Meler, M. A.; Long, S. P. 1997. More efficient plants: a consequence of rising atmospheric CO₂. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 48, 608-639.
- Fordham, M., Barnes, J.D., Bettarini, I.; Polle, A.; Slee, N.; Raines, C.; Miglietta, F.; Raschi, A. (1997). The impact of elevated CO₂ on growth and photosynthesis in *Agrostis canina* L spp. *monteluccii* adapted to contrasting atmospheric CO₂ concentrations. *Oecologia* 110, 169-178.
- Gutschnick, V. P. (2007) Plant acclimations to elevated CO₂ - From simple regularities to biogeographic chaos. *Ecological Modelling* 200, 433-451.
- Holland M., Mills G., Hayes F., Buse A., Emberson L., Cambridge H., Cinderby S., Terry A. & Ashmore M. (2002) *Economic Assessment of Crop Yield Losses from Ozone Exposure*. Report to U.K. Department of Environment Food and Rural Affairs under Contract 1/3/170. Centre for Ecology and Hydrology, Bangor.
- IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jablonski, L. M.; Wang, X. and Curtis, P. S. (2002). Plant Reproduction under Elevated CO₂ Conditions: A Meta-Analysis of Reports on 79 Crop and Wild Species *New Phytologist*, 156, 9-26.
- Körner, C. 2006. Plant CO₂ responses: an issue of definition, time and resource supply.
- Long, S. P. Ainsworth, E. A. Leakey, A. D. B. Morgan, P. B. Global food insecurity. 2005. Treatment of major food crops with elevated carbon dioxide or ozone under large-scale fully open-air conditions suggests recent models may have overestimated future yields. *Philosophical transactions- royal society of london series b biological sciences*. 1463, 2011-2020
- Long, S. P.; Ainsworth, A. E.; Leakey, A. D. B.; Nösberger, J.; Ort, D. R. (2006). Food for Thought: Lower-Than-Expected Crop Yield Stimulation with Rising CO₂ Concentrations. *Science* 312, 1918-1921.
- Medlyn, B. E.; Barton, C. V. M. , Broadmeadow, M. S. J., R. Ceulemans, P. De Angelis, M. Forstreuter, M. Freeman, S. B. Jackson, S. Kellomäki, E. Laitat, A. Rey, P. Roberntz, B. D. Sigurdsson, J. Strassmeyer, K. Wang, P. S. Curtis and P. G. Jarvis (2001). Stomatal Conductance of Forest Species after Long-Term Exposure to Elevated CO₂ Concentration: A Synthesis *New Phytologist*, Vol. 149, No. 2 (Feb., 2001), pp. 247-264
- Morison, J. I. L. (1998). Stomatal response to increased CO₂ concentration. *Journal of Experimental Botany* 49, 443-452.
- IPCC (2001). Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA.
- Poorter, H. and Navas, M-L. (2003). Plant Growth and Competition at elevated CO₂: on winners, losers and functional groups. 157, 175-198.
- Taub, D. R.; Miller, B.; Allen, H. 2008. Effects of elevated CO₂ on the protein concentration of food crops: a meta-analysis. *Global Change Biology*. 14, 565-575.
- Taylor, G.; Tallis, M. J.; Giardina, C. P.; Percy, K. E.; Miglietta, F.; Gupta, P. S.; Giolis, B.; Calfapietra, C.; Gielen, B.; Kubiske, M. E.; Scarascia-Mugnozza, G. E.; Kets, K.; Long, S. P.; Karnosky, D. F. (2007). Future atmospheric CO₂ leads to delayed autumnal senescence. *Global Change Biology*. 14, 264-275.

Caracterização da resposta da biomassa e da composição das comunidades fitoplânctónicas às condições hidrodinâmicas na região da Baía de Lisboa - Projecto ProFit

Paulo B. Oliveira¹

¹ INRB / IPIMAR, Av. Brasília, 1449-006 Lisboa, Portugal

Em meados de 2008 foi concluído o projecto ProFit - "Interdisciplinary study of oceanographic processes underlying the phytoplankton dynamics in the Portuguese upwelling system" (ESA-AOPT2313, FCT-PDCTE/CTA/50386/2003), cujo principal objectivo consistiu na utilização de dados de detecção remota e resultados de modelos numéricos da circulação oceânica, conjuntamente com observações *in situ* de fitoplâncton e quistos no sedimento superficial, para a caracterização da resposta da biomassa e composição das comunidades fitoplânctónicas às condições hidrodinâmicas na região da Baía de Lisboa.

O Projecto beneficiou do empenho do grupo de fitoplâncton do INRB/IPIMAR, que realizou vários estudos com base nas amostras semanais de fitoplâncton recolhidas na estação de monitorização de Cascais, dos quais se destacam os

seguintes: (i) caracterização da evolução sazonal e interanual das comunidades de cocolitóforos e sua relação com diferentes parâmetros ambientais (Moita et al., 2008, Silva et al., 2008a, Silva et al., 2008e); (ii) análise da variabilidade temporal da

concentração de *Pseudo-nitzschia* e a sua relação com diferentes parâmetros ambientais (Palma et al., 2008); (iii) estudo da variabilidade temporal dos principais grupos de fitoplâncton e sua relação com os parâmetros físicos, químicos e biológicos (Silva et al, 2008b); (iv) a análise das sucessões de fitoplâncton em escalas temporais curtas, utilizando técnicas de microscopia e HPLC (Silva et al, 2008c); (v) o estudo da utilização de duas espécies de coccolitóforos como traçadores oceanográficos na Baía de Lisboa (Silva et al., 2008d).

Paralelamente, a equipa de fitoplâncton do Instituto de Oceanografia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, realizou um estudo sobre variabilidade temporal das comunidades de quistos observada nas amostras de sedimento superficial na estação de Cascais. Este estudo permitiu concluir, entre outros, que a estabilidade da coluna de água é o parâmetro ambiental com maior influência na sucessão temporal observada nas comunidades de quistos da Baía de Lisboa (Ribeiro e Amorim, 2008).

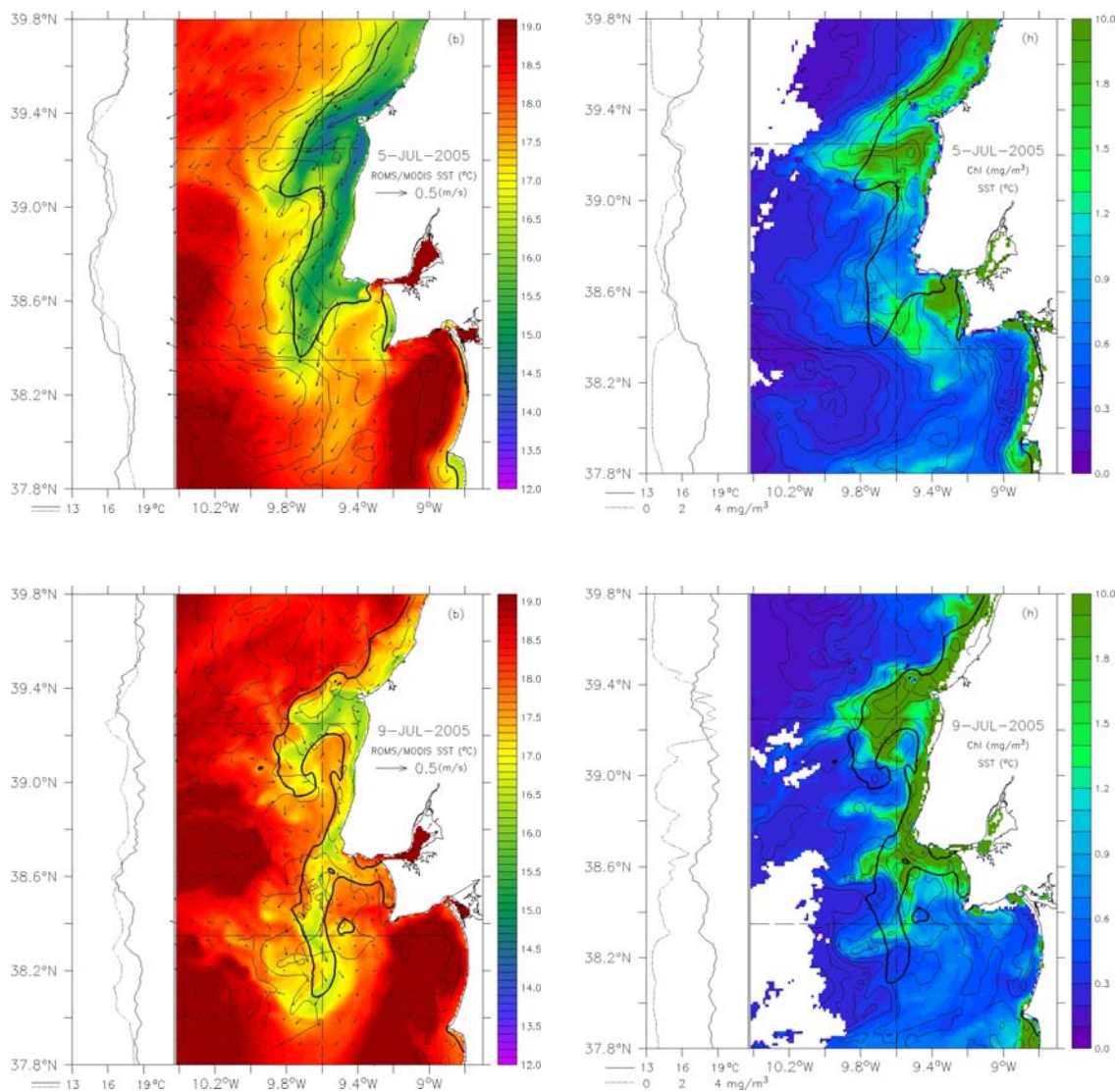


Figura 1: Distribuição da temperatura da superfície do mar e velocidade média da corrente nos primeiros 15 m calculados pelo modelo (esquerda) e clorofila estimada com os dados do sensor MODIS (direita), nos dias 5 (cima) e 9 (baixo) de Julho de 2005, durante as fases de intensificação e relaxamento do vento, respectivamente. Os contornos sobrepostos representam a temperatura de superfície estimada com os dados do sensor MODIS dos mesmos dias (traço fino) e a isotérmica 16.5 °C do valor médio diário da temperatura superficial (0-10 m) do modelo (traço grosso). À esquerda de cada imagem estão representados os perfis meridionais, ao longo de 9.6 W (linha a tracejado), da temperatura de satélite e modelo (à esquerda) e da temperatura e clorofila MODIS (à direita).

No que respeita à utilização dos dados de detecção remota, foram processadas imagens de satélite, obtidas com os instrumentos MODIS, MERIS e AVHRR, respeitantes a períodos identificados como sendo de especial interesse para o estudo dos processos físicos associados a elevadas concentrações de fitoplâncton nas camadas superficiais do oceano. A base de dados construída foi utilizada em vários estudos, nomeadamente: (i) a caracterização da evolução temporal dos padrões da temperatura da superfície do mar (TSM) e clorofila [Chl] anteriores aos *blooms* de diatomáceas e

dinoflagelados registados na estação de Cascais entre 2002 e 2005 (Oliveira et al., 2008a); (ii) o estudo comparativo das distribuições TSM e [Chl] durante o evento de afloramento do início de Julho de 2005, paralelamente com as condições hidrodinâmicas resultantes do modelo de circulação elaborado no âmbito do Projecto (c.f. Tarefas 3 e 4) (Oliveira et al., 2008b); e (iii) um estudo do desempenho dos algoritmos de cálculo de [Chl] com dados do sensor MERIS, utilizando dados in situ obtidos em Fevereiro de 2006 na costa norte da

Península Ibérica no quadro de parcerias estabelecidas com outros projectos da FCT (Oliveira et al., 2007).

No quadro das actividades de modelação, levada a cabo pela equipa do Departamento de Física da Universidade de Aveiro / CESAM, foram testadas diversas configurações do modelo de circulação oceânica ROMS (Regional Ocean Model System) para a costa oeste de Portugal Continental, utilizando um

esquema de malhas acopladas com grelhas de cálculo até 900m. A configuração final do modelo foi utilizada para estudar a circulação oceânica, na região entre o Cabo Carvoeiro e Cabo de Sines, resultante do evento de afloramento observado no início de Julho de 2005 (Oliveira et al., 2008b).

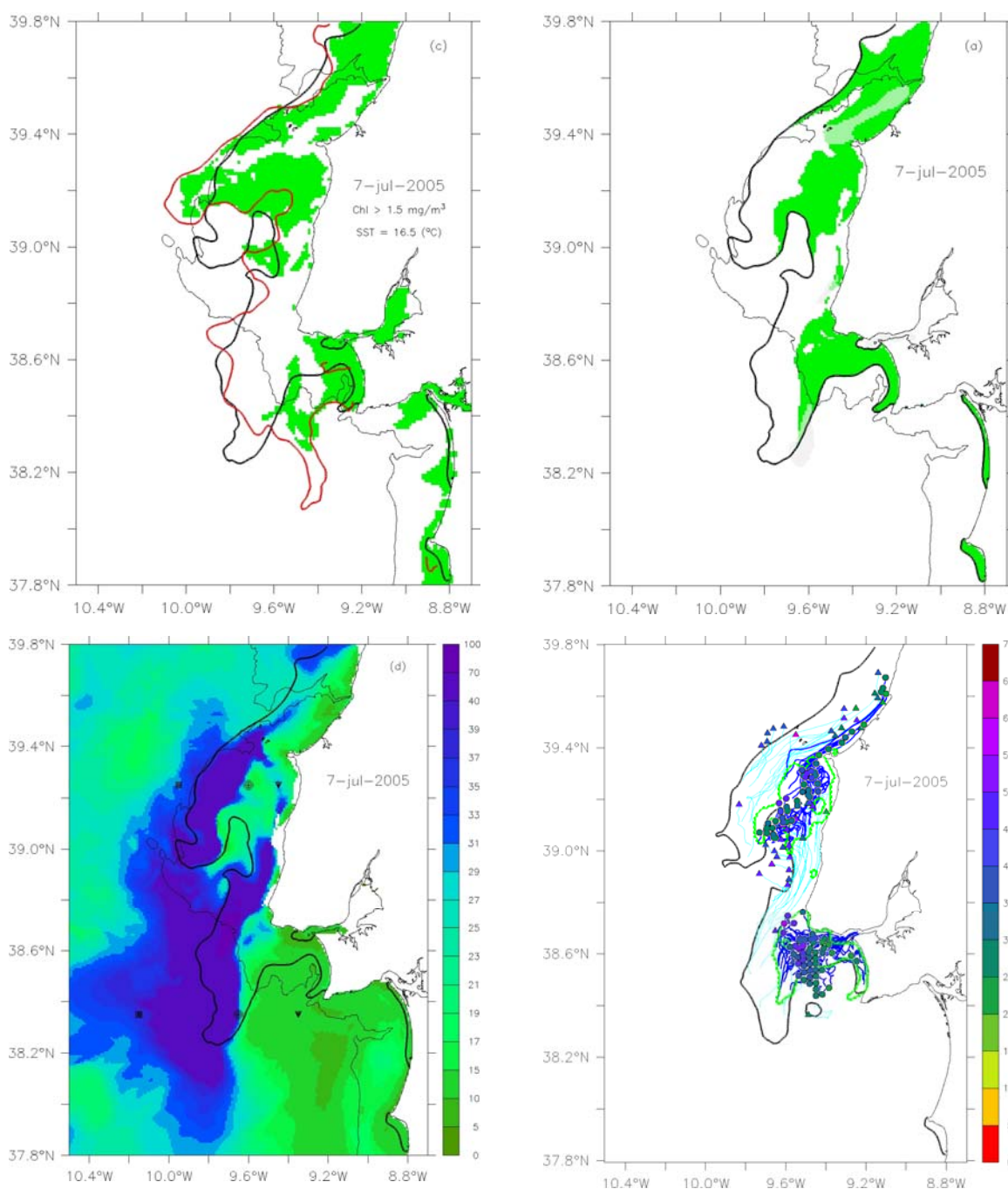


Figura 2: Área ocupada por concentrações de clorofila superiores a 1.5 mg/m³ determinada a partir da imagem de dia 7 de Julho de 2005 (cima, esquerda); área de crescimento ou acumulação potencial de fitoplâncton determinada a partir dos resultados do modelo para o mesmo dia (cima, direita). Profundidade da camada de mistura (m) (baixo, esquerda) e trajetórias das partículas do modelo Lagrangeano (baixo, direita). As trajetórias referem-se ao período de 4 a 7 de Julho e estão representadas apenas as das partículas que se encontram na camada de mistura (CM) no dia 7 de Julho, nas áreas com temperatura superficial inferior a 16.5 C, e que se encontravam abaixo da CM no dia 4 de Julho. Os círculos e triângulos indicam a posição das partículas no dia 4 e a cor indica a profundidade a que se encontravam nesse dia (m). O tipo de símbolo indica o local de destino: dentro (círculo) ou fora (triângulo) da área de acumulação potencial de fitoplâncton.

Neste estudo utilizou-se a excepcional sequência de imagens de satélite obtidas durante o evento para a comparação dos padrões da temperatura da superfície do mar e clorofila obtidos

por satélite com os padrões de temperatura de superfície e de advecção calculados com o modelo numérico durante um evento de afloramento. Essa comparação permitiu verificar que

durante a fase de intensificação do vento, e enquanto a componente paralela à costa (vento norte) se mantém superior a 5 m/s, as concentrações mais elevadas de clorofila se observam na periferia dos filamentos de água aflorada das camadas subsuperficiais, consequência das velocidades horizontais menos intensas aí observadas, tipicamente dirigidas para a costa e da manutenção da estratificação térmica nessas áreas (Fig. 1). A rápida re-estratificação da coluna de água e o estabelecimento de correntes dirigidas para a costa e para norte quando a intensidade do vento diminui (Fig. 2), provoca uma alteração na localização dos máximos de clorofila que passam a estar na mesma posição que os mínimos de temperatura.

A forte semelhança entre as distribuições da temperatura superficial obtidas a partir das imagens de satélite e a partir dos resultados do modelo, permitiu identificar quais as condições oceanográficas que se verificam nas áreas com maiores concentrações de clorofila: (i) temperatura superficial inferior a 16.5 C, (ii) profundidade da camada de mistura inferior a 30 m e (iii) velocidade horizontal integrada na camada de mistura inferior a 0.30 m/s (Fig. 2).

Os resultados do modelo Lagrangeano acoplado ao modelo hidrodinâmico permitiram identificar a origem das partículas que se encontram na camada de mistura, em regiões de elevada concentração de clorofila, em contraste com as partículas que se encontram nas regiões com camada de mistura superior a 30 m (Fig. 3, em baixo à direita). Verificou-se que as elevadas concentrações de clorofila observadas na baía de Lisboa e a sul do cabo Carvoeiro estão associadas a células de circulação ciclónica, caracterizadas por uma advecção horizontal relativamente reduzida (especialmente quando comparada com a advecção observada nos filamentos) e afloramento de profundidades abaixo da camada de mistura.

References

- Moita, M.T., A.M. Silva, A.S. Palma & M.G. Vilarinho, 2008. The coccolithophore summer-early autumn assemblage in the upwelling waters of Portugal: patterns of mesoscale distribution (1985 - 2005). *Journal of Plankton Research* (submetido).
- Oliveira, P.B., M. T. Moita, R. Catarino & A. Jorge da Silva, 2007. Wintertime SST and Chl-a off NW Iberian shelf from satellite and in-situ data; EUMETSAT/AMS Satellite Conference; Amsterdão, Holanda, Setembro 2007.
- Oliveira, P.B., M.T. Moita, A. Silva, I. Monteiro & A.S. Palma, 2008a. Summer diatom and dinoflagellate blooms in Lisbon Bay from 2002 to 2005: pre-conditions inferred from wind and satellite data; *Progress in Oceanography*; no prelo.
- Oliveira, P.B., R. Nolasco, J. Dubert, T. Moita & A.J. Peliz, 2008b. Surface temperature, chlorophyll and advection patterns during a summer upwelling event off central Portugal; *Continental Shelf Research*; doi:10.1016/j.csr.2008.08.004
- Palma, S., H. Mourinho, A. Silva, M. Barão & M.T. Moita, 2008. Can *pseudo-nitzschia* blooms be modelled by coastal upwelling in Lisbon Bay? *Harmful Algae* (submetido).
- Ribeiro, S. & A. Amorim, 2008. Environmental drivers of temporal succession in recent dinoflagellate cyst assemblages from a coastal site in the North-East Atlantic (Lisbon Bay, Portugal); *Marine Micropaleontology*, 68, 156-178; doi:10.1016/j.marmicro.2008.01.013.
- Silva, A., S. Palma, & M.T. Moita, 2008a. Coccolithophores in the upwelling waters of Portugal: Four years of weekly distribution in Lisbon bay. *Continental Shelf Research*, 28, 2601-2613, doi:10.1016/j.csr.2008.07.009.
- Silva, A., S. Palma, P.B. Oliveira & M.T. Moita, 2008b. Long-term phytoplankton distribution and composition – four years of weekly sampling in Lisbon Bay (Portugal); *Continental Shelf Research* (submetido)
- Silva, A., C.R. Mendes, S. Palma & V. Brotas, 2008c. Short-time scale variation of phytoplankton succession in Lisbon bay (Portugal) as revealed by microscopy cell counts and HPLC pigment analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 79: 230–238, doi: 10.1016/j.ecss.2008.04.004
- Silva, A., S. Palma, P.B. Oliveira, M.T. Moita, 2008d. *Calcidiscus quadriperforatus* and *Calcidiscus leptoporus* as oceanographic tracers in Lisbon bay (Portugal). *Estuarine Coastal and Shelf Science*, no prelo.
- Silva, A.M., A.S. Palma & M.T. Moita, 2008e. The coccolithophore summer-early autumn assemblage in the upwelling waters of Portugal: II. High frequency distribution at Cascais bay. *Journal of Plankton Research* (submetido)

Tourism, environment and sustainable development. Local strategies for improving rural livelihoods in Bahia (Brazil) and Goa (India)

Nelson Lourenço¹, Carlos Russo Machado¹, Maria do Rosário Jorge¹

¹ Centro de Investigação da Universidade Atlântica, Antiga Fábrica da Pólvora de Barcarena, 2730-036 Barcarena, Portugal

Due to its scale and geographical scope, tourism industry is a major driver of both biophysical and social changes. It is an important factor in the economy of many countries and in the management of many cultural sites and natural areas. Being a people-oriented industry, tourism also provides many jobs which have helped revitalize local economies. Yet by its very nature tourism is ambivalent, generating well-known problems as well as well-known benefits.

1. Introduction

In 1993, the United Nations Statistical Commission adopted the following definition of tourism: "Tourism comprises the activities of persons travelling to and staying in places outside their usual environment for not more than one consecutive year for leisure, business and other purposes".

Tourism is nowadays one of the world's largest industries. Measured through the number of international arrivals it is possible to see, in the period 1950-2004, an average annual growth rate of 6.5%, when it grew from 25 million to 763 million (WTO, 2006). Furthermore, long-term estimates of WTO forecast that, by the year 2020, 1.56 billion tourists will visit foreign countries annually (WTO, 2000). These figures represent a threefold increase within a generation. Worldwide, tourism generated in 2004, annual receipts of about 623 billion

dollars, making it the world's largest industry (WTO, 2005) that generated, directly and indirectly, about 10.4% of world's GDP and about 8.7% of total employment (WTTC, 2006). This activity has a strong importance for every country in terms of job creation, halting emigration, the contribution made by foreign currency to the balance-of-payments, and the share of the gross domestic product.

For many countries, both developed and developing, tourism is a very important source of foreign currency earnings and employment. However, the differences among regions are significant: 52.5% of all receipts are earned by Europe, while America has a share of 21.1%, Asia and the Pacific 20.1%, Africa 2.9%, and Middle East 3.4% (WTO, 2005). While small relative to world totals, the receipts from developing countries are significant in their national economies in terms of foreign currency earned, income generated and employment created.

The expected growth in the tourism sector and the increasing reliance of many developing countries on this sector as a major employer and contributor to local, regional and national economies highlights the need to pay special attention to the relationship between environmental conservation and protection and sustainable tourism (UN, 2001). In fact, tourism-generated threats are now felt in many developing countries which lack the technological or financial capacity to handle tourists' resource consumption and waste generation – often far greater than those of the home population.

Environment is in the core of tourism development, which was seen during long time as the ideal smokeless industry, an activity inherently conservatory given that its sustainability relied on the preservation of the natural resource base and the local cultures. However it is now recognised that tourism is an industry just like any other, an industry which has been characterised by rapid, short-term ventures which have often damaged those very assets upon which they depend. "Tourism kills tourism" is acknowledged as a widespread phenomenon (WTO, 1999).

Tourism is the strategy employed either by public agencies or private companies to promote a particular region for the purpose of providing goods or services to facilitate business, pleasure, and leisure activities away from the home environment (Mill & Morrison, 2002). It requires travel, which is the action someone undertakes to visit that region located outside of one's normal working or living area, from daytrips to overseas holidays.

Therefore, tourism is a service industry, comprising a number of concrete components (transportation systems, accommodation, foods and beverages, tours, souvenirs; and related services such as banking, insurance and safety & security) and insubstantial components (rest and relaxation, culture, escape, adventure, new and different experiences).

At present, tourism (especially mass tourism which requires the increasing development of hotels, and related facilities) is one of the main drivers of environmental degradation (especially in what concerns to natural resource consumption and waste generation), inducing changes in geomorphology and hydrology, increasing pressure on water resources and food supply, leading to the destruction of fragile habitats such as coral reefs and mangroves, increasing pressure on a variety of species, and introducing serious pollution problems through the production of sewage and solid waste. Moreover, tourism has also led to changes in local communities. Although providing many jobs that can contribute to revitalise local economies, tourism introduces these local communities to new consumption models and lifestyles, often undermining local traditions and social frameworks.

Tourism enterprises are in the business for profit, and tourism is essentially an exploitative industry. Therefore, it is justified to regulate tourism, towards sustainability, as is done for any other polluting industry. In fact, projects that are economically feasible but not environmentally desirable should remain unbuilt. Nevertheless, this industry has also the power to enhance the environment, to provide funds for conservation, to preserve culture and history, to set sustainable use limits, and to protect natural attractions. Furthermore, WTO (2002) considered that sustainable tourism development is a top priority in the strategies to reduce poverty and in its recent Tourism Policy Forum¹, held in Washington; it was considered that tourism is an increasingly important development strategy to positively address poverty reduction, economic growth, and biodiversity

conservation, as well as the UN Millennium Development Goals (MDGs).

The complex nature of tourism and its effects make it difficult to gain complete knowledge of this phenomenon. Nevertheless, as social and ecologic aspects converge in tourism, we should opt for an integrating scientific approach. This approach can be achieved by gaining territorial knowledge of tourist dynamics, and should take into consideration existing infrastructures, as well as their integration at regional and even international level. In fact, much of the tourism activity of a particular territory depends upon the fluctuations in tourist destinations provided by the world market, which has gained increasing significance in present days due to the growing tendency for globalization in economy.

Therefore, despite of the increasing economic, social and territorial significance of tourism activities in the world, upon which certain countries rely to fuel their economies, they are subject to some factors (political, social, environmental, economic, and technological) that frequently are far beyond the control of tourism suppliers, wholesalers, or operators (Brandon, 1996).

2. Tourism as a driver of global change

The origin of the tourism phenomenon has been analysed by authors from different disciplines. The reality underlying mass tourism in present days is no more than the result of a wider stratum of population in developed countries absorbing the ideological aspirations of the dominant class, which in the 18th and 19th centuries gave birth to the concept of tourist journey during times of leisure. The Grand Tour of the British aristocracy, spas, nature, and fishing are ideas which spring from the ways of living of the leading classes. A specific social demand appears, composed of aspirations which progressively come to be assumed as needs, resulting in a set of mental representations (images and speech) whose duration in time give rise to a spatial myth, serving as reference to the less-favoured classes. This myth essentially feeds on the quest for spatial alternatives, for the search of the other, and stands upon the passion for nature, the recreation of rural space as the expression of the anti-city (Soneiro, 1993).

Improvement of income and increase of the power of consumption, as well as the reduction of working hours and the extension of the period of paid holidays, the "democratisation" of public and private means of transportation, in short, the improvement of the standard of living felt in the last decades has brought about a significant growth in terms of spatial mobility for purposes of leisure.

Tourism as an industry appeared when large numbers of middle-class people began to travel as well. As societies became wealthier and people lived longer, it became not only possible but also probable that lower-middle and middle-class people with steady employment would retire in good health and with some significant savings. Tourism, like any other form of economic activity, occurs when the essential parameters come together to make it happen. In this case there are three essential parameters: disposable income, i.e. money, to spend on non-essentials; time in which to do so; and means of transport and infrastructure in the form of accommodation facilities.

Tourism as a driver is here understood as one force of environmental change, which constitutes the underlying causes and origins of pressures on the environment. Its impacts on population, economy and ecosystems describe the ultimate effects of changes of state in terms of damage caused. Tourism as a group of combined activities dynamizes local economy (services, transportation, construction, related industry) and is the key to organizing space and society. It has a multitude of impacts, both positive and negative, on people's lives and on

¹ This forum was held in October 2004, under the subject of "Tourism's Potential as a Sustainable Development Strategy for Least Developed Countries". In this forum was approved the Washington Declaration on Tourism as a Sustainable Development Strategy, which called upon donors and recipients to join together with government, the private sector, universities and civil society stakeholders to form a global network to enhance tourism's potential to contribute positively to the fulfilment of the Millennium Development Goals.

the environment, an impact which is associated with the changes it brings about the resource that it uses; the local space that it comes to appropriate and the local dynamics that it generates.

All the segments of a tourist market (Adventure, Well-being, Cultural, Sport, Study, Incentive, Research, Professional, Rural, Coastal, Mountain, Ecotourism, etc.) act upon space and natural resources, causing more or less intense impacts, mainly depending upon the greater or smaller number of tourists associated with the space in question. Nevertheless, from all territories where larger pressures can be noticed as a result of tourism activities, the areas which stand out most are coastal areas, mountain areas and urban areas, specially those where built patrimony bears a very attractive cultural interest.

The analysis of the evolution of spatial distribution of tourism activity reveals two characteristics which are unquestionable: the irreversible growth of leisure activities within the range of tourism and the almost exclusive leadership of industrialized countries, in which tourism has been converted into almost a need, in order to stimulate the growth of their economies.

In fact, spatial and socio-economic impact of tourism activity has been quite significant in some regions: tourist activity has brought about changes in the economic structure, stimulated industrial sectors in crises situations, contributed to the growth of the service sector, altered the physical environment, consumed natural spaces and agrarian landscapes, caused changes in the spatial distribution of population, labour and income.

2.1. Tourism and economic change

The positive economic impacts of tourism related to foreign exchange earnings, contributions to government revenues, and generation of employment and business opportunities, are the main reason why tourism is strongly supported by governments. Especially in developing countries, one of the primary motivations for a region to promote itself as a tourism destination is the expected economic improvement resulting from the foreign currency inflow, which is an important factor for the balance of payments of many host countries, and often perceived to be "passports to development" (de Kadt, 1979). Other positive impacts arise from stimulation of infrastructure investment, such as better water and sewage systems, roads, electricity, telephone and public transport networks, all of which can improve the quality of life for residents as well as facilitate tourism. Tourism can be a significant, even essential, part of the local economy. In certain regions, the tourism is so important to local economies that can be difficult to deal with the impacts when it is disrupted.

However, tourism can have unfavourable economic effects on the host community, many of which are hidden costs. Although, the least developed countries have the most urgent need for income, employment and general rise of the standard of living by means of tourism, often they are least able to realise these benefits from tourism than the developed countries. Among the reasons for this are large-scale transfer of tourism revenues out of the host country and exclusion of local businesses and products. According to UNEP (2002), another negative aspect of tourism's economic boom is that: tourism pays 20% less than average employers in other areas; 13-19 million children are employed in the industry; and displaces resource use and labour force from traditional occupations.

Also the production of tourist goods and services requires commitment of resources that could otherwise be used for alternative purposes (Cooper et al, 1998). Furthermore, in many developing countries much of the income from tourism expenditures leaves the country again to pay for the imports necessary to satisfy tourist needs in terms of labour force, equipment, food, and other products that the host country

cannot supply. According to UNEP (2002), the average import-related leakage for most developing countries today is between 40% and 50% of gross tourism earnings for small economies and between 10% and 20% for most advanced and diversified economies.

Moreover, external investment is also responsible for decreasing the amount of earning in the tourism destination countries, because external investors tend to take their profits back to their country of origin.

Other unfavourable economic effects of tourism activity are related with (UNEP, 2002): "all-inclusive" vacation packages, which reduce the income prospects of local businesses, which otherwise thrive on tourism related activities; infrastructures costs for tourism development can appropriate a major portion of the state budget thereby diverting or reducing government investment in education/health and other critical areas; price growth, resulting from increasing demand for basic services and goods from tourists, negatively affect local residents whose income do not increase proportionately.

Furthermore, the seasonal character of the tourism industry creates economic problems such as job/income insecurity, difficulties in getting training, employment-related medical benefits and unsatisfactory housing and working conditions for destinations that are heavily dependent on it. Therefore, the increasing dependence of local communities on tourism (UNEP, 2002) carries significant risks to economies. Economic recession, political instability and insecurity and the impacts of natural extreme events as well as changing tourism patterns can have a devastating effect on the local tourism sector and economies.

2.2. Tourism and socio-cultural change

Tourism has the potential to promote social development through creation of employment (although in great part seasonal), income redistribution and poverty alleviation. Therefore, it can contribute for decreasing or bring to a halt migratory processes which would otherwise be irreversible. Other potential positive impacts of tourism include: tourism as a force for peace, for strengthening communities, benefit to local residents from facilities developed, revitalising of culture and traditions (McKean, 1976), and the encouragement of civic involvement and pride.

However, tourism can cause change or loss of local identity and values, brought about by several closely related influences: commodification, homogenisation, loss of authenticity and staged authenticity, adaptation to tourist demands, culture clashes, economic inequality, irritation due to tourist behaviour, job level friction, income inequality, cultural deterioration, conflicts with traditional land-uses, depriving local people of access, ethical issues, crime generation, child labour, prostitution and sex tourism and social stress due to resource use conflict (Hall 1997, Wood 1991, Shaw & Williams 1997, UNEP 2002).

From the spatial point of view, tourism represents an acceleration factor for population movements from rural inland areas, which are more marginal in economic terms to urban coastal areas, which are strongly affected by the growth of this activity.

The positive consequences of tourism can occur only when tourism is practised and developed in a sustainable and appropriate way (UNEP, 2002). Involving the local population is essential. A community involved in planning and implementation of tourism has a more positive attitude, is more supportive and has a better chance to make a profit from tourism than a population passively ruled (or overrun) by tourism. One of the core elements of sustainable tourism development is community development, which is the process

and capacity of making decisions that consider the long-term economy, ecology and equity of all communities.

2.3. *Tourism and environmental change*

Environmental impact of tourism development is a serious concern. In some popular destinations, the natural sources of attraction of the area have been damaged or destroyed due to overbuilding and irresponsible development. Tourist behaviour can have adverse consequences, both deliberate and unintentional, as far as the environment sustainability of the tourist destination is concerned.

As tourists have to visit the place of production in order to consume the output, it is inevitable that tourism activity will be associated with environmental impacts. Tourism, like other sectors, uses resources, generates wastes and creates environmental, cultural and social costs and benefits in the process. Given the increasing current societal sensitivity to environmental concerns, environmental degradation can affect holiday choice, and reduce future earning resulting from tourism. Tourism and recreation can impact natural environment to such an extent that it can lead to a change in markets. This is of particular concern in some European countries and regions, which might feel tempted to develop unsustainable tourism as a 'quick fix' to assist economic recovery or maintenance. Tourism-environment interactions need to be better understood before recommendations can be made for a balanced relationship with the environment (Cater and Goodall, 1992).

Much of the damage done to the environment as a result of tourism is caused by the pressure of the volume of visitors arriving at destinations which are not used to supporting people in such great numbers. Growth in visitor numbers also puts severe strain on the local capacity of specific geographical areas such as coastal areas, mountains and wetlands.

Uncontrolled conventional tourism poses potential threats to many natural areas around the world. It can put enormous pressure on an area and lead to impacts such as soil erosion, increased pollution, discharges into the sea, natural habitat loss, increased pressure on endangered species and more vulnerability to forest fires. It often strains water resources, and it can force local populations to compete for the use of critical resources.

Arising from such research is the idea that each destination has a tourism carrying capacity. This suggests a tolerance limit which, if exceeded, leads to an unacceptable degree of damage to the character and quality of the destination environment or the tourist's experience and satisfaction.

Ecotourism, nature tourism, green tourism, low-impact tourism, alternative tourism, responsible tourism, and quality tourism are usual expressions to sustain or even enhance the quality and attractiveness of the natural environment. There are several definitions of ecotourism, however Goeldner (2000) defines ecotourism as the responsible travel to natural areas that conserves the environment and sustains the well-being of local people. This segment of the tourism industry, which has contributed in 2000, with US\$154 billion in receipts and is growing 20% annually, reflects those consumers who are aware of the issues facing travel and tourism. However, the increasing rates of growth of this segment of the market are also being considered as a threat for those areas less unspoiled by human activity, which for that reason are the destination of ecotourists.

Ecotourism, with its principles of responsible tourism, may satisfy environmentalists, but they only would guarantee sustainability if the needs of the local population are also considered. In fact local populations rarely benefit from tourism, even from these new, and more environmental conscientious, forms of tourism. The creation of natural reserves to protect extensive tracts of land has frequently the wicked effect of

denying the traditional access to local populations for agriculture, gathering of fuel wood, fodder and building materials (Cater & Goodall, 1992).

The benefits of ecotourism can result from the jobs and income provided to local people, making possible to have funds for purchasing and improving protected or natural areas to attract more ecotourists in the future; provide environmental education for visitors; encourages heritage and environmental preservation and enhancement. However, making ecotourism a reality and avoiding a new way of bring visitors to fragile environments ruining them rather than preserving them, is still problematic.

According with the Guidelines for a National Policy of Ecotourism (1994), the Brazilian government, considers ecotourism as a segment of tourism activity that stimulates the sustainable use of the environmental and cultural heritage, encourages their conservation and looks for the building of environmental awareness through the interpretation of the environment and enhances the well-being of the population involved.

Therefore, ecotourism is perceived as a nature-based form of alternative tourism that embodies the virtuous traits that mass tourism lacks. It emphasises learning as a result of the ecotourist and the natural environment interaction. But due to the difficulties of ensuring a type of activity that completely lacks of an ecological foot-print (whatever is its size), some authors consider that ecotourism is present when its promoters make every reasonable effort to ensure that their operations are sustainable, and in line with current best-practice principles and guidelines (Weaver, 2001), i.e. minimising the negative impacts on natural and cultural heritage, increase the awareness of the tourists to the need of environmental conservation, ensure that the infrastructures are developed in harmony with the environment, and maximising the benefits and economic activities of local communities.

Ecotourism is characterised by small-scale outfits in more or less remote locations, tourists typically stay with local families, or at small, environmentally-friendly hotels called ecolodges, which facilitates cross-cultural exchange (Lindsay, 2003).

3. **Tourism and strategies for sustainable local development**

The development of rural areas is directly connected with the way land is used, which depends not only from the biophysical dimensions but also from the socio-economic dimensions (Bouman et al, 2000), especially in what relates with decision-making (Lourenço, et al, 1997 & 1998). So in regions where agriculture plays a significant role as provider of income to the individuals, it is important to invest in increasing agricultural productivity and restructure the current farming systems (UNDP, 2003). These efforts should aim at generating higher yields (within sustainable thresholds), decreasing the dependency to one type of production (diversifying the cash-crops for international and local markets and the livestock production) and diversifying the network of off-farm economic activities, to avoid the migration of rural population to urban areas. However, only in an integrated way it is possible to design policies aiming at reducing poverty of rural areas turning them attractive for public and private investment, which needs a critical mass of labour force, that is only possible to set if there is already some regional potential conferred by the natural resources and man made infrastructures.

Each decision-maker has his own objectives, which will frame the ways how he evaluates the information on the alternatives. The assessment of different strategies should be made against a set of objectives which have following general aims:

- Increase economic benefits for local communities through the growth of employment and wages, diversification alternative income sources, and increase of local enterprises expectations;
- Promote the conservation and sustainable use of natural resources;
- Enhance non-livelihood impacts through the increase of labour force expertise, growth of local access to infrastructures and public services, and mitigation of environmental impacts;
- Enhance participation and partnership through the increase of flows of information/communication as a means to improve supportive policy/planning frameworks, increase of local communities' participation in the decision-making processes, and building of public/private partnerships.

3.1. Tourism in Bahia, Brazil. Sustainable management of Atlantic forest rural areas

The Brazilian case study was carried out in the Cachoeira Catchment. This area is located in southern Bahia, with a drainage surface of around 4 600 km², which encompasses twelve municipalities. Around 600 000 inhabitants live in the area of the catchment. There are two main activities in these municipalities: cocoa production and cattle husbandry. Nevertheless, the coastal municipalities, especially Ilhéus, have a potential tourist activity, which is being developed in the last years.

The region was responsible for the world's 2nd largest cocoa production. Cocoa plantations are situated in municipalities nearer to the coast-line and as cocoa is grown under shade trees (an agroforest model traditionally known as Cabruca), this area is in great part associated to reminiscent of the Atlantic tropical rainforest: the Mata Atlântica. In this catchment there is a striking diversity of agricultural areas that are marked by diverse natural features and intensity of human intervention.

In the upper catchment area livestock production is dominant, and may be responsible for problems of soil erosion and striking environmental degradation. Hills and a lesser mountains range surrounds the lower area, in the centre of which is the catchment. These lowlands have a special importance in the development of cocoa plantations of the region. Much nearer the coast and to the south of the central hills, for reasons of soil type, are less productive to cocoa plantings and are characterised by concentration of small farmers.

Over the last 12 years cocoa plantations were subject to high disease pressure (witches' broom). As a result some farmers in search of alternative agricultural activities, uprooted cocoa and felled the shade trees associated to cocoa on farms. About 50% of the 600,000 ha under cocoa were partially or totally abandoned and with it the state of the forests suffered losses causing various levels of deforestation.

There are four main types of economic activity in the catchment:

- The cocoa production, with decreasing significance due to the disease "vassoura-de-bruxa" and the low prices of cocoa in the international markets;
- The cattle raising, which shows a significant trend of increase in the cocoa areas;
- The tourism, more significant in the coastal areas of Ilhéus, is nowadays in a phase of growth with incentives to the ecotourism by using old cocoa farms and exploiting natural features such as waterfalls, lagoons, and forest reserves;
- The industrial activity was related with agro-industrial activities during several years: milk in Itabuna and cocoa processing in Ilhéus. In the last years some incentives attracted some industries related with new technologies in Itabuna.

Due to the geographic location and the availability of adequate infrastructure, the cities of Ilhéus and Itabuna became the main

centres of convergence and services of the region. On the other hand, they are the municipalities of greater population concentration in urban areas.

Two alternatives related with nature-based tourism were considered to increase farmers' income; to settling the rural population in the fields (avoiding huge migrations to the major cities); to decrease the economic dependence from monocultures, to promote the conservation and sustainable management of the systems Mata Atlântica and Cabruca.

Leisure tourism concerns the nature-based activities more related with relaxation. In fact this strategy is mainly related with the classic "3S" vacations: sea, sand and sun, but also includes some activities that can be named as sport tourism such as diving, fishing, surfing, and windsurfing. It also includes the secondary houses for domestic tourists that are also located near the sea-shore. However, this alternative was proposed not in terms of mass-tourism but in sustainable terms: contribute to improve the standards of living of the host population in the short and long term; and satisfy the demands of tourists without putting in risk the capacity to attract them in the future, by a soundly management of the natural resources that are in the root of the activity.

It requires the development of hotels and resorts near the coast line (beach-related tourism developments); and infrastructures related with accessibility, water, supply, sanitation, energy, and communications. Moreover, it requires infrastructure services such as: commerce, travel agencies, rent-a-car agencies, bank agencies, which should support activities such as shopping and sightseeing of cultural and "natural" landscapes. These supporting infrastructures not only facilitate tourism but also contribute to improving the quality of life for residents.

Ilhéus' beaches would be the main focus for this alternative. However, it should avoid the idea of a mass-tourism, which is often associated with large-scale developments, externally controlled, with high leakage (money spent by tourists ends up leaving the region), and concentrated in high-density tourist strips, leading to strong environmental degradation. On the opposite it should adopt a general approach to ensure that its activities are non-polluting and non-visually intrusive in the limits of the carrying capacity of the host environment.

Ecotourism is a form of nature-based tourism that make every effort to be ecologically, socio-culturally and economically sustainable while providing opportunities for: appreciating and learning about the "natural" environment, experimenting some activities that are more adventure oriented and offer some degree of risk (trekking, climbing, rafting, canyoning, tree climbing, canopy walking, horseback riding, kayaking, etc.), and activities related with agrotourism, in which the interaction of tourists, nature and on-farm activities is more effective.

These activities should promote: creation of local jobs, settling the population in rural areas, diversification of the local economy through the creation of small and medium enterprises, improvement of social equipments and of transport, communication and sanitation infrastructures, and creation of an alternative income to the protected areas that can reinvest it on pursuing other conservation strategies.

Cachoeira catchment has some features with an important degree of attractiveness to this type of activities:

- The forest ecosystem of Mata Atlântica, with a structure and floristic composition highly diversified, and high degree of endemism of fauna and flora. However, the fragility and fragmentation of this ecosystem doesn't allow the existence of large groups of visitors, and the entire supporting infrastructure must be very light.
- Cabruca farms, where an agro-forestry system (cocoa cultivated under the shade cover of native canopy trees) created a structural diversity very similar to natural forest.

Furthermore, the ecotourist can contact with the different phases of the cocoa production and processing.

- Farms with agrosilvopastoral systems, in this diversified farms the tourist can contact directly with producers and production systems. There he will be lodged, and participates in the day-life of the farm. Furthermore, he can buy products from the farm (eggs, legumes, fruits, meat, flowers, etc.) or that were there processed (jams, cheese, handicrafts, etc.). The contact with better quality and better price products, will promote another source of income to the farmer.

These two alternatives related with tourism are both nature-based. However, ecotourism is considered less aggressive to the environmental conditions of Cachoeira catchment. Some interactions can be seen between these two alternatives:

The people that go to the coastal resorts and hotels also visit protected areas, especially if they are near the resort. Therefore, ecotourism offers another type of activity (a chance to learn about natural attractions) when these tourists take a break from their moments of sea-side relaxation, tanning, shopping, and city sightseeing.

Protected areas (natural reserves, parks or private reserves) are ideal ecotourism venues and sustain the activity. Protected areas have regulations in place to ensure the maintenance of the unspoiled natural environments, and frequently have outstanding landscape settings which increase their attractiveness.

The remaining forest fragments in the Atlantic Forest need to be protected immediately in order to prevent species extinctions. One strategy to achieving this goal would be the delimitation of Integral Protection Units or Sustainable Use Units, of governmental responsibility, aiming at promoting a balanced relationship between people and nature to reconcile the conservation of biodiversity with its sustainable use. Another measure would be the spreading out of Private Natural Heritage Reserves (RPPN) which are established on private land and are an important tool for biodiversity conservation, complementing the government efforts to protect nature. However, the creation of natural reserves to protect extensive tracts of land has frequently the wicked effect of denying the traditional access to local populations for agriculture, gathering of fuel wood, fodder and building materials. Nevertheless, isolation of forest patches is advancing rapidly, and isolated protected areas and their buffer zones will not prevent the collapse of ecological functions and associated biodiversity. Therefore, conservation corridors that link up the patches of protected areas through a matrix of biodiversity-friendly land use and reforestation/regeneration would be one of the most effective forest conservation strategies in the long term. Furthermore, in humid tropical regions the recovery of the degraded landscape through natural regeneration processes will take place within a time frame acceptable to the foreseen human use.

Ecotourism, profiting from the natural protected areas (natural reserves, parks or private reserves) and from the cocoa farms, which are ideal ecotourism venues and sustain the activities. Protected areas should have regulations in place to ensure the maintenance of the unspoiled natural environments and outstanding landscape settings, which increase their attractiveness. The activities to be developed should profit from the Mata Atlântica's highly diversified structure and floristic composition, and high degree of endemism of fauna and flora, and from the Cabruca farms, where the ecotourist would contact with a structural diversity resembling natural forest, and with the different phases of the cocoa production and processing. Environmental preservation, especially in what concerns the delimitation of protected areas, should be related with ecotourism, given the fact that they could play the role of attractive areas for ecotourists. However, investing only in the delimitation of protected areas could not be enough for ensuring

the preservation of the forest, being necessary to promote the reforestation (through the construction of ecological corridors) between these isolated patches.

Investment in ecotourism has the quality and attractiveness of the natural environment in the core of its development, but one of its main aims is to provide well-being to local populations. However, this strategy should be carefully considered because even if it is mainly targeted for small groups of people, its success can transform it in new forms of "mass" tourism with all the negative impacts inherent to the presence of big crowds in "natural" places. However, adventure oriented activities and agrotourism activities would promote the creation of new local jobs, the settling of population in rural areas, the diversification of local economy through the creation of small and medium enterprises, the improvement of social equipments and of transport, communication and sanitation infrastructures, and the creation of an alternative income to the protected areas that can reinvest it on pursuing other conservation strategies.

The main activities, to be developed by small groups would be: appreciating and learning about the "natural" environment, experimenting some activities that are more adventure oriented and offer some degree of risk (trekking, climbing, rafting, canyoning, tree climbing, canopy walking, horseback riding, kayaking, etc.), and activities related with agrotourism, in which the interaction of tourists, nature and on-farm activities is more effective.

3.2. Tourism in Goa, India. Resources consumption and integrated coastal zone management

The Indian case study was carried out in the Baga-Nerul Catchments, which are located in the district of North Goa, in the west coast of India. With 1 176 km², this area encompasses 12 villages with around 60 000 inhabitants. The three coastal villages of Calangute, Candolim and Anjuna concentrate the preferences of tourists.

As a tourist destination, Goa was put on the tourist map in the 1970s by the "flower children" that search the region in the quest for its pristine beaches and friendly people (Noronha et al., 2003). Tourism contributes with around 20% of the net state domestic product. Only in the 1990s the growth of international tourism took off.

This area has seen significant economic changes in the last 40 years: increasing terciarization of the economy, with significant shifts from traditional activities (agriculture and fishing) to the services sector, especially in those activities related with tourism industry that become the more important activity in the region.

Tourism in Goa is a coastal phenomenon with a seasonal activity, concentrated from October to March when the climatic conditions make suitable the use of sand, sun, and sea. Therefore, tourists are almost absent during the monsoon season.

Seasonality brings the usual problems: underused infrastructures and laid-off workers during off-season; additional stress on coastal resources due the concentration of tourists on limited space and time during season.

Although the significant involvement of local communities (about 30% of the households are associated with some kind of tourism activity) there is a feeling amongst them that the gains from tourism are not substantial. Large hotel chains and external investors are diverting the benefits and local populations have to bear the social and environmental burden.

Tourism produced in the region new resource use and waste generation patterns. The conversion of agricultural and orchard land to built-up areas is quite common, showing the shift from a means of production into a commodity for trade. However this introduced stress on coastal aquifers and degradation of

coastal vegetation with significant impacts in the way ecosystems provide services and goods for the communities.

Coastal aquifers in the region are highly vulnerable to pollution and analyses of groundwater reveal the heavy contamination with bacteria, certainly in relation with the sewage disposal sites, the septic tanks and soak pit disposals that characterise the sewage system of the area. The effects of tourism industry in the vegetation of the region are evident. There was an increasing of green areas (mainly of anthropic woodlands and grass) although accompanied by a loss of biodiversity and original vegetation. Dune vegetation, in particular, was strongly disturbed to give place to built-up areas.

Four main types of hotels (and therefore of tourists and resource use) were analysed in terms of its impact on coastal resources and communities:

Low-budget hotels: Family run and therefore are those with more involvement of local communities. Low requirements of infrastructure, investment and labour force. Tourists with low level demands willing to interact with locals and experiment local lifestyle. The stress on resources (land and water) is low.

Middle-budget hotels: like an extension of the former but with higher investment. Dependent of charter tourism, with strong impacts in resource use, and, in the absence of systems for sewage and solid waste treatment, can have significant impacts in the long run. High percentage of workers laid-off during off-season.

High-budget hotels: private companies that cater for the upper income group of charter tourists, which have higher demands for comfort and facilities. Higher stress on resources use, but the treatment of waste (solid and liquid) minimises environmental damages. Longer tourist season.

Luxury hotels: these hotels with huge landscaped gardens exert the greatest pressure in terms of resource use but have waste disposal systems that, in principle, reduce environmental loads. Large investments, external to the region. During off-season, the staff employed is engaged in the maintenance and upkeep of the installations.

More than any other sector, tourism depends on a healthy natural environment to sustain it. Goa is a region, which has natural and cultural assets - its beaches and exotic life - to attract visitors and generate tourist income. Local communities and state and national governments all stand to benefit from an increase in global tourism. However, there is also a potential loss. Too rapid, unplanned, or uncontrolled development all have the potential to create associated environmental degradation on the long term, eroding the quality of the very assets on which such development is based.

Tourism activity in the area is based on a fragile offer and demand, i.e., the infrastructures offer a deficient quality and the demand is searching for low prices. The absence of sewage systems and the deficient waste management has important impacts on the water quality. Besides, the non-existence of water treatment and distribution infrastructure is preventing the assurance of water quality for public consumption. These are apparently the cause for the spread of diseases and health problems among inhabitants and eventually tourists.

The type of tourism enterprises existent in the area doesn't have financial capacity to build the appropriate equipment for environmental protection. In fact, these units have a low or even inexistent capacity of investment; therefore, they have a limited ability to invest in sewage systems and waste treatment. As a matter of fact, future investments in general are strongly limited by the low income and its fluctuation.

Landscape deterioration is also a characteristic of the area that can jeopardise its attractiveness for tourists. The pressure for building constructions is increasing and the vegetated areas are decreasing. The traditional aesthetic value of some of these

areas is in danger. The cultural and historic features of Goa are not being developed and the identity values are vanishing.

In view of the degradation of the type of tourist offer, the advantages of Goa are not competitive with other regions. The vulnerability to external drivers is higher.

From the point of view of social sustainability, the situation of local families is not guaranteed. Incomes are low, labour is rather unqualified, so investments in small activities are low and capability to react to change is also limited. Besides, administration (local and regional) gives little support and quality of life is bad.

From environmental sustainability perspective, a common point is highlighted in the alternative scenarios: the need to invest in sewage infrastructures, waste treatment and management, public water supply system, roads and transport networks. These are elementary needs in terms of environmental protection. Even in the present, the situation is not environmentally sustainable. Improved caution in the use and management of the resources is a priority in any scenario.

4. Final remarks

Sustainable development is being seen as the basis for a genuine balance between economic growth and environmental values. In fact, there is a considerable corpus of literature based on empirical evidence showing that the degradation or depletion of the environment affects in different ways people inside societies and among countries in different ways, creating and increasing reinforcing new ways of social and economic discriminations. However, to achieve the goals of sustainable development it is comprehensible that "...economic growth must remain a legitimate objective of national governments and the world community..." (Pearce & Warford, 1993). Nevertheless, it is clear now that the former models to pursuit economic growth, which don't give the adequate consideration to the environment, are unlikely to be sustainable (Loureço, 2001). In fact it is important, at the same time man develops technology, which can enlarge the limits of the carrying capacity of ecosystems, to reduce, by means of effective policies, the patterns of consumption and to adapt practices of conservation of natural resources (Bartelmus, 1999).

Decades of human pressure on natural resources resulted in a new approach to development, which also points to the future but, contrarily to prior approaches, "...to a bleak future of scarcities rather than a bright future of progress..." (Sachs, 2000). Development is only possible when economic fairness, social equity and environmental sustainability are guaranteed. To find solutions to these problems is one of the main challenges of our society (Machado, 2002).

To accomplish the necessary growth of well-being without compromising the capacity of natural resources also producing that well-being for future generations is a challenge that implies to cut with the existent relationship between economic growth and natural resources use, which has driven to the present situation of environmental degradation. It means also to shift to a paradigm of natural resources management, instead of natural resources exploitation, to bring to a halt the current unsustainable patterns of production and consumption (UNDP, 2003).

5. Acknowledgments

This paper refers to research developed under two research projects funded by the EC: Measuring, monitoring and managing sustainability: the coastal dimension, (IC18-CT98-0296); and Decision support system for sustainable ecosystem management in Atlantic Rain Forest rural areas (ICA4-CT-2001-10096).

References:

- Bouman, B. A. M.; Jansen, H. G. P.; Schipper, R. A.; Hengsdijk, H. and Nieuwenhuysse, A. N. (eds.), 2000. *Tools for land use analysis on different scales. With case studies for Costa Rica*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Cater, E. and Goodall, B. 1992. "Must Tourism Destroy its Resource Base?" in A.M. Mannion and S.R. Bowly (eds.). *Environmental Issues in the 1990s*. Chichester: Wiley, pp. 309-324.
- Cooper, C.; Fletcher, J.; Gilbert, D.; Wanhill, S. 1998. *Tourism: principles and practice*. New York: Addison Wesley Longman Publishing
- de Kadt, E. (ed), 1979. *Tourism: Passport to Development?* New York: Oxford University Press,
- Goeldner, C. R. 2000. Tourism 2000: Asia Pacific's Role in the New Millennium, *Journal of Travel Research* 38, pp. 280-281.
- Hall, C. M. 1997. "Sex Tourism in South-East Asia", in L. France, (ed.) *Sustainable Tourism*, London: Earthscan Publications Ltd, pp.113-119
- Lourenço N. and Jorge, R. 2003. "Tourism: spatial dimension and driving force". in L. Noronha et alii. (eds.). *Coastal tourism, Environment and Sustainable Local Development*. New Delhi: TERI, pp. 31-60.
- Machado, C. R.; Lourenço, N.; Jorge, R.; Rodrigues, L. 2002. Sustainability: Importance of social networks in the decision-making processes. in *Proceedings of Conference Policies and Tools for Sustainable Water Management in the European Union*. Venice, Italy. November 21-23
- Machado, C. R.; Reisdorff, C. and Duriavig, M. 2004. *The challenge of sustainable ecosystem development in Cachoeira catchment (South Bahia, Brazil)*. Barcarena: Universidade Atlântica
- Mill, R. C. and Morrison A. M. 2002. *The Tourism System*. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing company
- Nairy, K. S.; Kazi, S.; Abraham, M.; Jorge, R. 2003. "The Baga-Nerul watersheds: tourism, local stakes, and transformations". in L. Noronha et alii. (eds.). *Coastal tourism, Environment and Sustainable Local Development*. New Delhi: TERI, pp. 61-93
- Shaw, G. and Williams, A. M. 1997. "Individual Consumption of Tourism" in L. France, (ed.) *Sustainable Tourism*, London: Earthscan Publications Ltd, pp.106-112
- UNEP 2002. *Impacts of Tourism*. Nairobi: United Nations Environment Programme
- Wood, E. R. 1991. *Tourism, Culture and the Sociology of Development*. Paper prepared for ASEASUK conference on Tourist and Development in South-East Asia, University of Hull.
- WTO 1999. *International tourism: A global Perspective*. Madrid: World Tourism Organisation
- WTO 2000. *Tourism 2020 Vision*. Madrid: World Tourism Organisation
- WTO 2005. *Tourism highlights*. Madrid: World Tourism Organisation
- WTTC 2006. *Travel & Tourism – Climbing To New Heights*. London: World Travel & Tourism Council

Breve história da malária em Portugal: o ontem, o hoje e o amanhã.

Parte I: O ontem: retrospectiva histórica.

Mónica Saavedra¹

¹ Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa, Av. Prof. Aníbal de Bettencourt, 9, 1600-189 Lisboa, Portugal

A malária ou paludismo é uma doença infecciosa aguda ou crónica causada por protozoários parasitas do género *Plasmodium*, transmitidos pela picada do mosquito *Anopheles*.

A malária mata 3 milhões de pessoas por ano, uma taxa só comparável à da SIDA, e afecta mais de 500 milhões de pessoas todos os anos. É a principal parasitose tropical e uma das mais frequentes causas de morte em crianças nesses países: mata um milhão de crianças com menos de 5 anos a cada ano. Segundo a OMS, a malária mata uma criança africana a cada 30 segundos, e muitas crianças que sobrevivem a casos severos sofrem danos cerebrais graves e têm dificuldades de aprendizagem.

A designação paludismo surgiu no século XIX, formada a partir da forma latinizada de *paul, palude*, com o sufixo -ismo. Malária é termo de origem italiana que se internacionalizou e que surge em obras em português na mesma altura. Termo médico tradicional era sezonismo, de sezão, este atestado desde o século XIII.

Até meados do século XX, a malária não era apenas uma "doença tropical". Registavam-se casos de malária endémica um pouco por todo o mundo. Na Europa, os países do Sul, particularmente da região mediterrânica, eram os mais afectados. Também em Portugal a malária fazia parte das doenças que sazonalmente molestavam as populações rurais, em algumas regiões do país.

Em todo o mundo, até ao século XIX, malária esteve associada aos miasmas exalados pelas águas estagnadas, pântanos e pela matéria vegetal que nestes apodrecia. Em Portugal, a partir do século XVIII, com a prática regular e crescente da cultura do arroz em canteiros inundados, de água paradas, rapidamente estes começam a ser relacionados com as febres (malária), nomeadamente no trabalho de Ribeiro Sanches (1757), *Tratado da Conservação da Saúde dos Povos*.

Até à segunda metade do século XIX, a malária não era um objecto de interesse médico ou administrativo em Portugal. Mas, a partir de meados do século XIX, transformações na economia agrícola do país, levaram ao incremento da cultura do arroz em algumas regiões, nomeadamente nos campos do Mondego. Em consequência as febres voltam à ordem do dia,

como argumento higiénico e político contra a expansão dos arrozais. Na tentativa de resolver tensões, são ordenados inquéritos para apurar do impacto dos campos de arroz na saúde das populações. O mais conhecido e citado até ao século XX foi o inquérito dirigido por Andrade Corvo (1860), no qual se decide pela progressiva proibição da cultura de arroz, classificada como causadora de autênticas epidemias de febres.

No final do século XIX, a bacteriologia ganhava posição firme como paradigma da etiologia das doenças infecciosas, ajudando a medicina a consolidar a sua autoridade na planificação e administração da saúde pública. O *Plasmodium* de Laveran conquistara também posição como agente único da malária (a partir de 1880). Entretanto, Ronald Ross, na Índia, e Giovanni Battista Grassi, em Itália, haviam desenvolvido investigações que apontavam o mosquito *Anopheles* como transmissor do parasita ao homem (c.1898).

Neste ambiente de grande actividade científica, também os médicos portugueses se interessam pelo estudo da malária como um problema de saúde pública, e não apenas nas colónias africanas. Havia tudo a fazer, segundo as novas regras da malariologia. Estas lacunas foram debatidas nos fóruns médicos de então, nomeadamente na Sociedade das Ciências Médicas de Lisboa, de onde partiram as primeiras iniciativas para um estudo sistemático da malária em Portugal. Desses trabalhos destacaram-se os estudos sobre mosquitos de Moraes Sarmento e Carlos França (1901), do Real Instituto

Bacteriológico, mas também o inquérito sobre a malária, para avaliar a sua distribuição e sazonalidade em todo o país, dirigido por António de Pádua (1900), de Coimbra e, mais tarde, o trabalho de Ricardo Jorge e Moraes Sarmento (1906).

Enquanto membro da Sociedade das Ciências Médicas Ricardo Jorge participa nos debates sobre a importância de estudar a malária em Portugal; mas a sua condição de inspector-geral de saúde proporcionava-lhe meios e autoridade para levar esta questão às instâncias administrativas. O trabalho que elabora em 1903, intitulado *Epidemiologia: Sobre o Estudo e o Combate do Sezonismo em Portugal*, procura estimular o conhecimento da “topografia da malária”, numa relação complexa entre geologia, orografia e meteorologia, acrescidas das oscilações cíclicas de intensidade da doença. Defende a necessidade de um estudo entomológico sobre as espécies de culicídeos, particularmente da distribuição dos *Anopheles*. Realça a importância de identificar as regiões onde este se associa aos pântanos e depósitos de águas paradas, condição necessária para potenciar a malária, bem como da distribuição dos diferentes tipos de malária pelo território nacional. Insiste ainda na regulamentação de práticas visando a universalização do tratamento e controlo da malária e a desmistificação da nocividade dos arrozais.

Partindo do estudo epidemiológico, discorre sobre as medidas a tomar para a «*prophylaxia publica*», nomeadamente o rigoroso tratamento (gratuito para os pobres) dos infectados com quinino, mas também pelo uso da protecção mecânica (redes e mosquiteiros) e pela destruição de mosquitos e larvas. Estas medidas, inspiradas nas leis italianas para o controlo da malária, chegam a tomar a forma de regulamento mas a sua aplicação prática foi deficiente.

O trabalho de Ricardo Jorge estabelece claramente a malária como uma doença rural, relacionada com os regimes agrícolas, e como um problema com implicações económicas significativas, pelos efeitos que tinha na diminuição das qualidades físicas e força de trabalho das populações rurais, questão significativa num país cuja economia assentava essencialmente na actividade agrícola.

Assim, no início do século XX, a malária em Portugal configura-se como um problema epidemiológico complexo, evidenciando as estreitas relações entre aquilo a que presentemente chamamos ecossistemas e as actividades humanas.

Este primeiro impulso nacional para o conhecimento sistemático da malária e seu controlo não conhece desenvolvimentos concretos significativos até cerca de 1930. Por esta altura, o interesse pela malária como um problema de saúde pública reacende-se, reflectindo a conjuntura internacional do período pós I guerra mundial, favorável ao desenvolvimento científico e às políticas de saúde pública como veículos de estruturação e reforço das nações, mas também as transformações e programas reformistas nacionais, subsequentes ao de 28 de Maio de 1926.

Assim, em 1929, José Alberto de Faria, sucessor de Ricardo Jorge no cargo de director-geral de saúde, relança, conjuntamente com investigadores do Instituto Bacteriológico Câmara Pestana, o problema da malária como uma das questões a considerar na organização dos serviços de saúde estatais. Em 1930 é criada a Estação Experimental de Luta Anti-Sezonática em Benavente, região particularmente afectada pela malária, associada à grande extensão de arrozais ali existente. A estação era criada no âmbito dos Serviços Anti-Sezonáticos, departamento da Direcção-Geral de Saúde (DGS) exclusivamente dedicado ao controlo da malária e que então começava a organizar-se. A estação era dirigida por Fausto Landeiro (que também dirigia os serviços anti-sezonáticos) e por Luís Figueira, sob a supervisão de Nicolau Bettencourt. A estação constituiu-se como um centro de assistência aos indivíduos infectados com malária, em Benavente e localidades mais próximas, efectuando estudo

epidemiológico (índices esplénico e parasitário), prescrevendo o tratamento e distribuindo gratuitamente o quinino, bem como procurando assegurar o rigoroso cumprimento do regime terapêutico. Paralelamente, a estação promovia acções de saneamento do meio, nomeadamente a limpeza de valas e margens de ribeiros e o tratamento de arrozais com larvicida (verde de Paris), para eliminação das larvas de *Anopheles*. Então, os arrozais eram novamente considerados os locais privilegiados de reprodução dos mosquitos (Figueira e Landeiro 1931).

Por esta altura a José Alberto de Faria procurava também encetar contacto com a International Health Division (IHD), departamento da Fundação Rockefeller dedicado à cooperação internacional na área da saúde pública. A IHD tinha já iniciado uma colaboração com outros países europeus, nomeadamente a Espanha, na área do estudo e controlo da malária; esta colaboração acaba por estender-se a Portugal, em 1933. Neste ano Fausto Landeiro e Francisco José Cambournac, organizam um inquérito sobre malária em Portugal, com orientação do representante da IHD na Península Ibérica, Rolla B. Hill. O único vector reconhecido em todo o país era o *Anopheles maculipennis atroparvus*. O inquérito identificava como «zonas sazonáticas do País» as regiões do Sado, Tejo e «parte superior do Guadiana, do Mondego e Vouga», bem como a região do Douro compreendida entre Barca de Alva e Pinhão, abrangendo o Côa o Sabor e o Tua (Landeiro 1934). As regiões orizícolas dos vales do Tejo e Sado eram identificadas como as de maior incidência da malária, chamando de novo os arrozais para o centro da epidemiologia da malária em Portugal.

Com base nos resultados deste inquérito, que identifica a região de Águas de Moura como uma das de maior incidência de malária, é criada naquela localidade a Estação para o Estudo do Sezonismo (1934), com o patrocínio da IHD. A estação passará a designar-se Instituto de Malariologia e a ser dirigida por Francisco Cambournac em 1939. No ano seguinte o Instituto é doado ao Estado português. Aí se realizam vários estudos sobre a biologia dos mosquitos; ensaios para o controlo de eliminação de larvas nos canteiros de arroz, nomeadamente o uso de larvicidas e métodos de rega intermitente; introduz-se os peixes larvívoros da espécie *Gambusia* para controlo das larvas nos cursos de água. Ensaia-se ainda a protecção mecânica das populações, recomendando normas para os edifícios onde eram alojados os grupos de trabalhadores migrantes que sazonalmente se deslocavam até às regiões de maior incidência da malária, para trabalharem nas mondas e ceifas. Os estudos desenvolvidos por Cambournac, Landeiro e Hill haviam confirmado a importância destes grupos na epidemiologia da malária em Portugal: eram os mais afectados pela doença, por serem, na sua maioria, oriundos de regiões indemnes, não tendo desenvolvido “resistência natural” à doença; representavam também veículos de introdução da malária nas suas localidades de origem onde, não sendo comuns os casos autóctones, existiam *Anopheles* que podiam infectar-se nestes doentes regressados das regiões endémicas (Hill, Landeiro e Cambournac 1938).

Ao mesmo tempo que no Instituto se desenvolvia o estudo da malária, os serviços anti-sezonáticos estendiam também o seu campo de acção a praticamente todo o território nacional, por intermédio de estações, postos e dispensários dedicados ao tratamento e controlo da malária. O tratamento tem um lugar preponderante na acção anti-malária, sendo progressivamente introduzidos os medicamentos sintéticos, nomeadamente a *Atebrina*.

A vulgarização internacional do DDT e outros insecticidas de acção residual para o controlo dos mosquitos adultos (e já não das larvas) inicia-se após a II guerra mundial. Em Águas de Moura, o DDT foi sobretudo ensaiado como larvicida nos campos de arroz. Nos anos posteriores o seu uso estendeu-se,

nas regiões de maior incidência da doença, à pulverização de residências e abrigos de animais. As pulverizações eram programadas de acordo com a sazonalidade da malária em cada região e nem sempre foi usado o DDT, por razões financeiras, mas também porque outros larvicidas de acção residual eram considerados suficientemente eficazes para as condições epidemiológicas da malária de determinadas regiões.

Tabela 1: Número de casos notificados e óbitos por malária, em Portugal

Ano	Número de casos notificados	Óbitos
1938	45387	217
1939	42608	210
1940	53155	238
1941	50372	477
1942	44530	765
1943	56734	435
1944	48587	292
1945	38491	248
1946	28434	168
1947	26595	83
1948	19856	66
1949	11729	50
1950	6011	24
1951	2620	28
1952	1536	19
1953	691	13
1954	484	12
1955	256	8
1956	130	1
1957	55	5
1958	12	2
1959	21	0
1960	26	0

Fonte: Adaptado de Leonard Jan Bruce-Chwatt e Julian de Zulueta, *The Rise and Fall of Malaria in Europe*, 1980.

Os Serviços de Higiene Rural e Defesa Anti-Sezonática (designação dos serviços anti-sezonáticos a partir de 1945) mantêm um funcionamento regular até meados da década de 50, quando a Organização Mundial de Saúde (OMS) lança a campanha de erradicação da malária (1956).

Nesta altura, eram já raros os casos de malária autóctone em Portugal. Assim, o director dos Serviços, Amadeu Lobo da Costa, procurou que a OMS reconhecesse às práticas até então adoptadas em Portugal a validade das técnicas estabelecidas para a erradicação. A partir de 1958 deixou de se usar os insecticidas de acção residual (Costa 1963).

Os últimos casos autóctones de malária em Portugal foram registados no final da década de cinquenta; mas a OMS apenas reconhece a erradicação da doença em Portugal em 1973.

Referências

- Bruce-Chwatt, Leonard Jan, e Julian de Zulueta. 1980. *The rise and Fall of Malaria in Europe*. S.I.: Oxford University Press (on behalf of the Regional Office for Europe of the World Health Organization)
- Comissão Para o Estudo da Cultura do arroz. 1860. *Relatório sobre a Cultura do Arroz em Portugal e sua Influencia na Saúde Publica*. Lisboa: Imprensa Nacional.
- Costa, Amadeu Lobo da. 1963. *O paludismo em Portugal e a sua erradicação, separata de O Médico n.º 629*. s.l.: s.n.
- Figueira, Luís, and Fausto Landeiro. 1931. *Malária: relatório do curso e estágio em Hamburgo, Yugoslávia e Itália, separata do Boletim da Agência Geral das Colónias*. Lisboa: Agência Geral das Colónias.
- Hill, Rolla B.; Landeiro, Fausto; Cambournac, F.J.C. 1938. "A malária e a organização da luta anti-malárica em Portugal", separata da revista *Clinica, Higiene e Hidrologia*. Lisboa.
- Inspecção Geral dos Serviços Sanitarios [Ricardo Jorge e José Evaristo Moraes Sarmento]. 1906. *La Malaria en Portugal*. Premiers résultats d'une enquête (Annaes de Saude Publica do Reino Publicados pela Inspecção Geral dos Serviços Sanitarios. Secção de Hygiene - Tomo III). Lisbonne: Imprimerie «Casa Portuguesa».
- Inspecção Geral dos Serviços Sanitários [Ricardo Jorge]. 1903. "Epidemiologia. Sobre o Estudo e Combate do Sezonismo em Portugal", *Annaes de Saude Publica do Reino*. Secção de Higiene. Tomo I. Coimbra: Imprensa da Universidade.
- Landeiro, Fausto, and Francisco Cambournac. s.d. *O Sezonismo em Portugal. Relatório do estudo da Missão Rockefeller Foundation Direcção Geral de Saúde feito sob a Direcção e orientação do Dr. Rolla Hill*. Lisboa: Agência Geral das Colónias.
- Landeiro, Fausto. 1934. *Organização do Serviço Antisezonático em Portugal*. Lisboa: Centro Tipográfico Colonial.
- Pádua, António de. 1901. O Impaludismo em Portugal. *Movimento Médico* (1):10-12.
- Sanches, Ribeiro. 1757. *Tratado da conservação da saude dos povos: Obra util, e igualmente necessaria aos Magistrados, Capitaens Generaes, Capitaens de Mar, e Guerra, Prelados, Abbadessas, Medicos, e Pays de familias*. Com um appendix Considerações sobre os Terremotos com a noticia dos mais consideraveis de que faz menção a Historia, e deste ultimo que se sentio na Europa no 1 de Novembro de 1755. Paris.
- Sarmento, Moraes e Carlos França. 1901. *Nota Sobre Alguns Culicidios Portuguezes*. Lisboa: Typographia do Dia.

Notícias

X Reunião Ibérica sobre Fitoplâncton Tóxico e Biotoxinas

M. Teresa Moita¹, Pedro Costa¹, M. João Henriques¹, A. Sofia Palma¹ e Susana Rodrigues¹

¹ INRB-IPIMAR, Av Brasília 1449-006, Lisboa, Portugal

Realizou-se de 12 a 15 de Maio, no INRP/IPIMAR em Lisboa, a X Reunião Ibérica sobre Fitoplâncton Tóxico e Biotoxinas (<http://ipimar-iniap.ipimar.pt/Reuniao-Iberica/index.htm>) que contou com 120 participantes de Portugal, Espanha e Marrocos.



Foram apresentadas 61 comunicações orais, sendo 46 de Espanha e 15 de Portugal. Relativamente a comunicações na forma de painel, foram apresentados 16 trabalhos, 10 de Espanha e 6 de Portugal.

Logo na primeira sessão os trabalhos reflectiram os avanços tecnológicos na determinação de pigmentos e actividade fotossintética de fitoplâncton incluindo o fitoplâncton nocivo. Estes trabalhos mostraram implicações na identificação e na dinâmica das espécies, na monitorização das águas ibéricas e na avaliação do estado ecológico das águas costeiras. Foram apresentados resultados da monitorização de fitoplâncton tóxico e biotoxinas ao longo de toda a costa ibérica, sendo de salientar a primeira detecção de toxinas amnésicas na costa catalã e os primeiros registos de intoxicação do tipo “ciguatera” após consumo de peixe nas Ilhas Selvagens do arquipélago da

Madeira. Verificou-se assim uma maior atenção científica sobre espécies bentónicas tropicais produtoras do síndrome ciguatera, como *Coolia*, *Ostreopsis* e *Gambierdiscus* havendo evidências da sua expansão geográfica com detecção nos arquipélagos da Madeira e Canárias, e na costa Atlântica de Marrocos. Vários trabalhos contribuíram para o melhor conhecimento da ecologia e fisiologia das espécies de *Alexandrium* e *Dinophysis*. A importância das colecções de culturas ficou bem demonstrada pela grande utilização de estirpes cultivadas nos vários trabalhos.



Fig. 1: X Reunião Ibérica sobre Fitoplâncton Tóxico e Biotoxinas, Lisboa, 12 a 15 de Maio de 2009.

De referir os avanços no desenvolvimento e aplicação de metodologias para detecção de toxinas como diversos procedimentos de purificação, novas metodologias como a cromatografia rápida e ensaios celulares para novas toxinas. Foram caracterizados os perfis de toxinas de *Gymnodinium catenatum* e *Prorocentrum lima* e estudados novos metabolitos isolados de culturas de *Prorocentrum belizeanum*. Apresentaram-se evidências da produção de ácido domóico pela diatomácea *Pseudo-nitzschia delicatissima*, apesar do estatuto taxonómico desta espécie estar em discussão. Assinala-se a aplicação de linhas celulares renais e hepáticas para a avaliação da citotoxicidade e genotoxicidade da microcistina-LR e evidências da ligação do ácido ocadaico a uma lipoproteína.

A disponibilização *on-line* da colecção de culturas Estela Sousa e Silva e o uso da internet é bem demonstrada pela REDIBAL (<http://www.redibal.org/>) - uma rede que com a contribuição dos participantes da X Reunião Ibérica pode desenvolver-se e ter um papel importante na divulgação de informação de HABs (Harmful Algal Blooms), na discussão de conceitos e mesmo na organização e melhoramento das próximas edições da Reunião Ibérica.

A próxima, a XI Reunião Ibérica, realizar-se-á em Bilbao dentro de 2 anos.

7ª. Conferência Aberta do IHDP - Human Dimensions of Global Environmental Change

Carlos Machado¹

¹ Centro de Investigação da Universidade Atlântica, Antiga Fábrica da Pólvora de Barcarena, 2730-036 Barcarena, Portugal

Enquadrada pelo tema geral “Social Challenges of Global Change”, realizou-se de 26-30 de Abril, em Bona (Alemanha) a 7th International Science Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change. Esta foi a primeira conferência do IHDP realizada no quadro do Plano Estratégico 2007-2015.

Nesta conferência estiveram presentes 938 investigadores de 85 países que aí encontraram a oportunidade para apresentar os resultados das suas actividades de investigação e de discutir os principais desafios que se colocam durante as oito sessões plenárias e noventa e uma sessões paralelas.

As principais discussões foram enquadradas pelos seguintes temas: Dinâmicas Demográficas; Recursos e Inovação Tecnológica; Equidade Social, Coesão e Adaptação Sustentável; Instituições e Governança. Vários eventos tiveram

lugar, de entre os quais importa destacar a sessão dedicada à apresentação de ideias inovadoras para a construção de políticas durante o lançamento do livro: *Facing Global Environmental Change*, no qual 132 autores discutem, em 100 capítulos, as novas ameaças para a segurança colocadas pela mudança climática, escassez de água, crescimento da população e urbanização.

Brauch, H.G.; Oswald Spring, Ú.; Grin, J.; Mesjasz, C.; Kameri-Mbote, P.; Behera, N.C.; Chourou, B.; Krummenacher, H. (Eds.). 2009. *Facing Global Environmental Change*. Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts. Berlin – Heidelberg – New York: Springer-Verlag, Hexagon Series on Human and Environmental Security and Peace, 1588 p. Este livro encontra-se disponível on-line em: <http://www.springerlink.com/content/978-3-540-68487-9>.

No contexto desta Conferência Aberta realizou-se também uma reunião dos Comitês Nacionais do IHDP. Nesta reunião, representantes de 31 países apresentaram a forma como as dimensões humanas da Mudança Global são abordadas em cada país, e tentaram encontrar formas de ultrapassar os constrangimentos a que este tipo de investigação se encontra sujeito na maior parte dos países.

Nelson Lourenço, Presidente do Comité Nacional para o IGBP / Mudança Global esteve presente nesta Conferência Aberta e, enquanto Ponto de Contacto Nacional, na reunião dos Comitês Nacionais do IHDP.

2ª Reunião da Aliança Europeia dos Comitês Nacionais para o estudo da Mudança Global

Carlos Machado¹

¹ Centro de Investigação da Universidade Atlântica, Antiga Fábrica da Pólvora de Barcarena, 2730-036 Barcarena, Portugal

Nos dias 24 e 25 de Abril, realizou-se em Bona/Koenigswinter (Alemanha) a 2ª Reunião da Aliança Europeia dos Comitês Nacionais para o estudo da Mudança Global.

Nesta reunião estiveram presentes representantes da maior parte dos Comitês Nacionais Europeus do IGBP, bem como um representante do Secretariado Internacional do Geosphere Biosphere Programme, um representante do Secretariado Internacional do International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, e um representante do Secretariado Internacional da Earth System Science Partnership.

Durante a reunião, Wolfram Mauser (do comité alemão) e Nelson Lourenço (comité português) foram nomeados por unanimidade, respectivamente, Presidente e Vice-Presidente da Aliança Europeia dos Comitês Nacionais para o estudo da Mudança Global. Este mandato tem a duração de três anos.

O ponto de partida da discussão desta reunião esteve relacionado com o papel que a Aliança Europeia deve desempenhar. É acordo geral que a Aliança não deve interferir com a investigação sobre a Mudança Global desenvolvida a nível nacional, nem com os financiamentos nacionais. Assim, no seguimento das discussões foi decidido que a Aliança Europeia é uma plataforma que aborda problemas especificamente europeus dentro do contexto da Mudança Global. A Aliança Europeia é, assim, um grupo de reflexão com o objectivo de desenvolver estratégias de investigação, a nível europeu, sobre a Mudança Global.

Deste modo, foi decidido elaborar um documento, com a colaboração de todos os Comitês Nacionais, relacionado com as seguintes questões:

- Na Europa, quais são os problemas específicos associados à Mudança Global?
- Como enfrentar, ao nível europeu, os desafios da Mudança Global?
- Qual o melhor modelo de colaboração, para o estudo da Mudança Global, entre Europa e África?

João Morais, enquanto representante do Secretariado Internacional do IGBP, sugeriu alguns assuntos em que a Aliança Europeia poderá ter um papel a desempenhar e convidou a aliança a tornar-se membro do Steering Committee do IGBP.

A próxima reunião realizar-se-á em Madrid, a 17 e 18 de Dezembro de 2009.

Últimas informações

3ª. Conferência Aberta do PAGES - Past Global Changes

Decorreu, em Corvallis (EUA), de 8-11 de Julho a 3ª. Conferência Aberta do PAGES, que foi antecedida pela 1ª. Reunião de Jovens Cientistas. Com o tema geral *Retrospective views on our planet's future*, esta conferência foi organizada em torno dos temas da estrutura científica do PAGES.

Fátima Abrantes, Directora do Departamento de Geologia Marinha do INETI, membro do Comité Nacional para o IGBP / Mudança Global e membro do Scientific Steering Committee do PAGES esteve presente nesta Conferência Aberta.

A 1ª. Reunião de Jovens Cientistas contou com a presença dos seguintes investigadores do Departamento de Geologia Marinha do INETI: Isabelle Gil, Cristina Lopes e C. N. Prabhu.



Fig. 1. Estrutura científica do PAGES: Os quatro Focos temáticos (círculos coloridos) são complementados por quatro temáticas horizontais.

Conselho Internacional para a Ciência (ICSU) – Uma visão para a investigação do Sistema Terra

O Conselho Internacional para a Ciência (ICSU) abriu, até 15 de Agosto de 2009, uma consulta pública no seu site: <http://visioning.icsu.org>. O objectivo desta consulta pública é

recolher perguntas que irão ajudar a orientar a investigação sobre o Sistema Terra.

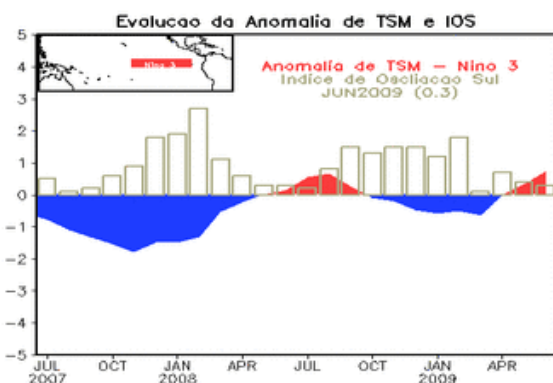
Deste modo, o ICSU convida a comunidade científica (cientistas naturais e sociais), especialistas, técnicos, decisores e o público em geral a responder às seguintes questões:

- Quais são as questões científicas importantes para a investigação do Sistema Terra?
- No contexto da crescente preocupação e maior disponibilidade para tomar medidas para enfrentar a mudança ambiental global, de que modo deverá, na próxima década, ser focalizada a investigação do Sistema Terra?

Esta consulta pública marca o início do *Earth System Visioning Process*, que visa desenvolver e coordenar uma abordagem integrada da investigação do Sistema Terra. Este processo responde, assim, à decisão tomada pela Assembleia Geral da ICSU, em 2008, sobre a necessidade de um enquadramento geral da Investigação relativa ao ambiente global e à sua relevância política.

Anomalia positiva da temperatura da superfície do mar

No Pacífico equatorial de hemisfério sul, está a desenvolver-se uma anomalia positiva da temperatura da superfície do mar, característica do fenómeno ENSO ("*El Niño-Southern Oscillation*"). Trata-se de uma oscilação livre, i.e. não forçada, do sistema oceano-atmosfera, que nada tem a ver com alterações climáticas, a qual está associada a anomalias sazonais de precipitação e de temperatura, muito significativas em determinadas regiões do globo. O fenómeno está bem documentado no site do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Brasil, cuja URL é: <http://enos.cptec.inpe.br>



Fonte: <http://enos.cptec.inpe.br/>

IV Conferência do Dia Internacional para a Redução das Catástrofes Naturais

No próximo dia 14 de Outubro realiza-se a IV Conferência do Dia Internacional para a Redução das Catástrofes Naturais, numa organização do Grupo de Ambiente da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas - Universidade Nova de Lisboa.

Esta iniciativa conta com a colaboração do Serviço Municipal de Protecção Civil da Câmara Municipal da Amadora.

Conteúdo

A integridade ecológica da vegetação ribeirinha da Ribeira de Melides.....	3
Plant responses to rising atmospheric CO ₂ concentrations.....	9
Distribuição relativa do fitoplâncton e mesozooplâncton no sistema de afloramento da costa NO de Portugal	10
Caracterização da resposta da biomassa e da composição das comunidades fitoplânctónicas às condições hidrodinâmicas na região da Baía de Lisboa - Projecto ProFit	11
Tourism, environment and sustainable development. Local strategies for improving rural livelihoods in Bahia (Brazil) and Goa (India).....	14
Breve história da malária em Portugal: o ontem, o hoje e o amanhã. Parte I: O ontem: retrospectiva histórica.	21
X Reunião Ibérica sobre Fitoplâncton Tóxico e Biotoxinas.....	23
7ª Conferência Aberta do IHDP - Human Dimensions of Global Environmental Change	24
2ª Reunião da Aliança Europeia dos Comitês Nacionais para o estudo da Mudança Global	25
Últimas informações	25

Conselho Editorial (2008-2010)

Nelson Lourenço; João Santos Pereira; João Corte Real; Ana Isabel Miranda; Maria José Roxo; Fátima Abrantes; Miguel Santos; Cristina Branquinho

Editor

Carlos Russo Machado

Secretariado: Patrícia Melo

Universidade Atlântica
Antiga Fábrica da Pólvora de Barcarena
2730-036 Barcarena
Portugal
Tel. +351 21 439 82 26
Fax. +351 21 439 82 46
secretariado@igbp-portugal.org

Propriedade

O Mudança Global Notícias é o boletim noticioso do Comité Nacional para o IGBP/Mudança Global.

O Comité Nacional para o IGBP/Mudança Global tem o reconhecimento e apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior e da Fundação para a Ciência e Tecnologia.