



Universidade Eduardo Mondlane
Faculdade de Ciências
Departamento de Ciências Biológicas
Mestrado em Biologia Aquática e Ecossistemas Costeiros

Tese de Mestrado

A exploração, crescimento e ciclo reprodutivo da ostra
perlífera Akoya (Bivalvia: Pteriidae) num banco de ervas
marinhas, Ilha do Bazaruto, Moçambique



Estudante: Eduardo J. S. Videira
Supervisor: Dr. Henrique M. R. N. Cabral
Co-supervisor: Dr. Adriano Macia Jr.

12 de Setembro de 2011

À minha pérola (Giovanni Videira) e às nossas madre-
pérolas (Samira Freitas e Virgínia Videira).

Declaração de honra:

Declaro por minha honra que o presente trabalho foi fruto do meu trabalho individual, que os dados colhidos reflectem a mais perfeita realidade e que onde foi feito uso de trabalho de outros, este foi devidamente referenciado no texto.

Agradecimentos

Agradeço, de um modo geral, a todos que de alguma forma tornaram possível a elaboração desta tese. No entanto, dedico um agradecimento especial aos seguintes:

À Associação para Investigação Costeira e Marinha (AICM) por toda colaboração, apoio e tempo disponibilizado, sem os quais não teria sido possível frequentar o curso e elaborar esta tese.

Ao Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) pelo apoio financeiro que foi crucial para a elaboração desta tese.

Ao Dr. Henrique Cabral, pelos comentários, paciência e excelente supervisão.

Ao Marcos Pereira, pelos valiosos comentários, todo apoio, compreensão e amizade.

À Dalila Narane, por todo o apoio ao longo do curso, em especial durante o trabalho de campo referente a esta tese.

Ao Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Eduardo Mondlane, por todo apoio e paciência, e em especial pela disponibilização do laboratório de ecologia.

À Teresa Fernando por ter garantido a continuidade da experiência, colheita de amostras e apoio durante o trabalho de campo.

Às colectoras do banco Motundwine pela colaboração e disponibilidade, cruciais para o sucesso deste trabalho.

Ao Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto, seus trabalhadores e comunidades da Ilha do Bazaruto, pela disponibilidade e pelo apoio durante o trabalho de campo.

À Sheila Rafi, por todo o apoio, em especial pela companhia durante as longas noites necessárias para a elaboração desta tese.

Ao Dr. Adriano Macia Jr. pela paciência, compreensão e comentários.

Ao Dr. Rui Paula e Silva pelos valiosos comentários e enorme contributo.

À Tania Pereira pela disponibilidade e pelos valiosos comentários.

Ao Maurício Lipassula e a Sra. Sabina, pelo apoio durante as análises laboratoriais.

A todos os colegas do curso, pelos bons momentos que passamos.

Aos meus grandes amigos, pelo incentivo e compreensão (pelas ausências).

Aos meus pais por, sempre, me incentivarem e apoiarem incondicionalmente.

À minha mulher e ao meu filho, pelo incentivo, carinho e companheirismo.

À todos o meu eterno MUITO OBRIGADO.....

Sumário geral

O Arquipélago do Bazaruto suporta uma actividade extremamente importante de exploração da ostra localmente conhecida por mapalo ou ostra de areia. Esta ostra pertence ao grupo das ostras perlíferas *Akoya* que devido à grande confusão na taxonomia das espécies que compõem o grupo, é designada por complexo *fucata/martensii/radiata/imbricata*. O elevado nível de exploração desta ostra vem já sendo mencionado ao longo dos últimos 20 anos, como estando a conduzir à diminuição do manancial (*stock*) de mapalo no Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto (PNAB). No entanto, não foi efectuado nenhum estudo aprofundado sobre esta actividade no PNAB.

Decidiu-se, portanto, efectuar o presente trabalho com o objectivo de se conhecerem as actuais técnicas de colecta e níveis de exploração desta ostra e avaliar o efeito destas no *stock*, nomeadamente na abundância e tamanho das ostras. Adicionalmente, pretendia-se conhecer aspectos importantes que poderiam suportar as medidas de gestão, entre os quais aspectos biológicos, como o crescimento e o ciclo reprodutivo, e sociais, como a receptividade das colectoras às diversas medidas de gestão. Para tal, escolheu-se como local de estudo um banco de ervas marinhas (*Motundwine*; com cerca de 0.15 km²) da Ilha do Bazaruto, onde se pratica a actividade de colecta da ostra e realizaram-se amostragens durante um ano, de Agosto de 2009 a Julho de 2010.

Para se conhecerem os actuais níveis de exploração determinou-se o esforço de colecta (número de colectoras e dias de colecta) e a dimensão das capturas (tamanho das ostras, CPUE e capturas totais). Estes dados foram complementados com um inquérito efectuado às colectoras para se obter a informação relativa à actividade e às técnicas de colecta usadas actualmente. Este inquérito abordou também questões relativas à receptividade das colectoras às diferentes medidas de gestão. Em simultâneo, efectuou-se uma experiência *in situ* para se observar o efeito deste nível de exploração nos padrões de abundância (densidade e número total) e tamanho (tamanho médio e estrutura populacional) das ostras. Para tal sujeitaram-se algumas áreas do banco a intensidades diferentes de colecta (normal, reduzida e sem colecta). Quanto ao crescimento, foi utilizada a função de crescimento de von Bertalanffy, calculando-se os parâmetros de crescimento (L_{∞} e K) de duas maneiras, a partir do método de ELEFAN I e a partir da determinação das coortes usando-se uma análise de progressão modal e o método de Bhattacharya, em quatro períodos ao longo do estudo. Por fim, o ciclo reprodutivo foi determinado através da variação mensal da relação entre o comprimento e o peso seco das ostras, conhecido por ciclo de peso do corpo.

No banco estudado a colecta é efectuada durante cerca de 2 a 2,5h por dia de maré viva. No entanto, observou-se o uso de novas técnicas que permitem a colecta e armazenamento (mantendo vivas) de grandes quantidades de ostras, permitindo que o seu processamento possa ser efectuado mesmo durante o período de maré morta. Nos meses em que houve colecta (Agosto - Abril), estimou-se que um total de 508

colectoras.dia efectuaram a colecta de 32.68 toneladas (peso fresco) de ostras neste banco. Os maiores níveis de colecta foram registados nos meses de Agosto e Dezembro (8.84 e 13.89 toneladas, respectivamente) sendo também os meses em que se registaram os maiores valores de CPUE, 77.73 kg colectora⁻¹ dia⁻¹ (desvio-padrão = 31.21 kg colectora⁻¹ dia⁻¹) e 69.60 kg colectora⁻¹ dia⁻¹ (desvio-padrão = 18.41 kg colectora⁻¹ dia⁻¹), respectivamente. A média de colectoras por dia de colecta foi também mais elevada nestes meses, 9 colectoras (desvio-padrão = 3 colectoras) em Agosto e 14 colectoras (desvio-padrão = 4 colectoras) em Dezembro.

A abundância de ostras foi crescendo ao longo do estudo (densidade média de 71 a 525 ostras m⁻²; número total de 10.7 a 78.8 milhões de ostras), mesmo nas áreas sem colecta. Adicionalmente, a interacção entre os períodos e intensidade de colecta e a densidade não foi estatisticamente significativa. O tamanho médio, por outro lado, para além dos valores baixos registados, também observou uma diminuição entre Agosto de 2009 e Março 2010 (33.81 a 16.81 mm). Apenas nas áreas sem colecta não se registou esta diminuição. A interacção entre os períodos e intensidade de colecta e os tamanhos médios foi estatisticamente significativa.

Foram identificadas três coortes, que em Agosto possuíam o comprimento médio de apenas 10.26, 31.15 e 48.31 mm. Os parâmetros de crescimento estimados foram em L_{∞} =68.25 e 72.93 mm; K =0.690 e 1.186 ano⁻¹; e o ϕ' =3.507 e 3.800; obtidos respectivamente a partir do método de ELEFAN I e o método de progressão modal. As ostras atingiram cerca de 45-50 mm após o primeiro ano de vida. A variação mensal do ciclo de peso do corpo, sugere a ocorrência de dois picos de desova no Arquipélago do Bazaruto, no Inverno (Junho - Agosto) e no Verão (Novembro - Fevereiro), sendo o último provavelmente o mais importante.

O mapalo está a ser intensamente explorado no banco estudado e os seguintes factos, sugerem que este possa estar até a ser sobre-explorado: i) elevado número de colectoras; ii) enormes capturas totais; iii) baixo CPUE; iv) reduzido tamanho médio das ostras colectadas; e v) o facto de após meses de intensa colecta registar-se a redução significativa do CPUE e do tamanho das ostras colectadas, obrigando as colectoras a terem que colectar noutros bancos vizinhos. Esta exploração excessiva deriva da procura de maiores rendimentos familiares. No entanto, o aumento da abundância de ostras, mesmo nas áreas com colecta normal, aliado ao facto de a interacção entre as densidades dos dois factores estudados não ter sido significativa, sugere que o nível de colecta não teve implicações negativas para a abundância de ostras. Sugerindo que este banco ainda possui uma capacidade de recuperação rápida do *stock*, o que poderá também ter sido reforçada pelo estabelecimento de áreas fechadas no banco durante o estudo ou por este ter sido um ano de boa produção de larvas e/ou de bom recrutamento. No entanto, mesmo com esta elevada produção, sabe-se que os níveis de captura registados actualmente neste banco aparentam ser superiores a esta, portanto é necessária cautela para que não se atinjam níveis irreversíveis. A redução no tamanho médio das ostras não foi tão acentuada nas áreas sem colecta e a interacção entre os tamanhos com os dois factores estudados (período de amostragem e intensidade de colecta) foi estatisticamente significativa. Assim,

acredita-se que é mais notável o impacto negativo das capturas no tamanho das ostras neste banco. Os valores baixos das coortes e do L_{∞} , devem-se possivelmente à pressão exercida pela actividade de colecta, sendo que as ostras raramente atingem tamanhos elevados (e mais anos de vida) no banco em estudo. No entanto, o valor do K obtido a partir da Análise de Progressão Modal, é relativamente elevado em relação ao obtido em outros estudos, podendo significar que o Bazaruto possui excelentes condições para o desenvolvimento das ostras estudadas. Os tamanhos atingidos após um ano de vida são já procurados pelas colectoras, mesmo não sendo o momento ideal, em termos de peso do corpo.

Durante o estudo, notou-se que as colectoras já implementam algumas medidas tradicionais de gestão (podendo haver alguma influência do trabalho do PNAB), como a rotatividade entre bancos e o período de defeso. No entanto, como se viu anteriormente, estas medidas não parecem estar a ser suficientemente eficazes uma vez que se obtiveram indícios de que o banco continua a ser excessivamente explorado. Isto pode resultar do facto de as medidas não estarem a ser devidamente implementadas ou que medidas adicionais sejam necessárias. Tendo em conta que para as colectoras, as medidas mais aceitáveis são o fecho de partes do banco por alguns meses, o defeso total e o limite de tamanhos colectáveis, recomenda-se que as seguintes medidas de gestão sejam aplicadas: a criação de reservas (zonas fechadas à colecta), a rotatividade entre áreas de colecta e o período de defeso durante dois meses no inverno.

Para a sustentabilidade da actividade de colecta de ostras no banco estudado é necessário que se garanta a recuperação dos *stocks*, boas capturas e melhores rendimentos para as colectoras. Portanto, a solução passa por um conjunto de medidas que terão que ser aplicadas em simultâneo, de modo a garantir o aumento das capturas e redução da pressão sobre o banco (usando técnicas de cultivo simples) e aumento do rendimento (através da valorização da ostra e novas técnicas de processamento e uso da ostra). É igualmente importante que o processo de decisão seja participativo e que acomode as posições de todos os intervenientes.

General summary

The Bazaruto Archipelago supports an extremely important activity of oyster exploitation. This oyster, locally known as mapalo or sand oyster, is an Akoya pearl oyster, which due to a taxonomic confusion is referred to as the *fucata/martensii/radiata/imbricata* complex. The high exploitation level has been mentioned in the last 20 years as causing the reduction of the mapalo stock in the Bazaruto Archipelago National Park (BANP). However, this activity was never studied in detail.

This study was thus initiated with the objectives of assessing the current exploitation level and techniques used and to study the effect of this exploitation on the mapalo stock, namely in the oyster's abundance and size. Additionally, the study aimed at collecting relevant information on biological (growth and reproductive cycle) and socio-cultural (receptivity to management measures) aspects, which could support management decisions. The study was conducted for a year (August 2009 – July 2010) in a seagrass bank (Motundwine) at Bazaruto Island.

To study the current exploitation level, the effort (number of collectors and collection days) and harvest amount (sizes, CPUE and total catch) was determined. These were complemented with a questionnaire, which gathered information about the activity and the techniques used by the collectors. The questionnaire also included a component about the collectors' opinion on different management measures. Simultaneously, an *in situ* experiment was conducted to observe the effect of the exploitation on the oyster abundance patterns (density and total number) and size structure (mean size and population structure). This experiment consisted on submitting different patches of the bank to different exploitation levels (normal, reduced and with no collection). In terms of growth, it was used the von Bertalanffy growth function, and the growth parameters (L_{∞} and K) were calculated using two methods the ELEFAN I and determining cohorts from four periods using a modal progression analysis and the Bhattacharya method. The reproductive cycle was then determined using the monthly variation between the oysters length and dry weight, known as the body weight cycle.

Harvesting in the studied bank happens during 2 to 2,5h a day, during spring tides. However, with the introduction of new techniques that allow more quantities to be collected and stored (live) the mapalo collectors are now able to process the oysters during neap tides. In the months where collection took place (August – April), a total of 508 collectors.day collected a total of 32.68 tonnes (fresh weight) in the Motundwine bank. The highest exploitation levels were found in August and December (8.84 and 13.89 tonnes, respectively), these also being the months with the highest CPUE found, 77.73 kg collector⁻¹ day⁻¹ (standard deviation = 31.21 kg collector⁻¹ day⁻¹) and 69.60 kg collector⁻¹ day⁻¹ (standard deviation = 18.41 kg collector⁻¹ day⁻¹), respectively. The average collectors found daily in the bank was also higher during these months, 9 collectors (standard deviation = 3 collectors) in August and 14 collectors (standard deviation = 4 collectors) in December.

The mapalo abundance increased along the study (average density from 71 to 525 oysters m⁻²; total number from 10.7 to 78.8 million oysters), even on areas with normal collection intensity. The interaction between this factor and the sampling periods and collection intensity was not statistically significant. On the other hand, the average size, in addition to the low values observed, decreased from August 2009 to March 2010 (33.81 to 16.81 mm). Only on the areas without collection this decrease was not observed. The interaction between this factor and the sampling periods and collection intensity was then statistically significant.

Three cohorts were identified, which in August had an average size of 10.26, 31.15 and 48.31 mm. The estimated growth parameters were L_{∞} =68.25 and 72.93 mm; K =0.690 and 1.186 year⁻¹; and ϕ' =3.570 and 3.800; obtained respectively using ELEFAN I and Modal Progression methods. After one year, the oysters attain a size of about 45-50 mm. The monthly variation of the body cycle, suggests that there are two spawning peaks in the Bazaruto Archipelago, one during Winter (June - August) and other during Summer (November - February), with the later being probably the most important.

The mapalo exploitation in the BANP is intense and the following facts suggest that the bank could be over-exploited: i) high number of collectors; ii) enormous total catches; iii) low CPUE; iv) reduced average size of collected oysters; and v) the significant reduction on CPUE and oysters size registered after months of intense exploration, forcing collectors to move to other banks in the area. This intense exploitation is originated by the desperate need for larger domestic income. However, the increase in oyster's abundance, even in areas with normal collection levels, together with the fact that the interaction of densities and the two studied factors was not significant, suggests that the exploitation level did not affect negatively the abundance. Thus, the bank stock still has a quick recovery capacity, which could have been reinforced by the closed areas established during the study or even by this being a good year in terms of larvae production and/or recruitment. However, the exploitation level in the bank is higher than its production capacity therefore precautionary measures are deemed necessary to, before it reaches irreversible stages. The areas without collection showed smaller reduction on the oysters average size and the interaction of sizes and the studied factors (period and intensity) was statistically significant. So, the negative impact of the exploitation is already noticeable in the size structure of the oysters. The smaller sizes of cohorts and L_{∞} are caused by the high exploitation pressure, as these oysters rarely attain bigger sizes (and ages) in the studied bank. On the other hand, the value of K obtained from the Modal Progression Analysis, its relatively high and suggests that the Bazaruto has excellent conditions for the oysters' development. Oysters are collected after one year, even though it is not the ideal time to do so in terms of body weight.

During this study, it was noted that the collectors are already implementing traditional (probably influenced by the BANP) management measures such as rotation schemes between banks and the closed periods. However, these are not being sufficiently efficient as the bank is still being over exploited. This may result

from the fact that the measures are not being correctly implemented or additional measures are needed. Considering that the more acceptable measures for the collectors are temporary closures of parts of the bank, total closure and size limits, it is recommended that the following management measures should be implemented: establishment of reserves (no-take zones), rotation between collecting areas and the total closure period during two months in winter.

In order to achieve the sustainability of this activity in the studied bank, it is necessary to ensure the stock recovery, good catches and better income for the collectors. Hence, the solution is a group of measures that should be implemented simultaneously, to increase captures and reduce the pressure on the bank (simple cultivation techniques) and increase the income (new oyster uses and processing techniques as well as monetary valorisation). It is equally important to have a participative process accommodating the positions of all stakeholders.

Tabela de conteúdos

Dedicatória	i
Declaração de honra	ii
Agradecimentos	iii
Sumário geral	v
<i>General summary</i>	viii
Tabela de conteúdos	xi

Capítulo 1. Introdução geral e área de estudo

Introdução	1
Área de estudo	3
Referências bibliográficas	5

Capítulo 2. A exploração e a receptividade à medidas de gestão da ostra perlífera Akoya (*Bivalvia: Pteriidae*) num banco de ervas marinhas da Ilha do Bazaruto, Moçambique.

Resumo	10
Introdução	11
Material e métodos	12
Resultados	14
Discussão	19
Referências bibliográficas	22

Capítulo 3. O efeito da colecta nos padrões de abundância e no tamanho da ostra perlífera Akoya (*Bivalvia: Pteriidae*), num banco de ervas marinhas da Ilha do Bazaruto, Moçambique.

Resumo	26
Introdução	26
Material e métodos	27
Resultados	29
Discussão	31
Referências bibliográficas	35

Capítulo 4. Crescimento e ciclo reprodutivo da ostra perlífera Akoya (*Bivalvia: Pteriidae*) num banco de ervas marinhas da Ilha do Bazaruto, Moçambique.

Resumo	39
Introdução	39
Material e métodos	41
Resultados	42
Discussão	44
Referências bibliográficas	46

Capítulo 5. Considerações finais

Conclusão e recomendações	50
Referências bibliográficas	53

Anexos

Anexo 1. 55

Capítulo 1. Introdução geral e área de estudo

Introdução

O termo “ostra perlífera” é tradicionalmente utilizado para descrever as ostras dos géneros *Pinctada* Röding, 1798 e *Pteria* Scopoli, 1777, pertencentes à família Pteriidae Gray, 1847 (Wada & Tëmkin, 2008). Existe uma enorme confusão na taxonomia das espécies *Pinctada fucata*, *P. martensii*, *P. radiata* e *P. imbricata*, havendo inclusive a possibilidade de serem algumas (ou até todas) conspecíficas (Yu & Chu, 2006; Cunha *et al.*, 2011). A confusão deve-se à grande variabilidade morfológica existente entre populações e mesmo no seio da mesma população, ao isolamento geográfico de algumas populações, ao transporte por humanos, à hibridação e a práticas taxonómicas erradas (Wada & Tëmkin, 2008). Este grupo de ostras é comumente conhecido por ostras perlíferas Akoya que, devido a esta confusão, é também designado por complexo *fucata/martensii/radiata/imbricata* (Wada & Tëmkin, 2008; Wada & Jerry, 2008).

As ostras perlíferas Akoya encontram-se distribuídas ao longo da zona equatorial entre o Trópico de Capricórnio e o Trópico de Câncer, na região Indo-Pacífica e na região oriental do Atlântico. Estas habitam áreas pouco profundas da zona litoral, ocorrendo frequentemente em pequenas enseadas fechadas ou baías, enriquecidas com água doce ou água enriquecida com nutrientes terrestres. As ostras fixam-se a diversos substratos em fundos rochosos, cascalho e, mais raramente, fundos arenosos (Wada & Tëmkin, 2008).

A exploração das ostras perlíferas Akoya tem uma longa história, onde o registo mais antigo data de 400 A.C. (Southgate *et al.*, 2008). Desde então, estas são exploradas, especialmente para obtenção das pérolas (e madre-pérola) que produzem. A cultura destas ostras iniciou em 1916 no Japão e desde então noutros países (Southgate *et al.*, 2008). As pérolas encontradas nas ostras perlíferas Akoya são as mais pequenas, com cerca de 5-9 mm (Kripa *et al.*, 2007; Taylor & Strack, 2008), ainda assim são de longe as mais usadas em moda (de jóias) e podem atingir valores elevados (Kripa *et al.*, 2007; Torrey & Sheung, 2008).

As ostras perlíferas foram a razão da ocupação das ilhas do Arquipélago do Bazaruto pelo Homem, durante os tempos de colonização Árabe. Estes, exploraram intensivamente as ostras perlíferas (usando o mergulho em apneia como método de colecta), durante séculos, levando á quase extinção dos seus famosos bancos perlíferos (Dias *et al.*, 1971). Estas ilhas foram, no passado (desde cerca de 1600), um centro famoso de colecta de pérolas. Depois, por volta de 1900, uma companhia Americana e a *East African Pearl Society* chegaram inclusive a estabelecer-se no Arquipélago. Pensa-se que, com intenções de construir estações de criação para explorar novas fontes de fornecimento para a indústria Americana de madre-pérola (Strack, 2008).

Actualmente, a ostra perlífera colectada nos distritos de Inhassoro e Vilankulos, incluindo-se o Arquipélago de Bazaruto é conhecida como mapalo ou ostra de areia. Esta foi já contraditoriamente referida como pertencendo às espécies *Pinctada imbricata* (Dutton & Zolho, 1990; Afonso, 1995; Filipe, 2006; Bandeira *et al.*, 2008; van der Elst & Afonso, 2008; Afonso, 2009; Nrepo, 2011); *P. capensis* (Bandeira *et al.*, 2008) e *P. radiata* (Kilburn, 2008). No presente estudo, optou-se então pela designação de ostras perlíferas Akoya, assumindo-se que pertença ao complexo *fucata/martensii/radiata/imbricata*.

Este bivalve é extremamente importante para as comunidades do Arquipélago do Bazaruto. Para além da colecta destes bivalves ser a segunda maior actividade que estas comunidades exercem, estes são usados para diversos fins, como a alimentação (fresco ou seco), comercialização para Vilankulos e Inhassoro (pontos de partida para várias zonas do país) e a concha é utilizada como matéria-prima para cobrir as estradas de areia e para a construção civil (Dutton & Zolho, 1990; van der Elst & Afonso, 2008).

No Arquipélago do Bazaruto, o mapalo ocorre em bancos de areia cobertos parcialmente por ervas marinhas, às quais estes se agarram usando o bisso. Os bancos ficam expostos durante a baixa-mar das marés vivas, período em que essencialmente mulheres e crianças (por vezes com auxílio de homens) aproveitam para efectuar a colecta, manualmente (Bandeira *et al.*, 2008; Afonso, 2009).

O mapalo é de grande importância para os tapetes de ervas marinhas pois, filtra a maior parte da matéria orgânica particulada existente no interior destes tapetes, proveniente dos produtos da degradação de folhas caídas que ficam presas na vegetação. De seguida, os nutrientes são reciclados de volta para as ervas marinhas a partir dos produtos de excreção da ostra. Cada tapete parece assim formar um oásis no interior dos, pouco produtivos, bancos de areia (Bandeira *et al.*, 2008).

O elevado nível de exploração da ostra nos últimos anos, exacerbado pelo aumento do número de apanhadoras, abandono de práticas tradicionais de apanha e pelo incremento das quantidades apanhadas, vem já sendo mencionado ao longo dos últimos 20 anos como estando a conduzir à diminuição do manancial (*stock*) de mapalo no Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto (PNAB; Dutton & Zolho, 1990; Afonso, 1995; Bandeira *et al.*, 2008; van der Elst & Afonso, 2008; Afonso, 2009).

Algumas das medidas de gestão que foram aplicadas no PNAB incluíram o limite da quantidade de mapalo colectada (2 cestos tradicionais por dia por pessoa), a selecção de tamanhos a colectar e a proibição de certas técnicas de colecta (uso de ancinhos e sacos de ráfia). Apesar destas medidas, acredita-se que ainda se mantém a diminuição do *stock* assim como mudanças na dinâmica populacional, especialmente em termos de tamanho dos indivíduos colectados (Dutton & Zolho, 1990; Afonso, 1995; van der Elst & Afonso, 2008; Afonso, 2009).

Apesar da importância sócio-económica e ecológica do mapalo, as características biológicas e dinâmicas do *stock* de mapalo no Arquipélago do Bazaruto foram até ao momento insuficientemente estudadas. Os estudos existentes abordaram, de forma pontual, aspectos ecológicos como abundância, densidade e estrutura populacional (Dutton & Zolho, 1990; Afonso, 1995; Filipe, 2006; van der Elst & Afonso, 2008) e descrição das capturas (Dutton & Zolho, 1990; Filipe, 2006; van der Elst & Afonso, 2008; Afonso, 2009).

O presente estudo foi efectuado com o objectivo de se aprofundar, em simultâneo, o conhecimento sobre alguns aspectos importantes como o crescimento, o ciclo reprodutivo, a actividade de colecta e o seu efeito sobre a abundância e o tamanho da ostra perlífera *Akoya* num banco de ervas marinhas do Arquipélago do Bazaruto e com os resultados proporem-se medidas adequadas para um maneio efectivo deste recurso no PNAB.

A actividade de colecta da ostra perlífera *Akoya* foi estudada, com o objectivo de se obter uma perspectiva actual das técnicas usadas e do nível de exploração no banco estudado (Capítulo 2). Adicionalmente, efectuou-se uma experiência *in situ* para se avaliar o efeito desta actividade sobre a abundância (densidades e número total) e o tamanho (tamanho médio e estrutura populacional) destas ostras (Capítulo 3) de modo a determinar-se o estado de exploração deste recurso.

O crescimento nas ostras perlíferas *Akoya* pode variar consoante as áreas onde se encontram e a idade que possuem (Velayudhan, 1996; Mohamed *et al.*, 2006; Saucedo & Southgate, 2008), podendo atingir tamanhos entre os 41 e 61 mm um ano após a sua fixação (*cf.* Chellam, 1988; Marcano *et al.*, 2005; Mohamed *et al.*, 2006). Portanto, efectuou-se um estudo do crescimento (tamanho após um ano de fixação, parâmetros de crescimento e estimativa do tamanho máximo) destas ostras no Arquipélago do Bazaruto (Capítulo 4), com o objectivo de se determinar o tempo necessário para que atinjam os tamanhos actualmente colectados. No mesmo, foi também estudado o ciclo de peso do corpo como sugerido por Urban (2000), de modo a identificar as principais épocas de desova, uma vez que estas ostras podem ter vários períodos de desova ao longo do ano, com extensão também variável (Gervis & Sims, 1992).

Por fim, com os resultados do presente estudo foram sugeridas algumas medidas que visam a sustentabilidade deste recurso no banco estudado e no PNAB (Capítulo 5).

Área de estudo

O Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto, o primeiro Parque Nacional marinho no país, foi criado em 1971 e estendido para a sua actual área (1430 km²) em 2001 (Correia *et al.*, 2002). Recentemente, aquando da elaboração do plano de maneio do PNAB para o período 2009-2013, foi também adicionada uma zona tampão que se estende 10km para Este e Norte dos limites actuais (Vaz *et al.*, 2009). O PNAB abrange todas as ilhas do arquipélago, i.e. Bazaruto, Benguérrua, Magaruque, Santa Carolina e Bangué, e a área marítima ao seu redor.

O Arquipélago do Bazaruto localiza-se a norte do Trópico de Capricórnio (entre as latitudes 21° 30' S - 22° 10' S; Figura 1.1) possuindo assim um clima tropical sub-húmido a moderadamente húmido, com temperaturas médias no Verão de 30° C e no Inverno de 18° C, sendo a temperatura média anual de 24° C (Everett *et al.*, 2008).

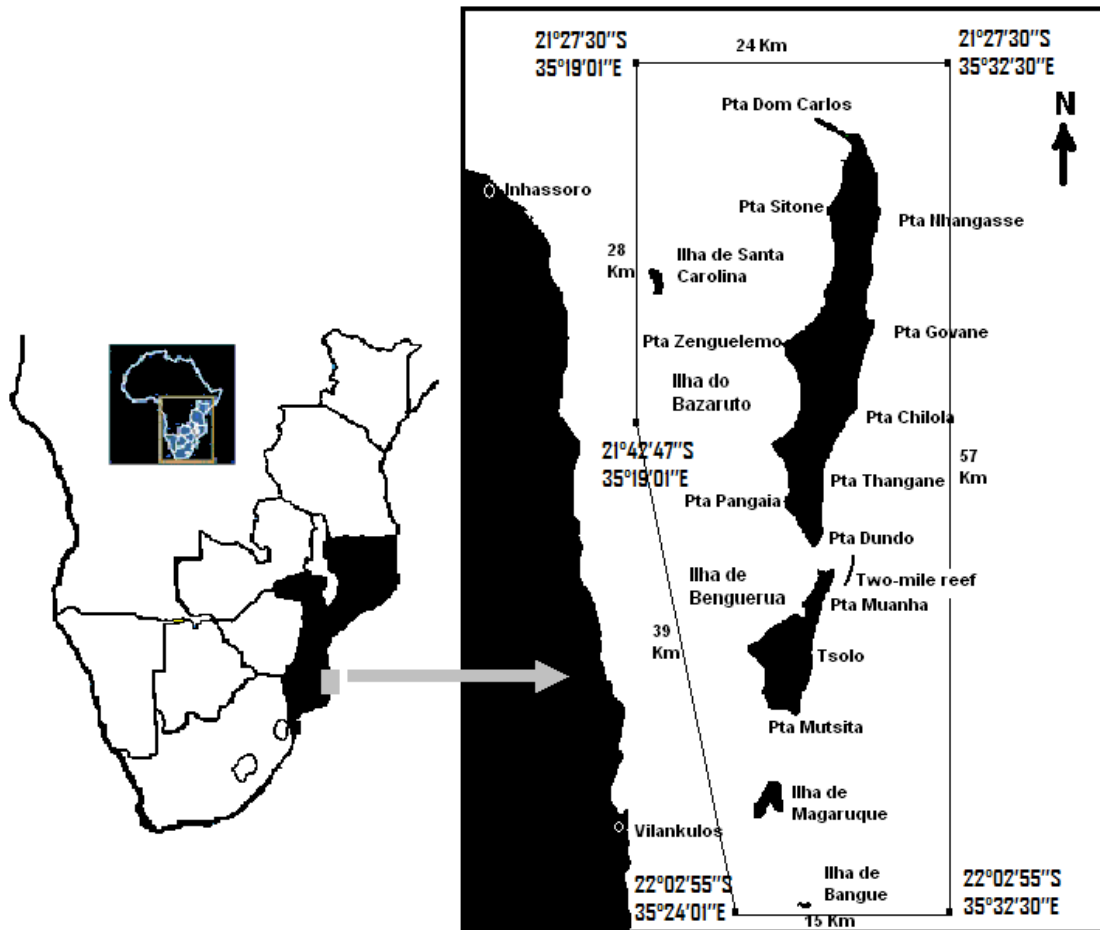


Figura 1.1. Mapa da área do arquipélago do Bazaruto, incluindo os limites do PNAB (excluindo a zona tampão).

No PNAB encontram-se paisagens espectaculares e pitorescas desde imensas dunas costeiras, florestas, pradarias, lagoas e praias de areia branca, sendo considerado um destino turístico a nível mundial. A fauna é igualmente impressionante, especialmente no que diz respeito aos mamíferos marinhos que, para além de várias espécies de baleias e golfinhos, possui também a maior população de dugongos da zona ocidental do Oceano Índico (Guissamulo, 2004; Pereira & Videira, 2009). Cinco espécies de tartarugas marinhas ocorrem também no arquipélago, das quais quatro estão confirmadas que nidificam nas suas praias (Pereira & Videira, 2009). A avi- e ictiofaunas são extremamente diversas (van der Elst, 2008; van der Elst & Afonso, 2008; Maggs *et al.*, 2010). Ecossistemas altamente produtivos como recifes de coral e pradarias de ervas marinhas ocorrem no arquipélago, proporcionando uma elevada biodiversidade e grande abundância de recursos pesqueiros, que são extremamente

importantes para as comunidades locais e para o desenvolvimento do turismo na região (Vaz *et al.*, 2009).

Aproximadamente 3,500 pessoas vivem no PNAB, uma grande parte destas depende, quase exclusivamente dos produtos vindos do mar, sendo muito pobres e vivendo em condições difíceis no que diz respeito ao acesso à saúde, educação, água, entre outros bens e serviços essenciais. Administrativamente, o arquipélago localiza-se nos distritos de Inhassoro e Vilankulos e está sob dupla subordinação às entidades distritais e a Direcção Nacional para Áreas de Conservação (DNAC) do Ministério do Turismo (MITUR).

No Arquipélago do Bazaruto o mapalo é encontrado ao longo da extensa área coberta por tapetes de ervas marinhas no interior da “Baía do Bazaruto”, no lado oeste das ilhas. Ao longo de toda a extensão destas ilhas ocorre a colecta, especialmente nas áreas entre-marés. Não se sabe ao certo o número de bancos onde decorre a colecta desta ostra ou o número total de colectores que exercem esta actividade. A área de ocorrência do mapalo, também não se encontra mapeada, no entanto Dutton & Zolho (1990) estimaram que estes estão distribuídos ao longo de 494ha.

O presente estudo foi realizado na Ilha do Bazaruto, num banco de ervas marinhas com cerca de 0.15 km² (600 m x 250 m), conhecido por Motundwine (21° 33' S - 035° 27' E). Motundwine situa-se a cerca de 1 km da costa, próximo da sede do PNAB, na Ponta Sitone (Figura 1.2). Ocorrem quatro espécies de ervas marinhas no banco, *Cymodocea serrulata* (46.5%), *Thalassodendron ciliatum*, *Halodule uninervis* e *Thalassia hemprichii* (Narane, in prep.). O banco encontra-se na área defenida como Zona de Uso Limitado às Comunidades Locais (ZUL) no zoneamento do parque (Vaz *et al.*, 2009), sendo que apenas os habitantes do parque podem praticar a actividade extractiva nesta área. Para a escolha do banco, teve-se em consideração a logística e o grau de aceitação e colaboração, relativamente ao estudo, pelas comunidades que nele colectam.

Referências bibliográficas

Afonso, P.S. (1995). Estudo preliminar de alguns aspectos da biologia da ostra de areia *Pinctada imbricata* em Sitone, Ilha do Bazaruto. *Projecto de Utilização Múltipla dos Recursos do Arquipélago do Bazaruto*. 13 pp.

Afonso, P.S. (2009). Estudo de especialidade de biologia pesqueira. In: K. Vaz, P. Norton, R. Avaloi, H. Chambal, P.S. Afonso, M.P. Falcão, M.A.M. Pereira & E.J.S. Videira (eds.), *Plano de maneio do Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto 2009-2013*. Vol.2 *Estudos de especialidade*. MITUR/DNAC. pp. 117-161.

Bandeira, S., D. Muiocha e M. Schleyer (2008). Seagrass Beds. In: B.I. Everett, R.P. van der Elst & M.H. Schleyer. (eds). *A natural history of the Bazaruto Archipelago, Mozambique*. Oceanographic Research Institute Special Publication No. 8. SAAMBR/WWF. pp. 65-69.

Chellam, A. (1988). Growth and biometric relationship of pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould). *Indian J. Fish.* **35**: 1-6.

Correia, A., C. Enosse, S. Fiebig, A. Reina, S. Magane, P.S. Afonso, P. Siteo & G. Fiebig (2002). *Plano de manejo do Parque Nacional do Bazaruto 2002-2006*. Vol.1. MITUR/DNAC.

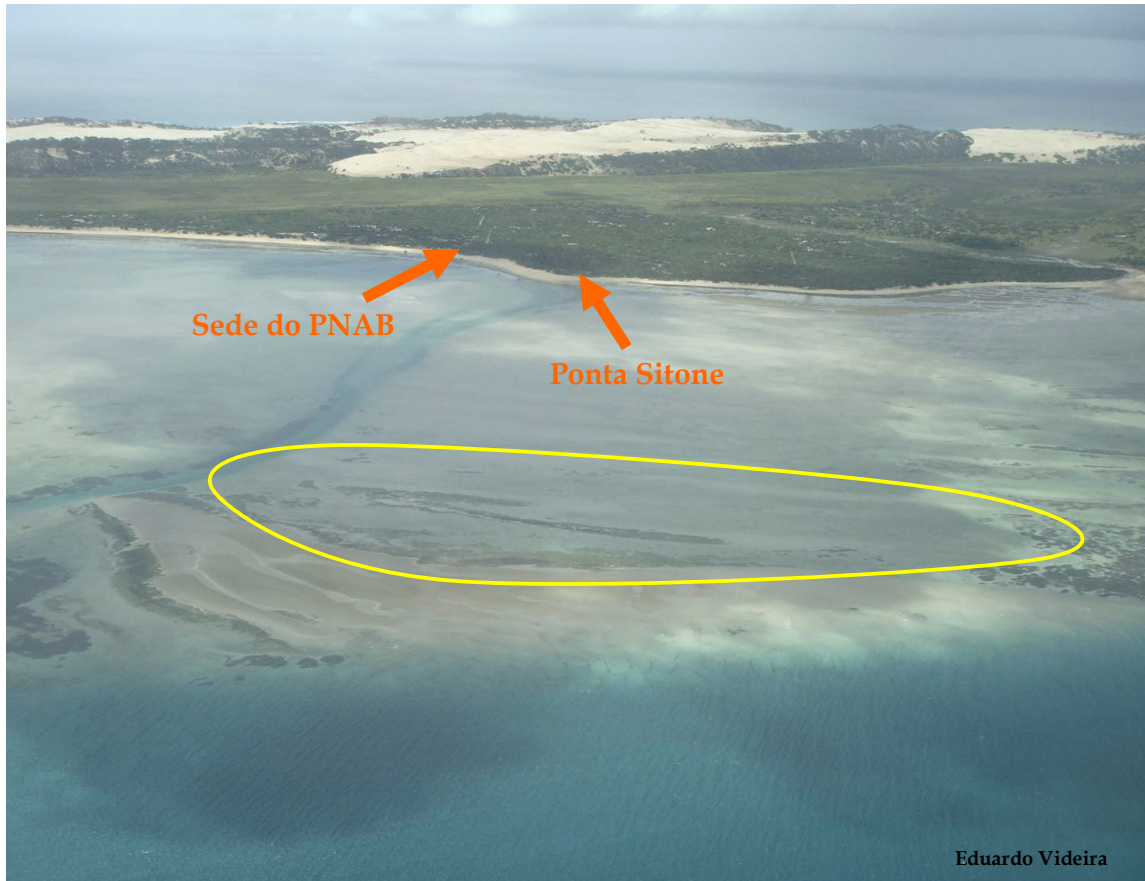


Figura 1.2. Fotografia ilustrativa da localização do banco Motundwine (demarcado pela linha amarela).

Cunha, R.L., F. Blanc, F. Bonhomme & S. Arnaud-Haond (2011). Evolutionary patterns in pearl oyster of the Genus *Pinctada* (Bivalvia: Pteriidae). *Mar. Biotechnol.* **13(2)**: 181-192.

Dias, J.A.T.S., J.M.A. Macedo, R.V.P.M. Carmo, A.R. Carrilho e A.J.B.P. Monteiro (1971). Reconhecimento bio-ecológico preliminar do Arquipélago do Bazaruto. *Revista de Ciências Veterinárias.* **4(A)**: 13-50.

Dutton, T.P & R. Zolho (1990). *Plano director de conservação para o desenvolvimento a longo prazo do arquipélago do Bazaruto, Moçambique*. WWF/SANF/ORI.

Everett, B.I., R.P. van der Elst & M.H. Schleyer (2008). *A natural history of the Bazaruto Archipelago, Mozambique*. Oceanographic Research Institute Special Publication No. 8. SAAMBR/WWF.

Filipe, O.J. (2006). *Estado actual da ostra de areia Pinctada imbricata, na zona norte da Ilha do Bazaruto*. Tese de Licenciatura. Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo. 28 pp.

Gervis, M.H. & N.A. Sims (1992). *The biology and culture of pearl oysters (Bivalvia: Pteriidae)*. ODA/ICLARM. Manila.

Guissamulo, A.T. (2004). Mozambique. In: Muir, C., A. Ngusaru & L. Mwakanema (eds.). *Towards a Western Indian Ocean dugong conservation strategy: The status of dugongs in the Western Indian Ocean & priority conservation actions*. WWF Eastern African Marine Ecoregion. pp. 4-68.

Kilburn, R.N. (2008). Molluscs. In: B.I. Everett, R.P. van der Elst & M.H. Schleyer. (eds.). *A natural history of the Bazaruto Archipelago, Mozambique*. Oceanographic Research Institute Special Publication No. 8. SAAMBR/WWF. pp. 81-92.

Kripa, V., K.S. Mohamed, K.K. Appukuttan & T.S. Velayudhan (2007). Production of Akoya pearls from the Southwest coast of India. *Aquaculture*. **262**: 347-354.

Maggs, J.Q., C. Floros, M.A.M. Pereira & M.H. Schleyer (2010). Rapid visual assesment of fish communities on selected reefs in the Bazaruto Archipelago. *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.* **9(1)**: 115-134.

Marcano, J.S, A. Prieto, A. Lárez, J.J. Alió & H. Sanabria (2005). Growth and mortality of *Pinctada imbricata* (Mollusca: Pteriidae) in Guamachito, Araya Peninsula, Sucre State, Venezuela. *Ciencias Marinas*. **31(2)**: 387-397.

Mohamed, K.S., V. Kripa, T.S. Velayudhan & K.K. Appukuttan (2006). Growth and biometric relationships of the pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) on transplanting from the Gulf of Mannar to the Arabian Sea. *Aquac. Res.* **37**: 725-741.

Narane, D.A. (in prep). *Descrição do habitat da ostra perlífera Pinctada sp. num banco do Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto*. Tese de Mestrado. Mestrado em Biologia Aquática e Ecossistemas Costeiros, Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo.

Nrepo, M.A.A. (2011). *Distribuição, abundância e avaliação da exploração humana da ostra de areia (Pinctada imbricata) na costa dos distritos de Inhassoro e Vilanculos, Inhambane*. Tese de Licenciatura. Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo. 37 pp.

Pereira, M.A.M. & E.J.S. Videira (2009). Relatório de especialidade: ecologia marinha. In: K. Vaz, P. Norton, R. Avaloi, H. Chambal, P.S. Afonso, M.P. Falcão, M.A.M. Pereira & E.J.S. Videira (eds.), *Plano de manejo do Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto 2009-2013. Vol.2 Estudos de especialidade*. MITUR/DNAC. pp. 164 - 208.

Saucedo, P.E. & P.C. Southgate (2008). Reproduction, development and growth. In: P.C. Southgate & J.S. Lucas (eds). *The pearl oyster*. First edition. Elsevier. pp. 131-186.

Southgate, P.C., E. Strack, A. Hart, K.T. Wada, M. Monteforte, M. Cariño, S. Langy, C. Lo, H. Acosta-Salmón & A. Wang (2008). Exploitation and culture of major commercial species. In: P.C. Southgate & J.S. Lucas (eds). *The pearl oyster*. First edition. Elsevier. pp. 303-355.

Strack, E. (2008). Introduction. In: P.C. Southgate & J.S. Lucas (eds). *The pearl oyster*. First edition. Elsevier. pp 1-35.

Taylor, J. & E. Strack (2008). Pearl production. In: P.C. Southgate & J.S. Lucas (eds). *The pearl oyster*. First edition. Elsevier. pp. 273-302.

Torrey, R. D. & B. Sheung (2008). The pearl market. In: P.C. Southgate & J.S. Lucas (eds). *The pearl oyster*. First edition. Elsevier. pp. 357-365.

Urban, H.-J. (2000). Culture potential of the pearl oyster (*Pinctada imbricata*) from the Caribbean. I. Gametogenic activity, growth, mortality and production of a natural population. *Aquaculture*. **189**: 361-373.

van der Elst (2008). Birds of the Bazaruto Archipelago. In: B.I. Everett, R.P. van der Elst & M.H. Schleyer. (eds). *A natural history of the Bazaruto Archipelago, Mozambique*. Oceanographic Research Institute Special Publication No. 8. SAAMBR/WWF. pp. 54-60.

van der Elst, R. & Santana Afonso, P. (2008). Fish and fisheries. In: B.I. Everett, R.P. van der Elst & M.H. Schleyer. (eds). *A natural history of the Bazaruto Archipelago, Mozambique*. Oceanographic Research Institute Special Publication No. 8. SAAMBR/WWF. pp. 93-110.

Vaz, K., P. Norton, R. Avaloi, H. Chambal, P.S. Afonso, M.P. Falcão, M.A.M. Pereira & E.J.S. Videira (2009). *Plano de manejo do Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto 2009-2013. Vol.1 Plano de Maneio*. MITUR/DNAC.

Velayudhan, T.S., A. Chellam, S. Dharmaraj, A.C.C. Victor & H.M. Kasim (1996). Comparison of growth and shell attributes of four generations of the pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) produced in the hatchery. *Indian J. Fish.* **43(1)**: 69-77.

Wada, K.T & D.R. Jerry (2008). Population genetics and stock improvement. In: P.C. Southgate & J.S. Lucas (eds). *The pearl oyster*. First edition. Elsevier. pp. 437-471.

Wada, K.T. & I. Tëmkin (2008). Taxonomy and phylogeny. In: P.C. Southgate & J.S. Lucas (eds). *The pearl oyster*. First edition. Elsevier. pp. 37-75.

Yu, D.H. & K.H. Chu (2006). Species identity and phylogenetic relationship of the pearl oysters in *Pinctada* Röding, 1798 based on ITS sequence analysis. *Biochem. Syst. Ecol.* **34**: 240-250.

Capítulo 2: A exploração e a receptividade à medidas de gestão da ostra perlífera *Akoya* (*Bivalvia: Pteriidae*) num banco de ervas marinhas da Ilha do Bazaruto, Moçambique.

Resumo

A ostra perlífera *Akoya* é um recurso muito importante para as comunidades do Arquipélago do Bazaruto, onde são exploradas para suprir as necessidades alimentícias e como incremento do rendimento familiar. A exploração da ostra foi estudada no período de Agosto 2009 a Junho 2010 num banco (Motundwine) de ervas marinhas da Ilha do Bazaruto, com o objectivo de se obter uma perspectiva actual sobre: (1) Como é exercida a actividade; (2) Qual é o nível de exploração; e (3) Quais são as medidas de gestão com melhor receptividade por parte das colectoras. Para tal, foi estudado o esforço de colecta (número de colectoras e dias de colecta) e as capturas (tamanho das ostras, CPUE e capturas totais). Efectuou-se também um inquérito às colectoras para se obter informação relativa às técnicas de colecta e sobre a opinião que têm em relação às diversas medidas de gestão que poderão ser aplicadas. No banco estudado observou-se que a colecta é efectuada durante cerca de 2 a 2,5h por dia de maré viva. No entanto, observou-se o uso de novas técnicas que permitem a colecta e armazenamento (mantendo vivas) de grandes quantidades de ostras, permitindo que o seu processamento possa ser efectuada mesmo durante o período de maré morta. Nos meses em que houve colecta (Agosto - Abril), foi estimado no banco em estudo que um total de 508 colectoras.dia colectaram 32.68 toneladas (peso fresco) de ostras neste banco. Os maiores níveis de colecta foram registados nos meses de Agosto e Dezembro (8.84 e 13.89 toneladas, respectivamente) sendo também os meses em que se registaram os maiores valores de CPUE, 77.73 kg colectora⁻¹ dia⁻¹ (desvio-padrão = 31.21 kg colectora⁻¹ dia⁻¹) e 69.60 kg colectora⁻¹ dia⁻¹ (desvio-padrão = 18.41 kg colectora⁻¹ dia⁻¹), respectivamente. A média de colectoras por dia de colecta foi também mais elevada nestes meses, 9 colectoras (desvio-padrão = 3 colectoras) em Agosto e 14 colectoras (desvio-padrão = 4 colectoras) em Dezembro. Os seguintes factos sugerem que o banco esteja a ser intensamente explorado (e possivelmente sobre-explorado): i) elevado número de colectoras; ii) as enormes capturas totais; iii) o baixo CPUE; iv) o reduzido tamanho médio das ostras colectadas; e v) o facto de após meses de intensa colecta registar-se a redução significativa do CPUE e do tamanho das ostras colectadas, obrigando as colectoras a terem que colectar noutros bancos vizinhos. Esta exploração excessiva deriva da procura de maiores rendimentos. As medidas de gestão com maior aceitação por parte das colectoras são o fecho de parte do banco por alguns meses, o defeso e o limite de tamanhos colectáveis. Estas e outras medidas são discutidas com vista a melhoria da produção e gestão deste recurso.

Palavras chave: Ostra perlífera *Akoya*; actividade de colecta; gestão; Bazaruto; Moçambique

Introdução

A colecta de bivalves em ecossistemas intertidais é uma actividade comumente praticada por comunidades residentes em regiões costeiras (Voultsiadou *et al.*, 2010). Por conseguinte, diversos aspectos que caracterizam esta actividade têm sido estudados em várias regiões (e.g. Rothschild *et al.*, 1994; Defeo & Alava, 1995; Spencer *et al.*, 1998; Kennedy & Roberts, 1999; Castilla & Defeo, 2001; Erse & Bernardes, 2008; Yassien *et al.*, 2009; Rondinelli & Barros, 2010).

Em Moçambique, os bivalves (assim como outros invertebrados marinhos) são uma importante fonte de proteína e de sustento para grande parte da população que vive ao longo da costa. Os bivalves mais colectados são as amêijoas, os mexilhões e as ostras. A importância destes varia consoante a sua abundância e as necessidades nas diferentes áreas (Barnes *et al.*, 1998). Por exemplo, no Arquipélago das Quirimbas os bivalves mais colectados são a ostra *Pinctada nigra* e o mexilhão *Barbatia fusca* (Barnes *et al.*, 1998), na Ilha da Inhaca a ostra *P. nigra* (de Boer *et al.*, 2000), na Cidade de Maputo são as amêijoas *Eumarcia paupercula* e *Meretrix meretrix* (Scarlet, 2005) e no Arquipélago do Bazaruto é a ostra perlífera *Akoya* (van der Elst & Afonso, 2008), considerada no presente estudo como pertencente ao complexo de espécies *Pinctada fucata/martensii/radiata/imbricata*.

A colecta da ostra perlífera *Akoya* no Arquipélago do Bazaruto é, a seguir à pesca de arrasto para a praia, a actividade mais importante para as comunidades que nele residem. Aqui, as ostras são exploradas principalmente para a alimentação (frescas ou secas) e comércio, sendo colectadas primariamente por mulheres e crianças (Filipe, 2006; van der Elst & Afonso, 2008).

A exploração desta ostra para fins alimentares é ainda comum em vários países como a Venezuela (Mackenzie *et al.*, 2003; Marcano *et al.*, 2005). No entanto, esta é de grande importância para a “indústria” de produção de pérolas (pérolas *Akoya*) especialmente no Japão, China e Índia (Southgate, 2007; Southgate *et al.*, 2008).

Aspectos relacionados com a colecta do mapalo no Arquipélago do Bazaruto já foram abordados em alguns estudos (Dutton & Zolho, 1990; Afonso, 1995; Filipe, 2006; van der Elst & Afonso, 2008; Afonso, 2009). Estes abordaram, não exaustivamente, aspectos relacionados com a caracterização da actividade, o esforço de colecta (número de colectoras e dias de colecta) e a descrição das capturas.

Com o presente estudo, pretendeu-se obter uma perspectiva actual sobre: (1) Como é exercida a actividade de colecta no banco estudado; (2) Qual é o nível de exploração (número de colectoras, dias de colecta, tamanho e quantidade de ostras colectadas); e (3) Quais seriam as medidas de gestão com maior aceitação por parte das colectoras.

Material e métodos

Amostragem e obtenção de dados

O presente estudo foi levado a cabo no período de Agosto de 2009 a Junho de 2010, na região norte da Ilha do Bazaruto (Sitone), no banco de ervas marinhas conhecido por Motundwine (*cf.* Capítulo 1). No início, foi seleccionada e treinada uma mulher (i.e. monitora) pertencente ao grupo das colectoras de mapalo do banco em estudo. Esta colectou diariamente dados relativos ao esforço de colecta (número de colectoras e dias de colecta) e às quantidades (peso fresco) colectadas (capturas) no banco Motundwine. A monitoria decorreu em cerca de 89% dos dias com disponibilidade de maré para a colecta, durante os meses de estudo (Tabela 2.1). Consideraram-se dias com disponibilidade de maré, os dias em que a monitora (que é também colectora) considerou que a maré vazou o suficiente para efectuar-se a colecta no banco em estudo.

Tabela 2.1. Dias com disponibilidade de maré para efectuar a colecta e dias monitorados durante cada mês de estudo.

Mês	Dias com disponibilidade de maré	Dias monitorados
Agosto 2009	13	12
Setembro 2009	10	10
Outubro 2009	12	12
Novembro 2009	9	9
Dezembro 2009	14	12
Janeiro 2010	18	15
Fevereiro 2010	13	12
Março 2010	14	14
Abril 2010	12	12
Mai 2010	13	8
Junho 2010	13	10

Foram contados diariamente o número de colectoras que se encontravam no banco. Nos dias em que se registou a colecta no banco estudado (dias de colecta) a monitora efectuou a pesagem do mapalo apanhado por duas colectoras (ou uma, quando só uma efectuou a colecta). Com os valores totais das pesagens (por mês), foram estimadas as capturas médias diárias (ou captura por unidade de esforço - CPUE), para o respectivo mês. Efectuou-se o teste paramétrico ANOVA de um factor e o respectivo teste de comparações múltiplas (*a posteriori*) de Tukey (no caso da rejeição da hipótese nula, $p < 0.05$) para comparar os valores de CPUE obtidos nos nove meses em que houve colecta (Agosto - Abril). Os dados foram transformados ($x' = \sqrt{x+3/8}$) uma vez que os dados originais não cumpriam com os pressupostos necessários para efectuar este teste. Foram também estimadas as capturas mensais de ostras colectadas no banco estudado, usando-se a seguinte equação (Eq. 2.1):

$$C_m = CPUE \times M_{dc} \times D_c \quad (2.1)$$

Onde:

C_m (Captura mensal; kg) - Peso fresco total de ostras colectadas por mês;

$CPUE$ ($kg\ dia^{-1}\ col^{-1}$) - capturas médias de cada mulher nos dias de colecta, no respectivo mês;

Mdc (Média diária de colectoras; $col\ dia^{-1}$) - Número médio de colectoras por dia de colecta, no respectivo mês;

Dc (Dias de colecta; dias) - Estimativa mensal dos dias com disponibilidade de maré em que houve a colecta, que foi calculada a partir da fracção dos dias monitorados em que houve colecta.

A partir da mesma equação (Eq. 2.1), retirando-se apenas o valor de $CPUE$, foi também estimado o número cumulativo total de colectoras (colectoras.dia) que exerceram a actividade durante os meses de colecta.

A amostragem referente à estrutura de tamanho das ostras colectadas foi efectuada em quatro períodos: Agosto, Novembro, Março e Junho. Nestas ocasiões, foi estimado o tempo que as colectoras possuem (limitado pela maré) para exercer a colecta diariamente e foram também recolhidas amostras de ostras colectadas por várias mulheres. Para tal, um saco de plástico com 26.82 cm x 27.94 cm (*Ziplock freezer gallon*) foi enchido de ostras. Todas as ostras recolhidas foram medidas, usando-se uma craveira com precisão de 0.01 mm. Registou-se a medida dorso-ventral (DVM) também conhecida por altura da concha (*shell height* - SH), seguindo Hwang *et al.* (2007).

Em dois dos períodos de amostragem, as mulheres ou não se encontravam (Novembro de 2009) a colectar no banco Motundwine ou eram muito poucas (Março 2010) durante os dias de amostragem. Por isso, nesses meses colectou-se também uma amostra das ostras colectadas pelas mulheres que colectam no banco estudado, mas que se encontravam a colectar noutra banco vizinho (Damba). Efectuou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e respectivo teste de comparações múltiplas (*a posteriori*) de Dunn para comparar os tamanhos encontrados nas quatro ocasiões (no caso da rejeição da hipótese nula, $p < 0.05$), uma vez que os dados não cumpriam com os pressupostos necessários para efectuar o teste paramétrico (ANOVA de um factor). Estas comparações foram efectuadas de modo a determinar se havia diferenças entre os tamanhos obtidos no banco estudado nos meses de Agosto e Março, no banco Damba em Novembro e Março e entre os dois bancos em Março. De modo a perceber se a alternância entre os bancos estava relacionada com o tamanho das ostras colectadas. Em Junho de 2010 não houve colecta em nenhum destes bancos.

Em Junho 2010 foi efectuada um inquérito a seis mulheres do grupo das colectoras que exercem a actividade no banco em estudo (cerca de 20% do total de mulheres que colectam neste banco). Neste inquérito (Anexo 1), foram abordados aspectos relativos à caracterização da actividade de colecta e a receptividade de possíveis medidas de gestão assim como aspectos adicionais de caracterização social deste grupo de colectoras.

Resultados

A actividade de colecta

As mulheres que colectam mapalo no banco Motundwine pertencem a todas faixas etárias, tendo participado dos inquéritos senhoras com idades entre os 24 e 65 anos. A maior parte (cerca de 67%) era natural da Ilha do Bazaruto (de várias áreas) e as outras eram provenientes do continente (Inhassoro). Todas colectam já há vários anos, tendo iniciado a actividade nas áreas onde nasceram. Para além desta actividade, todas praticam agricultura em pequenas machambas e outras actividades como a colecta de caniço e/ou capim ou até o fabrico de pão. Metade das colectoras entrevistadas, considera a colecta de ostras a sua actividade principal, no entanto, as outras consideram-na secundária (33%) ou então igualmente importante às suas outras actividades (17%).

Todas as colectoras afirmaram que a ostra é colectada à mão e colocada em cestos feitos de folha de palmeira que são usados para transportar a ostra do banco onde colectam para o acampamento. Adicionalmente, a maior parte delas (83%) possui também uma “chata” pequena feita a partir de garrafas plásticas vazias, caniço e folha de palmeira, que flutua e permite colectar e transportar grandes quantidades de ostras (Figura 2.1). As mulheres afirmaram que colectam as ostras de maior tamanho “deixando as pequenas para crescer”, fazendo a escolha aquando da colecta (67%) ou devolvendo posteriormente as pequenas ao mar (33%). Algumas delas (67%) colectam as ostras arrancando a erva marinha, que é posteriormente rejeitada. Outras (33%) tentam fazer a separação ainda na água, sem arrancar a erva.

Como referido por todas as mulheres, no acampamento, a ostra é descascada, cozida e seca (ou fumada). Depois, uma parte é usada para o consumo familiar e outra (em alguns casos a maior parte) é vendida. Só uma mulher (17%) referiu que apanha apenas para o seu consumo. Todas as mulheres que comercializam o mapalo fazem-no maioritariamente para o continente (Vilankulos ou Inhassoro). Em ocasiões raras, quando encomendadas, são também vendidas ainda frescas (com ou sem concha). Quando descascadas, as conchas são depositadas conjuntamente, formando concheiros nos acampamentos. A maior parte das colectoras (83%) afirmou que durante o descasque são encontradas algumas pérolas, embora não seja muito frequente. Quando as encontram, a maior parte das mulheres (80%) guardam-nas e caso surjam compradores interessados vendem-nas, as outras descartam-nas.

As mulheres que colectam no banco em estudo também colectam ocasionalmente, noutros bancos vizinhos: a sul - Xifonho (50% das entrevistadas) e a norte - Damba (67%) ou até Machulane (17%).



Figura 2.1. Uma colectora e a “chata” onde é transportado o mapalo (Foto: E. Videira).

As mulheres afirmaram que não colectam na maré morta, porque a maré não vaza o suficiente, e também no Inverno (Maio - Julho). Para o último caso, por causa da baixa temperatura da água e do reduzido tamanho das ostras nessa altura, mas também porque a maré não vaza o suficiente. Apenas uma senhora afirmou que não colecta em Novembro e Dezembro, também “porque a maré não vaza o suficiente”.

O actual nível de exploração

O período de colecta diário é limitado pelas marés. No banco estudado, estimou-se que o tempo disponível para a colecta é de cerca de 2 a 2,5h por dia. Por mês, as colectoras tiveram em média 13 dias (desvio-padrão = 2 dias) com disponibilidade de maré para efectuar a colecta e Janeiro foi o mês com mais dias com disponibilidade. No entanto, durante o estudo as mulheres colectaram, no banco de Motundwine, em apenas cerca de 71.3% destes dias (Figura 2.2), excluindo-se o período em que não houve colecta (defeso): Maio e Junho.

Foram encontradas, nos meses em que houve colecta, um total de 508 colectoras.dia (amplitude: 4-200 colectoras.dia, média mensal = 56 colectoras.dia e desvio-padrão = 66 colectoras.dia) no banco estudado. Foi registada também uma média de 6 colectoras por dia de colecta (amplitude: 1-20 colectoras dia⁻¹; desvio-padrão = 5 colectoras dia⁻¹). Nos meses de Agosto, Dezembro e Janeiro registaram-se mais mulheres a efectuarem a colecta diariamente, 9 colectoras dia⁻¹ (desvio-padrão = 3 colectoras dia⁻¹), 14 colectoras dia⁻¹ (desvio-padrão = 4 colectoras dia⁻¹) e 5 colectoras

dia⁻¹ (desvio-padrão = 5 colectoras dia⁻¹), respectivamente (Figura 2.2). Por conseguinte, Agosto e Dezembro foram também os meses em que as colectoras obtiveram a maior CPUE, 77.73 kg colectora⁻¹ dia⁻¹ (desvio-padrão = 31.21 kg colectora⁻¹ dia⁻¹) e 69.60 kg colectora⁻¹ dia⁻¹ (desvio-padrão = 18.41 kg colectora⁻¹ dia⁻¹), respectivamente. Os valores de CPUE foram significativamente diferentes ($F=7.12$; $p<0.05$) ao longo dos 9 meses com colecta, observando-se diferenças apenas em relação aos meses de Agosto (significativamente superior a Setembro, Janeiro, Fevereiro, Março e Abril) e Dezembro (significativamente superior a Janeiro, Fevereiro e Abril). Estimou-se que cada colectora apanha, em média, cerca de 58.29 kg (desvio-padrão = 23.51 kg) de ostras (peso fresco) por dia de colecta. Devido ao alto CPUE e esforço de colecta (numero diário de colectoras) em Agosto e Dezembro obtiveram-se as maiores capturas (8.84 e 13.89 toneladas respectivamente; Figura 2.3). Em média foram colectadas 3.63 toneladas (desvio-padrão = 4.76 toneladas) de ostras por mês (com colecta) e um total de cerca de 32.68 toneladas ao longo dos 9 meses de estudo em que houve colecta (Agosto 2009 – Abril 2010).

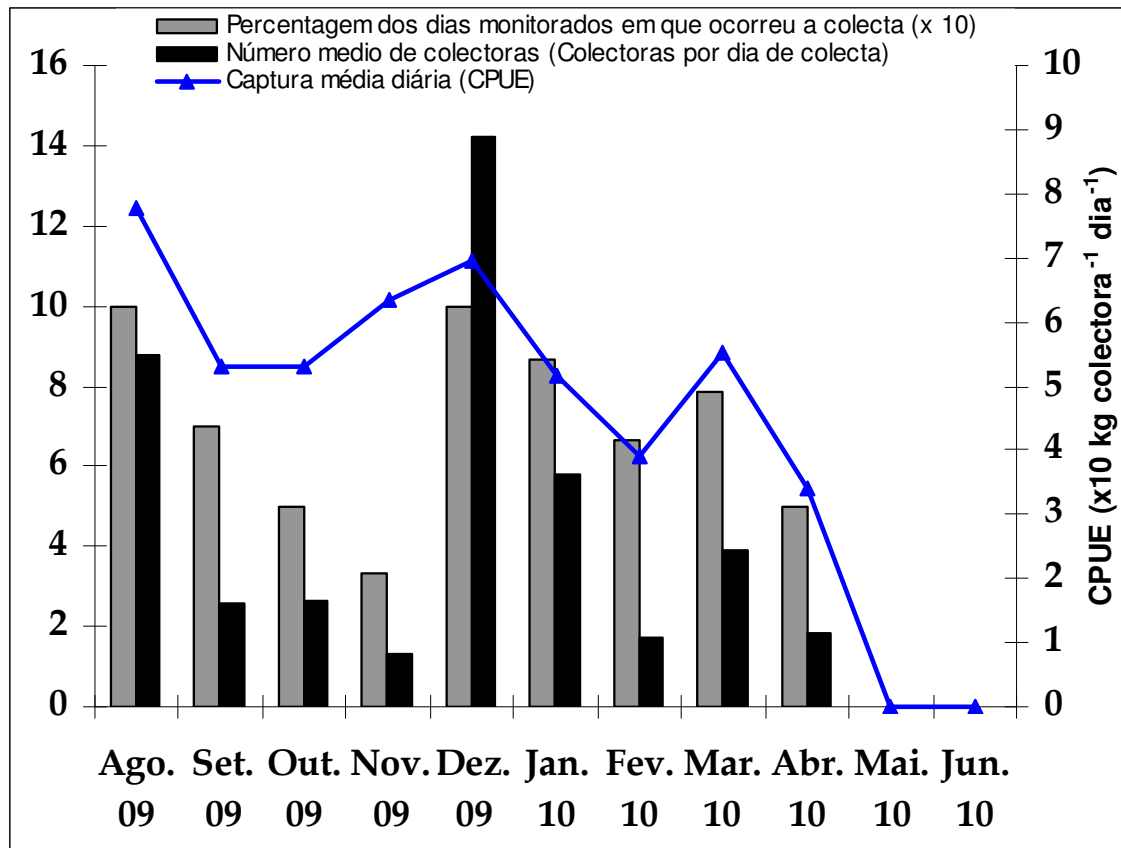


Figura 2.2. Percentagem dos dias monitorados em que houve colecta, número médio de colectoras por dia de colecta e CPUE no banco de Motundwine, durante os meses de estudo.

As ostras colectadas no banco Motundwine foram significativamente maiores em Agosto (tamanho médio = 43.08 mm; desvio-padrão = 13.57 mm) do que em Março

(tamanho médio = 37.60 mm; desvio-padrão = 6.53 mm). No banco Damba, as ostras colectadas em Novembro (tamanho médio = 40.36 mm; desvio-padrão = 22.71 mm) também foram significativamente maiores do que as colectadas em Março (tamanho médio = 34.22 mm; desvio-padrão = 14.70 mm). E por fim, as ostras colectadas em Março nos dois bancos não apresentaram diferenças significativas.

As capturas são compostas por ostras de todos tamanhos (amplitude: 1.94 mm – 71.64 mm; tamanho médio: 38.29 mm e desvio-padrão: 14.42 mm), no entanto nota-se uma preferência pelas ostras com tamanhos superiores a 40 mm, tanto no banco em estudo como no banco Damba (Figura 2.4). As ostras colectadas no banco Damba possuíam também uma maior representatividade tanto das classes de menor tamanho (< 20 mm) como das classes de maior tamanho (> 60 mm).

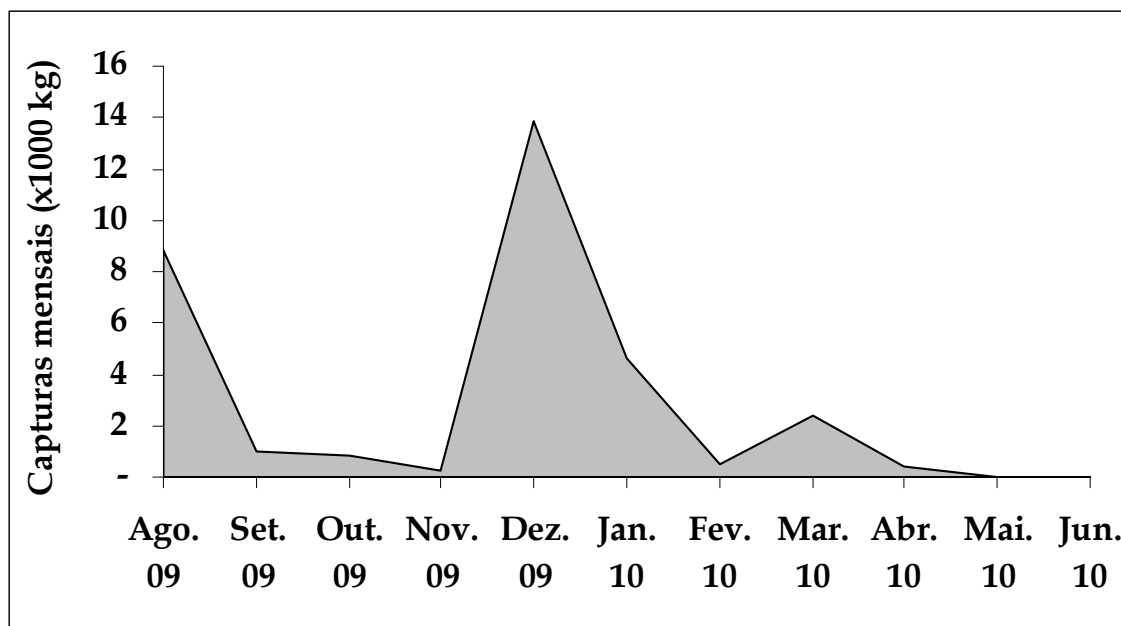


Figura 2.3. Estimativa de capturas mensais (peso fresco) de ostras colectadas no banco Motundwine.

Receptividade às medidas de gestão

Quando questionadas sobre qual seria a melhor medida de gestão a aplicar, metade das colectoras afirmou que não sabia, e a outra metade referiu que seria o defeso (especialmente no Inverno). Uma delas (17%) referiu também que adicionalmente ao defeso se poderia fechar algumas áreas do banco. Ao se aprofundar o último aspecto, ficou claro que ninguém concorda com o fecho do banco todo por longos períodos. Quanto ao fecho de partes deste, a maioria (83%) concorda que se faça, mas que seja também por pequenos períodos (por exemplo 2 meses). Quanto a sistemas de rotatividade, metade das mulheres afirmou não entender o conceito, no entanto outras (33%) concordaram que poderia ser feito. E, uma (17%) afirmou que não será possível fazê-lo porque são muitas colectoras.

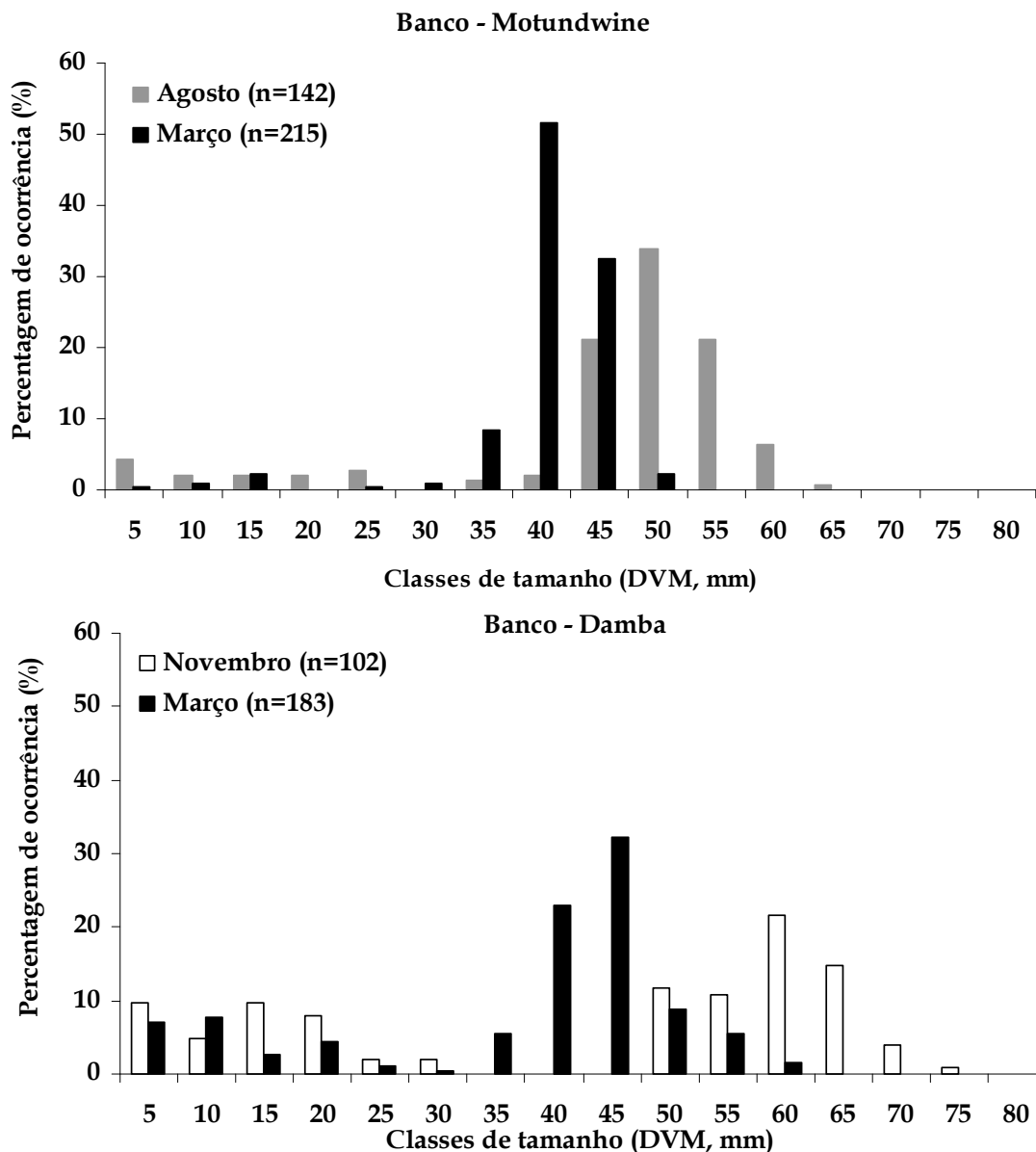


Figura 2.4. Composição de tamanhos das ostras colectadas no banco Motundwine e no banco Damba.

O defeso parece ser melhor aceite, uma vez que a maioria (67%) das colectoras concorda que é possível fazê-lo, metade das quais sugere que seja no Inverno, porque de certa maneira já o fazem nesta altura. O estabelecimento de um limite de capturas máximas diárias é totalmente inaceitável, pois todas afirmaram que têm que colectar o máximo possível para que consigam obter algum rendimento. O estabelecimento de um tamanho mínimo, no entanto, foi aceite por todas, pois afirmaram que só procuram as ostras de maior tamanho. Uma mulher sugeriu ainda que o limite fosse a volta dos 40 mm.

Por fim, as colectoras referiram que as medidas mais eficazes seriam:

- O fecho de uma área do banco por poucos meses (50% das mulheres);

- A interrupção da colecta no banco todo por um período pré definido (defeso), especialmente se este for no Inverno (33%); e
- O limite de tamanhos colectáveis (33%).

Discussão

Os métodos de colecta da ostra no Arquipélago do Bazaruto têm vindo a evoluir ao longo dos anos. As colectoras vão criando novas técnicas para garantir melhores capturas e, conseqüentemente, maiores rendimentos. Há vinte anos atrás, Dutton & Zolho (1990) referiram que as mulheres colectavam dois cestos (que equivalia à cerca de 500 ostras) por dia. Em 2005, apesar do limite estipulado pela administração do Parque de dois cestos por dia, já se colectavam cerca de três cestos grandes (Filipe, 2006). Só muito recentemente (nunca antes reportado) é que se inventaram as pequenas “chatas” usadas para o transporte de grandes quantidades de ostras do banco para a margem (Figura 2.1). Nestas, cada mulher consegue carregar mais do que 100 kg (o valor mais alto encontrado no presente estudo foi de 143.5 kg). Outra técnica observada durante o estudo, que também não foi referida anteriormente, foi a criação de locais de armazenamento da ostra viva na margem perto dos acampamentos. São círculos de pedras (que ficam submersos na maré cheia) onde as colectoras mantêm o mapalo vivo para processamento posterior. Deste modo, podem colectar mais quantidades, pois não têm que as processar no dia da colecta, podendo fazê-lo até durante os dias de maré morta (Figura 2.5).

As mulheres que colectam no banco Motundwine também colectam noutros bancos vizinhos, especialmente quando se apercebem que as capturas (CPUE) começam a reduzir. Quando a CPUE e o tamanho das ostras são satisfatórios (como em Agosto; Figuras 2.2 e 2.4) nota-se um elevado esforço de colecta (número de colectoras e de dias de colecta). Após os meses com elevado esforço de colecta (como Agosto e Dezembro) a CPUE reduz (evidenciado pela diferença significativa da CPUE entre estes meses e os meses imediatamente a seguir), as colectoras vão colectar noutros bancos, como o Damba, mesmo sendo mais longe, mais dependente das marés e até com um percurso mais perigoso. Por isso é que a colecta no banco estudado não foi efectuada em todos os dias com disponibilidade de maré. Acredita-se que não houve nenhuma influência derivada de níveis de demanda, visto que as colectoras (como afirmado no inquérito) colectam sempre a maior quantidade de ostras que conseguem para poderem obter melhores rendimentos. Uma vez que a ostra é comercializada seca, não têm problemas de conservação e também têm sempre mercado em Vilankulos e Inhassoro para escoar este produto. Este aspecto sugere que a produção do banco Motundwine não é suficiente para garantir a exploração (aos níveis actuais) ao longo de todo o ano, ao contrário do observado na Ilha da Inhaca (de Boer & Prin, 2002), típico de locais com níveis elevados de exploração. Podendo-se inclusive já ter atingido o estágio de sobre-exploração do banco, onde a capacidade exploratória excede a taxa de produção (Jennings *et al.*, 2001).

Mesmo colectando de maneira alternada entre os bancos, o número médio de colectoras registado no banco estudado parece ser maior ao observado em estudos

efectuados nos últimos 20 anos no Arquipélago do Bazaruto (Tabela 2.2), especialmente em relação aos valores obtidos no estudo mais recente (Filipe, 2006). No entanto, é necessária cautela nestas comparações, já que estes basearam-se em diferentes metodologias, áreas e períodos de abrangência. O número de colectoras foi também relativamente superior ao registado na região norte do país, no Arquipélago das Quirimbas, onde foram observadas entre 2 a 10 colectoras de mariscos por quilómetro de zona intertidal (Barnes *et. al.*, 1998).

A CPUE média registada no banco Motundwine foi inferior à registada por Nrepo (2011) nas localidades de Chicobuene (68.00 kg col⁻¹ dia⁻¹) e Macunhe (76.00 kg col⁻¹ dia⁻¹; ambas em Vilankulos) e Nhagondzo (99 kg col⁻¹ dia⁻¹; em Inhassoro). Adicionalmente, como referido anteriormente a CPUE reduziu significativamente nos meses a seguir aos de grande actividade exploratória. Neste caso, ao contrário do sugerido por Rondinelli & Barros (2010) para o aumento do CPUE por eles registado, a redução do CPUE (e o baixo valor médio) pode também ser indicativo de níveis elevados de exploração.



Figura 2.5. Local de armazenamento de mapalo vivo para posterior descasque (Foto: E. Videira).

Tabela 2.2. Número de colectoras por dia de colecta registados por vários autores em diferentes áreas do Arquipélago do Bazaruto.

Ano	Número de colectoras por dia de colecta	Área	Referência
1989	13	Todo Arquipélago	Dutton & Zolho (1990)
1995	38	Sitone	Afonso (1995)
2005	13	4 bancos em sitone	Filipe (2006)
2009/10	6	Motundwine	Presente estudo

Num estudo recente, foram estimadas as capturas semanais nas localidades de Chicobuene e Macunhe em Vilankulos e Nhagondzo e Tsondzo em Inhassoro. Nestas registaram-se capturas semanais entre 1.54 e 14.83 toneladas (Nrepo, 2011). Estas localidades (exceptuando Tsondzo) registaram capturas superiores às encontradas no presente estudo, no entanto é necessário ter em conta a extensão dessas áreas, que podem compreender vários bancos. Quanto ao Arquipélago do Bazaruto, estima-se que em 1989 eram colectadas mensalmente cerca de 16.2 toneladas de ostras (Dutton & Zolho, 1990). Este valor aumentou bastante nos anos subsequentes. Seis anos depois foi estimado que na zona de Sitone seriam colectadas cerca de 26 toneladas por mês, entre Outubro e Dezembro (Afonso, 1995). Em 2005, Filipe (2006) estimou que cerca de 5.2 toneladas seriam colectadas por mês só em Sitone. Estas capturas parecem ser superiores a captura média obtida no presente estudo, no entanto se compararmos com os meses em que houve uma captura “normal”, Dezembro e Agosto (13.89 e 8.84 toneladas, respectivamente), podemos considerar que estas capturas registadas actualmente no banco Motundwine são elevadas. Estas capturas elevadas devem-se ao facto desta colecta já não ser direccionada apenas para o consumo local, sendo actualmente direccionada maioritariamente para a venda (como referido no inquérito). Constituindo assim uma fonte importante de obtenção de rendimento para as famílias.

O tamanho médio de ostras colectadas em outras áreas do país como a Ilha da Inhaca (espécie *Pinctada nigra*; 48.80 mm; de Boer *et al.*, 2000) e os distritos de Vilankulos e Inhassoro (entre 50.00 e 60.00 mm; Nrepo, 2011) é superior ao das ostras colectadas no banco Motundwine. Mesmo as ostras colectadas nesta mesma área (Sitone) em 1995 (52.99 a 55.83 mm) e 2005 (46.00 a 48.80 mm; Filipe, 2006) eram superiores às colectadas actualmente. Isto deve-se a pressão enorme que é exercida sobre as ostras maiores, e à já referida, elevada exploração deste recurso no banco estudado, que aparentemente tem levado à colecta de ostras com tamanhos cada vez mais reduzidos.

As ostras colectadas no banco Damba, não diferem, em termos de tamanhos médios, das encontradas no banco Motundwine. No entanto, notou-se uma maior representação de ostras de maior tamanho no banco Damba, possivelmente por ser um banco de mais difícil acesso e portanto, menos explorado. As capturas

provenientes deste banco apresentaram também maior representatividade de ostras de menor tamanho, possivelmente porque as colectoras possuem menos tempo de colecta e, portanto, não perdem muito tempo na selecção dos tamanhos, colectando muitas ostras pequenas fixas às grandes. Em ambos os bancos notou-se também uma diminuição nos tamanhos colectados ao longo do estudo, entre Agosto e Março (Motundwine) e entre Novembro e Março (Damba). Esta deverá estar associada à enorme exploração registada em Agosto e Dezembro, que é selectiva (preferência por tamanhos acima de 40 mm) e portanto induz à redução nos tamanhos colectados (Santos *et al.*, 2010).

A partir dos inquéritos percebe-se que apenas o defeso, a rotatividade dentro do mesmo banco e o limite de tamanhos são as medidas de gestão que seriam melhor aceites pelas colectoras. No entanto, como existe uma tendência natural para a colecta de ostras de maior tamanho não deverá ser necessário estabelecer-se um limite de tamanho pois é uma medida de difícil controle e não muito eficaz na gestão de ostras (Sims, 1992; 1993). O defeso poderá servir como medida de redução do esforço de colecta (Sims, 1993), podendo inclusive continuar a ser aplicado durante dois meses no Inverno como sugerido pelas colectoras. A rotatividade entre áreas do mesmo banco (ou entre bancos) irá garantir a recuperação do *stock* e melhores capturas. No entanto, o período de rotação terá que ser superior ao observado actualmente, uma área terá que ficar em repouso no mínimo dois anos para garantir a recuperação dos tamanhos, peso e densidades de ostras (Capítulos 3 e 4).

Será igualmente pertinente a criação de pequenas reservas (áreas de interditação permanente), apesar das colectoras terem demonstrado pouca afinidade por estas. Estas têm que ser estabelecidas em áreas com densidades elevadas de ostras, e consequentemente de ervas marinhas da espécie *Thalassodendron ciliatum* (Narane, in prep.) porque são muito importantes para garantir o recrutamento contínuo, a maior sincronização na desova e taxas mais altas de fertilização (Sims, 1993; Peterson, 2002).

Por fim, à semelhança do que foi sugerido por Hogue (2007) para a costa Moçambicana, aqui também terão que ser exploradas simultaneamente outras técnicas para aumentar a produção e os rendimentos provenientes da ostra de modo a reduzir-se o nível de exploração, a implementação das medidas de gestão e a recuperação do *stock* natural do banco estudado. Estas incluem a valorização da ostra (melhores mercados), diversificação e melhor aproveitamento de todas as componentes da ostra (como a pérola e a madre-pérola; cf Kripa *et al.*, 2007; Jiddawi, 2008) e o uso de técnicas de cultivo simples e baratas (de modo a poderem ser implementadas pelas colectoras) e não prejudiciais ao ambiente (cf. Gervis & Sims, 1992; Southgate *et al.*, 2008; Haws *et al.*, 2010).

Referências bibliográficas

Afonso, P.S. (1995). Estudo preliminar de alguns aspectos da biologia da ostra de areia *Pinctada imbricata* em Sitone, Ilha do Bazaruto. *Projecto de Utilização Múltipla dos Recursos do Arquipélago do Bazaruto*.

- Afonso, P.S. (2009). Estudo de especialidade de biologia pesqueira. In: K. Vaz, P. Norton, R. Avaloi, H. Chambal, P.S. Afonso, M.P. Falcão, M.A.M. Pereira & E.J.S. Videira (eds.), *Plano de manejo do Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto 2009-2013. Vol.2 Estudos de especialidade*. MITUR/DNAC. pp. 117-161.
- Barnes, D.K.A., A. Corrie, M. Whittington, M.A. Carvalho & F. Gell (1998). Coastal shellfish resource use in the Quirimba Archipelago, Mozambique. *J. Shellfish Res.* **17(1)**: 51-58.
- Castilla, J.K. & O. Defeo (2001). Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. *Rev. Fish. Biol. Fisheries.* **11**: 1-30.
- de Boer, W.F., T. Pereira & A. Guissamulo (2000). Comparing recent and abandoned shell middens to detect the impact of human exploitation on the intertidal ecosystem. *Aquat. Ecol.* **34**: 287-297.
- Defeo, O. & A. Alava (1995). Effects of human activities on long-term trends in sandy beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus* in Uruguay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **123**: 73-82.
- Dutton, T.P & R. Zolho (1990). *Plano director de conservação para o desenvolvimento a longo prazo do arquipélago do Bazaruto, Moçambique*. WWF/SANF/ORI.
- Erse, E.B. & M.A. Bernardes (2008). Levantamento de estoques da ostra *Crassostrea* sp. em bancos naturais do litoral paranaense. *Biotemas.* **21(2)**: 57-63.
- Filipe, O.J. (2006). *Estado actual da ostra de areia Pinctada imbricata, na zona norte da Ilha do Bazaruto*. Tese de Licenciatura. Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo. 28 pp.
- Gervis, M.H. & N.A. Sims (1992). *The biology and culture of pearl oysters (Bivalvia: Pteriidae)*. ODA/ICLARM. Manila.
- Haws, M., B. Crawford, M.C. Portella, S. Ellis, N. Jiddawi, A. Mmochi, E. Gaxiola-Camacho, G. Rodriguez-Dominguez, G. Rodriguez, J. Francis, C.R. Leclair, A.S. Coze, N. Hernandez, E. Sandoval, M. Jaroszewska & K. Dabrowski (2010). Aquaculture research and development as an entry-point and contributor to natural resources and coastal management. *Coast. Manage.* **38**: 238-261.
- Hoguane, A.M. (2007). Perfil diagnóstico da zona costeira de Moçambique. *Revista de Gestão Costeira Integrada.* **7(1)**: 69-82.
- Hwang, J.J., T. Yamakawa & I. Aoki (2007). Growth of wild pearl oysters *Pinctada fucata*, *Pinctada margaritifera* and *Pinctada sugillata* (Bivalvia: Pteriidae) in Taiwan. *Fish. Sci.* **73**: 132-141.

Jennings, S., M.J. Kaiser & J.D. Reynolds (2001). Marine fisheries ecology. Blackwell Science, LTD. 417 pp.

Jiddawi, N. (2008). Pearl farming in Zanzibar. *SPC Pearl Oyster Information Bulletin*. **18**: 18.

Kennedy, R.J. & D. Roberts (1999). A survey of the current status of the flat oyster *Ostrea edulis* in Strangford Lough, Northern Ireland, with a view to the restoration of its oyster beds. *Biol. Environ.* **99B(2)**: 79-88.

Kripa, V., K.S. Mohamed, K.K. Appukuttan & T.S. Velayudhan (2007). Production of Akoya pearls from the Southwest coast of India. *Aquaculture* **262**: 347-354.

Mackenzie, jr., C.L., L. Troccoli & L.B. León (2003). History of the Atlantic pearl-oyster, *Pinctada imbricata*, industry in Venezuela and Colombia, with biological and ecological observations. *Mar. Fish. Rev.* **65(1)**: 1-20.

Marcano, J.S, A. Prieto, A. Lárez, J.J. Alió & H. Sanabria (2005). Growth and mortality of *Pinctada imbricata* (Mollusca: Pteriidae) in Guamachito, Araya Peninsula, Sucre State, Venezuela. *Ciencias Marinas*. **31(2)**: 387-397.

Narane, D.A. (in prep). *Descrição do habitat da ostra perlífera Pinctada sp. num banco do Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto*. Tese de Mestrado. Mestrado em Biologia Aquática e Ecossistemas Costeiros, Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo.

Nrepo, M.A.A. (2011). *Distribuição, abundância e avaliação da exploração humana da ostra de areia (Pinctada imbricata) na costa dos distritos de Inhassoro e Vilanculos, Inhambane*. Tese de Licenciatura. Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo. 37 pp.

Peterson, C.H. (2002). Recruitment overfishing in a bivalve mollusc fishery: hard clams (*Mercenaria mercenaria*) in North Carolina. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **59**: 96-104.

Rondinelli, S.F. & F. Barros (2010). Evaluating shellfish gathering (*Lucina pectinata*) in a tropical mangrove system. *J. Sea. Res.* **64**: 401-407.

Rothschild, B.J., J.S. Ault, P. Gouletquer & M. Héral (1994). Decline of the Chesapeake Bay oyster population: a century of habitat destruction and overfishing. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **111**: 29-39.

Santos, H.S.S., C.R. Beasley & C.H. Tagliaro (2010). *Bol. Inst. Pesca*. **36(2)**: 85-97.

Scarlet, M.P.J. (2005). *Clams as a resource in Maputo Bay – Mozambique*. Master Thesis in Marine Ecology. Department of Marine Ecology, Göteborg University. 23pp.

Sims, N.A. (1992). Population dynamics and stock management of the Black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (L.), in the Cook Islands, South Pacific. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, **43**: 1423-1435.

Sims, N.A. (1993). Pearl Oysters. In: Wright, A. & L. Hill (eds). *Nearshore marine resources of the South Pacific*. IPS Suva; FFA, Honiara; ICOD, Canada.

Southgate, P.C. (2007). Overview of the cultured marine pearl industry. In: Bondad-Reantaso, M.G., S.E. McGladdery & F.C.J. Berthe (eds.). *Pearl oyster health management: a manual*. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 503. Rome, FAO. 120pp.

Southgate, P.C., E. Strack, A. Hart, K.T. Wada, M. Monteforte, M. Cariño, S. Langy, C. Lo, H. Acosta-Salmón & A. Wang (2008). Exploitation and culture of major commercial species. In: P.C. Southgate & J.S. Lucas (eds). *The pearl oyster*. First edition. Elsevier. pp. 303-355.

Spencer, B.E., M.J. Kaiser & D.B. Edwards (1998). Intertidal clam harvesting: benthic community change and recovery. *Aquac. Res.* **29**: 429-437.

van der Elst, R. & Afonso, P.S. (2008). Fish and fisheries. In: B.I. Everett, R.P. van der Elst & M.H. Schleyer. (eds). *A natural history of the Bazaruto Archipelago, Mozambique*. Oceanographic Research Institute Special Publication No. 8. SAAMBR/WWF. pp. 93-110.

Voultsiadou, E., D. Koutsoubas & M. Achparaki (2010). Bivalve mollusc exploitation in Mediterranean coastal communities: an historical approach. *J. Biol. Res.-Thessalon.* **13**: 35-45.

Yassien, M.H., A.A. El-Ganainy & M.H. Hasan (2009). Shellfish fishery in the North Western part of the Red Sea. *World J. Fish & Marine Sci.* **1(2)**: 97-104.

Capítulo 3: O efeito da colecta nos padrões de abundância e no tamanho da ostra perlífera *Akoya* (*Bivalvia: Pteriidae*), num banco de ervas marinhas da Ilha do Bazaruto, Moçambique.

Resumo

Foi efectuada uma experiência *in situ* para determinar-se o efeito do nível actual de colecta da ostra perlífera *Akoya* no banco Motundwine (Ilha do Bazaruto) sobre os padrões de abundância (densidade e número total) e tamanho (tamanho médio e estrutura populacional) das ostras. Neste banco delimitaram-se nove quadrados de 100 m², os quais (em grupos de três) foram sujeitos a níveis diferentes de colecta, normal, reduzida e sem colecta. Ao longo de um ano (Agosto 2009 – Julho 2010), em quatro períodos, determinou-se a densidade e o tamanho das ostras encontradas no interior destes quadrados. Os valores obtidos foram comparados usando-se uma análise de variância (ANOVA) factorial (com dois factores: intensidade de colecta e período de amostragem). A abundância de ostras foi crescendo ao longo do estudo (densidade média: 71-525 ostras m⁻²; número total: 10.7-78.8 milhões de ostras). Este aumento da abundância de ostras, mesmo nas áreas com colecta normal, aliado ao facto de a interacção entre as densidades dos dois factores estudados não ter sido significativa, sugere que o nível de colecta não teve implicações negativas sobre a abundância de ostras. Sugerindo assim, que este banco ainda possui uma capacidade de recuperação rápida do *stock*, o que poderá ter sido reforçada pelo estabelecimento de áreas fechadas no banco durante o estudo ou por este ter sido um ano de boa produção de larvas e/ou de bom recrutamento. No entanto, mesmo com esta elevada produção, sabe-se que os níveis de captura registados actualmente neste banco aparentam ser superiores a esta, portanto é necessária cautela para que não se atinjam níveis irreversíveis. O tamanho médio, para além dos valores baixos registados, foi diminuindo ao longo do estudo. Isto por influência da captura das ostras de maior tamanho e do bom recrutamento registado em Novembro e Março. No entanto, esta redução não foi tão acentuada nas áreas sem colecta e a interacção entre os tamanhos com os dois factores estudados foi significativa. Assim, acredita-se que as capturas estão a afectar o tamanho das ostras neste banco.

Palavras chave: Ostra perlífera *Akoya*; efeitos da colecta; abundância; tamanho; Bazaruto; Moçambique.

Introdução

A colecta de invertebrados é uma actividade comumente praticada por comunidades costeiras de todo mundo, algumas das quais já o fazem há milhares de anos (Braje *et al.*, 2007; Voultziadou *et al.*, 2010). Estes são primariamente colectados para garantir as necessidades alimentares destas populações (Barnes *et al.*, 1998; Paulay, 2000; Scarlet, 2005; Rius *et al.*, 2006). No entanto, algumas espécies possuem também alto valor comercial, por serem consideradas iguarias famosas (e.g. ostras e

lagostas) ou matéria prima para a indústria de jóias (e.g. pérolas e madre-pérola; Mackenzie *et al.*, 2003).

Quando as capturas de um recurso excedem os níveis de reposição do seu *stock*, atinge-se o nível de sobre-exploração (Jennings *et al.*, 2001). Nos invertebrados, assim como em outros recursos pesqueiros, a sobre-exploração pode reflectir-se em mudanças nos tamanhos e na estrutura da população explorada (Barnes *et al.*, 1998; de Boer *et al.*, 2000) ou até influenciar indirectamente populações de outras populações de invertebrados (Defeo & Alava, 1995; Sharpe & Keough, 1998; de Boer & Prins, 2002). Em casos extremos esta acaba por levar ao declínio do *stock* (Rothschild *et al.*, 1994; Kennedy & Roberts, 1999; Mackenzie, 1999; de Boer *et al.*, 2000; Mackenzie *et al.*, 2003).

O Arquipélago do Bazaruto sustenta uma importante actividade de colecta da ostra perlífera Akoya (*Pinctada fucata/martensii/radiata/imbricata*), conhecida localmente por mapalo (Dutton & Zolho, 1990; van der Elst & Afonso, 2008). Diversos autores (Dutton & Zolho, 1990; Afonso, 1995; Filipe, 2006; Afonso, 2009) referiram já que a elevada pressão exercida por esta actividade tem causado a redução das quantidades e dos tamanhos das ostras colectadas actualmente no Arquipélago. Num estudo efectuado recentemente sobre aspectos relativos a exploração desta ostra num banco (Motundwine) foram observados sinais típicos de áreas que sofrem exploração elevada (Capítulo 2). No entanto, pouco se sabe sobre o efeito destes níveis actuais de colecta na abundância e tamanho das ostras do banco.

Com o presente estudo, pretendeu-se determinar se o nível actual de colecta da ostra no banco Motundwine tem algum efeito sobre os padrões de abundância (densidade e número total) e tamanhos (tamanho médio e estrutura populacional) do mapalo. Para tal, efectuou-se uma experiência *in situ* ao longo de um ano, onde se sujeitaram partes do mesmo banco a três níveis de colecta. Prevendo-se, portanto, que quanto menor o nível de colecta, maiores seriam as densidades e a representatividade de classes de maior tamanho das ostras.

Material e métodos

Delineamento experimental

O estudo foi realizado na ilha do Bazaruto, num banco de ervas marinhas (Motundwine), onde decorre quotidianamente a actividade de colecta de invertebrados (maioritariamente mapalo; cf. Capítulo 1). O banco foi demarcado com a ajuda das mulheres que nele exercem a colecta. Para tal, foram registadas as coordenadas geográficas de 18 pontos a volta deste, com um GPS Garmin etrex. A área do banco é de cerca de 0.15 km² (600 m x 250 m).

Em coordenação com as colectoras de mapalo, foram estabelecidos no banco nove quadrados fixos, cada um com 100 m² (Figura 3.1). Em três destes (demarcados com paus com fita-cola vermelha) foi interdita a colecta de mapalo e noutros três (paus

com fita-cola amarela) permitiu-se uma colecta reduzida, em dias alternados. Nos restantes três quadrados (onde apenas se registaram as coordenadas geográficas dos vértices) e no resto do banco, a colecta foi efectuada normalmente (*cf.* Capítulo 2). Veja-se Narane (*in prep.*) para a descrição do habitat (factores abióticos e características das ervas marinhas) específico para cada um dos nove quadrados.

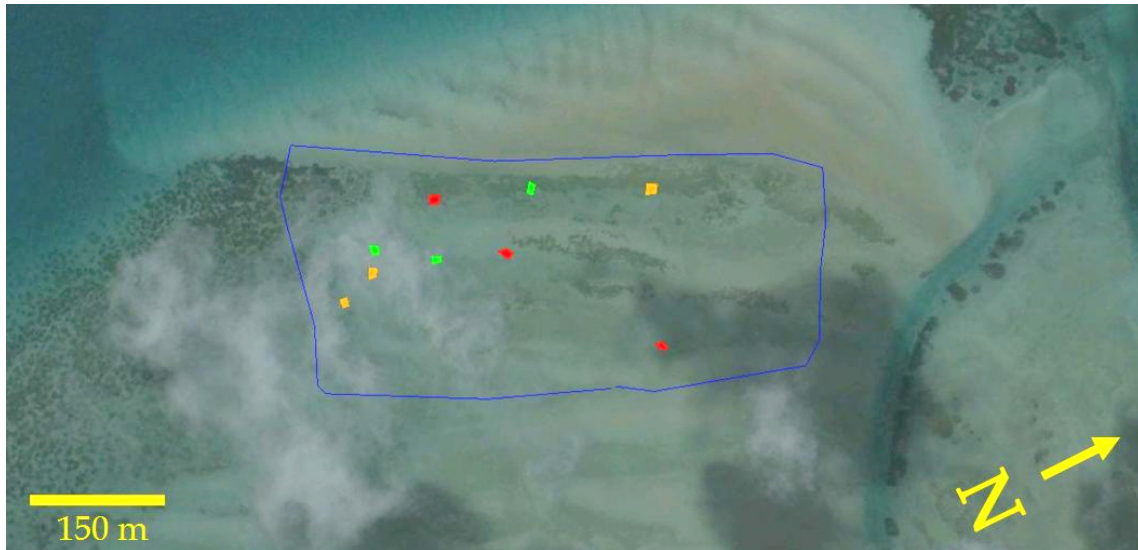


Figura 3.1. Disposição do desenho experimental no banco estudado (linha azul), mostrando a localização dos nove quadrados (vermelho - sem apanha, amarelo - apanha reduzida e verde - apanha normal; imagem concebida a partir do Google Earth).

O estudo foi levado a cabo no período de Agosto de 2009 a Julho de 2010. Durante este período, efectuaram-se quatro amostragens, durante um dos períodos de maré viva dos meses de Agosto, Novembro, Março e Junho. Nestas ocasiões efectuou-se a amostragem relativa a abundância e ao tamanho das ostras. Uma mulher pertencente ao grupo de colectoras do banco em estudo foi seleccionada para fazer o controle diário da experiência ao longo de todo o período do estudo.

Padrões de abundância

Nos períodos de amostragem, efectuaram-se quatro quadrículas de 0.25 m² em cada um dos nove quadrados estabelecidos no banco. Foram colectadas e inspeccionadas (para verificar a ocorrência de juvenis fixos às extremidades) todas as ostras encontradas no interior destas quadrículas. A partir do número de ostras encontradas estimou-se a densidade média (ostras m⁻²) e o número total de ostras existentes no banco e nas três áreas sujeitas a intensidades de colecta diferentes.

Para se testar o efeito da colecta sobre a densidade de ostras, comparou-se os valores obtidos nos três níveis de intensidade de apanha e nos quatro períodos de amostragem usando-se uma análise de variância (ANOVA) factorial (com dois factores). Esta foi efectuada mesmo com os dados apresentando ligeiros desvios em

relação aos pressupostos da ANOVA (distribuição normal dos dados e homogeneidade de variâncias), já que é suficientemente robusta (Zar, 1999). Por outro lado, os testes não paramétricos respectivos têm sido pouco aceites, por normalmente serem menos robustos e não permitirem testar o efeito da interacção entre os dois factores (Zar, 1999; Marques de Sá, 2007). Nos casos em que houve rejeição da hipótese nula ($p < 0.05$) foi efectuado o teste Neuman-Keulls para a determinação dos níveis que apresentaram diferenças entre si.

Tamanho

Todas as ostras colhidas nas quadriculas de 0.25 m² foram medidas, usando-se uma craveira com precisão de 0.01 mm. Usou-se a medida dorso-ventral (DVM) também conhecida por altura da concha (*shell height* - SH) seguindo Hwang *et al.* (2007).

Para se testar o efeito da colecta no tamanho das ostras, foi efectuada também uma análise de variância (ANOVA) factorial (com dois factores) para comparar o tamanho das ostras obtido durante os períodos de amostragem, nas três áreas sujeitas a intensidades de colecta diferentes. Em caso de rejeição da hipótese nula ($p < 0.05$), foi efectuado o teste Neuman-Keulls para a identificação dos níveis diferentes.

Resultados

Padrões de abundância

Durante todo o estudo foram colectadas e medidas 9552 ostras, o equivalente a uma densidade média de 265 ostras m⁻² (amplitude: 0 - 3408 ostras m⁻², desvio-padrão = 533 ostras m⁻²). No início, em Agosto de 2009, o banco possuía uma densidade média de cerca de 71 ostras m⁻² (desvio-padrão = 107 ostras m⁻²). Estima-se, portanto, que no mesmo mês o banco possuía um total de 10.7 milhões de ostras. As densidades registadas nos quatro períodos foram significativamente diferentes ($F=6.12$; $p < 0.05$). A densidade média e, conseqüentemente, o número total de ostras encontradas neste banco foram aumentando ao longo do estudo, registando-se um aumento de cerca de 636% entre Agosto 2009 e Junho 2010 (Figura 3.2). A densidade neste último período foi significativamente maior às observadas em Agosto e Novembro.

Registou-se também diferenças significativas nas densidades entre as áreas sujeitas a intensidades de colecta diferentes ($F=6.31$; $p < 0.05$). Nas áreas com colecta normal, obteve-se sempre os maiores (significativamente diferentes) registos de densidade em relação as áreas com colecta reduzida e sem colecta. A interacção dos dois factores (períodos e intensidade de colecta) não foi significativa ($F=1.78$; $p > 0.05$). Entre Março e Junho registou-se nas áreas sem colecta o maior aumento da densidade entre dois períodos de amostragem, cerca de 613%.

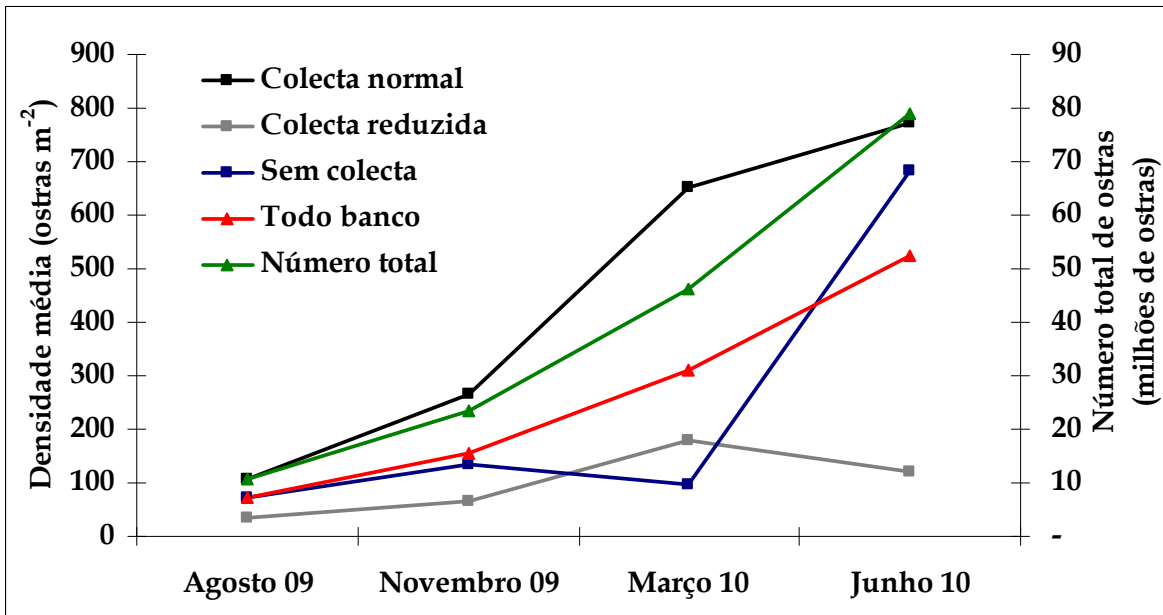


Figura 3.2. Quantidade total de ostras em todo o banco e densidade média no banco e nas três áreas sujeitas a diferentes níveis de colecta (normal, reduzida e sem colecta) ao longo do período de estudo.

Tamanho

O tamanho médio das ostras obtidas ao longo de todo o estudo foi de 23.80 mm (amplitude: 0.98 - 63.08 mm, desvio-padrão = 12.10 mm). Em Agosto de 2009 as ostras encontradas no banco Motundwine possuíam um tamanho médio de 33.81 mm (desvio-padrão = 11.25 mm). Os quatro períodos de estudo apresentaram diferenças significativas no tamanho das ostras encontradas ($F=294.86$; $p<0.05$). Este, no geral, foi diminuindo até Março, registando-se depois um aumento em Junho (Figura 3.3). As três áreas submetidas a diferentes intensidades de colecta foram também significativamente diferentes ($F=55.11$; $p<0.05$). Sendo que a área sem colecta apresentou as ostras de maior tamanho.

Os tamanhos foram significativamente diferentes relativamente à interação entre os dois factores. Sendo que o resultado do teste Neuman-Keulls, demonstrou que em Agosto a área sem colecta não era diferente das áreas com alguma colecta (reduzida e normal). Depois em Novembro, as áreas com colecta normal e sem colecta voltaram a não apresentar diferenças significativas. Sendo que apenas em Março os três níveis foram significativamente diferentes, já que em Junho não se obteve diferenças significativas entre nenhum dos níveis.

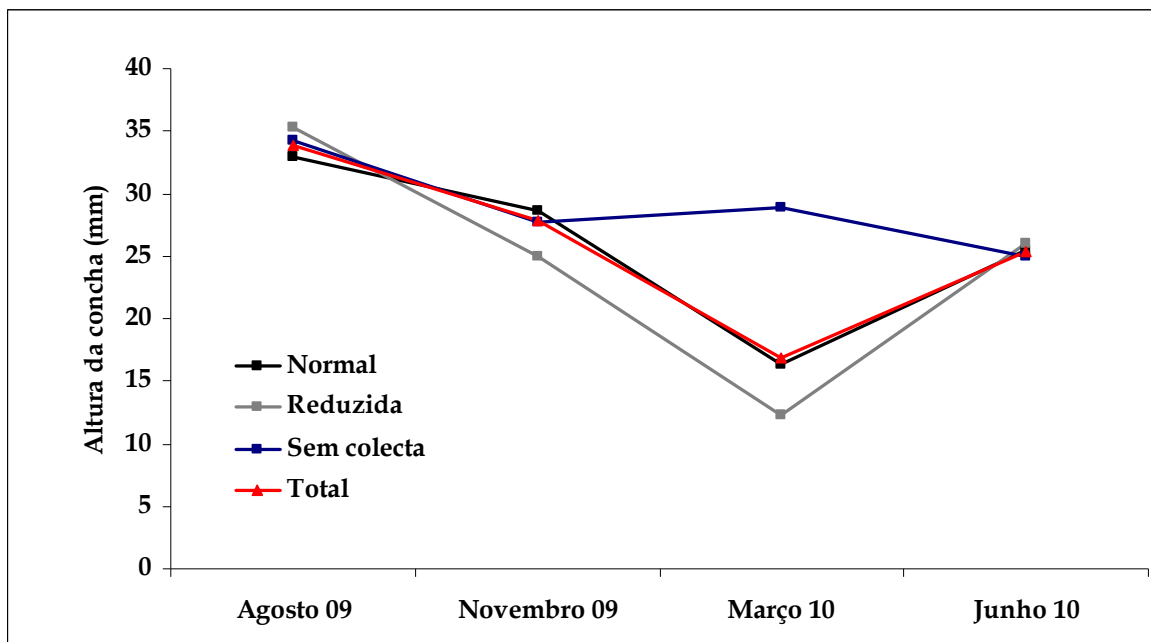


Figura 3.3. Tamanho médio das ostras encontradas nas três áreas sujeitas a diferentes intensidades de colecta (normal, reduzida e sem colecta), durante os quatro meses amostrados.

A estrutura da população em classes de tamanho não apresentou diferenças notáveis entre as áreas sujeitas aos diferentes níveis de colecta no início do estudo, em Agosto e Novembro (Figura 3.4). A maior diferença notou-se em Março, onde as áreas com algum nível de colecta, normal e reduzida, apresentaram uma proporção muito baixa de ostras de tamanho superior a 40 mm, apenas com 7% e 19% das ostras pertencentes a estas classes, respectivamente. As áreas sem colecta, no entanto mantiveram a boa representatividade (cerca de 54%) de ostras com esses tamanhos. Depois em Junho, todas as áreas apresentaram pouca representatividade das classes de maior tamanho. Neste mês, todas as áreas apresentaram uma boa representatividade de ostras com tamanhos médios, entre os 20 e 40 mm. A classe de menor tamanho (0 - 5 mm) estava bem representada em todas as áreas nos meses de Novembro e Março.

Discussão

No presente estudo foram observados os maiores valores de densidade reportados para o Arquipélago do Bazaruto, tendo em conta os trabalhos efectuados anteriormente nesta área geográfica (Tabela 3.1). Esta diferença poderá dever-se aos diferentes métodos usados e áreas abrangidas pelos estudos mencionados. Dutton & Zolho (1999) estimaram a densidade a partir da remoção das ostras encontradas em 3 “manchas” de ervas marinhas, não identificam em que áreas do Arquipélago. A metodologia usada por Afonso (1995; 2009) e Filipe (2006) foi similar à do presente estudo, usando quadrículas de 0.25 m² e o trabalho foi efectuado na mesma área (Sitone). E mesmo tendo-se em conta que Filipe (2006) e Afonso (2009) contaram as ostras *in situ*, o que pode significar não terem contado muitas ostras, especialmente as

mais pequenas (<10mm) que constituem uma percentagem elevada de ostras, como foi observado em Novembro (23%) e Março (38%; Figura 3.4) período em que foram efectuados os referidos estudos, as densidades obtidas durante o presente estudo foram relativamente superiores.

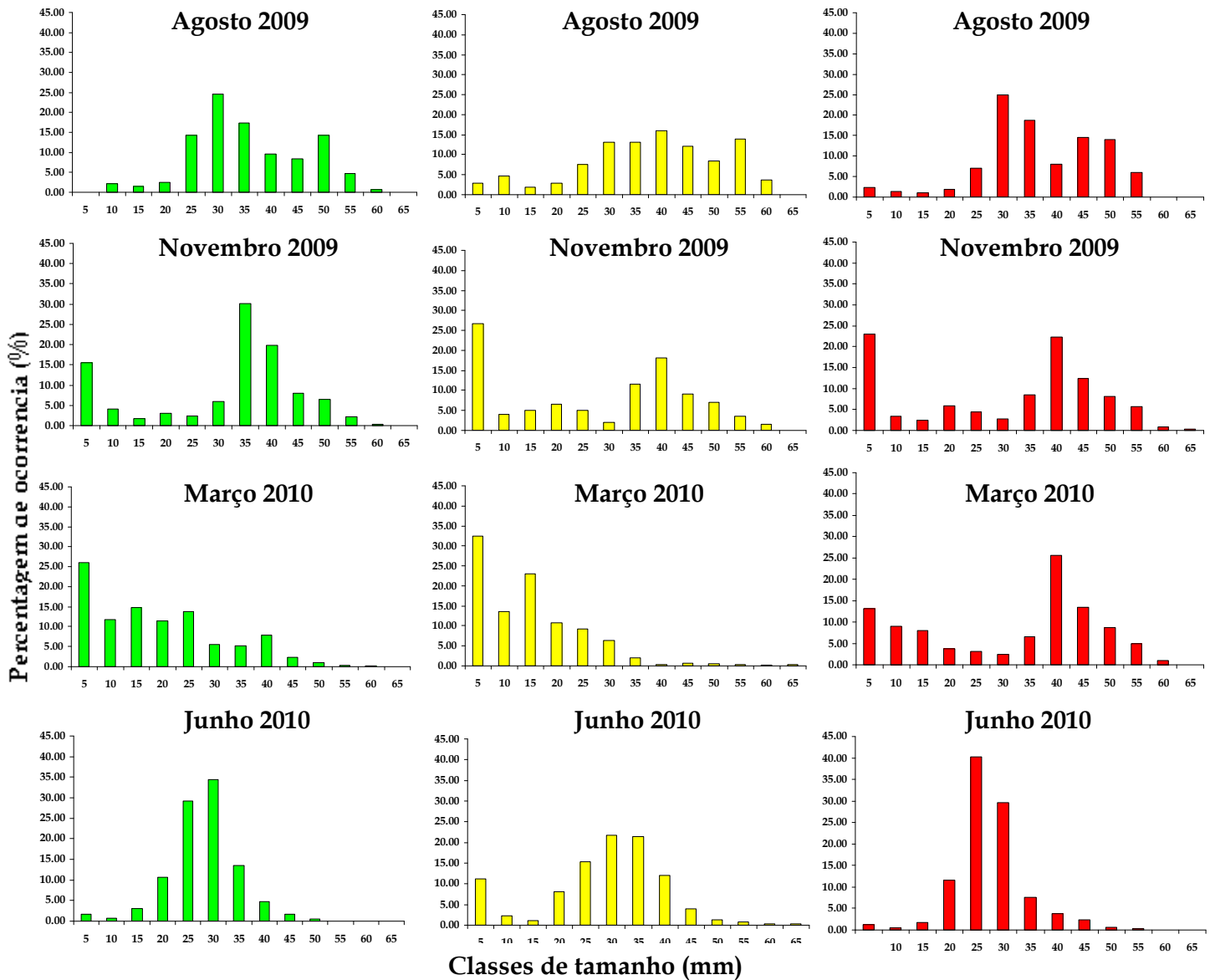


Figura 3.4. Estrutura de tamanhos das ostras no banco Motundwine nas três áreas sujeitas a diferentes intensidades de colecta nos quatro períodos de amostragem. ■ - colecta normal; ■ - Colecta reduzida; ■ - Sem colecta.

As densidades foram também superiores às registadas em áreas com enorme historial de exploração de ostras perlíferas Akoya tanto na mesma região, em Vilankulos e Inhassoro (entre 3 – 20 ostras m⁻²; Nrepo, 2011) como noutras regiões, Qatar (Golfo da Arábia; Al-Khayat & Al-Ansi, 2008) e Venezuela (Mackenzie *et al.*, 2003), onde as densidades máximas foram de 50 e 2.77 ostras m⁻², respectivamente. Por outro lado, a densidade de ostras perlíferas Akoya (164 ostras m⁻²) obtida por Yassien *et al.* (2009) na baía de El Gimsha (Mar Vermelho), local que em 2002 foi decretado um banimento na exploração, foi superior às densidades obtidas nos primeiros dois períodos de amostragem e muito inferior às obtidas em Março e Junho. A abundância total (9.84 milhões de ostras) estimada para a mesma baía foi também inferior a estimada para o banco Motundwine em todos os meses estudados.

Tabela 3.1. Densidades médias de ostras observadas em diversos estudos efectuados no Arquipélago do Bazaruto.

Ano	Área	Densidade (ostras m ⁻²)	Referência
1989	Todo arquipélago	44	Dutton & Zolho (1990)
1995	Sitone	12 – 20	Afonso (1995)
2005	Sitone	18 – 31	Filipe (2006)
	Motundwine	19	
2006	Zenguelemo	5 – 35*	Afonso (2009)
	Sitone	21 – 26	
	Motundwine	21	
2009/10	Motundwine	265	Presente estudo
	Agosto 09 – Junho 10	71 – 525	

*estimado a partir de um gráfico.

A elevada densidade e a rápida recuperação do *stock* observada no banco Motundwine deveram-se provavelmente ao sucesso na produção e fixação de larvas nesta região, que é típico destes ecossistemas dinâmicos. O que, no entanto, também lhes confere vulnerabilidade quando expostos a efeitos antropogénicos severos como a pesca (Dame *et al.*, 2002). Estas poderão também ser o resultado de um ano de boa produção de larvas e/ou de bom recrutamento, como parte da dinâmica natural destes recursos. As áreas fechadas poderão também ter contribuído para este sucesso, pois estas normalmente garantem um bom recrutamento e taxas mais altas de fertilização (Sims, 1993; Peterson, 2002). No entanto, sem o registo das taxas de recrutamento dos anos anteriores ao estudo, estes aspectos não podem ser comprovados.

Mesmo com a enorme produção registada neste período, os níveis de captura registados actualmente no banco Motundwine aparentam ser superiores a esta, até com as medidas implementadas pelas colectoras para reduzir a intensidade de colecta neste banco (Capítulo 2). Portanto, é necessário muita cautela e reduzir-se mais a intensidade de exploração pois, em casos de sobre-exploração estes bivalves facilmente atingem estágios em que a recuperação do *stock* é extremamente lenta ou até inexistente, como reportado na Venezuela (Mackenzie *et al.*, 2003) e no Panamá

(Mackenzie, 1999). O mesmo poderá já estar a acontecer em outras áreas do Arquipélago do Bazaruto, como nas Ilhas de Benguérua e Magaruque, onde já foi reportado pelos ilhéus que devido a baixa abundância de ostras a colecta foi interrompida há mais de seis meses (Afonso, 2009).

O aumento da abundância de ostras ao longo do estudo foi notório, mesmo nas áreas onde houve uma colecta normal. Isto, aliado ao facto da interacção entre as densidades sujeitas aos dois factores (períodos de amostragem e intensidade de colecta) não ter sido significativa, sugere que o nível de colecta observado neste banco durante o estudo não teve implicações negativas para a abundância de ostras. No entanto, esta análise, poderá ter sido afectada pela variação do habitat onde se encontravam os quadrados referentes aos diferentes tratamentos (e mesmo dentro de cada quadrado), uma vez que não foram escolhidas áreas com disponibilidade uniforme do mesmo habitat, especialmente no que concerne a biomassa e densidade de ervas, em especial da espécie *Thalassodendron ciliatum*, que demonstraram estar relacionadas com a densidade de ostras na área de estudo (Narane, in prep.).

Ao contrário do sucedido com a densidade, o tamanho médio das ostras, diminuiu nos meses seguintes ao início do estudo. Acredita-se que a causa seja a enorme exploração (selectiva, para os maiores tamanhos) observada primeiro em Agosto e depois em Dezembro e Janeiro (Capítulo 2). O enorme recrutamento que se registou nos meses de Novembro e Março (Figura 3.4) poderá também ter afectado negativamente a média nesses meses. No entanto, as áreas sem colecta não registaram uma diminuição tão acentuada, tendo inclusive aumentado o tamanho médio entre Novembro e Março. Isto evidencia a influência da exploração referida anteriormente. Em Junho, o baixo recrutamento e a grande proporção de ostras com tamanhos entre os 25.00 e 40.00 mm (possivelmente recrutadas entre Novembro e Fevereiro; Capítulo 4) resultaram no aumento do tamanho médio. Outra evidência de que o tamanho das ostras nesta área está a ser afectado pela colecta é o reduzido tamanho médio observado durante o estudo. Por exemplo, o valor registado em Março (16.81 mm), o mês com maior quantidade de juvenis, foi muito inferior ao registado por Marcano *et al.* (2005) na Península Araya (55.8 mm; Venezuela) no mesmo mês e também com o maior registo de juvenis.

Observou-se uma redução inesperada na percentagem de ostras de maior tamanho (>40 mm) entre Março e Junho nas áreas sem colecta (Figura 3.4) que resultou na redução do tamanho médio nestas áreas. A causa desta é desconhecida, no entanto poderá dever-se a predação natural. Foi referido pelas colectoras que uma raia (possivelmente *Rhinoptera javanica*) aparece em grandes cardumes no Inverno e come grandes quantidades de ostras (Filipe, 2006). Em Junho de 2005, o autor presenciou a captura de um cardume com mais de 100 raias desta espécie, apanhadas à rede próximo ao banco estudado. Uma vez que as áreas sem colecta apresentavam a maior percentagem de ostras grandes em Março e atendendo que esta espécie de raia alimenta-se de ostras adultas (Dharmaraj *et al.*, 1987), esta poderá ser uma causa provável. Por outro lado, poderá ter ocorrido violação das áreas fechadas, embora pouco provável.

As ostras de tamanho superior a 40 mm estão menos representadas no banco estudado. Isto, porque anualmente são colectados a maior parte dos indivíduos com estes tamanhos (Capítulo 2). Assim, as ostras dificilmente atingem um ano de vida (Capítulo 4). No entanto, como estas atingem a maturidade muito cedo, a partir dos 6 meses (cerca de 30 mm; Capítulo 4), a produção de larvas poderá não estar a ser afectada (Tranter, 1959; Rao 2007). Mas, poderá afectar a proporção machos:fêmeas, uma vez que esta tende a ser 1:1 apenas com o aumento da idade das ostras, visto que o sexo feminino só é atingido após um ou mais ciclos reprodutivos (Tranter, 1959; Gervis & Sims, 1992). O rendimento está definitivamente a ser afectado pois, só no segundo ano de vida é que as ostras perliíferas aumentam consideravelmente o peso do corpo (Gervis & Sims, 1992; Zhifeng *et al.*, 2009).

Referências bibliográficas

Afonso, P.S. (1995). Estudo preliminar de alguns aspectos da biologia da ostra de areia *Pinctada imbricata* em Sitone, Ilha do Bazaruto. *Projecto de Utilização Múltipla dos Recursos do Arquipélago do Bazaruto*.

Afonso, P.S. (2009). Estudo de especialidade de biologia pesqueira. In: K. Vaz, P. Norton, R. Avaloi, H. Chambal, P.S. Afonso, M.P. Falcão, M.A.M. Pereira & E.J.S. Videira (eds.), *Plano de manejo do Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto 2009-2013. Vol.2 Estudos de especialidade*. MITUR/DNAC. pp. 117-161.

Al-Khayat, J.A. & M.A. Al-Ansi (2008). Ecological features of oyster beds distribution in Qatari Waters, Arabian Gulf. *Asian J. of Sci. Res.* 1(6): 544-561.

Barnes, D.K.A., A. Corrie, M. Whittington, M.A. Carvalho & F. Gell (1998). Coastal shellfish resource use in the Quirimba Archipelago, Mozambique. *J. Shellfish Res.* 17(1): 51-58.

Braje, T.J., D.J. Kennett, J.M. Erlandson & B.J. Culleton (2007). Human impacts on nearshore shellfish taxa: a 7,000 year record from Santa Rosa Island, California. *American Antiquity.* 72(4): 735-756.

Dame, R., D. Bushek, D. Allen, A. Lewitus, D. Edwards, E. Koepfler & L. Gregory (2002). Ecosystem response to bivalve density reduction: management implications. *Aquat. Ecol.* 36: 51-65.

de Boer, W.F., T. Pereira & A. Guissamulo (2000). Comparing recent and abandoned shell middens to detect the impact of human exploitation on the intertidal ecosystem. *Aquat. Ecol.* 34: 287-297.

de Boer, W.F. & H.H.T Prins (2002). The community structure of a tropical intertidal mudflat under human exploitation. *ICES J. Mar. Sci.* 59: 1237-1247.

Defeo, O. & A. Alava (1995). Effects of human activities on long-term trends in sandy beach populations: the wedge clam *Donax hanleyanus* in Uruguay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **123**: 73-82.

Dharmaraj, S., A. Chellam & S Velayudhan (1987). Biofouling, boring and predation of pearl oyster. *Pearl culture.* **39**: 92-97.

Dutton, T.P & R. Zolho (1990). *Plano director de conservação para o desenvolvimento a longo prazo do*

Filipe, O.J. (2006). Estado actual da ostra de areia *Pinctada imbricata*, na zona norte da Ilha do Bazaruto. Tese de Licenciatura. Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo. 28 pp.

Gervis, M.H. & N.A. Sims (1992). The biology and culture of pearl oysters (Bivalvia: Pteriidae). ODA/ICLARM. Manila.

Hwang, J.J., T. Yamakawa & I. Aoki (2007). Growth of wild pearl oysters *Pinctada fucata*, *Pinctada margaritifera* and *Pinctada sugillata* (Bivalvia: Pteriidae) in Taiwan. *Fish. Sci.* **73**: 132-141.

Jennings, S., M.J. Kaiser & J.D. Reynolds (2001). *Marine fisheries ecology*. Blackwell Science, LTD. 417 pp.

Kennedy, R.J. & D. Roberts (1999). A survey of the current status of the flat oyster *Ostrea edulis* in Strangford Lough, Northern Ireland, with a view to the restoration of its oyster beds. *Biol. Environ.* **99B**(2): 79-88.

Mackenzie, jr., C.L. (1999). A history of the pearl oyster fishery in the Archipelago de las Perlas, Panama. *Mar. Fish. Rev.* **61**(2): 58-65.

Mackenzie, jr., C.L., L. Troccoli & L.B. León (2003). History of the Atlantic pearl-oyster, *Pinctada imbricata*, industry in Venezuela and Colombia, with biological and ecological observations. *Mar. Fish. Rev.* **65**(1): 1-20.

Marcano, J.S, A. Prieto, A. Lárez, J.J. Alió & H. Sanabria (2005). Growth and mortality of *Pinctada imbricata* (Mollusca: Pteriidae) in Guamachito, Araya Peninsula, Sucre State, Venezuela. *Ciencias Marinas.* **31**(2): 387-397.

Marques de Sá, J.P (2007). *Applied statistics using SPSS, STATISTICA, MATLAB and R*. Second edition. Springer. 505pp.

Narane, D.A. (in prep). *Descrição do habitat da ostra perlífera *Pinctada* sp. num banco do Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto*. Tese de Mestrado. Mestrado em Biologia Aquática e Ecossistemas Costeiros, Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo.

- Nrepo, M.A.A. (2011). Distribuição, abundância e avaliação da exploração humana da ostra de areia (*Pinctada imbricata*) na costa dos distritos de Inhassoro e Vilanculos, Inhambane. Tese de Licenciatura. Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo. 37 pp.
- Paulay, G. (2000). Benthic ecology and biota of Tarawa Atoll lagoon: influence of equatorial upwelling, circulation and human harvest. *Atoll Research Bulletin*. 487: 1-41.
- Peterson, C.H. (2002). Recruitment overfishing in a bivalve mollusc fishery: hard clams (*Mercenaria mercenaria*) in North Carolina. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 96-104.
- Rao, G.S. (2007). Growth and biometric relationship of the Indian pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) under long term onshore rearing system. *J. Mar. Biol. Ass. India*. 49(1): 51-57.
- Rius, M., S. Kaehler & C.D. McQuaid (2006). The relationship between human exploitation pressure and condition of mussel populations along the south coast of South Africa. *S. Afr. J. Sci.* 102: 130-136.
- Rothschild, B.J., J.S. Ault, P. Gouletquer & M. Héral (1994). Decline of the Chesapeake Bay oyster population: a century of habitat destruction and overfishing. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 111: 29-39.
- Scarlet, M.P.J. (2005). Clams as a resource in Maputo Bay – Mozambique. Master Thesis in Marine Ecology. Department of Marine Ecology, Göteborg University. 23pp.
- Sharpe, A.K. & M.J. Keough (1998). An investigation of the indirect effects of intertidal shellfish collection. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 223: 19-38.
- Sims, N.A. (1993). Pearl Oysters. In: Wright, A. & L. Hill (eds). *Nearshore marine resources of the South Pacific*. IPS Suva; FFA, Honiara; ICOD, Canada.
- Tranter, D.J. (1959). Reproduction in Australian pearl oysters (Lamellibranchia). V. *Pinctada fucata* (Gould). *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 10: 45-66.
- van der Elst, R. & Santana Afonso, P. (2008). Fish and fisheries. In: B.I. Everett, R.P. van der Elst & M.H. Schleyer. (eds). *A natural history of the Bazaruto Archipelago, Mozambique*. Oceanographic Research Institute Special Publication No. 8. SAAMBR/WWF. pp. 93-110.
- Voultsiadou, E., D. Koutsoubas & M. Achparaki (2010). Bivalve mollusc exploitation in Mediterranean coastal communities: an historical approach. *J. Biol. Res.-Thessalon.* 13: 35-45.

Yassien, M.H., A.A. El-Ganainy & M.H. Hasan (2009). Shellfish fishery in the North Western part of the Red Sea. *World J. Fish & Marine Sci.* 1(2): 97-104.

Zar, J.H. (1999). *Biostatistical analysis*. Fourth edition. Prentice-Hall, Inc. 663 pp.

Zhifeng, G., W. Qingyin, F. Jianguang, Y. Naihao, M. Yuze, S. Yaohua, W. Yan & W. Aimin (2009). Growth of cultured pearl oyster (*Pinctada martensii*) in Li'an Lagoon, Hainan Island, China. *J. Shellfish Res.* 28(3): 465-470.

Capítulo 4: Crescimento e ciclo reprodutivo da ostra perlífera Akoya (Bivalvia: Pteriidae) num banco de ervas marinhas da Ilha do Bazaruto, Moçambique.

Resumo

Estudou-se o crescimento e o ciclo reprodutivo da ostra perlífera Akoya ao longo de um ano (Agosto 2009 a Julho 2010), num banco de ervas marinhas (Motundwine; 21° 33' S - 035° 27' E) do Arquipélago do Bazaruto. Para a descrição do crescimento foi utilizada a função de crescimento de von Bertalanffy (VBGF). Calculando-se os parâmetros de crescimento (L_{∞} e K) de duas maneiras, a partir do método de ELEFAN I e a partir da determinação das coortes usando-se uma análise de progressão modal e o método de Bhattacharya, com os dados de frequências de tamanho obtidas pela medida dorso-ventral (DVM) de 9552 ostras. Estas foram colectadas em 36 quadrículas de 0.25 m² durante os meses de Agosto, Novembro, Março e Junho. O ciclo reprodutivo foi determinado usando-se a variação mensal da relação entre o comprimento e o peso seco das ostras (ciclo de peso do corpo), usando-se a medida antero-posterior (APM) e o peso seco livre de cinzas (AFDW) de 50 ostras recolhidas a cada mês. Ao longo do estudo foram identificadas três coortes, que em Agosto possuíam o comprimento médio de apenas 10.26, 31.15 e 48.31 mm. Os valores baixos das coortes e do L_{∞} (68.25 e 72.93 mm), devem-se provavelmente à pressão exercida pela actividade de colecta, sendo que as ostras raramente atingem tamanhos elevados (e mais anos de vida) no banco em estudo. No entanto, o valor do K obtido a partir da Análise de Progressão Modal (1.186 ano⁻¹) é relativamente elevado em relação ao obtido em outros estudos, podendo significar que o Bazaruto possui excelentes condições para o desenvolvimento das ostras estudadas. As ostras atingiram cerca de 45-50 mm após o primeiro ano de vida. Tamanhos que são já procurados pelas colectoras, mesmo não sendo o momento ideal, em termos de peso. A variação mensal do ciclo de peso do corpo, permite-nos sugerir que ocorrem dois picos de desova no Arquipélago do Bazaruto: um no Inverno (Junho - Agosto) e outro no Verão (Novembro - Fevereiro), sendo o último possivelmente mais importante. No entanto, para uma análise mais exacta esta terá que ser complementada com o auxílio de estudos histológicos de gónadas destas ostras.

Palavras chave: Crescimento; Período de desova, Ostra perlífera Akoya, Bazaruto; Moçambique

Introdução

As ostras perlíferas Akoya são pequenas e possuem um tempo de vida curto, em relação a outras ostras do género *Pinctada* (Gervis & Sims, 1992). O crescimento normal desta ostra é caracterizado por um aumento rápido da medida dorso-ventral (DVM) no primeiro ano, depois do qual, se inicia o aumento da espessura da concha (Tranter, 1959; Gervis & Sims, 1992; Zhifeng *et al.*, 2009). O crescimento nestas ostras

pode variar consoante as áreas onde se encontram e a idade que possuem (Velayudhan *et al.*, 1996; Mohamed *et al.*, 2006; Saucedo & Southgate, 2008), podendo atingir tamanhos entre os 41 e 61 mm um ano após a sua fixação (*cf* Chellam, 1988; Marcano *et al.*, 2005; Mohamed *et al.*, 2006).

A maior parte dos aspectos relacionados com o ciclo reprodutivo são comuns nas ostras do género *Pinctada*. As diferenças temporais são atribuídas primariamente a variações de latitude e de habitat entre espécies e entre populações da mesma espécie (Saucedo & Southgate, 2008). As ostras perlíferas são hermafroditas protândricos típicos, desenvolvendo primeiro o sexo masculino, o qual se mantém por um ou mais ciclos reprodutivos mudando depois para o feminino (Gervis & Sims, 1992; Mackenzie *et al.*, 2003; Saucedo & Southgate, 2008). Estas apresentam um padrão reprodutivo sincronizado, em que as gónadas sofrem eventos contínuos e sequenciais que terminam num período de desova simultâneo, para a mesma população (Saucedo & Southgate, 2008). A desova nas ostras perlíferas das regiões tropicais não estão limitadas a nenhuma época específica e podem ocorrer desovas prolongadas ao longo do ano (Gervis & Sims, 1992).

Estudos relacionados com o crescimento da ostra perlífera *Akoya*, tanto no seu meio natural como em meio de cultivo (ou em laboratório), foram já efectuados em diversos países como Japão (Wada & Komaru, 1994), China (Zhifeng *et al.*, 2009), Índia (Chellam, 1981; Chellam, 1988; Velayudhan *et al.*, 1996; Tomaru *et al.*, 2002; Mohamed *et al.*, 2006; Rao, 2007), Qatar (Mohammed & Yassien, 2003), Taiwan (Hwang *et al.*, 2007), Colômbia (Urban, 2000ab; Urban 2002), Venezuela (Marcano *et al.*, 2005), Tunísia (Tlig-Zouari *et al.*, 2010) e Austrália (Tranter, 1959; O'connor & Lawler, 2004a). No entanto, não foram efectuados estudos na região da costa ocidental do Oceano Índico.

Aspectos relativos à reprodução das ostras perlíferas *Akoya* foram também alvo de vários estudos nos últimos anos (Tranter, 1959; Wada *et al.*, 1995; Khamdan, 1998; Urban, 2000a; O'connor & Lawler, 2004b; Hwang, 2007). No entanto, apenas um estudo foi efectuado na região da costa ocidental do Oceano Índico, no Quênia (Kimani *et al.*, 2006).

Apesar dos aspectos relativos ao crescimento e reprodução das ostras perlíferas *Akoya* terem já sido amplamente estudados noutras regiões, o conhecimento existente para a costa ocidental do Oceano Índico é ainda muito escasso. Neste sentido, efectuou-se uma análise do crescimento (tamanho após um ano de fixação, parâmetros de crescimento e estimativa do tamanho máximo) desta ostra ao longo de um ano, no Arquipélago do Bazaruto, com o objectivo de determinar o tempo que é necessário para as ostras atingirem os tamanhos colectados actualmente (> 40.00 mm; Capítulo 2). Foi também estudado o ciclo reprodutivo da mesma ostra, com recurso a uma análise da variação mensal da relação entre o comprimento da ostra e o peso seco, como sugerido por Urban (2000a).

Material e métodos

Delineamento experimental

O estudo foi realizado na Ilha do Bazaruto, num banco de ervas marinhas com cerca de 0.15 km² (Motundwine), onde decorre quotidianamente a actividade de colecta desta ostra (*cf.* Capítulo 1). O estudo decorreu no período entre Agosto de 2009 e Julho de 2010. Durante os meses de Agosto, Novembro, Março e Junho de 2010 foram colectadas, inspeccionadas (para verificar a ocorrência de juvenis fixos às extremidades) e medidas, todas as ostras encontradas no interior de 36 quadrículas de 0.25 m².

Foi também colhida mensalmente de forma aleatória, uma amostra composta por ostras de todos os tamanhos. A colheita foi efectuada por uma amostradora local e aquando dos períodos de amostragem (Agosto, Novembro, Março e Junho) pelo autor. Após a colheita, as amostras foram colocadas no congelador (aproximadamente a 0°C) e enviadas no dia seguinte para Maputo por via aérea, onde foram também colocadas no congelador (aproximadamente a -2°C) até se efectuarem as análises laboratoriais.

Crescimento

O crescimento em bivalves é comumente determinado medindo-se a variação das dimensões da concha ao longo do tempo (Gervis & Sims, 1992; Saucedo & Southgate, 2008). Portanto, em todas as ostras (colectadas usando-se as quadrículas de 0.25 m²) registou-se a medida dorso-ventral (DVM), também referida como altura da concha (SH; Hwang *et al.*, 2007), com auxílio de uma craveira com precisão de 0.01 mm. Posteriormente foram todas agrupadas em classes de tamanho de 5 mm. Para a descrição do crescimento foi utilizada a função de crescimento de von Bertalanffy (VBGF), frequentemente usada para descrever o crescimento de vários organismos, incluindo ostras do género *Pinctada* (Mohammed & Yassien, 2003; Saucedo & Southgate, 2008; Yassien *et al.*, 2009).

A partir dos dados de frequências de tamanho obtidos ao longo dos quatro períodos de amostragem, foram efectuados dois métodos para determinar os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy, L_{∞} (comprimento assintótico) e K (coeficiente de crescimento). O método de ELEFAN I (Pauly & David, 1981), estimando-se os parâmetros directamente a partir dos dados das frequências de tamanho obtidas nas quatro épocas amostrais. Adicionalmente, com os mesmos dados, efectuou-se também uma análise de progressão modal e o método de Bhattacharya para a determinação das coortes, efectuado também por Mohammed & Yassien (2003) e Marcano *et al.* (2005) com ostras perliíferas Akoya. Os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy foram novamente calculados efectuando-se o método de Powell-Wetherall (dados de frequências de tamanho) para a determinação do L_{∞} e o método de Gulland & Holt para a determinação do K. Para a determinação deste último parâmetro, usou-se o L_{∞} fixo (determinado a partir do método de Powell-Wetherall)

e os dados de crescimento obtidos pela análise de progressão modal. Por fim, determinou-se o índice de performance de crescimento (ϕ') para os dois pares de L_{∞} e K obtidos. Para a elaboração destes métodos, foi utilizado o Software FiSATII (Gayanilo *et al.*, 2005).

Ciclo reprodutivo

O ciclo de reprodução foi estudado com base no ciclo de peso do corpo. Que segundo Urban (2000a) pode ser usado para identificar eventos de desova, assumindo-se que quando estes ocorrem as ostras perdem peso (diminuição de peso entre dois meses seguidos). O ciclo de peso do corpo é determinado a partir da relação entre o peso e o tamanho da ostra. Para a determinação deste ciclo foram escolhidas 50 ostras das amostras recolhidas mensalmente, com tamanhos superiores a 20 mm. Obteve-se o tamanho a partir da medida do eixo antero-posterior (APM), também referida como comprimento (SL; e.g. Hwang *et al.*, 2007), de cada ostra usando-se a mesma craveira referida anteriormente. Removeu-se todo o tecido do interior de cada concha e efectuou-se a secagem do tecido na estufa a cerca de 70° C durante 48h, obtendo-se assim o peso seco sem concha (*Shell Free Dry Weight* - SFDW). O peso seco livre de cinzas (*Ash Free Dry Weight* - AFDW) foi obtido introduzindo-se o tecido anteriormente seco, na mufla a 550° C durante 2,5h. Estes procedimentos foram baseados no método aplicado por Urban (2000a), também em ostras perlíferas Akoya.

Em seguida determinou-se as constantes a e b da relação mensal entre o comprimento da concha (SL) e o peso ou AFDW (Eq. (4.1)) a partir da análise de regressão não linear, usando-se o algoritmo Simplex (*cf.* Motulsky & Ransnas, 1987). O ciclo de peso anual para um indivíduo standard de 50 mm de comprimento foi então calculado usando-se a equação:

$$\text{AFDW} = a\text{SL}^b \quad (4.1)$$

Onde AFDW é expresso em gramas (g) e SL em milímetros (mm).

Resultados

Crescimento

Ao longo dos quatro períodos de amostragem foram colectadas e medidas 9552 ostras para a análise de frequências de tamanho (Figura 4.1). Nos quatro períodos de amostragem foi observada a presença de três coortes. No início do estudo, Agosto 2009, as coortes possuíam a altura média de 10.26, 31.15 e 48.31 mm, respectivamente.

Em Março de 2010, registou-se um enorme recrutamento, o que, evidenciado pela boa representatividade das classes de menor tamanho (até aos 25 mm), já vinha acontecendo há já alguns meses, pelo menos, desde Novembro 2009, como se pode verificar pelo bom recrutamento observado também nesse mês (Figura 4.1). As

classes de tamanho superiores a 45 mm são praticamente inexistentes. Significando que há uma enorme mortalidade nas classes de maior tamanho.

Os parâmetros de crescimento estimados usando-se o Método ELEFAN I (Figura 4.1a) foram: $L_{\infty}=68.25$ mm e $K=0.690$ ano⁻¹. Enquanto que, usando-se os dados da Análise de Progressão Modal (Figura 4.1b) estes foram $L_{\infty}=72.93$ mm e $K=1.186$ ano⁻¹. O índice de performance (ϕ') determinado para os dois pares de parâmetros foi 3.507 e 3.800, respectivamente.

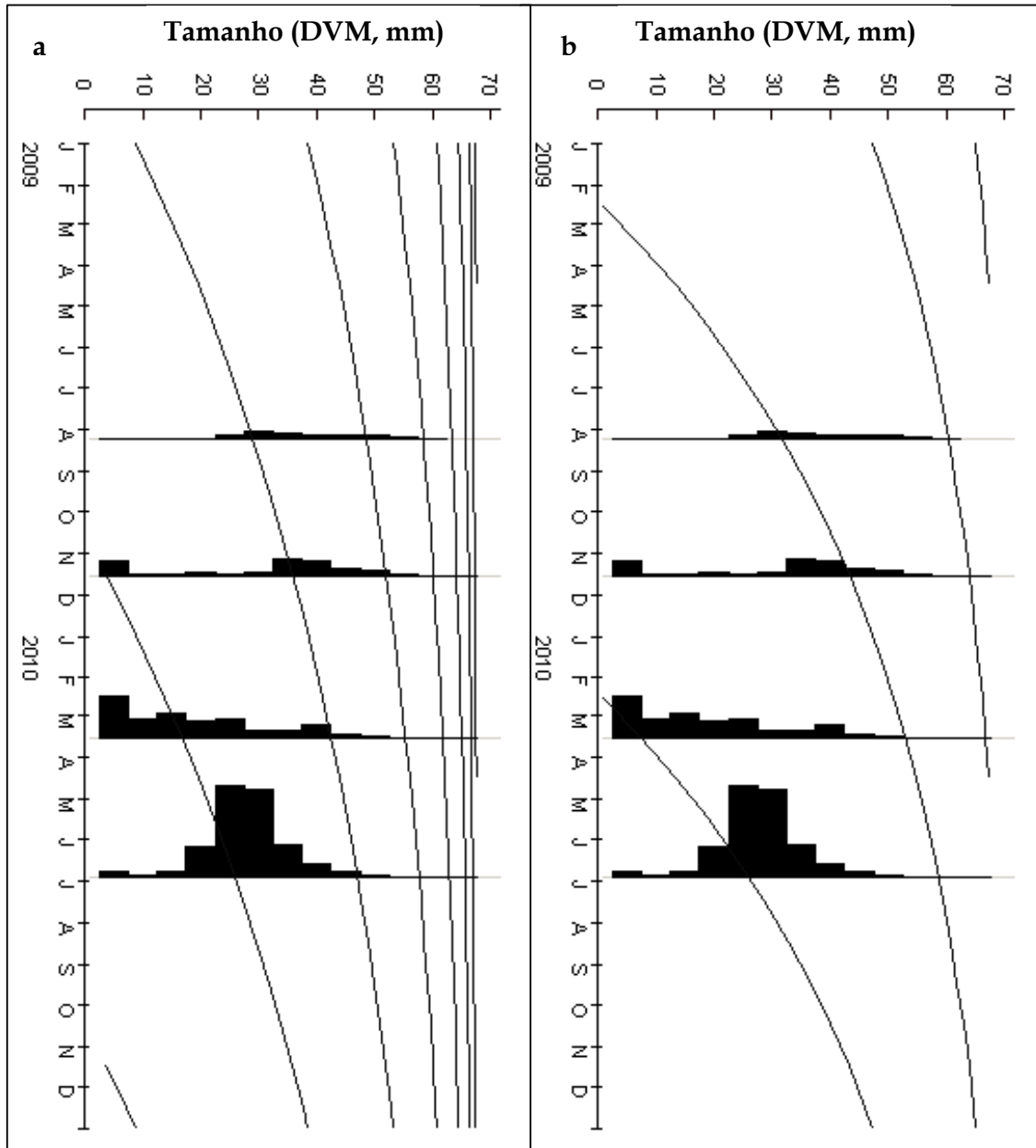


Figura 4.1. Representação das frequências de tamanho para as quatro épocas de amostragem (Agosto, n = 602; Novembro, n=1402; Março, n=2780 e Junho, n=4728),

composição das coortes e curvas de crescimento (**a**–a partir do ELEFAN I e **b**–a partir da Análise de Progressão Modal) das ostras perlíferas Akoya para o banco estudado.

Ciclo reprodutivo

Para a análise do ciclo do peso do corpo foram medidas e analisadas 600 ostras. A relação mensal entre o peso seco (AFDW) e o comprimento das ostras apresentou alguma variação nos valores das constantes *a* e *b*. Observando-se por isso a ocorrência, ao longo do ano em estudo, de três meses com maior peso (Setembro, Janeiro e Maio) e três com menor (Dezembro, Fevereiro e Julho; Figura 4.2).

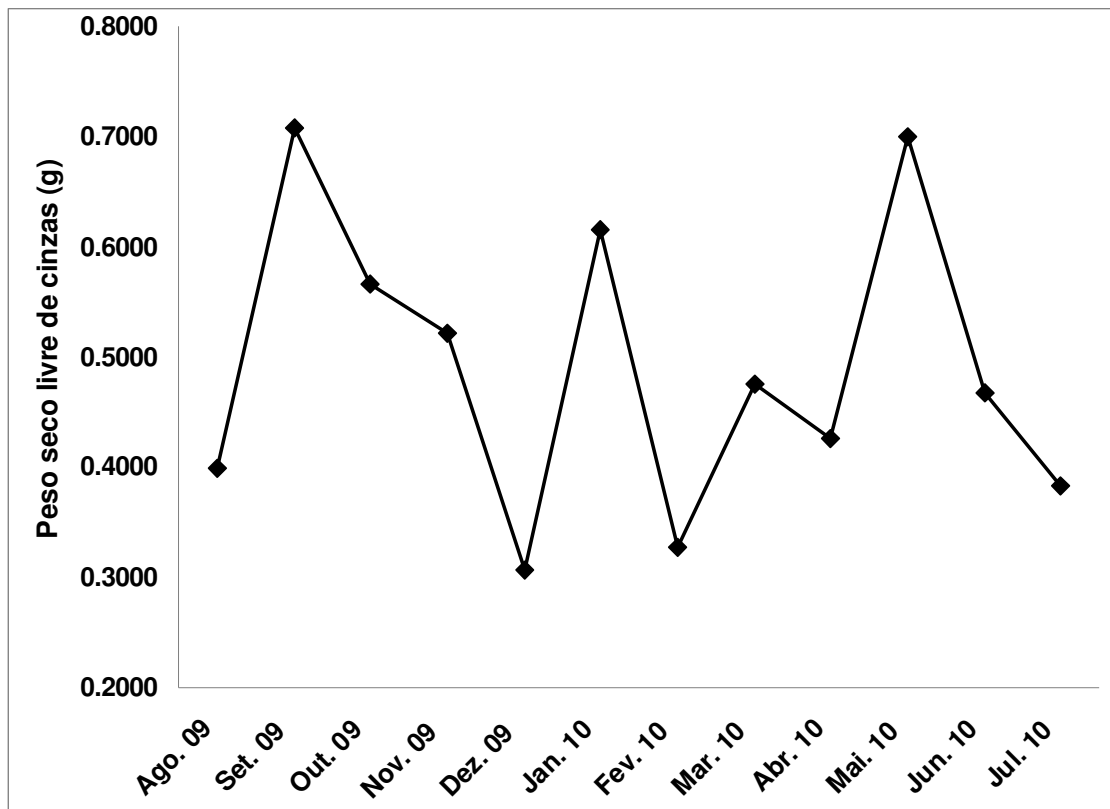


Figura 4.2. Variação dos valores do peso (AFDW), calculado para uma ostra de 50 mm de altura, ao longo dos 12 meses de estudo.

Discussão

O mesmo número de coortes identificado no presente estudo foi encontrado por Hwang *et al.* (2007) em Taiwan. Mohammed & Yassien (2003) identificaram quatro coortes nas águas do Qatar. Estas coortes possuíam tamanhos médios muito maiores do que os encontrados no presente estudo, 56.75, 65.84, 77.54, e 84.66 mm, respectivamente. Onde o tamanho da coorte mais nova foi inclusive maior do que o encontrado neste estudo para a última coorte. O que demonstra que as ostras encontradas no presente estudo possuem pouca representação nas classes de maior

tamanho. Ao contrário do registado por Marcano *et al.* (2005) na Venezuela, que encontraram dominância (77%) das classes de 50-70 mm de tamanho.

Os índices de performance de crescimento (ϕ') encontrados no presente estudo são semelhantes aos encontrados para Colômbia, Taiwan e Venezuela (Tabela 4.1). Sendo que o índice obtido a partir da Análise de Progressão Modal foi o mais semelhante a estes, podendo significar que a curva obtida a partir deste seja a que mais reflete a curva real. No entanto, este foi muito diferente do obtido no Qatar. Isto sugere que a espécie abrangida por esse estudo (referida como *Pinctada radiata*) possa ser diferente da espécie abrangida pelo presente estudo (apesar de pertencerem ao mesmo complexo das ostras perlíferas Akoya). O K obtido por este método pode também ser considerado semelhante, e até um bocado elevado quando comparado aos registados em outras partes do mundo. Uma vez que o crescimento das ostras perlíferas é dependente de factores ambientais (Gervis & Sims, 1992; O'Connor & Lawler, 2004b; Saucedo & Southgate, 2008; Zhifeng *et al.*, 2009) tais como temperatura, salinidade e disponibilidade de alimento, o elevado valor deste parâmetro, poderá significar que o Bazaruto possui excelentes condições para o desenvolvimento das ostras estudadas, como foi observado em Guamachito (Venezuela) por Marcano *et al.* (2005).

No caso do crescimento assintótico (L_∞), os valores obtidos no presente estudo foram baixos. Isto deve-se ao facto de as ostras encontradas no banco em estudo não atingirem tamanhos elevados (e mais anos de vida). A falta de exemplares grandes, como já foi referido anteriormente, deve-se provavelmente à enorme pressão exercida pela actividade de colecta (Capítulos 2 e 3). Mohammed & Yassien (2003) encontraram ostras perlíferas Akoya com cerca de 100 mm (cerca de 10 anos de vida), muito maiores às encontradas no presente estudo. No entanto, como referido anteriormente poderemos estar a falar de espécies diferentes.

Tabela 4.1. Parâmetros de crescimento (em comprimento) de ostras perlíferas Akoya, em meios naturais, determinados em vários locais.

Área	L_∞ (mm)	K ano ⁻¹	ϕ'	Referência
Qatar	132.00	0.340	1.770	Mohammed & Yassien (2003)
Bazaruto (Moçambique)	68.25	0.690	3.507	Presente estudo ¹
Bazaruto (Moçambique)	72.93	1.186	3.800	Presente estudo ²
Cabo de la vela (Colômbia)	84.00	0.939	3.821	Urban (2000a)
Taiwan	84.70	0.936	3.827	Hwang <i>et al.</i> (2007)
Guamachito (Venezuela)	85.15	1.420	4.013	Marcano <i>et al.</i> (2005)

¹ Usando o método de ELEFAN I; ² usando os dados da Análise de Progressão modal.

Considerando-se a curva de crescimento obtida a partir da Análise de Progressão Modal (Figura 4.1b), pode-se considerar que as ostras no Bazaruto atingem cerca de 45-50 mm de altura após o primeiro ano de vida. Este crescimento acentuado, no primeiro ano, é característico destas ostras e foi também registado por Mohamed *et al.* (2006) e Zhifeng *et al.* (2009). As colectoras apanham ostras com menos de um ano de vida, porque procuram ostras a partir dos 40 mm (Capítulo 2). No entanto, este não é

o momento ideal para efectuar a colecta, em termos de peso. Só no segundo ano é que as ostras perlíferas aumentam consideravelmente o peso do corpo (Gervis & Sims, 1992; Zhifeng *et al.*, 2009).

A variação mensal do peso do corpo, apesar de apresentar três meses com valores de peso baixos, permite sugerir que ocorrem dois picos de desova no Arquipélago do Bazaruto, no Verão (Novembro - Fevereiro) e no Inverno (Junho - Agosto). Nos meses de Novembro e Março foram encontradas grandes quantidades de ostras pertencentes as classes de menor tamanho (Figura 4.1), sugerindo que esta seja a principal época de desova. Outros estudos encontraram também duas épocas de desova para estas ostras, nomeadamente na Austrália (Tranter, 1959; O'Connor & Lawler, 2004a), Barém (Golfo Pérsico; Khamdan, 1998), Quênia (Kimani *et al.*, 2006) e Taiwan (Hwang *et al.*, 2007). Para além destes picos poderá ocorrer a reprodução também nos outros meses só que de maneira menos intensa como foi observado no Japão (Wada *et al.*, 1995) e na Venezuela (Mackenzie *et al.*, 2003).

O período e a extensão das épocas de desova não são iguais em todos os locais onde existem duas épocas de desova, pois ocorrem variações resultantes da distribuição latitudinal e das condições atmosféricas (em especial a temperatura da água; Gervis & Sims, 1992). Kimani *et al.* (2006) registou, no Quênia, maior abundância de ostras no estágio com gónadas vazias nos períodos de Novembro-Fevereiro e Maio-Julho, semelhantes aos observados no presente estudo. Paula *et al.* (1998) registaram uma maior abundância de larvas de *Pinctada capensis* na Ilha de Inhaca em épocas não muito diferentes (Abril e Junho) às aqui propostas para o Bazaruto.

O ciclo de peso do corpo pode ser usado para a determinação dos picos de desova, no entanto é necessário fazê-lo de modo cauteloso. Para uma análise mais exacta esta terá que ser complementada com o auxílio de estudos histológicos de gónadas das ostras como efectuado por Urban (2000a).

Referências bibliográficas

Chellam, A. (1981). Growth of pearl oyster *Pinctada fucata* in the pearl culture farm at Veppalodai. *Indian J. Fish.* **25(1&2)**: 77-83.

Chellam, A. (1988). Growth and biometric relationship of pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould). *Indian J. Fish.* **35**: 1-6.

Gayanilo, F.C.Jr., P. Sparre, D. Pauly (2005). *FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). User's guide*. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, Revised version. FAO.

Gervis, M.H. & N.A. Sims (1992). *The biology and culture of pearl oysters (Bivalvia: Pteriidae)*. ODA/ICLARM. Manila.

Hwang, J.J. (2007). Reproductive cycles of the pearl oysters, *Pinctada fucata* (Gould) and *Pinctada margaritifera* (Linnaeus) (Bivalvia: Pteriidae) in southwestern Taiwan Waters. *J. Mar. Sci. Tech.* **15 (2)**: 67-75.

Hwang, J.J., T. Yamakawa & I. Aoki (2007). Growth of wild pearl oysters *Pinctada fucata*, *Pinctada margaritifera* and *Pinctada sugillata* (Bivalvia: Pteriidae) in Taiwan. *Fish. Sci.* **73**: 132-141.

Khamdan, S.A.A. (1998). Aspects of reproduction in the pearl oyster, *Pinctada radiata* (Leach). In: A. Otsuki, M.Y. Abdulraheem & M. Reynolds (eds). *Offshore environment of the ROPME Sea Area after the war-related oil spill - Results of the 1993-94 Umitaka-Maru cruises*. Terra Scientific Publishing Company. Tokyo.

Kimani, E.N., K.M. Mavuti & T. Mukiyama (2006). The reproductive activity of the pearl oyster *Pinctada imbricata* Röding 1798 (Pteriidae) in Gazi Bay, Kenya. *Tro. Zool.* **19(2)**: 159-174.

Mackenzie, jr., C.L., L. Troccoli & L.B. León (2003). History of the Atlantic pearl-oyster, *Pinctada imbricata*, industry in Venezuela and Colombia, with biological and ecological observations. *Mar. Fish. Rev.* **65(1)**: 1-20.

Marcano, J.S, A. Prieto, A. Lárez, J.J. Alió & H. Sanabria (2005). Growth and mortality of *Pinctada imbricata* (Mollusca: Pteriidae) in Guamachito, Araya Peninsula, Sucre State, Venezuela. *Ciencias Marinas.* **31(2)**: 387-397.

Mohammed, S.Z. & M.H. Yassien (2003). Population parameters of the pearl oyster *Pinctada radiata* (Leach) in Qatari waters, Arabian Gulf. *Turk. J. Zool.* **27**: 339-343.

Mohamed, K.S., V. Kripa, T.S. Velayudhan & K.K. Appukuttan (2006). Growth and biometric relationships of the pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) on transplanting from the Gulf of Mannar to the Arabian Sea. *Aquac. Res.* **37**: 725-741.

Motulsky, H.J. & L.A. Ransnas (1987). Fitting curves to data using nonlinear regression: a practical and nonmathematical review. *FASEB J.* **1**: 365-374.

O'Connor, W.A. & N.F. Lawler (2004a). Salinity and temperature tolerance of embryos and juveniles of the pearl oyster, *Pinctada imbricata* Röding. *Aquaculture.* **229**: 493-506.

O'Connor, W.A. & N.F. Lawler (2004b). Reproductive condition of the pearl oyster, *Pinctada imbricata*, Röding, in Port Stephens, New South Wales, Australia. *Aquac. Res.* **35**: 385-396.

Paula, J., I. Pinto, I. Guambe, S. Monteiro, D. Gove & J. Guerreiro (1995). Seasonal cycle of planktonic communities at Inhaca Island, southern Mozambique. *J. Plankton Res.* **20(11)**: 2165-2178.

- Pauly, D. & N. David (1981). ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung*. **28(4)**: 205-211.
- Saucedo, P.E. & P.C. Southgate (2008). Reproduction, development and growth. In: P.C. Southgate & J.S. Lucas (eds). *The pearl oyster*. First edition. Elsevier. pp. 131-186.
- Rao, G.S. (2007). Growth and biometric relationship of the Indian pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) under long term onshore rearing system. *J. Mar. Biol. Ass. India*. **49(1)**: 51-57.
- Tlig-Zouari, S., L. Rabaoui, I. Irathni, M. Diawara & O.K.B. Hassine (2010). Comparative morphometric study of the invasive pearl oyster *Pinctada radiata* along the Tunisian coastline. *Biologia*. **65(2)**: 294-300.
- Tomaru, Y., Y. Kumatabara, Z. Kawabata & S. Nakano (2002). Effect of water temperature and chlorophyll abundance on shell growth of the Japanese pearl oyster, *Pinctada fucata mertensii*, in suspended culture at different depths and sites. *Aquac. Res.* **33**: 109-116.
- Tranter, D.J. (1959). Reproduction in Australian pearl oysters (Lamellibranchia). V. *Pinctada fucata* (Gould). *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* **10**: 45-66.
- Urban, H.-J. (2000a). Culture potential of the pearl oyster (*Pinctada imbricata*) from the Caribbean. I. Gametogenic activity, growth, mortality and production of a natural population. *Aquaculture*, **189**: 361-373.
- Urban, H.-J. (2000b). Culture potential of the pearl oyster (*Pinctada imbricata*) from the Caribbean. II. Spat collection, and growth and mortality in culture systems. *Aquaculture*. **189**: 375-388.
- Urban, H.-J. (2002). Modeling growth of different developmental stages in bivalves. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **238**: 109-114.
- Velayudhan, T.S., A. Chellam, S. Dharmaraj, A.C.C. Victor & H.M. Kasim (1996). Comparison of growth and shell attributes of four generations of the pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) produced in the hatchery. *Indian J. Fish.* **43(1)**: 69-77.
- Yassien, M.H., A.A. El-Ganainy & M.H. Hasan (2009). Shellfish fishery in the North Western part of the Red Sea. *World J. Fish & Marine Sci.* **1(2)**: 97-104.
- Wada, K.T. & A. Komaru (1994). Effect of selection for shell coloration on growth rate and mortality in the Japanese pearl oyster, *Pinctada fucata mertensii*. *Aquaculture*. **125**: 59-65.

Wada, K.T., A. Komaru, Y. Ichimura & H. Kurosaki (1995). Spawning peak occurs during winter in the Japanese subtropical population of the pearl oyster, *Pinctada fucata fucata* (Gould, 1850). *Aquaculture*. **133**: 207-214.

Zhifeng, G., W. Qingyin, F. Jianguang, Y. Naihao, M. Yuze, S. Yaohua, W. Yan & W. Aimin (2009). Growth of cultured pearl oyster (*Pinctada martensii*) in Li'an Lagoon, Hainan Island, China. *J. Shellfish Res.* **28(3)**: 465-470.

Capítulo 5: Considerações finais

Conclusão e recomendações

O nível de exploração actual da ostra perlífera Akoya no banco Motundwine é elevado e parece ser superior a capacidade de produção do banco (sobre-exploração?). Quando a CPUE e o tamanho das ostras colectadas diminuem neste banco, devido a meses de elevada captura (como aconteceu em Agosto e Dezembro de 2009), as colectoras são obrigadas a colectar noutros bancos vizinhos para obterem as capturas que necessitam. A procura de maiores rendimentos exige que sejam colectadas enormes quantidades de ostras e para tal, novas técnicas de colecta vão sendo criadas, como o uso de chatas para o transporte e a criação de locais de armazenamento da ostra viva. Estes factos aliados ao aumento do número de colectoras poderão ser as causas desta exploração excessiva (Capítulo 2).

Apesar dos elevados níveis de exploração registados no banco Motundwine, o *stock* ainda possui capacidade de recuperação rápida, devido à boa taxa de produção e de fixação de larvas. Portanto, o efeito da exploração actual não foi notório na abundância (densidade e número total) de ostras, pois esta foi crescendo ao longo do estudo, mesmo nas áreas com colecta normal. Isto porque já são aplicadas algumas medidas tradicionais de gestão sendo que o esforço de colecta intenso só foi efectuado nos meses de Agosto e Dezembro. Podendo ter sido influenciada também pelo estabelecimento de áreas fechadas no banco durante o estudo. Por outro lado, o mesmo não aconteceu em relação ao tamanho das ostras. O tamanho médio, demonstrou ser afectado pelos níveis de exploração, pois foi diminuindo por influência da captura das ostras de maior tamanho e do bom recrutamento registado em Novembro e Março. No entanto as áreas sem colecta não registaram esta diminuição de maneira tão acentuada. Adicionalmente, as áreas sem colecta registaram a permanência ao longo do estudo de ostras de tamanhos maiores, apesar de se ter notado o desaparecimento destas no último mês, possivelmente derivado de predação natural (Capítulo 3).

As ostras perlíferas Akoya no banco estudado atingem cerca de 45-50 mm após um ano de vida. No entanto, dificilmente atingem tamanhos maiores (o L_{∞} foi estimado em 72.93 mm) por causa da actividade de colecta, onde são escolhidas as ostras com tamanho a partir de 40 mm. O banco apresenta condições propícias para o desenvolvimento desta ostra, visto que se obteve um valor elevado de K (1.186 ano^{-1}). A reprodução da ostra perlífera Akoya no local de estudo poderá ocorrer ao longo do ano, no entanto os dados mostraram que ocorrem dois picos de desova, um no Inverno (Junho - Agosto) e outro (possivelmente o mais importante) no Verão (Novembro - Fevereiro; Capítulo 4).

Durante o estudo, notou-se que as colectoras já implementam algumas medidas tradicionais de gestão (podendo também haver influência do trabalho do PNAB), como a rotatividade entre bancos e o período de defeso. No entanto, como se viu anteriormente, estas não parecem estar a ser suficientemente eficazes uma vez que se

obtiveram claros indícios de que o banco continua a ser excessivamente explorado. Podendo significar que as medidas não estão a ser devidamente implementadas ou então que serão necessárias medidas adicionais. Para as colectoras de mapalo as medidas mais aceitáveis são o fecho de parte do banco por alguns meses, o defeso e o limite de tamanhos colectáveis (Capítulo 2).

Para o sucesso da actividade de colecta de ostras no banco estudado é necessário que se garanta uma exploração sustentável, a recuperação do *stock*, boas capturas e melhores rendimentos para as colectoras. Portanto, a solução passa por um conjunto de medidas que terão que ser aplicadas em simultâneo, para aumentar a produção e reduzir a pressão sobre o banco (técnicas de cultivo simples), aumentar o rendimento (valorização da ostra e novas técnicas de processamento e uso da ostra) e garantir a sustentabilidade do recurso (medidas de gestão).

A chave para o sucesso da gestão de actividades de colecta deste género (e outras pescarias) passa pela participação e inclusão de todos os interessados em todo o processo, desde as discussões preliminares, à implementação (e controle) das medidas de gestão (Newkirk, 1996; Pomeroy *et al.* 1997; Castilla & Defeo, 2001; Aswani & Weiant, 2003; Defeo & Castilla, 2005; McClanahan *et al.*, 2009; Haws *et al.*, 2010). Portanto, é necessário que se identifique e se garanta a participação de todos os interessados nesta actividade, em especial as colectoras, nas decisões, implementação e controle das medidas de gestão a serem aplicadas. As medidas que parecem ser mais aplicáveis ao banco estudado são: a criação de reservas, a rotatividade entre áreas e o período de defeso (Capítulo 2). A criação de reservas (interdição permanente) é a mais importante, e terão que ser estabelecidas especialmente em áreas com boa abundância de ostras e de ervas marinhas (especialmente *Thalassodendron ciliatum*; Narane, in prep.), de modo a garantir-se o recrutamento contínuo, a maior sincronização na desova e taxas mais altas de fertilização (Sims, 1993; Peterson, 2002). A rotatividade (onde cada área terá que repousar no mínimo dois anos), é importante para garantir a recuperação do *stock* e o crescimento de ostras até maiores tamanhos garantindo um melhor peso do corpo (Gervis & Sims, 1992; Zhifeng *et al.*, 2009). O defeso, usado apenas como medida de redução de esforço (Sims, 1993), poderá continuar a ser aplicado durante dois meses e no Inverno (Capítulo 2).

O cultivo de ostras (aquacultura) é uma actividade que está prevista no plano de manejo do PNAB (Vaz *et al.*, 2009). Uma vez que foi observado um elevado recrutamento (Capítulo 2 e 3) e boas condições para o crescimento (Capítulo 4) da ostra perliífera Akoya no banco estudado, deverá ser estudada a aplicação de alguns métodos simples de cultivo como por exemplo a criação apenas de locais (substratos) para a fixação de larvas como estacas ou *longlines* (veja-se Gervis & Sims, 1992; Southgate *et al.*, 2008 para uma descrição detalhada de vários métodos). No entanto, estes terão que ser de baixo custo, implementados pelas colectoras, baseado na produção natural de larvas e com o mínimo impacto sobre o ambiente. Existem alguns bons exemplos do uso da aquacultura de ostras perliíferas como suporte para a preservação do habitat e da biota (Haws *et al.*, 2010).

As enormes capturas registadas (Capítulo 2), não se reflectem numa grande proporção em termos de rendimentos para as colectoras, obrigando que seja necessário colectar sempre as maiores quantidades possíveis. Para que as mulheres obtenham melhores rendimentos provenientes da exploração deste recurso, deverão ser estudadas técnicas de melhor uso da ostra. Para tal, poderá explorar-se a possibilidade de venda de ostra fresca para restaurantes (garantindo-se a conservação e a qualidade da ostra) e o fabrico de peças de artesanato e acessórios de moda usando-se a madre-pérola e a pérola. Um projecto semelhante e com aparente sucesso está a ser implementado em Zanzibar desde 2006 (Jiddawi, 2008; Haws *et al.*, 2010). Por fim, poderá ser comercializada (e exportada) a madre-pérola e explorarem-se técnicas de produção de pérolas que têm grande valor comercial e chegam a render milhões de dólares em locais como o Japão, China, Índia, Polinésia Francesa e Ilhas de Cook (Gervis & Sims, 1992; Fong *et al.*, 2005; Kripa *et al.*, 2007; Southgate, 2007; Southgate *et al.*, 2008).

O presente trabalho foi baseado no estudo de apenas um banco de ostras perlíferas Akoya no Arquipélago do Bazaruto. As medidas acima apresentadas visam o melhoramento da produção e gestão desta ostra no banco estudado. No entanto, poderá ser estudada a aplicação destas para todo o Arquipélago do Bazaruto e outras zonas similares. Assim, recomenda-se que sejam efectuados, em outras áreas do arquipélago, estudos semelhantes aos efectuados nos capítulos 2 e 3 para se determinar a aplicabilidade das medidas de gestão aqui sugeridas em todo o Arquipélago. Estudos complementares deverão também ser efectuados como a observação histológica das gónadas de ostras e as taxas de recrutamento ao longo de um ano, para melhorar o conhecimento sobre o ciclo reprodutivo; a clarificação da taxonomia do mapalo a partir de estudos genéticos; e estudos de biologia pesqueira para determinação do rendimento máximo sustentável (Maximum Sustainable Yield - MSY) a ser aplicado ao Arquipélago.

Em termos de gestão, recomenda-se que sejam recenseadas imediatamente todas as colectoras de mapalo, de modo a que se tenha conhecimento do número real de mulheres que exercem esta actividade no arquipélago e dos bancos onde colectam. Este irá também permitir a restrição do número de colectoras em locais onde este número seja elevado. Depois, deverá discutir-se, de maneira participativa, a introdução e a aplicação das medidas aqui sugeridas: a criação de reservas (escolha das áreas e o posterior controle), a rotatividade entre áreas (determinação das áreas e estabelecimento do proceso de rotação) e o período de defeso (determinação do período e o controle deste). Muito importante será também estabelecer um sistema de monitoria eficaz, que permita depois fazer-se uma avaliação da implementação destas medidas de gestão.

Adicionalmente, deverão ser efectuados estudos piloto do cultivo de ostras (testando-se os diferentes métodos, a melhor localização e a produtividade), produção de pérolas (viabilidade e produtividade da produção de pérolas naturais e induzidas artificialmente) e diversificação no uso dos produtos que advêm da ostra (treinamento na produção de artesanato usando-se a madre-pérola e as pérolas e no

manuseamento e técnicas de conservação da ostra para venda ainda fresca). Por fim, deverá ser efectuado um estudo de mercado (e plano de negócios) de modo a permitir a comercialização e diversificação de produtos (provenientes da ostra) garantindo melhores rendimentos para as colectoras, sem necessariamente significar um aumento nas capturas.

Referências bibliográficas

Aswani, S. & P. Weiant (2003). Shellfish monitoring and women's participatory management in Roviana, Solomon Islands. *SPC Women in Fisheries Information Bulletin*. **(12)**: 3-11.

Castilla, J.K. & O. Defeo (2001). Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. *Rev. Fish. Biol. Fisheries*. **11**: 1-30.

Defeo, O. & J.C. Castilla (2005). More than one bag for the world fishery crisis and keys for co-management success in selected artisanal Latin American shellfisheries. *Rev. Fish. Biol. Fisheries*. **15(3)**: 265-283.

Fong, Q.S.W., S. Ellis and M. Haws (2005). Economic feasibility of small-scale black-lipped pearl oyster (*Pinctada margaritifera*) pearl farming in the Central Pacific. *Aquacult. Econ. Manage.* **9**: 347-368.

Gervis, M.H. & N.A. Sims (1992). *The biology and culture of pearl oysters (Bivalvia: Pteriidae)*. ODA/ICLARM. Manila.

Haws, M., B. Crawford, M.C. Portella, S. Ellis, N. Jiddawi, A. Mmochi, E. Gaxiola-Camacho, G. Rodriguez-Dominguez, G. Rodriguez, J. Francis, C.R. Leclair, A.S. Coze, N. Hernandez, E. Sandoval, M. Jaroszewska & K. Dabrowski (2010). Aquaculture research and development as an entry-point and contributor to natural resources and coastal management. *Coast. Manage.* **38**: 238-261.

Jiddawi, N. (2008). Pearl farming in Zanzibar. *SPC Pearl Oyster Information Bulletin*. **18**: 18.

Kripa, V., K.S. Mohamed, K.K. Appukuttan & T.S. Velayudhan (2007). Production of Akoya pearls from the Southwest coast of India. *Aquaculture*. **262**: 347-354.

McClanahan. T.R., J.C. Castilla, A.T. White & O. Defeo (2009). Healing small-scale fisheries by facilitating complex socio-ecological systems. *Rev. Fish. Biol. Fisheries*. **19(1)**: 33-47.

Narane, D.A. (in prep). *Descrição do habitat da ostra perlífera Pinctada sp. num banco do Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto*. Tese de Mestrado. Mestrado em Biologia Aquática e Ecossistemas Costeiros, Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo.

Newkirk, G. (1996). Sustainable coastal production systems: a model for integrating aquaculture and fisheries under community management *Ocean Coast. Manage.* **32**: 69-83.

Peterson, C.H. (2002). Recruitment overfishing in a bivalve mollusc fishery: hard clams (*Mercenaria mercenaria*) in North Carolina. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **59**: 96-104.

Pomeroy, R.S., R.B. Pollnac, B.M. Katon, & C.D. Predo (1997). Evaluating factors contributing to the success of community-based coastal resource management: the Central Visayas Regional Project-1, Philippines. *Ocean Coast. Manage.* **36**: 97-120.

Sims, N.A. (1993). Pearl Oysters. In: Wright, A. & L. Hill (eds). *Nearshore marine resources of the South Pacific*. IPS Suva; FFA, Honiara; ICOD, Canada.

Southgate, P.C. (2007). Overview of the cultured marine pearl industry. In: Bondad-Reantaso, M.G., S.E. McGladdery & F.C.J. Berthe (eds.). *Pearl oyster health management: a manual*. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 503. Rome, FAO. 120pp.

Southgate, P.C., E. Strack, A. Hart, K.T. Wada, M. Monteforte, M. Cariño, S. Langy, C. Lo, H. Acosta-Salmón & A. Wang (2008). Exploitation and culture of major commercial species. In: P.C. Southgate & J.S. Lucas (eds). *The pearl oyster*. First edition. Elsevier. pp. 303-355.

Vaz, K., P. Norton, R. Avaloi, H. Chambal, P.S. Afonso, M.P. Falcão, M.A.M. Pereira & E.J.S. Videira (2009). *Plano de manejo do Parque Nacional do Arquipélago do Bazaruto 2009-2013*. Vol.1 Plano de Maneio. MITUR/DNAC.

Zhifeng, G., W. Qingyin, F. Jianguang, Y. Naihao, M. Yuze, S. Yaohua, W. Yan & W. Aimin (2009). Growth of cultured pearl oyster (*Pinctada martensii*) in Lí'an Lagoon, Hainan Island, China. *J. Shellfish Res.* **28(3)**: 465-470.

Anexos

Anexo 1. Questionário efectuado as colectoras de mapalo sobre a actividade de colecta e as suas opiniões quanto as medidas de gestão.

I - Dados pessoais

- 1 - Qual é a sua idade?
- 2 - De onde é natural? a) Distrito. b) Zona do Arquipélago do Bazaruto.
- 3 - Se não é natural do Arquipélago, quando veio para o Bazaruto?

II - A actividade de colecta

- 1 - Quando começou a colectar mapalo?
- 2 - Tem outras actividades? a) Quais?
- 3 - Qual delas é a mais importante para si?
- 4 - Como colecta o mapalo? a)A mão? b)Chatinha? c)Barco a vela d)Outros? Quais?
- 5 - Como prepara/vende o mapalo? a)Coze e seca? b)Seca? c)Fresco com casca? d)Fresco sem casca?
- 6 - Para que é que colecta o mapalo? a)Apenas para comer? b)Comer e vender? C) Só para vender?
- 7 - Se vende para onde o faz? a)Na ilha? b)Continente?
- 8 - Em que bancos colecta?
- 9 - Quais são os dias em que colecta?
- 10 - Quando é que não colecta? a)Porquê?
- 11 - Tem meses que não colecta? a)Quais? b)Porquê?
- 12 - Quando colecta escolhe os tamanhos? a)Como?
- 13 - Arranca toda erva, ou tenta separar o mapalo da erva? a)Como faz?
- 14 - Que faz com as cascas?
- 15 - Costuma encontrar pérolas? a) Com que frequência? b) Que faz com elas?

III - Opiniões sobre as medidas de gestão

- 1 - Qual seria a solução para aumentar as quantidades de mapalo no banco?
- 2 - O que acha de estabelecerem-se áreas fechadas?
- 3 - Se fosse para fechar algumas áreas, o que seria melhor?
 - 3.1 - O banco todo? a)Por um tempo? b)Qual? c)Porquê? d)Para sempre?
 - 3.2 Uma parte do banco? a)Por um tempo? b)Qual? c)Porquê? d)Para sempre?
 - 3.3 Sistema de rotação? a)Tamanho da área? b)Tempo? c)Porquê?
- 4 - Quanto ao defeso? a)Quanto tempo acha que devia ser? b)Porquê? c)Quando?
- 5 - O que acha do controle de quantidades colectadas? a)Porquê? b)Como se poderia controlar?
- 6 - O que acha do limite de tamanhos colectados? a)Qual seria o limite? b)Porquê?
- 7 - Qual destas todas acha que é a melhor medida para a sua área? a)Porquê?