

# CIÊNCIA NOS AÇORES

que  
futuro?



## JORNADAS

PONTA DELGADA . 07-08 JUNHO'2013

LIVRO DE ACTAS

## Comissão Científica

### **Doutor José Manuel Viegas de Oliveira Neto Azevedo**

Professor Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade dos Açores (UAç)  
Preside às Jornadas

### **Doutora Gilberta Margarida de Medeiros Pavão Nunes Rocha**

Professora Catedrática do Departamento de História, Filosofia e C. Sociais da UAç

### **Doutor Nelson José de Oliveira Simões**

Professor Catedrático do Departamento de Biologia da UAç

### **Doutor Paulo Alexandre Vieira Borges**

Professor Auxiliar com Agregação do Departamento de Ciências Agrárias da UAç

### **Doutor Ricardo da Piedade Abreu Serrão Santos**

Investigador Principal do Departamento de Oceanografia e Pescas da UAç

### **Doutor Pedro Miguel Valente Mendes Raposeiro**

Bolseiro Pós-Doutorado do Departamento de Biologia da UAç

## Comissão Organizadora

### **Dr. Fábio Vieira**

Adjunto do Sr. Secretário Regional da Educação, Ciência e Cultura

### **Dr. João Gregório**

Diretor de Serviços do Serviço de Ciência da Secretaria Regional da Educação, Ciência e Cultura

### **Mestre Francisco Pinto**

Vogal do Conselho Administrativo do Fundo Regional para a Ciência

### **Dr.ª Antónia Ribeiro**

Técnica superior do Serviço de Ciência da Secretaria Regional da Educação, Ciência e Cultura

Nota: A aplicação das normas do Acordo Ortográfico foi deixada ao critério de cada autor.

Inventário polínico de espécies fanerogâmicas do arquipélago dos Açores (Portugal), e implicações para a conservação da entomofauna auxiliar.....	113
Pollinic inventory of the phanerogam species of the Azores Archipelago (Portugal) and implications for the conservation of the auxiliary entomofauna	
Leila Nunes Morgado, Roberto Resendes, Mónica Moura e Maria da Anunciação Mateus Ventura	
Património Geológico dos Açores – bases para a sua gestão.....	119
Azores Geological Heritage – management basis	
Eva Almeida Lima, João Carlos Nunes e Manuel Paulino Costa	
Diversidade de briófitos e alterações climáticas nos Açores: Olhar para o futuro para delinear o presente.....	125
Bryophyte diversity and climate change in the Azores: Looking to the future to redesign the present	
Débora Henriques, Rosalina Gabriel, Márcia Coelho, Paulo A. V. Borges e Claudine Ah-Peng	
Espécies raras de briófitos ao longo do gradiente altitudinal de floresta nativa na ilha do Pico (Açores): o caso de <i>Echinodium renauldii</i> (Cardot) Broth.....	129
Rare bryophyte species along an altitudinal gradient of native forest in Pico Island (Azores): the case of <i>Echinodium renauldii</i> (Cardot) Broth	
Márcia Coelho, Rosalina Gabriel, Débora Henriques e Claudine Ah-Peng	
Investigação em limnologia nos Açores: passado, presente e perspectivas futuras.....	135
Limnology in the Azores: past, present and future perspectives	
Pedro Raposeiro, Vitor Gonçalves e Ana Cristina Costa	
Eficácia das Áreas Protegidas Marinhas nos Açores.....	145
Effectiveness of Marine Protected Areas in the Azores	
Mara Schmiing, Pedro Afonso e Ricardo S. Santos	
Estudo dos impactos das alterações climáticas nas populações marinhas da Macaronésia utilizando as lapas, organismos-chave intertidais, como espécies modelo.....	149
Inferring impacts of climate change limpets, a keystone intertidal organism, as model species	
Govindraj Chavan (PhD student funded by frCT), Pedro Ribeiro (supervisor) e Ricardo S. Santos (co-supervisor)	
Elasmobranchii (tubarões e raias): um recurso dos Açores a proteger.....	153
Elasmobranchii (sharks and rays), a potential resource to protect in the Azores	
Paulo Torres, Armindo dos Santos Rodrigues, Rui Coelho e Regina Tristão da Cunha	
Azoris: Base de Dados Geográfica para Análise de Risco nos Açores.....	159
Azoris: Geodatabase for Risk Analysis in the Azores	
Catarina Goulart	
BioAir – Biomonitorização da Poluição do Ar: criação de uma rede integrada.....	165
BioAir – Biomonitoring Air Pollution: development of an integrated system	
Camarinho R., Garcia P. V., Ferreira T., Parelho C., Viveiros F., Silva C. e Rodrigues A. S.	
Investigando o passado para planear o futuro: uma análise bibliométrica das publicações dos Açores em revistas do SCI entre 1974-2012.....	169
Investigating the past to foresee the future: a bibliometric analysis on Azorean research in SCI Journals during 1974-2012	
Paulo A. V. Borges, Rosalina Gabriel, Ana Moura Arroz, Artur C. Machado, João Madruga, Rricardo S. Santos, Francisco Silva e Nelson Simões	
<b>Conectividade em populações de lapas nas ilhas da Macaronésia (Atlântico-NE): uma abordagem multidisciplinar.....</b>	<b>175</b>
<b>Connectivity of limpet populations from the Macaronesian islands (NE-Atlantic): a multidisciplinary approach</b>	
<b>João Faria, Pedro Ribeiro, Stephen Hawkins e Ana Isabel Neto</b>	

João Faria<sup>1</sup>, Pedro Ribeiro<sup>2</sup>,  
Stephen Hawkins  
e Ana Isabel Neto<sup>1</sup>

---

[jfaria@uac.pt](mailto:jfaria@uac.pt)

<sup>1</sup> Centro de Investigação de Recursos Naturais, Departamento de Biologia Universidade dos Açores (CIRN/DB/UAç) Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR), Laboratório de Investigação Aquática Insular (LAIR) Rua dos Bragas 289 4050-123 Porto, Portugal

<sup>2</sup> IMAR/ Departamento de Oceanografia e Pescas (DOP), Universidade dos Açores Horta, Portugal

<sup>3</sup> Ocean and Earth Science National Oceanography Centre Southampton Waterfront Campus University of Southampton

## Conectividade em populações de lapas nas ilhas da Macaronésia (Atlântico-NE): uma abordagem multidisciplinar

Connectivity of limpet populations from the Macaronesian islands (NE-Atlantic): a multidisciplinary approach

### Resumo

De uma forma geral, é consensual que a sobre-exploração de um dado recurso natural exerce um impacto profundo na respectiva comunidade, sobretudo quando se trata de uma espécie chave para o ecossistema. Por exemplo, as lapas que têm tradicionalmente sido exploradas para consumo humano em todos os arquipélagos da Macaronésia e, particularmente nos Açores, viram o seu efectivo populacional reduzido nas últimas décadas na grande maioria das ilhas. Alguns trabalhos recentes sugerem que a legislação existente para a sua captura tem sido ineficaz na protecção das suas populações, com óbvias implicações para a sustentabilidade das comunidades costeiras das quais fazem parte. Para fins de conservação é necessário determinar o grau de conectividade existente entre populações de lapas distribuídas ao longo de um sistema dispersivo como seja a região da Macaronésia. Neste sentido, torna-se fundamental o estudo da variabilidade genética, conectividade, e resiliência das populações de lapas na Macaronésia, com especial ênfase para o arquipélago dos Açores. A conjugação de dados genéticos, biológicos, ecológicos e oceanográficos poderá contribuir de forma significativa para compreender a dinâmica populacional destes organismos, permitindo testar hipóteses relativas aos padrões de dispersão larvar, recrutamento, conectividade entre populações, diversidade genética e equilíbrio populacional. Esta abordagem multidisciplinar permitirá gerar informação teórico-prática relevante que pode ser utilizada para desenvolver estratégias de conservação capazes de promover a exploração sustentável de lapas na região da Macaronésia, em particular no arquipélago dos Açores.



## Abstract

There is a growing consensus that over-fishing can have profound community-level effects particularly when keystone species are targeted. Patellid limpets, for instance, have traditionally been collected as a food resource throughout the Macaronesian archipelagos. In the Azores, recent work has shown that current legislation has been largely ineffective in protecting their populations. These organisms are highly exploited and stocks have been declining steadily in most islands with catastrophic effects on coastal communities. For conservation purposes it is important to examine the degree to which populations of exploited patellid species are connected in a dispersive system such as the Macaronesia islands. Research should then address the genetic variation, connectivity, and resilience of limpet populations in Macaronesia, particularly in the Azores. The coupling of genetic biological, ecological and oceanographic information, will decisively contribute for the understanding of population dynamics by allowing the test of hypotheses about larval dispersal patterns, recruitment and life history traits, population connectivity, genetic diversity, and population equilibrium. This multidisciplinary approach will provide information of theoretical and practical importance that may be used to inform conservation strategies and promote the sustainable exploitation of limpets in Macaronesia, particularly in the Azores.

## INTRODUÇÃO

É cada vez mais consensual que as actividades antropogénicas têm impacto na estrutura e funcionalidade dos ecossistemas marinhos. A sobre-exploração de recursos pode ter efeitos profundos ao nível da comunidade, sobretudo quando o alvo são espécies-chave no ecossistema (e.g. Jackson *et al.*, 2001). Ilhas oceânicas como os Açores constituem habitats únicos com comunidades frágeis, facilmente susceptíveis à degradação e disrupção. São ilhas dispersas e caracterizadas por um intertidal rochoso que suporta uma comunidade diversa de plantas e animais (Hawkins *et al.*, 2000) No entanto, ainda pouco se conhece sobre a dinâmica e forças estruturantes de sistemas tão dispersos.

Nos Açores, por tradição, as lapas têm sido exploradas e representam um importante recurso económico na região, tendo representado nos anos 80 do século XX a 6ª indústria pesqueira mais valiosa do arquipélago (Martins *et al.*, 1987). Apesar da sobre-exploração dos stocks, as lapas continuam a ser capturadas em grandes quantidades. Em 1988, a indústria extractiva de lapas na ilha de São Miguel colapsou. e com a proibição temporária da sua recolha, evitou-se o efeito destrutivo da sua sobre-exploração com os stocks a recuperar novamente (Hawkins *et al.*, 2000). Em 1993 é elaborada legislação com a finalidade de proteger este importante recurso. Foram criadas zonas de proibição à captura de lapas, épocas de defeso (entre Novembro e Maio) e tamanhos mínimos de captura, de 30 e 55mm para a *Patella candei* (d'Orbigny, 1840) e *Patella aspera* (Röding, 1798), respectivamente. No entanto, uma análise recente das populações de lapas, sugere que estas continuam a mostrar sinais de sobre-exploração e que algumas das populações estão virtualmente extintas da maioria das zonas exploráveis (Martins *et al.*, 2008). Sendo herbívoros, as lapas são reconhecidas como espécies-chave na estruturação das comunidades rochosas intertidais (Hawkins & Hartnoll, 1983), pelo que a sua sobre-exploração nos Açores implica alterações profundas no ecossistema. Martins *et al.* (2008) mostraram que a exploração de lapas provocou uma alteração na comunidade intertidal, marcada pela dominância dos musgos algais num espaço outrora ocupado pelas cracas, revelando uma alteração significativa na respectiva função e estrutura do ecossistema. Diversos estudos têm realçado o efeito da exploração de espécies marinhas ao nível da sua estrutura populacional (e.g. Branch, 1975; Castilla & Durán, 1985; Martins *et al.*, 2008), mas também ao nível dos ecossistemas (Siegfried, 1994; Castilla, 1999, Scheffer *et al.*, 2005), sendo a pressão mais evidente quando as espécies-

chave são o alvo predilecto da exploração humana e.g. lapas (Hawkins & Hartnoll, 1983). Por exemplo, nas Canárias, a apanha intensiva da lapa *P. candei candei* levou à sua extinção naquelas ilhas (Corte-Real *et al.*, 1996; Navarro *et al.*, 2005). Nos Açores, a exploração de lapa - dirigida às duas espécies existentes, a lapa mansa (*P. candei*) e lapa brava (*P. aspera*) - está regulamentada ao abrigo do Decreto Regulamentar Regional 14/93/A: *Regulamento da apanha de lapas nas ilhas dos Açores*. No entanto, esta legislação não evita que as populações de lapa comercial nos Açores continuem em declínio, pelo que se entende ser necessário uma reestruturação da presente regulamentação que entre em linha de conta com dados actuais da biologia, ecologia, conectividade e dinâmica populacional das lapas. Esta informação deve constituir um importante critério, a par de uma avaliação socio-económica, para a definição de Áreas Marinhas Protegidas (AMP), já que a manutenção da funcionalidade do ecossistema é fundamental para cumprir os objectivos inerentes às reservas marinhas (Roberts *et al.*, 2003). Estas AMPs integrais são cada vez mais uma ferramenta indispensável na conservação e gestão de ecossistemas marinhos. As suas vantagens na reestruturação de populações exploradas (embora não exclusivamente) têm sido amplamente documentadas (Halpern, 2003). Ao nível das populações, tais vantagens incluem o aumento na abundância, tamanho e capacidade reprodutora, bem como a reestruturação e equilíbrio populacional. No entanto, uma AMP não deve apenas proteger uma espécie na sua área limítrofe, mas garantir que esta contribua para a diversidade genética e manutenção das populações em áreas adjacentes, amplas e de carácter mais regional (Palumbi, 2003).

## Conectividade e capacidade de dispersão

A importância de compreender a conectividade entre populações marinhas, ou seja, perceber de que forma as populações trocam indivíduos e material genético entre si, é tão mais evidente quando se trata de espécies exploradas pelo Homem. Esta informação representa um auxílio na gestão de pescas e na criação de práticas e medidas eficazes por forma a garantir a sustentabilidade dos recursos explorados. A ideia clássica de que o Oceano representa um sistema totalmente aberto onde as espécies são capazes de circular livremente está cada vez mais colocada de lado. Hoje em dia sabe-se que as espécies marinhas estão sujeitas a condições ambientais/ecológicas que em muitos casos favorecem a diferenciação populacional. Por exemplo, factores oceanográficos, como sejam as correntes, giros, e *eddies* podem ter

um efeito determinante na conectividade entre populações de uma dada espécie marinha na sua área de distribuição (e.g. Grantham *et al.*, 2003). Para além disso, factores de natureza biológica, como a fecundidade, época de reprodução e comportamento do estado larvar pelágico, também determinam a forma como as populações interagem e estão conectadas (Palumbi, 1994). No entanto, os factores que determinam a dispersão larval num ambiente oceânico são ainda pouco conhecidos. As interacções entre a geomorfologia costeira, correntes oceânicas e os ciclos de vida particulares a cada espécie, são extremamente complexas, com padrões temporais e espaciais de dispersão larvar e recrutamento bastante variáveis e de difícil interpretação (e.g. Lagos *et al.*, 2008). Do ponto de vista da conservação (e.g. no desenho e planeamento espacial de AMPs), torna-se importante determinar de que forma podem estas interacções determinar e explicar a conectividade entre populações. É sabido que o fluxo genético entre ilhas oceânicas e as populações continentais pode ser extremamente reduzido. Por exemplo, Bell (2008) verificou a existência de restrições a este fluxo entre populações insulares e continentais para espécies com e sem estados larvares planctónicos (*Semibalanus balanoides* e *Nucella lapillus* respectivamente). Esta restrição genética e larvar pode limitar o sucesso de qualquer área protegida designada e impedir a concretização dos diversos objectivos de conservação. Em ilhas oceânicas isoladas e dispersas como os Açores, ainda não é claro se as populações de diferentes ilhas formam uma única meta-população (com um reservatório larvar comum), ou se, por outro lado, representam populações distintas e isoladas entre si. Esta informação é de extrema importância para a gestão e conservação dos stocks biológicos exploráveis, como seja o caso das lapas na região da Macaronésia.

## Genética, biologia/ecologia e oceanografia: uma abordagem multidisciplinar

Uma das áreas emergentes no plano da conservação é a respectiva inclusão de dados de genética populacional (DeSalle & Amato, 2004). O desenvolvimento das técnicas moleculares, mais rápidas e eficientes, na forma de sequenciar o DNA e analisar a variabilidade genética existente, permitiu aos investigadores a descrição de padrões e processos evolutivos, essenciais na implementação de medidas de conservação adequadas, e na identificação dos aspectos mais relevantes na protecção de espécies ameaçadas. Sem dúvida que, a diversidade genética, por desempenhar um papel preponderante nos vários processos ecológicos



(Hughes *et al.*, 2008), e permitir a caracterização de diversos padrões evolutivos (e.g. dispersão, deriva genética), deve ser encarada como uma prioridade na elaboração de medidas de conservação, sobretudo em espécies ameaçadas e sobre-exploradas (Roberts *et al.*, 2003).

Um dos principais problemas na sobre-exploração de um dado recurso biológico é a respectiva erosão genética a que este pode estar sujeito, não apenas pela remoção de indivíduos reprodutores, mas também pela incapacidade dos mesmos atingirem o estado de maturação sexual, e transmitirem os seus genes à descendência. Assim, na ausência de indivíduos reprodutores capazes de manter a população em equilíbrio, esta depende sobretudo do recrutamento externo, a partir de outras populações de áreas geográficas distintas (Cowen *et al.*, 2006). Nos organismos marinhos, a existência de fases larvares com capacidade de dispersão contribui para estabelecer este fluxo genético, sobretudo entre populações de ilhas próximas, como é o caso dos Açores. Esta particularidade pode ser avaliada através da caracterização genética das várias populações identificando padrões de diferenciação, estruturação, conectividade, e fluxo genético. Uma vez interpretados, estes dados possibilitam definir zonas potenciais para a origem da dispersão de genes. A par do conhecimento biológico e ecológico da espécie, este tipo de informação fornece ao legislador uma ferramenta essencial na definição de medidas importantes a programas de conservação.

Os estudos sobre diferenciação genética no género *Patella* têm sido sobretudo realizados com base na análise de loci proteicos (Weber & Hawkins, 2005; 2006) e DNA mitocondrial (Sá-Pinto *et al.*, 2005, 2008). Na sua maioria dedicam-se à inferência de filogenias, não apresentando regra geral, consensualidade nos resultados. A este propósito, Sá-Pinto *et al.* (2008) sugerem a utilização de marcadores moleculares com maior resolução, e.g. microsatélites, para caracterizar de forma eficaz a estrutura populacional das lapas nos Açores, e o respectivo fluxo genético entre as várias populações. Na última década, a utilização deste tipo de marcadores moleculares – microsatélites, permitiu aumentar o poder de resolução, e caracterizar com eficácia o grau de diferenciação populacional em várias espécies. Alguns estudos têm inclusivamente dedicado a sua atenção à genética de conservação com a utilização deste tipo de marcadores (Knutsen *et al.* 2003; Rossiter *et al.* 2007). Os microsatélites são descritos como loci polimórficos presentes no DNA nuclear, e consistem em unidades repetidas de 2-6 pares de bases. A caracterização, definição e utilidade dos microsatélites têm sido referidas em vários estudos (Jarne & Lagoda, 1996; Schlötterer, 2000; Ellegren, 2004; Selkoe & Toonen, 2006).

A par de dados genéticos, a conectividade entre populações de uma dada espécie requer informação de carácter biológico e ecológico (ver Cowen & Sponaugle, 2009). No caso de organismos marinhos, é importante ter um conhecimento detalhado sobre o ciclo de vida da espécie, nomeadamente sobre as diferentes fases de vida pelágicas. A duração do estado larvar, a fecundidade, taxa de reprodução, o comportamento das diferentes fases larvares na coluna de água, e as condições abióticas propícias ao desenvolvimento (e.g. temperatura, salinidade, etc.), são aspectos que condicionam a capacidade dispersiva de uma espécie. Em alguns crustáceos, por exemplo, sabe-se que as várias fases de crescimento larvar podem exibir um comportamento selectivo por determinadas características ambientais da coluna de água, ocupando estratos distintos na mesma (Butler IV *et al.*, 2011). Este comportamento larvar pode ser fundamental para tirar partido de padrões de circulação favoráveis, seja em profundidade, seja à superfície, e maximizar o potencial dispersivo da espécie. Para compreender os padrões de conectividade de espécies marinhas com fases pelágicas relativamente pequenas (e.g. espécies de lapas na Macaronésia) é essencial determinar a origem e trajectória das respectivas partículas dispersivas (e.g. larvas) entre sub-populações. Em estudos de conectividade o maior desafio será identificar as populações “exportadoras” de larvas, e apontar os locais preferenciais de fixação e recrutamento das mesmas. É, assim, importante caracterizar o ciclo de vida de ambas as espécies de lapa presentes nos Açores, não apenas para compreender a duração das várias fases larvares, mas também para identificar as condições óptimas para o respectivo desenvolvimento. Para a avaliação do potencial de conectividade, é igualmente importante proceder à quantificação dos níveis de recrutamento espacial e temporal destes organismos nos recifes rochosos no arquipélago dos Açores.

Os dados de carácter biológico ao serem integrados em modelos oceanográficos que incluam informação sobre correntes predominantes, padrões de circulação e características físicas das massas de água, fornecem previsões sobre a dispersão de partículas na área de distribuição das espécies (e.g. Paris *et al.*, 2007). Estes modelos biofísicos são capazes de gerar informação importante sobre a conectividade entre populações, enfatizando a frequência com que ocorrem trocas larvares entre locais e/ou regiões. As matrizes de conectividade descrevem a probabilidade de um indivíduo em se mover, desde a sua fase pelágica inicial (na população de origem), até ao local final de recrutamento (população reservatório). A aplicabilidade destes métodos de modelação na caracterização da conectividade marinha de uma dada espécie, é sobretudo fundamental em espécies exploradas antropicamente.

## CONCLUSÕES

Para fins de conservação é necessário compreender o grau de conectividade existente entre as populações de lapas na região da Macaronésia. Dados genéticos, biológicos, ecológicos e oceanográficos contribuem de forma decisiva para compreender a dinâmica populacional destes organismos, permitindo testar hipóteses relativas aos padrões de dispersão larvar, recrutamento, conectividade entre populações, diversidade genética, equilíbrio populacional e evolução. Esta abordagem multidisciplinar permite gerar informação teórico-prática relevante que se pretende possa ser utilizada para desenvolver estratégias de conservação capazes de promover a exploração sustentável de lapas na região da Macaronésia, particularmente nos Açores. Esta multidisciplinaridade deverá constituir o cerne da investigação em recursos marinhos no arquipélago dos Açores. Apenas através do conhecimento das espécies, e da forma como estas interagem com o meio que as rodeia, será possível assegurar populações saudáveis, maximizar os stocks existentes e disponíveis, e garantir a manutenção da biodiversidade para a região da Macaronésia, em particular no arquipélago dos Açores.

## REFERÊNCIAS

- Bell, JJ. 2008. Connectivity between island Marine Protected Areas and the mainland. *Biological Monographs* 141: 2807-2820.
- Branch, GM. 1975. Notes on the ecology of *Patella concolor* and *Cellana capensis*, and the effects of human consumption on limpet populations. *Zoologica Africana* 10: 75-85.
- Buttler IV, MJ, CB Paris, JS Goldstein, H Matsuda, RK Cowen. 2011. Behavior constrains the dispersal of long-lived spiny lobster larvae. *Marine Ecology Progress Series* 422: 223-237.
- Castilla, RC, Durán LR. 1985. Human exclusion from the rocky intertidal zone of central Chile: the effects on *Concholepas concholepas* (Gastropoda). *Oikos* 45: 391-399.
- Côrte-Real, HBSM, SJ Hawkins, JP Thorpe. 1996. Population differentiation and taxonomic status of the exploited limpet *Patella candei* in the Macaronesian islands (Azores, Madeira, Canaries). *Marine Biology* 125: 141-152.
- Cowen, RK, S Sponaugle. 2009. Larval dispersal and marine population connectivity. *Annual Review in Marine Science* 1: 443-466
- Cowen, RK, CB Paris, A Srinivasan. 2006. Scaling of connectivity in marine populations. *Science* 311: 522-527.
- Decreto Regulamentar Regional nº14/93/A. Regulamento da apanha de lapas. Governo Regional. Região Autónoma dos Açores.
- DeSalle, R & G Amato. 2004. The expansion of conservation genetics. *Nature Reviews Genetics* 5: 702-712.
- Ellegren, H. 2004. Microsatellites: simple sequences with complex evolution. *Nature Reviews Genetics* 5: 435-445.
- Grantham, BA, GL Eckert, AL Shanks. 2003. Dispersal potential of marine invertebrates in diverse habitats. *Ecological Applications* 13: 108-116.
- Halpern, BS. 2003. The impact of marine reserves: Do reserves work and does reserve size matter? *Ecological Applications* 13 (1): S117-137.
- Hawkins, SJ, RG Hartnoll. 1983. Grazing of intertidal algae by marine invertebrates. *Oceanography Marine Biology Annual Review* 21: 195-282.
- Hawkins, SJ, HBSM Corte-Real, FG Pannacciulli, LC Weber, JDD Bishop. 2000. Thoughts on the ecology and evolution of the intertidal biota of the Azores and other Atlantic islands. *Hydrobiologia* 440: 3-17.



- Hughes, AR, BD Inouye, MTJ Johnson, N Underwood, M Vellend. 2008. Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology Letters* 11: 609-623.
- Jackson, JBC, MX Kirby, WH Berger, KA Bjorndal, LW Botsford, BJ Bourque, RW Bradbury, R Cooke, J Erlandson, JA Estes, TP Hughes, S Kidwell, CB Lange, HS Lenihan, JM Pandolfi, CH Peterson, RS Steneck, MJ Tegner, RR Warner. 2001. Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems. *Science* 27: 629-637.
- Jarne, P, P.J.L. Lagoda. 1996. Microsatellites, from molecules to populations and back. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 424-429.
- Lagos, NA, JC Castilla, BR Broitman. 2008. Spatial environmental correlates of intertidal recruitment: a test using barnacles in northern Chile. *Ecological Monographs* 78: 245-261.
- Martins, GM, SR Jenkins, SJ Hawkins, AI Neto, RC Thompson. 2008. Exploitation of rocky intertidal grazers: population status and potential impacts on community structure and functioning. *Aquatic Biology* 3:1-10.
- Martins, HR, RS Santos, SJ Hawkins. 1987. Estudos sobre as lapas dos Açores: Exploração e avaliação. Relatório da XVII Semana das Pescas dos Açores. Universidade dos Açores.
- Navarro, PG, R Ramirez, F Tuya, C Fernandez-Gil, P Sanchez-Jerez, RJ Haroun. 2005. Hierarchical analysis of spatial distribution patterns of patellid limpets in the Canary Islands. *Journal of Molluscan Studies* 71: 67-73.
- Palumbi, SR. 1994. Genetic divergence, reproductive isolation and marine speciation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 25: 547-572.
- Palumbi, SR. 2003. Population genetics, demographic connectivity, and the design of marine reserves. *Ecological Applications* 13: S146-S158.
- Paris, CB, LM Chérubin, RK Cowen. 2007. Surfing, spinning, or diving from the reef to reef: effects on population connectivity. *Marine Ecology Progress Series* 347: 285-300.
- Roberts, CM, G Branch, RH Bustamante, JC Castilla, J Dugan, BS Halpern, KD Lafferty, H Leslie, J Lubchenco, D McArdle, M Ruckelshaus, RR Warner. 2003. Application of ecological criteria in selecting marine reserves and developing reserve networks. *Ecological Applications* 13(1): S215- S228.
- Sá-Pinto, A, M Branco, D Sayanda, P Alexandrino. 2008. Patterns of colonization, evolution and gene flow in species of the genus *Patella* in the Macaronesian Islands. *Molecular Ecology* 17: 519- 532.
- Sá-Pinto, A, M Branco, DJ Harris, P Alexandrino. 2005. Phylogeny and phylogeography of the genus *Patella* based on mitochondrial DNA sequence data. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 325: 95-110.
- Scheffer, M, Carpenter S, Young B. 2005. Cascading effects of overfishing marine systems. *Trends Ecology and Evolution* 20: 579-581.
- Schlötterer, C. 2000. Evolutionary dynamics of microsatellite DNA. *Chromosoma* 109: 365-371.
- Selkoe, KA, RJ Toonen. 2006. Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers. *Ecology Letters* 9: 615-629.
- Siegfried, WR. 1994. Rocky shores: exploitation in Chile and South Africa. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Weber, LI, SJ Hawkins. 2005. *Patella aspera* and *P. ulyssiponensis*: genetic evidence of speciation in the North-east Atlantic. *Marine Biology* 147: 153-162.
- Weber, LI, SJ Hawkins. 2006. Allozymic differentiation among geographically distant populations of *Patella vulgata* (Mollusca, Patellogastropoda). *Hydrobiologia* 553: 267-275.