

Patrícia Carla Magalhães dos Santos

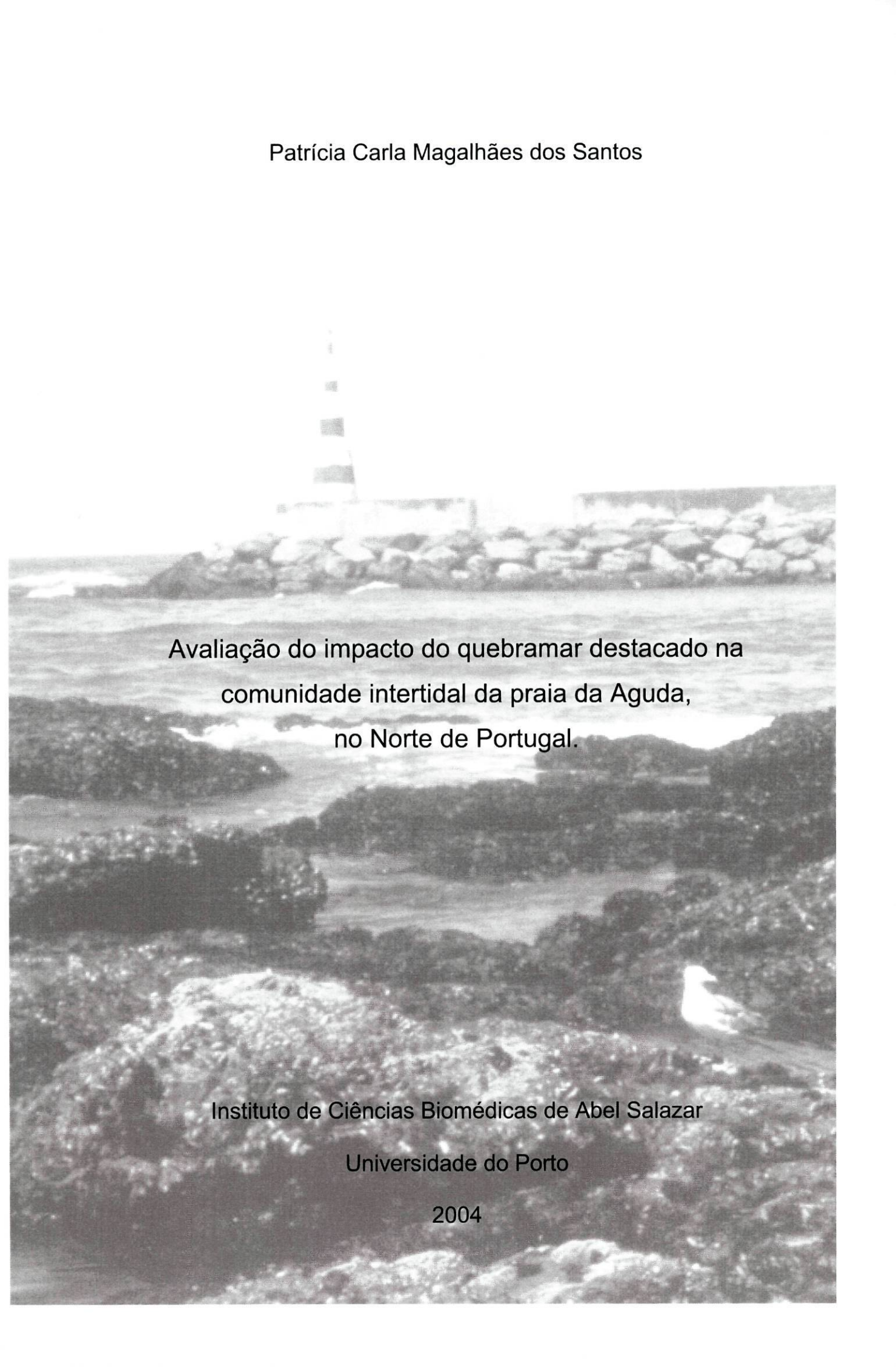
Avaliação do impacto do quebramar destacado na
comunidade intertidal da praia da Aguda,
no Norte de Portugal.

Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar

Universidade do Porto

2004

Patrícia Carla Magalhães dos Santos



Avaliação do impacto do quebramar destacado na
comunidade intertidal da praia da Aguda,
no Norte de Portugal.

Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar

Universidade do Porto

2004

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências
Biomédicas de Abel Salazar para obtenção do grau de
Mestre em Ciências do Mar – Recursos Marinhos,
especialidade Ecologia Marinha

Resolução 12/SC/95, D.R. nº 169, II série, de 24 de Julho de 1995

Orientação: Michael Weber

*“A descoberta consiste em ver o que todos vêem
e pensar o que ninguém pensa”*

(Albert Szent)

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	II
Resumo	IV
Abstract	V
1. Introdução	1
2. Material e Métodos	15
2.1 Área de estudo	15
2.2 Princípios	17
2.3 Procedimento	18
2.3.1 Periodicidade das amostras	18
2.3.2 Amostragem	18
2.3.3 Triagem das amostras	19
2.3.4 Determinação do peso fresco, peso seco e cinzas	20
2.3.5 Identificação e contagem das espécies	20
2.3.6 Percentagem de cobertura dos mexilhões (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)	20
2.3.7 Tratamento de dados	21
2.3.7.1 Análise multivariada	21
2.3.7.2 Análise para a detecção de possível impacto	22
3. Resultados	26
3.1 Distribuição da fauna associada aos aglomerados de mexilhões	26
3.1.1 Análise directa	26
3.1.2 Análise temporal	29
3.1.3 Análise multivariada	32
3.2 Análise <i>Beyond BACI</i> para a detecção de possível impacto	34
3.2.1 Diversidade	34
3.2.2 Biomassa dos mexilhões	35
4. Discussão	37
4.1 Amostragens	37
4.2 Fauna associada aos aglomerados de <i>Mytilus galloprovincialis</i>	38
4.2.1 Análise directa	38
4.1.2 Análise multivariada	42
4.3 Análise <i>Beyond BACI</i>	43
4.3.1 Diversidade	44
4.3.2 Mexilhões	44
5. Conclusões	46
6. Referências Bibliográficas	50
Anexos	

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Michael Weber, Director da Estação Litoral da Aguda e orientador desta dissertação, quero agradecer o seu apoio e espírito crítico que contribuíram para a realização deste trabalho.

À Fundação ELA, entidade que gere a Estação Litoral da Aguda, a possibilidade de ter realizado esta tese, bem como a disponibilidade de meios materiais.

Ao colega e amigo Tiago Monge dos Santos, quero exprimir o meu profundo reconhecimento pela sua colaboração imprescindível, sem a qual teria sido impossível realizar este trabalho.

Ao Jaime Prata quero agradecer pela motivação e incentivo nos momentos de desânimo e também pela valiosa e sempre pronta disponibilidade na ajuda, que foram preponderantes na realização desta tese.

Ao Professor Doutor Múrias dos Santos, Professora Doutora Isabel Cunha e ao colega de curso Nuno Queiroz, pelo seu auxílio no tratamento dos dados.

Ao Professor Doutor Nuno Formigo da Faculdade de Ciências e ao colega de curso Pedro Ribeiro na cedência de bibliografia.

À Professora Doutora Paula Andrade, da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, pela revisão do manuscrito, críticas e sugestões.

Aos funcionários da Estação Litoral da Aguda pelo carinho com que me receberam e trataram.

Ao Rui Pereira, pelo constante apoio e companheirismo, principalmente na parte curricular, e pelo estímulo para continuar.

Finalmente, mas não por último, aos meus Pais, pelo seu amor e educação que muito contribuíram para o que hoje sou, o meu eterno agradecimento.

A todos que, de alguma forma, acreditaram em mim, no meu trabalho, transmitindo a sua palavra amiga e encorajadora, um muito obrigada.

RESUMO

A praia da Aguda, situada a 15 km a Sul da cidade Porto, possui inclinação suave, é desabrigada e exposta, caracterizada por uma zona eulitoral com aproximadamente 100 m de extensão, maioritariamente rochosa e abriga um ecossistema com muita importância, principalmente pela diversidade biológica.

A comunidade de mexilhões, característica da zona média do eulitoral, reúne condições extremamente favoráveis à ocorrência de muitas espécies marinhas.

Entre Outubro de 2001 e Julho de 2002 foi construído um quebramar destacado paralelo à costa, com convergência na parte Norte, com o objectivo de melhorar as condições de acesso à praia por parte da frota da pesca artesanal.

A fauna existente nos aglomerados de mexilhões foi caracterizada e identificada com o objectivo de perceber o real impacto ocorrido depois da construção do quebramar.

O estudo foi desenvolvido na praia da Aguda, usando como controlo as praias de Miramar e Granja, as três situadas em Vila Nova de Gaia.

O método "*Beyond BACI*" (Before-After-Control-Impact) foi aplicado para a detecção do impacto. Séries de amostras destrutivas e aleatórias no tempo e no espaço na área impactada, em frente à Estação Litoral da Aguda e nos dois locais controlo, a Norte e a Sul do quebramar foram confrontados através de uma análise ANOVA assimétrica. A diversidade foi caracterizada pelo índice de Shannon-Wiener.

A construção do quebramar destacado parece ter induzido algum impacto na biomassa de mexilhões. Na diversidade existente nos aglomerados de mexilhões não foi detectado impacto.

ABSTRACT

Aguda's beach, located in the South of Porto, is a rocky shore of low inclination and partly exposed to wave action. The intertidal zone of about 100 m width constitutes an important ecosystem owing to the diversity of the marine fauna and flora.

Mussel patches cover a great part of the mid intertidal zone, providing favourable conditions for the occurrence of several other marine species.

Between October 2001 and July 2002, a detached breakwater was built in parallel to the coast to protect the access of the local fishing fleet to the beach.

The fauna of the mussel patches was characterized and identified in order to understand the real impacts occurred after the implantation of the breakwater

This study is an approach to determine the ecological impact of the breakwater on the intertidal communities.

The study area is situated at Aguda's beach and the beaches of Miramar and Granja, in the county area of Vila Nova de Gaia.

The Beyond BACI method (Before/After and Control/Impact) was applied to determine the impact. A series of destructive random samplings in time and space at the impacted site in front of the Littoral Station of Aguda, and at two control sites in the North and the South of the breakwater were confronted through an asymmetric ANOVA analysis. The faunal diversity was characterised by the Shannon – Wiener index.

The construction of the breakwater had induced some impact on the biomass of the mussels. An impact on the diversity of the mussel patches could not be detected.

1. INTRODUÇÃO

A praia da Aguda (fig. 1) situa-se no Norte de Portugal, 15 km a Sul da cidade do Porto e abriga uma comunidade piscatória, cujas origens remontam aos finais do século XIX.



Figura 1: A praia da Aguda

A origem da praia da Aguda não está claramente definida e algumas dúvidas subsistem. Os antigos dizem que esta aldeia não atinge sequer os cem anos; outros dizem que o núcleo a partir do qual nasceu a Aguda teria sido implantado por volta de 1870 (Pinho Nunes, 1954) ou ainda mais cedo, quando alguns pescadores da Afurada e de Espinho começaram a desembarcar aqui o pescado, sobretudo o caranguejo ou “pilado” (*Polybius henslowi*), o qual era adquirido pelos lavradores locais e usado como adubo para as terras. Quando o mau tempo impedia o regresso aos pontos de origem, os pescadores puxavam os barcos, a que chamavam “bateiras” (fig.2), praia acima, para além da linha da maré-alta. Aí dormiam por baixo das embarcações voltadas e resguardados com as velas. Volvidos poucos anos, alguns pescadores fixaram-se aqui e construíram “os palheiros” (casas de madeira de pinho e carvalho assentes sobre grossas estacas enterradas na areia e apoiadas em pedras). Mais tarde, estes palheiros foram substituídos por pequenas habitações de pedra, caiadas de branco. Com o avanço das construções, as dunas e o antigo areal de pinheiros foram desaparecendo (Weber, Jesus & Santos, 2001).



Figura 2: Réplica de uma bateira da Aguda.

Este pequeno núcleo de pescadores, conhecido pelo nome de “vareiros”, deu origem a uma nova comunidade piscatória que adoptou o nome de Aguda (local de desembarque identificado por uma pedra em forma de cunha, bem visível durante a maré baixa, que em tempos serviu de ponto de referência para a pesca costeira).

A pesca do caranguejo teve um papel fundamental para o desenvolvimento desta aldeia. Com a utilização do “pilado” os campos tornavam-se mais produtivos, provocando uma crescente procura por parte dos lavradores, induzindo assim a expansão da pesca. No entanto, o uso do caranguejo como fertilizante na agricultura foi, de forma gradual, perdendo o interesse, pois os adubos químicos começaram a ser mais económicos e a partir de 1940 esta actividade, tão característica desta região, começou a ser posta de parte (Weber, 1997).

As embarcações e os utensílios evoluíram ao longo das décadas e foram adoptadas artes de pesca de maior rendimento. Assim as bateiras foram substituídas pelos “caíques” (fig.3), barcos com cerca de sete metros, baixos, de fundo chato, rápidos e ágeis, com motores fora de bordo até quarenta cavalos de potência.

Em Portugal a pesca “artesanal”, recentemente chamada pesca local ou pequena pesca está em declínio desde há quatro décadas e perdeu parte da importância sócio-económica que tinha (Weber, Santos, Santos, Cunha & Ferreira, 2001).



Figura 3: Caíques na praia da Aguda.

No início dos anos cinquenta existiam mais de 300 pescadores distribuídos por 47 barcos grandes e 17 pequenos. Nos finais do século XIX, trabalhavam na praia da Aguda cerca de 90 pescadores, dispersos por 21 embarcações (Weber, 1997). Entre 1985 e 1999 o número de barcos decresceu de 27 para 12. (Weber, Cunha & Santos, 2002). Actualmente apenas existem 8 barcos com cerca de 25 Homens.

A pesca é levada a cabo numa faixa estreita de 15 milhas de largura até uma profundidade máxima de 35 a 40 metros, nas proximidades da costa entre a Barra do Douro e Esmoriz. Das espécies capturadas, destacam-se pelo seu valor económico, o robalo (*Dicentrarchus labrax*), a faneca (*Trisopterus luscus*), o camarão (*Palaemon serratus*), o congro (*Conger conger*) e o polvo (*Octopus vulgaris*), (Weber & Bleicker, 1998; Weber, Cunha & Santos, 2002).

A praia da Aguda está inserida numa costa desabrigada e exposta aos ventos dominantes de Noroeste e Sul. No Inverno o clima é determinado pelos ventos do Sul ocorrendo fortes chuvadas e ondas mais energéticas. No Verão, dominam os ventos de Noroeste e Norte, os quais originam densos nevoeiros durante a manhã, as ondas são menos altas e mais construtivas no sentido da deposição de areia na praia. Os ventos do Norte (as nortadas), podem provocar, entre Junho e Outubro, o afloramento de águas frias e ricas em nutrientes perto da costa (“upwelling”), originárias de maiores profundidades, que ao chegar à superfície, aumentam a produtividade biológica e baixam consideravelmente a temperatura da água (Weber Campos, Coelho, Santos, Benevides & Santos, 1999).

A salinidade é influenciada pela proximidade do estuário do rio Douro, cujas descargas a reduzem, podendo variar entre 31 e 36 USP (Weber, 1997).

Na confluência entre a terra e o mar, existe uma área sujeita às variações rítmicas das marés. A zona entremarés é composta pelo intertidal ou eulitoral mais as denominadas franjas. A franja litoral que corresponde à primeira parte do supralitoral e a franja sublitoral que, por oposição corresponde à primeira parte do sublitoral. É na zona entremarés, pequena orla sujeita regularmente às mais variadas e drásticas mudanças, que habitam, em ecossistemas muito próprios, uma série de organismos adaptados à vida em condições bastante peculiares. A área total desta orla é mínima se comparada com aquela que é ocupada pelos oceanos mas, em contrapartida, reveste-se de grande interesse para qualquer biólogo se atentarmos nas adaptações especiais que evidenciam os organismos que aí vivem (Arruda, 1990; in Múrias dos Santos, 1994).



A praia da Aguda caracteriza-se por uma zona entremarés ou intertidal (eulitoral) com cerca de 100 m, maioritariamente rochosa, possuindo bolsas de substrato arenoso.

A extensa zona rochosa do eulitoral abriga um ecossistema com considerável importância, não só pela sua diversidade, mas também pelo seu valor económico, uma vez que são várias as espécies aqui capturadas para uso na alimentação humana (fig.4).

A franja litoral é maioritariamente arenosa. Em locais a Norte e a Sul do aglomerado urbano onde a ocupação não avançou, é possível encontrar uma zona supralitoral constituída por

Figura 4: Zona entremarés da praia da Aguda.

uma extensão maior de praia arenosa e por um cordão dunar que, devido às pressões sofridas, se apresenta relativamente degradado, encontrando-se actualmente em fase de recuperação (fig. 5).



Figura 5: Parque de dunas da praia da Aguda.

As variações físicas e químicas que acompanham a subida e descida da maré são enormes. Durante a maré alta, a temperatura da água é relativamente constante, bem como a salinidade, a concentração de oxigénio e o pH. Com a descida do nível das águas rompe-se o equilíbrio e alteram-se estes parâmetros radicalmente. Quando os três “parâmetros de emersão” (luz, temperatura e dessecação) são elevados, os organismos que mais eficientemente se alimentam, deslocam ou respiram debaixo de água, verão inevitavelmente reduzidas as suas actividades. Assim, os organismos intertidais sofreram uma evolução fisiológica, morfológica e comportamental, o que lhes permitiu usufruir da elevada produtividade deste ecossistema (Lewis, 1964).

As comunidades bentónicas intertidais caracterizadas pela enorme riqueza e diversidade, bem como pela disposição particular dos organismos em “cinturas” distintas, produzem característicos padrões de zonação. A zonação dos organismos bentónicos intertidais resulta em grande parte da adaptação destes a um gradiente de condições que, em última análise, é consequência das variações periódicas do nível do mar (Múrias dos Santos, 1994).

Deste modo, para muitas espécies da zona costeira existe um gradiente de stresse unidireccional devido ao aumento do tempo a que estão expostos ao ar. Este gradiente é resultado do grau de humidade causado pela subida e descida da maré duas vezes por dia, e da acção das ondas, sendo por isso um gradiente vertical (Raffaelli & Hawkins, 1996).

Outro factor determinante na distribuição das populações bentónicas da zona intertidal é a exposição à acção das ondas, a qual cria um gradiente horizontal entre baías abrigadas e praias expostas (Lewis, 1964; Raffaelli & Hawkins, 1996).

As ondas exercem um efeito mecânico destrutivo ou renovador para todos os organismos ao promover: a circulação da água, a renovação do oxigénio dissolvido, a distribuição, erosão ou depósito de sedimentos. Além disso afectam igualmente o movimento dos animais, limitam a alimentação ou afastam possíveis predadores e levam a água a zonas onde ela nunca chegaria se dependesse só do efeito das marés, contribuindo deste modo para o aumento da zona intertidal.

Estes dois gradientes principais, horizontais e verticais, são consideravelmente modificados por um conjunto de factores criados pela topografia e geologia da costa (existência ou não de fendas, galerias, fissuras, poças de maré, etc.), (Raffaelli & Hawkins, 1996).

A zonação depende, então, não só de factores físicos como também de factores biológicos, nomeadamente da competição e da predação. De facto é actualmente aceite que o limite superior da área de colonização de um determinado organismo é estabelecido por factores físicos enquanto o inferior se determina por parâmetros biológicos.

A descrição dos padrões de zonação assenta basicamente em esquemas denominados "biológicos", uma vez que as diversas zonas são definidas pela ocorrência de determinados organismos característicos e não por limites físicos (Múrias dos Santos, 1994).

Stephenson & Stephenson (1949) propõem um esquema de zonação em que consideram três zonas distintas: a zona superior, denominada franja supralitoral, a zona intermédia, dita zona mediolitoral e a zona inferior que recebeu a designação de franja infralitoral. Actualmente, o esquema mais utilizado é o de Lewis (1964) que propõe a divisão em duas grandes zonas: litoral e sublitoral. A zona intertidal, segundo este autor divide-se em três zonas distintas: franja litoral, zona eulitoral e zona sublitoral.

A terminologia adoptada neste trabalho é a de Hawkins & Jones (1992) que recomenda o esquema de zonação de Lewis (1964) com uma pequena modificação: o termo franja sublitoral é usada para identificar a parte da zona sublitoral que apenas fica a descoberto durante as marés baixas das águas vivas equinociais e, considera-se a única parte desta zona que pertence ao intertidal, constituindo o seu limite inferior. Esta é caracterizada, assim como toda a zona sublitoral, pela presença de organismos de zonas mais profundas como por exemplo laminárias e algas incrustantes. É limitada superiormente pelo nível da maré baixa de águas mortas (Lewis, 1964; Hawkins & Jones, 1992).

Esta zona caracteriza-se pela dominância das grandes feofíceas da ordem das laminárias (*Saccorhiza polyschides* e *Laminaria* spp.) e pela presença de outras

algas mais pequenas: *Lithophyllum incrustans* (localizadas no fundo, em locais de menor abundância das laminárias), *Palmaria palmata* (epífita nas bases de fixação das laminárias), *Lomentaria articulata*, *Chondrus crispus*, *Gigartina pistillata*, *Gelidium sesquipedale*, *Plocamium cartilagineum*, *Pterosiphonia complanata*, *Laurencia pinnatifida*, *Codium tomentosum*, *Corallina elongata*, e *Ulva lactuca* (Lewis, 1964; Hawkins & Jones, 1992; Múrias dos Santos, 1994).

No caso da praia da Aguda (fig.6), onde as laminárias são apenas abundantes periodicamente, verifica-se um grande desenvolvimento de *L. incrustans* nesta zona (Múrias dos Santos, 1994) e ainda se pode encontrar *Mastocarpus stellatus*, *Chondria coerulescens*, *Dilsea carnososa*, para além de *Gelidium sesquipedale* e *Codium tomentosum* (Weber, 1997).

As espécies animais mais frequentes são: os equinodermes *Paracentrotus lividus*, *Marthasterias glacialis*, *Asterias rubens*, *Amphipholis squamata*; os cnidários *Anemonia sulcata*, *Actinothoe spyrodeta*; os gastrópodes *Gibbula cineraria*, *Helcion pellucidus*, *Calliostoma zizyphinum* e *Patella aspera*; os anelídeos *Nereis* sp. e *Lepidonotus clava*; o crustáceo *Pilumnus hirtellus* e o peixe *Lepadogaster candollei*, que se esconde nas bases de fixação das laminárias (Weber et al, 1999).



Figura 6: Franja Sublitoral (seta).

O eulitoral, a verdadeira zona das marés, que está sempre sujeita às variações destas, e portanto a uma imersão e uma emersão alternadas, duas vezes por dia (Weber, 1997), caracteriza-se pela dominância de alguns crustáceos cirrípedes (por exemplo *Chthamalus* spp.) na parte superior, moluscos (*Patella* spp. e *Mytilus* spp.) na média, *Sabellaria alveolata* ou feofíceas na inferior, dependendo essa

dominância do grau de exposição da praia (Stephenson & Stephenson, 1949; Lewis, 1964; Hawkins & Jones, 1992).

Para o caso específico da praia da Aguda no eulitoral inferior desenvolve-se uma cintura mais ou menos estreita, constituída por diversas algas vermelhas, algumas feofíceas e “recifes” do poliqueta *Sabellaria alveolata*, conhecida como barroeira (fig.7). É nesta subzona que se encontram as maiores densidades de *Balanus perforatus*, das percebes *Pollicipes pollicipes* e do gastrópode *Nucella lapillus*. As algas mais frequentes são *Chondrus crispus*, *Mastocarpus stellatus*, *Laurencia pinnatifida*, *Corallina elongata*, *Ulva rigida*, *Gellidium pulchellum*, *Ceramium* spp. e (Múrias, 1994; Weber, 1997).

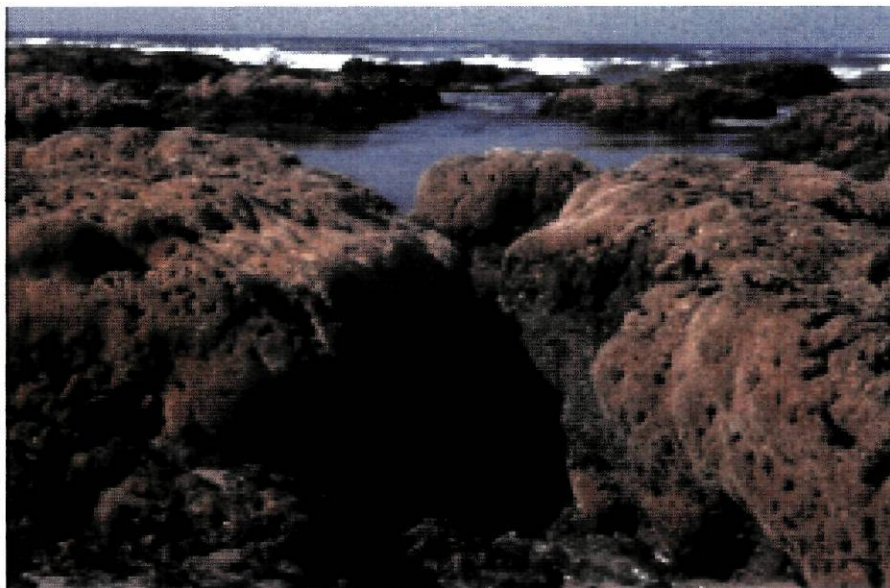


Figura 7: Eulitoral inferior, com recifes de barroeira (*Sabellaria alveolata*) (foto: Mike Weber).

O eulitoral médio (fig.8) caracteriza-se pela dominância dos mexilhões *Mytilus galloprovincialis* que coexistem em grande parte da área com os cirrípedes *Chthamalus* spp. (Weber, 1997). Os aglomerados de mexilhões estão muitas vezes associados à alga calcária *L. incrustans*, e são acompanhados por uma fauna subsidiária de gastrópodes herbívoros como *Gibbula umbilicalis*, *Monodonta lineata* e as lapas *Patella vulgata* e *P. intermedia*. Os mexilhões são predados pelo búzio *Nucella lapillus* e pela estrela-do-mar *Asteria rubens* (Weber, 1997). Nesta subzona, aproveitando o abrigo e as condições de humidade que os tapetes de mexilhões oferecem, aparecem algumas espécies das zonas inferiores como os poliquetas *Perinereis* spp., *Platynereis* spp. e *Eulalia viridis*, o isópode *Idotea pelagica*, os quitones *Lepidochitona cinereus* e *Acanthochitona crinatus*, as anêmonas *Actinia equina* nas fendas e *Anemonia sulcata* e *Bunodactis verrucosa* nas poças (Weber, 1997).

As subzonas, eulitoral superior e médio, do litoral não são totalmente distintas, uma vez que as duas espécies (mexilhões e cracas) contêm representantes em ambos (Múrias dos Santos, 1994).



Figura 8: Eulitoral médio, no qual se observam os aglomerados de mexilhões (*Mytilus galloprovincialis*).

No entanto, a porção superior do eulitoral (fig. 9) é dominada pelas cracas (*Chthamalus* spp). O gastrópode *Melaraphe neritoides* era muito comum nesta zona, principalmente em fendas e fissuras (Weber, 1997) mas hoje em dia é menos abundante. Outros colonizadores típicos são as lapas *Patella vulgata* e *P. intermédia*, além do caramujo *Monodonta lineata* e do beijinho *Trivia europaea* (Weber, 1997).



Figura 9: Eulitoral superior.

A franja litoral estende-se entre o limite superior das marés altas de águas mortas e o limite superior das marés altas equinociais. Esta zona só é totalmente submersa durante as marés altas de águas vivas equinociais, possuindo organismos marinhos mais adaptados a condições de prolongada exposição ao ar, mas sempre dependentes dos efeitos de aspersão. São os limites da distribuição do líquen *Verrucaria maura* que caracterizam esta zona, apesar da presença de líquenes negros e gastrópodes do género *Littorina* (Lewis, 1964).

Na praia da Aguda, como o substrato rochoso não ultrapassa os 4 metros de altura, a franja litoral é muito pouco desenvolvida (Múrias dos Santos, 1994), não sendo visível nenhum representante do género *Verrucaria*.

Múrias dos Santos (1994) refere ainda, a possível existência em outras praias, junto à parte inferior da franja litoral, de uma zona bem definida constituída por densos agregados da rodofíceia *Porphyra umbilicalis* (e possivelmente *P. linearis*). No entanto, actualmente, esta "cintura" também se observa na praia da Aguda, sendo mais desenvolvida no Inverno e na Primavera, e estendendo-se frequentemente à parte superior do eulitoral (fig. 10).

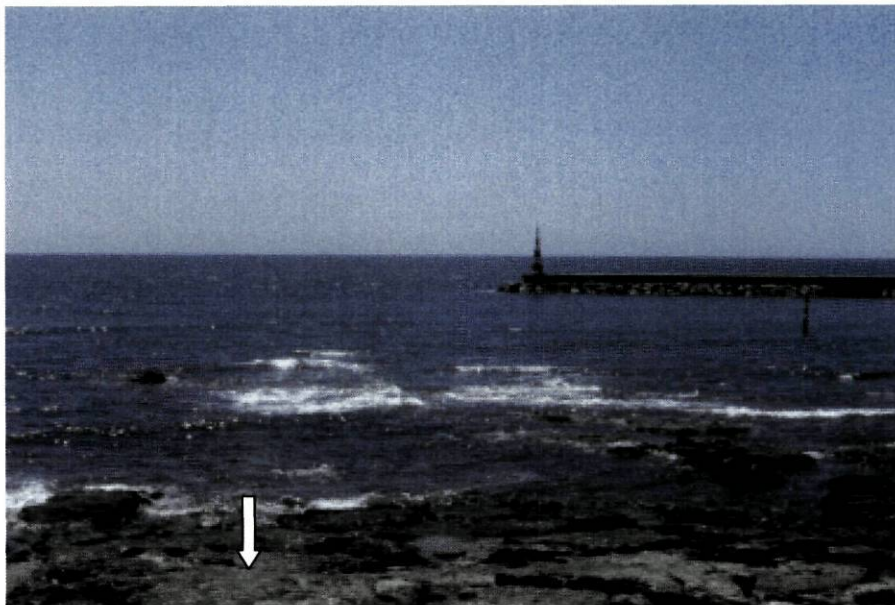


Figura 10: Franja litoral com *Enteromorpha* sp. (seta).

Como consequência da construção de um quebramar, projectado numa forma destacada, em 2001/2002, desejado pelos pescadores desde 1932, a praia da Aguda tem vindo a sofrer muitas alterações a nível geomorfológico. Verificou-se um aumento dos fenómenos erosivos na zona sul da praia da Aguda, enquanto na parte norte ocorreu uma acumulação de areia, formando-se um tómbolo junto ao quebramar.

O historial das iniciativas da comunidade da Aguda para a construção de um “pequeno porto de abrigo” para melhoria das condições de segurança, é longo. Desde pelo menos 1934 que existem estudos feitos para a realização de uma “obra” (Pinho Nunes, 1954), uma vez que a actividade de pesca local tornava-se intermitente, interrompida cerca de 120 a 150 dias por ano, por falta de condições de abrigo e, quando exercida, era frequentemente de alto risco devido à morfologia e agitação locais (fig. 11).



Figura 11: Saída do barco da praia da Aguda, antes da construção do quebramar (foto: Mike Weber).

Se por um lado o número de barcos e de pescadores nesta praia estava a diminuir nos últimos anos, precisamente pela falta de condições de trabalho e pelos sérios riscos a que os profissionais se expunham, por outro houve a manifesta vontade de alguns antigos pescadores ex-emigrantes de retomar a actividade piscatória se o quebramar fosse construído.

A opção de construção de um quebra-mar destacado, paralelo à costa, com convergência na parte Norte, pareceu ser a mais correcta quer em termos de menor interferência com o transporte de sedimentos de Norte para Sul, evitando-se assim alterações fisiográficas significativas a Sul (Praia da Granja), quer em termos de

segurança de pessoas pois um quebramar com ligação a terra poderia ser fonte de acidentes.

A obra teve início no dia 2 de Outubro de 2001 sendo-lhe atribuída a função de protecção da orla costeira da Aguda, ao mesmo tempo que correspondia a uma aspiração da comunidade piscatória, permitindo entradas e saídas para o mar em (melhores) condições de segurança. Ficou concluída a 31 de Julho de 2002 (fig.12), tem um comprimento de 330 m e uma cota de coroamento de aproximadamente +5,5 m ao zero hidrográfico, de modo a haver alguma eficiência de protecção em relação à agitação. A largura do coroamento é de 6 m, e possui enrocamentos de ambos os lados com uma cota de aproximadamente +3,5 m ao zero hidrográfico (Santos, Cunha & Weber, 2002). O enrocamento do lado do mar tem a função de amortecer a agitação, enquanto que o do lado de terra serve para diminuir o impacto visual do quebramar, possibilitando em ambos os lados a colonização biológica.



Figura12: Quebramar destacado da praia da Aguda (foto: Miguel Costa).

Diversos testemunhos e fotografias referem que, há 30 ou 40 anos, a paisagem desfrutada do arruamento marginal à Aguda era diferente da actual. Verificou-se, nos últimos decénios, uma redução do areal da praia da Aguda e diminuição do recobrimento do manto rochoso, particularmente até à cota de +4 m, com perda de valor balnear e aumento de cotas de espraiamento das ondas.

A construção do quebramar destacado induziu, por fenómenos de difracção das ondas, a formação de um tómbolo de areia na sua zona Norte, o qual já estava descrito nos estudos prévios efectuados (IHRH, 1999).

A obstrução da deriva litoral provocou alguns impactos fisiográficos significativos, entre eles o assoreamento do caneiro Norte, que não é favorável para o acesso das embarcações à praia.

Deste modo, a maioria dos pescadores optam por ancorar as suas embarcações na baía que se formou, evitando assim os elevados esforços e desgaste de material do reboque efectuado pelos guinchos para a parte superior da praia (fig.13).



Figura 13: Barcos ancorados na baía.

O presente trabalho, tem como objectivo a avaliação do possível impacto do quebramar destacado na comunidade intertidal da praia da Aguda, Norte de Portugal.

Os aglomerados de mexilhões existentes na zona média do eulitoral são típicos de praias expostas e albergam uma variedade específica de seres vivos.

Estas características aliadas à sua ubiquidade nas praias rochosas tornam estas espécies ideais para a avaliação do impacto decorrente deste tipo de construções.

Assim, tentou-se testar, através de uma análise “ Beyond BACI ” (*Before-After-Control/Impact*), (Underwood, 1991,1992,1994), os possíveis efeitos do quebramar destacado na comunidade biológica dos mexilhões, onde se vão colocar as seguintes hipóteses:

- Existência de variações da diversidade das espécies associadas aos aglomerados de mexilhões no eulitoral médio.
- Existência de variações de biomassa de mexilhões (expressa em matéria orgânica seca por unidade de área).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Este trabalho realizou-se nas praias da Aguda, Miramar e da Granja, no concelho de Vila Nova de Gaia (fig. 15). A zona considerada de “impacto”, corresponde à área em frente da Estação Litoral da Aguda, na Rua Alfredo Dias, por se encontrar na zona de influência do quebramar. O “controlo Norte” situou-se na praia da Marinha em Miramar e o “controlo Sul” na praia da Granja (fig. 14 a,b,c).



a) Controlo Norte - Miramar



b) Impacto - Praia da Aguda



c) Controlo Sul - Granja

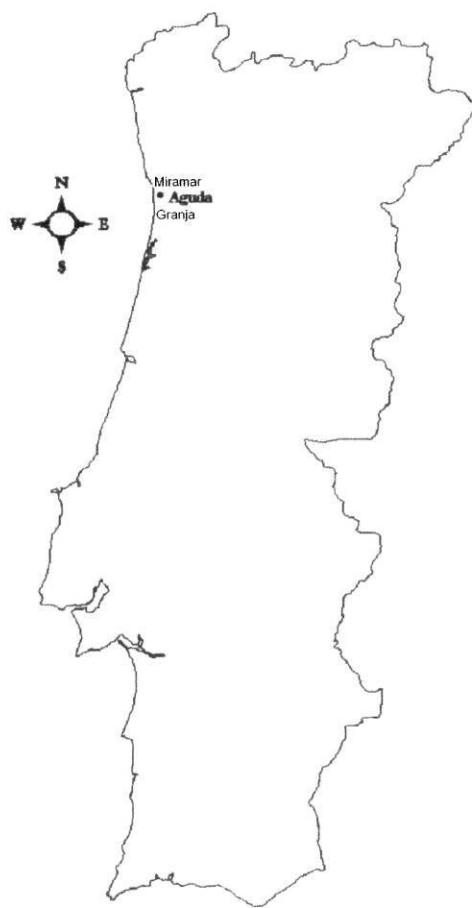


Figura 14 (a,b,c): Localização dos três locais de amostragem.



Figura 15: Localização da área de estudo (foto: Águas de Gaia, EM).

2.2 Princípios

Uma forma de monitorizar as alterações em comunidades biológicas, consiste na contagem periódica do número de indivíduos ou da percentagem de cobertura de algumas espécies. Os dados assim coligidos podem servir para comparar o local atingido pela poluição com um ou vários locais não afectados, que servirão de controlo. Em caso de impacto significativo, espera-se que haja um acréscimo (ou uma diminuição) da variação do parâmetro estudado (densidade, percentagem de cobertura, biomassa) no local atingido relativamente à variação nos controlos, não podendo esta diferença ser explicada pela variação natural.

Os primeiros modelos estatísticos idealizados foram propostos por Green (1979) que introduziu o método *BACI* (do inglês *Before-After-Control-Impact*). A principal inovação deste método consistiu na realização de uma amostragem antes e uma depois do impacto, na zona afectada e numa zona controlo que não fosse afectada pelo possível impacto. No entanto este método não previa as oscilações naturais que podem ocorrer, podendo assim confundir-se o verdadeiro impacto com uma flutuação natural.

Bernstein e Zalinski (1983) e Stewart–Oaten, Murdoch & Parker (1986) desenvolveram o método *BACIP* (do inglês *Before-After-Control-Impact-Paired*), que deriva do proposto por Green (1979), no sentido que mantém a mesma estrutura lógica de análise, isto é, a variação da abundância média de um determinado organismo é comparada no local onde se prevê um impacto ambiental e num local controlo. A principal diferença reside na replicação das datas de amostragem nos períodos antes e depois do eventual impacto. Estas teriam de ser efectuadas aleatoriamente no tempo para evitar coincidências com as oscilações naturais. Seria então possível detectar uma variação temporal do parâmetro que se estava a medir, embora este procedimento continuasse a originar análises com mais do que uma explicação para as diferenças observadas, uma vez que continuava a sofrer de falta de replicação espacial (Underwood, 1991).

Underwood (1991) argumentou que a detecção de possíveis diferenças entre o local controlo e o local afectado poderiam resultar, não do impacto ambiental em si, mas de diferenças naturais intrínsecas aos lugares.

Assim desenvolveu o método "*Beyond BACI*" que constitui um avanço fundamental, no sentido em que inclui a replicação de locais controlos e datas de amostragem, através da confrontação de múltiplas amostras (antes e depois) do local sujeito a impacto face a dois ou mais controlos (fig. 16). Este é um método de análise de variância assimétrica, uma vez que um único local afectado por uma perturbação é comparado contra vários controlos.

Com efeito, são poucos os trabalhos publicados que mencionam o método *Beyond BACI*, tal deve-se, em grande parte, à falta de esclarecimento e de conhecimento estatístico que prevalece na área de ecologia (Underwood, 1994 in Ribeiro, 2002).

Esse cálculo é possível fazer-se através da combinação de análises de variância simples, uma vez que não existe no mercado *software* para efectuar essa análise directamente (Underwood, 1993; in Santos, T., 2002).

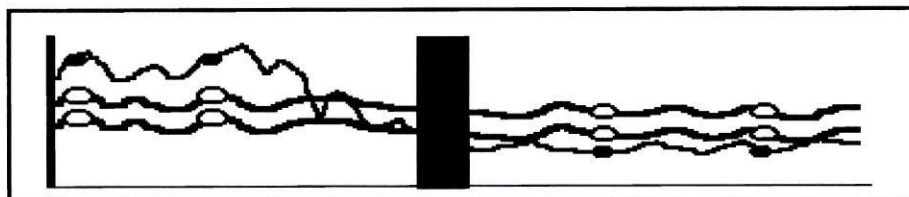


Figura 16: Diagrama que representa o método “*Beyond BACI*”. Variação de um factor, medido em várias ocasiões (pontos) escolhidos aleatoriamente, antes e depois da ocorrência do impacto em dois locais controlos (○) face ao local afectado (●) (Adaptado de McGuinness, 1999).

2.3 Procedimento

Todo o procedimento foi efectuado segundo a mesma metodologia da situação temporal “antes” (Santos, Cunha & Weber, 2002) para permitir uma posterior análise e confrontação dos mesmos com os valores obtidos na situação temporal “depois”.

2.3.1 Periodicidade das Amostragens

As amostragens foram realizadas em Fevereiro, Abril e Junho de 2003, durante as marés baixas de águas vivas, iguais ou inferiores a 0.9 m acima do zero hidrográfico (Z.H.). Foi utilizada como referência a Carta de Marés da Capitania de Leixões.

2.3.2 Amostragem

As amostras foram recolhidas na zona do eulitoral médio superior, na zona dos mexilhões (*Mytilus galloprovincialis*), onde se escolheram manchas com cobertura correspondente a 2/9 da área total ($A_{\text{total}} = 900 \text{ cm}^2$) do quadrado de amostragem (fig. 17), situadas em zonas planas e tendo o cuidado de evitar microhabitats -

poças, regos ou locais inclinados. Foram feitas seis amostras por cada local de amostragem.

Os quadrados de amostragem foram fotografados com uma câmara SLR de 35mm Nikon FM2 munida de uma objectiva focal fixa de 50mm. Utilizaram-se diapositivos de 100 ISO fazendo a focagem do quadrado o mais próximo possível e na perpendicular do plano da amostra, de modo a permitir uma posterior determinação da cobertura dos mexilhões por análise de imagem.

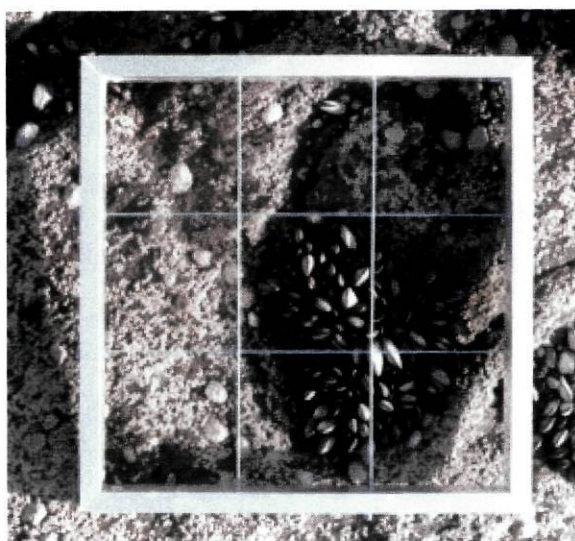


Figura 17: Selecção e recolha de uma amostra.

Foram efectuadas amostragens destrutivas. A totalidade dos mexilhões e outros invertebrados associados aos aglomerados, que estavam contidos dentro do quadrado, foram raspados e colhidos para boiões, e posteriormente observados a fresco.

2.3.3 Triagem das amostras

Após encher os boiões, que continham as amostras com água do mar, e de agitar fortemente, estas foram peneiradas em crivo de malha 2 mm. Os boiões foram novamente lavados com água do mar e peneirados para retirar os restos de areia e organismos aí depositados. Os mexilhões foram separados e pesados. Os restantes organismos foram separados com um esforço de triagem de 45 minutos e colocados em diferentes frascos com álcool a 75 %.

2.3.4 Determinação do peso fresco, peso seco e cinzas

Os mexilhões foram pesados frescos em recipientes de alumínio, previamente tarados. Seguidamente foram colocados na estufa a 110° C durante 24 horas, e após 30 min de arrefecimento no excicador determinou-se o peso seco. Finalmente foram incinerados na mufla a 450° C durante 4 horas e após arrefecimento durante 60 min no excicador determinou-se o peso em cinzas. Utilizou-se uma balança Exacta P500 com precisão até 0.1g.

2.3.5 Identificação e contagem das espécies

Depois da triagem, os organismos foram identificados e contados com o auxílio de uma lupa binocular Optech. A bibliografia utilizada foi a seguinte: Campbell (1994), Hayward & Ryland (1995), Saldanha (1995) para a generalidade das espécies encontradas; Fauvel (1923) para os poliquetas e Macedo (1999) para os moluscos. A identificação foi feita, quando possível, até ao nível da espécie, com excepção do Filo Nemertea, dos anelídeos *Lumbriconereis* sp., *Syllis* sp. e de larvas de insectos. Nos taxa referidos, a contracção dos organismos no meio de conservação e/ou a morosidade e complexidade de identificação, não permitiram que esta se efectuasse de forma detalhada.

A identificação dos anelídeos errantes, teve em conta os seguintes critérios:

- na família Nereidae, baseou-se na distribuição e forma dos paragnatos na trompa e dos parápodes;
- no género *Eulalia* da família Phyllodocidae, na textura da trompa e na cor do organismo.

A identificação dos crustáceos, da família Hyalidae, baseou-se:

- na presença ou ausência de pêlos no 6º e 7º pereiópode;
- na forma dos olhos;
- no tamanho do corpo.

2.3.6 Percentagem de cobertura dos mexilhões (*M. galloprovincialis*)

A determinação da percentagem de cobertura foi efectuada mediante análise de imagem dos diapositivos obtidos pelo método já descrito anteriormente. Utilizou-se um scanner Hewlett Packard Scanjet ADF com adaptador para diapositivos e um computador Pentium II. A resolução de captura de imagem foi de 600 dpi. No programa IMAGE J (Rasband, 2000) desenhou-se o contorno da zona de

amostragem e mediu-se a área em m², procedeu-se de igual modo para os aglomerados de mexilhões.

2.3.7 Tratamento de dados

A caracterização biológica dos dados fez-se com base em representações gráficas simples.

2.3.7.1 Análise multivariada

Os métodos de análise multivariada caracterizam-se por possuírem na sua base coeficientes de similaridade/dissimilaridade. Nas comparações entre amostras pretende-se identificar quais as espécies que partilham o mesmo nível de abundância. Este tipo de coeficientes facilita a classificação/ordenação das amostras em grupos mutuamente similares (Clarke, 1993).

A matriz de similaridade foi construída através da utilização da “Distância de Manhattan”.

Após standardizar os valores de abundância (antes e depois do impacto), calculando as frequências relativas de cada tipo de organismo por amostra, e excluir as espécies mais raras (Clarke & Warwick, 1994), com número total de indivíduos menor ou igual a três exemplares, elaborou-se uma árvore de “Distância de Manhattan” com várias situações espaço/temporais como variáveis. Foi escolhida a “Distância de Manhattan” devido à disponibilidade deste índice no programa STATISTICA 5.0 e à grande afinidade com o índice de Bray-Curtis (BC), recomendado por Clarke & Warwick (1994) para ecologia e usado em vários trabalhos (Múrias dos Santos, 1994; Pereira, 1998; Ribeiro, 2002). Nos dados standardizados numa matriz, mas não transformados, a dissimilaridade BC é metade da distância de Manhattan (Clarke & Warwick, 1994).

Com esses dados, aplicou-se igualmente uma outra análise de ordenação multivariada (análise multidimensional não métrica, nMDS, do Inglês *non metric multidimensional scaling*). É um método de representação gráfica que tem por base distâncias entre as amostras; é “construído” um mapa das diferentes amostras que pretende satisfazer todas as condições/distâncias impostas pela matriz de similaridade (Clarke, 1993).

2.3.7.2 Análise para a detecção de possível impacto

Determinou-se em cada amostra a área de cobertura total, a percentagem de cobertura dos mexilhões e a sua biomassa em matéria orgânica seca/m².

Com os valores de abundância procedeu-se ao cálculo do índice de diversidade utilizado no estudo anterior (Santos, Cunha & Weber, 2002):

- **Índice de Shannon – Wiener:**

$$H = - \sum (ni/Ns) * \ln (ni/Ns)$$

Ns = número total de indivíduos de todas as espécies

ni = número de indivíduos de cada espécie

Após verificar a homogeneidade da variância dos dados de biomassa dos mexilhões e índice de diversidade através do teste de Cochran, fizeram-se as análises de variância (ANOVA) para cada um dos factores em estudo.

No presente trabalho optou-se pelo modelo “*Beyond BACI*” padrão (Underwood, 1993, 1994), sendo necessário efectuar quatro análises de variância parciais. Em primeiro lugar procedeu-se ao cálculo de uma análise de variância utilizando todos os locais (independentemente de serem controlos ou locais afectados por um impacto) e que se designa por **Todos os Locais**. Seguiu-se uma análise similar mas omitindo o lugar afectado (**Só Controlos**). A terceira análise consistiu numa análise de variância com todos os locais mas apenas com os dados antes do impacto (**Antes do Impacto – Todos os Locais**). A quarta análise foi semelhante a esta última mas excluiu-se o local afectado (**Antes do Impacto – Só Controlos**) (tabela 1A).

Estas quatro análises combinam-se numa tabela (tabela 1B), que uma vez completa e mediante a utilização de uma chave dicotómica (tabela 2), permite detectar a ocorrência ou não de um impacto ambiental.

O impacto do quebramar na praia da Aguda foi testado face a dois controlos. Considerou-se para esta análise três factores:

- O factor Antes-Depois (B, de *Before-After*), fixo e com dois níveis, correspondentes às datas de amostragem antes e depois;
- O factor Datas de Amostragem (T, de Tempo), anichado no factor B e por definição aleatório (Underwood, 1981, 1997), tem três níveis correspondentes aos três meses de amostragem dentro de cada um dos períodos (factor B) (tabela 3).
- O factor Locais (L), aleatório e com três níveis, correspondentes aos locais de amostragem – dois controlos (Norte e Sul) e um impacto.

No total, obtêm-se dezoito combinações dos três factores, com três réplicas para cada combinação.

Os tratamentos estatísticos foram efectuados no programa STATISTICA 5.0.

A - Análises de variância parciais

TODOS				SÓ CONTROLOS			
FV	SS	Gl	MS	FV	SS	Gl	MS
B	a1	1	a2	B	h1	1	h2
L	b1	(l-1)	b2	L	i1	(l-2)	i2
BxL	c1	(l-1)	c2	BxL	j1	(l-2)	j2
T(B)	d1	2(t-1)	d2	T(B)	k1	2(t-1)	k2
T(B)xL	e1	2(t-1)(l-1)	e2	T(B)xL	l1	2(t-1)(l-2)	l2
Erro	f1	2t(l(n-1))	f2	Erro	m1	2t(l-1)(n-1)	m2
Total	g1	2tln-1	g2	Total	n1	2t(l-1)n-1	n2

ANTES DO IMPACTO - TODOS				ANTES DO IMPACTO - SÓ CONTROLOS			
FV	SS	Gl	MS	FV	SS	Gl	MS
L	o1	(l-1)	o2	L	t1	(l-2)	t2
T	p1	(t-1)	p2	T	u1	(t-1)	u2
TxL	q1	(t-1)(l-1)	q2	TxL	v1	(t-1)(l-2)	v2
Erro	r1	t(l(n-1))	r2	Erro	x1	t(l-1)(n-1)	x2
Total	s1	tln-1	s2	Total	z1	tln-1	z2

B - Análise padrão Beyond BACI.

FV	SS	Gl	Estimativa
B	a1	1	Antes vs Depois do impacto.
L	b1	l-1	Diferenças entre locais.
I vs C	b1-i1	1	Diferenças entre o local afectado e os controlos.
Entre C	i1	l-2	Diferenças entre controlos.
BxL	c1	l-1	-
BxI	c1-j1	1	Padrões de variabilidade no local afectado, entre antes e depois do impacto.
BxC	j1	l-2	Padrões de variabilidade nos controlos, entre antes e depois do impacto.
T(B)	d1	2(t-1)	Diferenças entre datas de amostragem.
T(B)xL	e1	2(t-1)(l-1)	Padrões de variabilidade temporal entre locais.
T(Ant)xL	q1	(t-1)(l-1)	-
T(Ant)xI	q1-v1	(t-1)	Padrões de variabilidade entre datas antes do impacto, no local afectado.
T(Ant)xC	v1	(t-1)(l-2)	Padrões de variabilidade entre datas antes do impacto, nos controlos.
T(Dep)xL	e1-q1	(t-1)(l-1)	-
T(Dep)xI	e1-q1-l1+v1	(t-1)	Padrões de variabilidade entre datas depois do impacto, no local afectado.
T(Dep)xC	l1-v1	(t-1)(l-2)	Padrões de variabilidade entre datas depois do impacto, nos controlos.
Erro	f1	2t(l(n-1))	-
Total	g1	2tln-1	-

Tabela1: Descrição do modelo *Beyond BACI* utilizado no presente estudo - **B**, o qual resulta da combinação de termos obtidos a partir das quatro análises de variância esquematizadas em **A**. FV = Fonte de Variação, SS = Soma dos quadrados, MS = Quadrado das médias, Gl = Graus de liberdade, B = Antes/Depois, L = Locais, T = Datas de amostragem, Ant = Antes, Dep = Depois.

-
1. Testar a interactividade entre controlos, após o impacto $T(\text{Dep}) \times C / \text{Erro}$.
 - 1a. Significativo. Os padrões de variação dos controlos diferem entre si - 2
 - 1b. Não Significativo. Os padrões de variação dos controlos não diferem entre si - 5
 2. Testar diferenças entre o local atingido e os controlos depois do impacto $T(\text{Dep}) \times I / T(\text{Dep}) \times C$.
 - 2a. Significativo - 3
 - 2b. Não Significativo. **Não se detectou qualquer impacto a curto prazo.** FIM DA ANÁLISE.
 3. Testar diferenças entre Antes e Depois no local afectado $T(\text{Dep}) \times I / T(\text{Ant}) \times I$. (bidireccional)
 - 3a. Significativo - 4
 - 3b. Não Significativo. **Não se detectou qualquer impacto a curto prazo.** FIM DA ANÁLISE.
 4. Testar diferenças entre Antes e Depois nos locais controlo $T(\text{Dep}) \times C / T(\text{Ant}) \times C$. (bidireccional)
 - 4a. Significativo. A variação não está associada ao local atingido. FIM DA ANÁLISE.
 - 4b. Não Significativo. **IMPACTO DETECTADO.**
 5. Testar se o impacto afecta as variações a curto prazo $T(\text{Dep}) \times I / \text{Erro}$.
 - 5a. Significativo - 6
 - 5b. Não Significativo. **Não se detectou qualquer impacto a curto prazo - 8**
 6. Testar a variação Antes e Depois do impacto no local afectado $T(\text{Dep}) \times I / T(\text{Ant}) \times I$. (bidireccional)
 - 6a. Significativo - 7
 - 6b. Não Significativo. A variação não coincidiu com o impacto. FIM DA ANÁLISE.
 7. Testar a variação Antes e Depois do impacto nos controlos $T(\text{Dep}) \times C / T(\text{Ant}) \times C$. (bidireccional)
 - 7a. Significativo. A variação não está associada ao local atingido. FIM DA ANÁLISE.
 - 7b. Não Significativo. **IMPACTO DETECTADO.**
 8. Testar a interactividade entre os controlos, Antes e Depois do impacto $B \times C / \text{Erro}$.
 - 8a. Significativo - 9
 - 8b. Não Significativo - 10
 9. Testar se as diferenças Antes e Depois nos controlos são semelhantes às do local afectado $B \times I / B \times C$.
 - 9a. Significativo. **IMPACTO DETECTADO.**
 - 9b. Não Significativo. **Não se detectou qualquer impacto a curto prazo.** FIM DA ANÁLISE.
 10. Testar de existem diferenças no local atingido, Antes e Depois do impacto $B \times I / \text{Erro}$.
 - 10a. Significativo. **IMPACTO DETECTADO.**
 - 10b. Não Significativo. **Não se detectou qualquer impacto a curto prazo.** FIM DA ANÁLISE.
-

Tabela 2: Sequência de testes estatísticos necessários para detecção de impactos ambientais num modelo assimétrico com vários controlos (segundo Underwood, 1993).

Amostragens	Datas	Estudo
Antes da construção do quebramar	Dezembro 2000 Abril 2001 Agosto 2001	Santos, 2002
Depois da construção do quebramar	Fevereiro 2003 Abril 2003 Junho 2003	Actual

Tabela 3: Datas das amostragens efectuadas antes e depois da construção do quebramar.

3. RESULTADOS

3.1 Distribuição da fauna associada aos aglomerados de mexilhões (*Mytilus galloprovincialis*)

3.1.1 Análise directa

A triagem das 54 amostras (depois) permitiu identificar nos aglomerados de *Mytilus galloprovincialis* 2914 indivíduos, correspondentes a um total de 37 taxa, que foram agrupados em 12 grupos taxonómicos: gastrópodes com 12 espécies e 1 género, bivalves com 3 espécies, poliplacóforos com 2 espécies, poliquetas com 5 espécies e 3 géneros, isópodes com 2 espécies, anfípodes com 3 espécies, representados com apenas uma espécie estão os decápodes, equinodermes, cnidários, enteropneustas, nemertíneos e o grupo das larvas de insectos.

A abundância das espécies (antes e depois) para as respectivas amostragens estão representadas nas tabelas A1 e A2 do anexo A.

As suas respectivas distribuições encontram-se esquematizadas nas figuras 18, 19 e 20.

Analisando o gráfico correspondente ao **controlo Sul** (fig.18), o grupo mais abundante foi o dos gastrópodes com 65% dos indivíduos, seguido dos crustáceos com 13%. Os poliquetas e bivalves estão representados por 11% e 8% respectivamente. O nemertíneos com 2% e o restante 1% distribui-se pelos enteropneustas, larvas de díptero, equinodermes e cnidários.

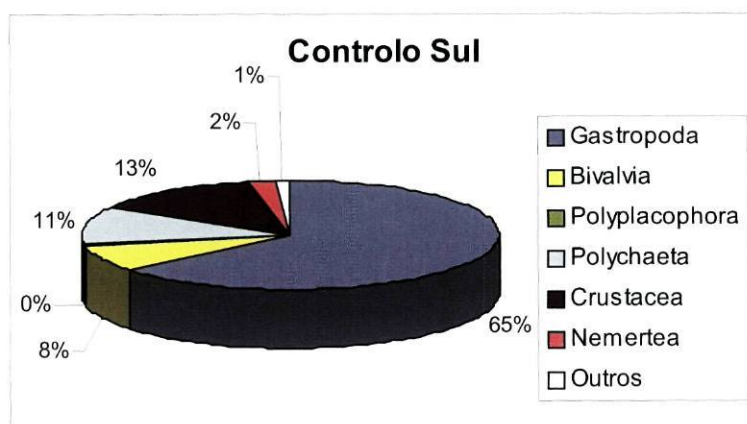


Figura 18: Distribuição dos indivíduos, pelos vários subgrupos taxonómicos, triados nas três amostragens efectuadas no controlo Sul.

No **impacto** (fig.19) os gastrópodes também apareceram como o grupo mais abundante (58%), seguido do grupo dos poliquetas com 16% de representatividade, dos crustáceos com 13%, bivalves com 6%, nemertíneos com 4%, estando os restantes 3% repartidos por enteropneustas, larvas de díptero, equimodermes e cnidários.

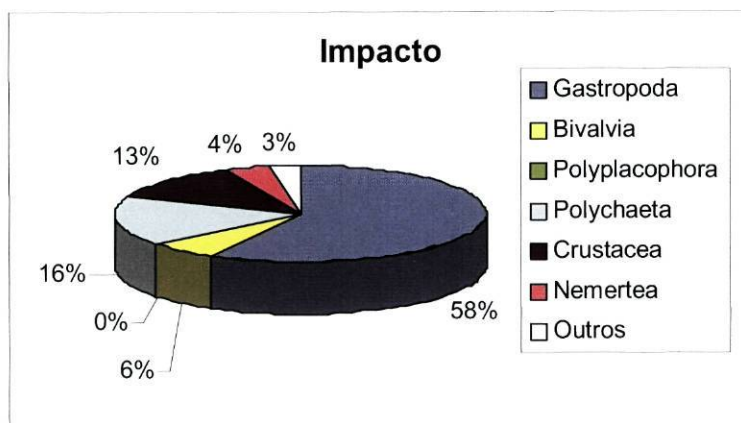


Figura 19: Distribuição dos indivíduos, pelos vários subgrupos taxonómicos, triados nas três amostragens efectuadas no Impacto.

Analisando a distribuição dos grupos no **controlo Norte** (fig. 20), os gastrópodes continuam a ser o grupo mais representativo com 56%, seguido dos poliquetas com 18%, bivalves e nemertíneos com 8% cada, 7% para os crustáceos, 2% corresponde aos enteropneustas, larvas de díptero, equimodermes e cnidários e 1% para os polioplacóforos.

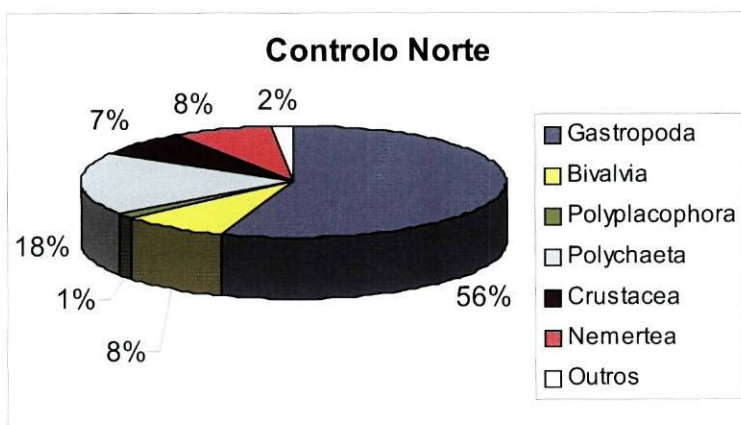


Figura 20: Distribuição dos indivíduos, pelos vários subgrupos taxonómicos, triados nas três amostragens efectuadas no controlo Norte.

A repartição de cada uma das espécies pelos diferentes grupos taxonómicos superiores está representada nos vários gráficos do anexo A.

Entre os gastrópodes (fig. A1 do anexo A) foram particularmente abundantes as espécies *Gibbula umbilicalis* (com 87% no controlo Sul, 84% no impacto e 80% no controlo Norte), *Monodonta lineata* (com 6% no controlo Sul, 5% no impacto e 9% no controlo Norte), e *Nucella lapillus* (com 4% no controlo Sul, 7% no impacto e 5% no controlo Norte). Também se destacou a espécie *Melaraphe neritoides* com uma representatividade de 3% e 5% no controlo Sul e Norte respectivamente.

Dentro dos bivalves, *Lasaea rubra* foi a espécie mais representativa (ver tabela de espécies do anexo A).

No grupo dos poliquetas (fig. A2 do anexo A) sobressaem as espécies *Perinereis oliveirae* (com 46% no controlo Sul, 38% no impacto e 39% no controlo Norte), os sílideos do género *Syllis* (contribuindo com 30% no controlo Sul, 33% no impacto e 28% no controlo Norte), *Eulalia viridis* (com 11% no controlo Sul e impacto e 17% no controlo Norte). Destacaram-se também a espécie *Perinereis marioni* (com 7% no controlo Sul e impacto e 5% no controlo Norte) e *Lumbriconereis* sp. (representada por 4% nos controlos e 7% no impacto).

Nos crustáceos (fig. A3 do anexo A) a espécie dominante foi *Hyale stebbingi* (contribuindo com 75% nos controlos e 74% no impacto). No entanto são de salientar as espécies, *Idotea pelagica* (com 14% no controlo Sul, 19% no impacto e 15% no controlo Norte) e *Hyale perieri* (representada por 9% no controlo Sul, 4% no impacto e 6% no controlo Norte).

3.1.2 Análise temporal

Analisando cada mês de amostragem, verificou-se que o mês com mais organismos triados foi Abril com 1498, seguido de Junho com 796 e por fim Fevereiro com 620 indivíduos.

De um modo geral os três locais de amostragem comportaram-se de modo semelhante ao longo do tempo.

Analisando o gráfico referente ao **controlo Sul** (fig.21), os gastrópodes de Fevereiro para Abril sofreram uma diminuição de aproximadamente 78% para 56%, sendo compensada ligeiramente (10%) em Junho. Os bivalves só se tornaram representativos em Abril com cerca de 15%. Ao longo do tempo a percentagem de anfípodes foi duplicando, chegando aos 18% no último mês de amostragem. O mesmo aconteceu com os poliquetas, não sendo, no entanto esse aumento tão significativo. Tanto os nemertíneos como os isópodes apresentaram uma diminuição da frequência ao longo do tempo. Em Junho também se observou a presença de polioplacóforos, em 2%.

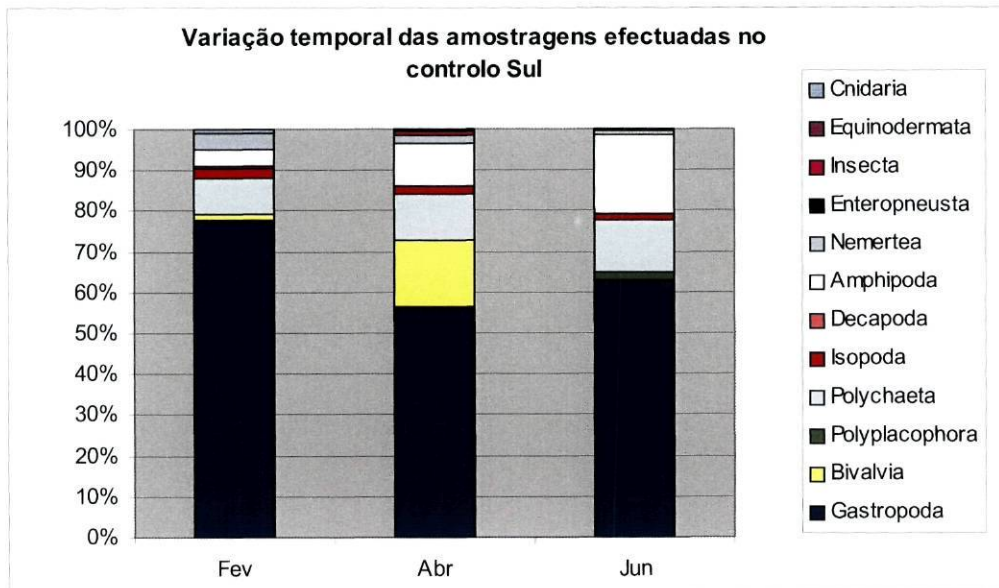


Figura 21: Distribuição das frequências relativas dos indivíduos nos 12 grupos supraespecíficos ao longo dos três meses de amostragem efectuadas no controlo Sul.

Nas amostragens efectuadas no **impacto** (fig.22), observou-se um claro predomínio de gastrópodes, estes atingiram cerca de 65% no mês de Fevereiro, sofrendo uma diminuição bastante significativa em Abril, para 37%. Esse valor foi compensado em Junho, chegando mesmo a ultrapassar o valor atingido em Fevereiro (aproximadamente 72%). Em relação aos poliquetas, verificou-se uma frequência

constante de 20% entre Fevereiro e Junho, apresentando em Abril uma ligeira diminuição. Os nemertíneos estiveram presentes de modo semelhante nos dois primeiros meses, com uma representatividade de 5%, diminuindo de forma significativa em Junho. Os anfípodes comportaram-se de forma idêntica na primeira (Fevereiro) e última amostragem (Junho), com uma frequência de 5%, no entanto, atingiram o seu máximo, quer em termos temporais como espaciais em Abril, com uma percentagem relativa de 22%. Os bivalves variaram de modo semelhante ao controlo Sul, sendo o mês de Abril de maior representatividade com 17%.

Abril foi o mês com maior representatividade a nível de larvas de dípteros e cnidários, uma vez que cada um atingiu cerca de 3% de frequência relativa.

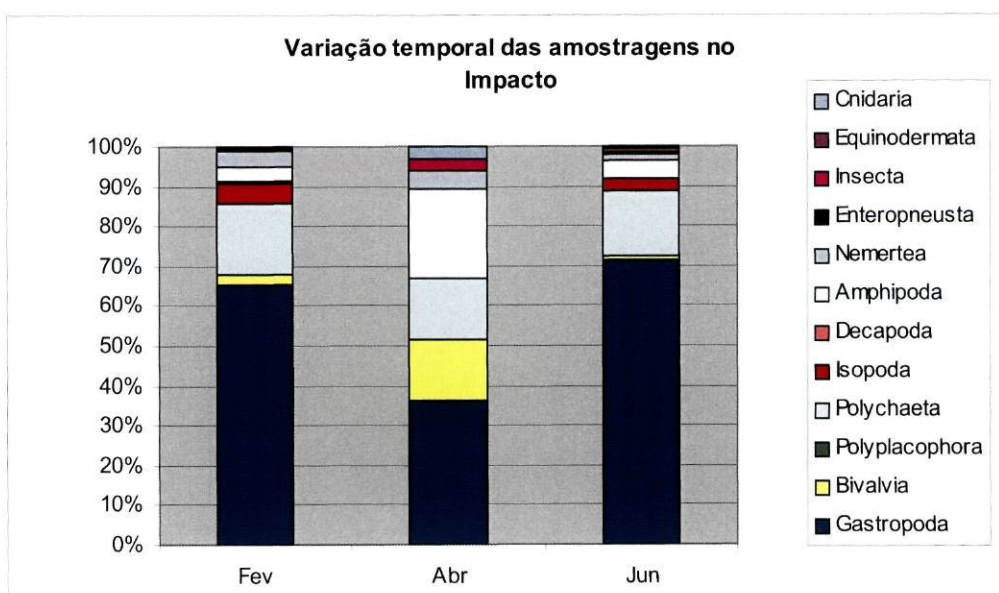


Figura 22: Distribuição das frequências relativas dos indivíduos nos 12 grupos supraespecíficos ao longo dos três meses de amostragem efectuada no Impacto.

Finalmente, no **controlo Norte** (fig.23), os gastrópodes continuaram a ser o grupo com maior representatividade, embora aqui a sua variação em termos de meses de amostragem tenha sido menor. Em Fevereiro atingiram uma frequência de 68%, que decaiu para 50% na amostragem seguinte, voltando a aumentar, para 58% em Junho. Os nemertíneos estiveram presentes nos três meses, com uma representatividade de 6% no primeiro mês e de aproximadamente 8% nos restantes. Os poliquetas, entre o primeiro e segundo mês de amostragem reduziram a percentagem relativa de 19% para 15%, aumentando para 25% no último mês. Os bivalves comportaram-se de modo idêntico ao verificado nas análises anteriores; só se observando maior representatividade no mês de Abril e sendo esse valor de 18%. Os anfípodes comportaram-se de modo semelhante ao

impacto, no entanto em termos de representatividade assumiram, em cada mês, valores menores; assim sendo, Fevereiro e Junho apresentaram uma frequência de 2% e Abril de 10%.

Neste local observou-se a presença de poliplacóforos nos três meses de amostragem, com uma percentagem de aproximadamente 2% em Fevereiro e Junho e 1% em Abril.

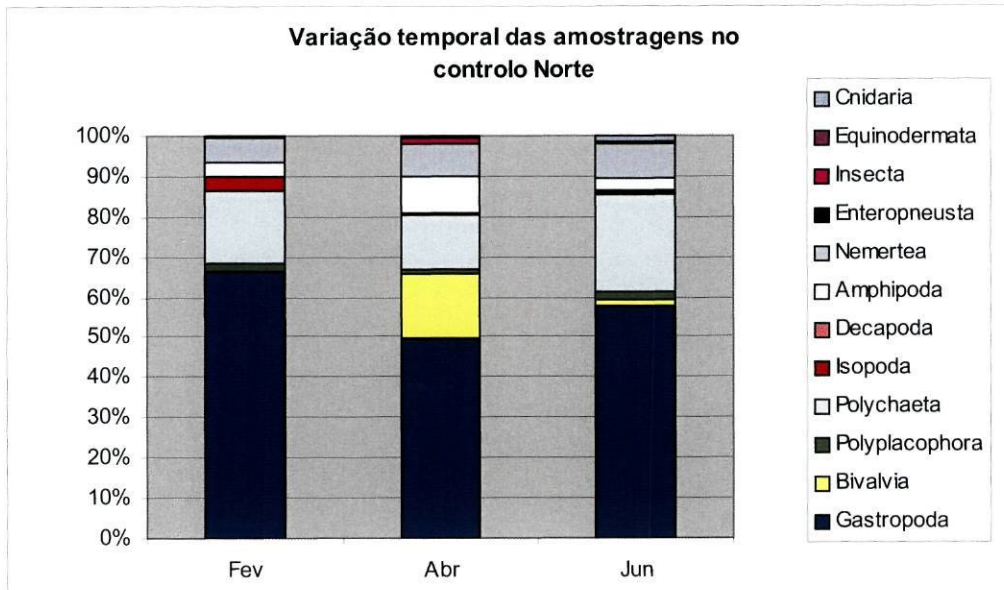


Figura 23: Distribuição das frequências relativas dos indivíduos nos 12 grupos supraespecíficos ao longo dos três meses de amostragem efectuadas no controlo Norte.

3.1.3 Análise multivariada

A análise de ordenação dos dados estandardizados permitiu a obtenção: de um diagrama (fig.24), onde no eixo dos X se define o nível de similaridade a partir do qual duas situações se consideram fundidas e no dos Y estão representadas as 18 situações espaço/temporais; e de uma representação bi-dimensional do grau de similaridade das mesmas situações (fig.25).

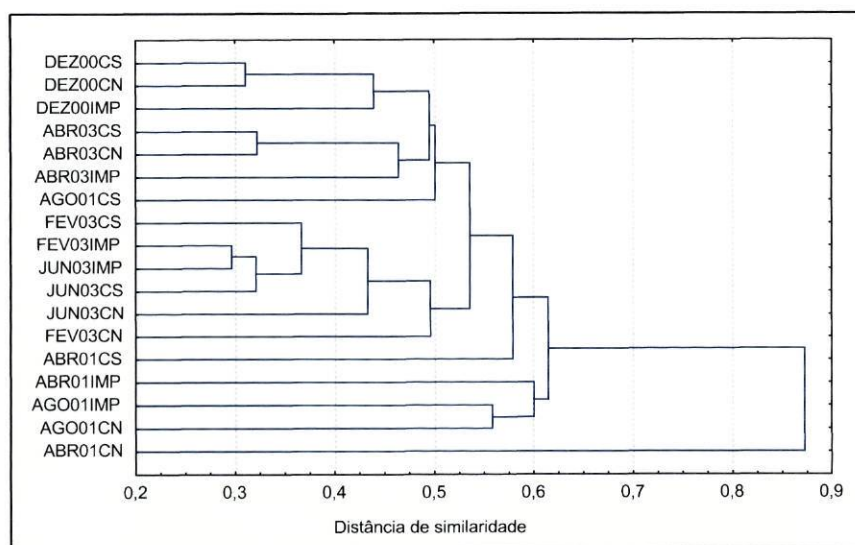


Figura 24: Diagrama árvore das distâncias de Manhattan das 18 situações espaço/temporais. As espécies mais raras (n° de indivíduos menor ou igual a três) foram excluídas, (CN - controlo Norte, CS - controlo Sul, IMP – impacto).

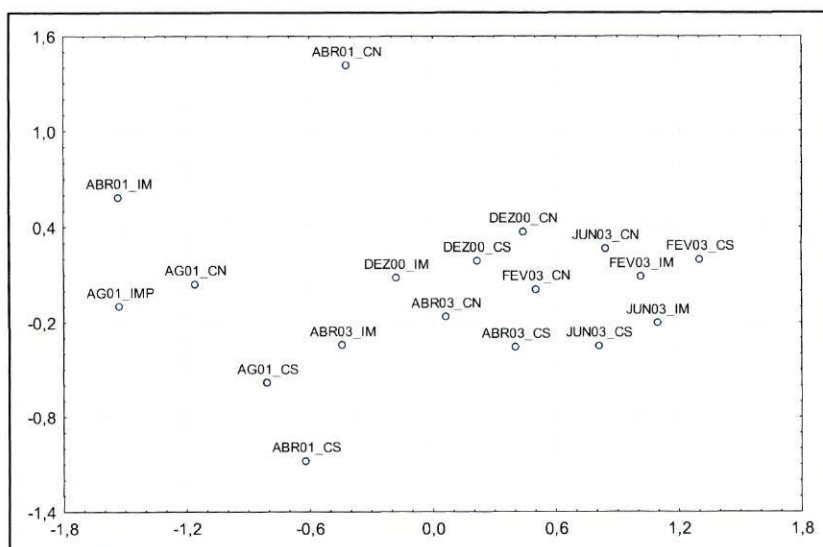


Figura 25: Ordenação nMDS dos locais amostrados antes e depois da construção do quebramar. ABR = Abril, AGO = Agosto, DEZ = Dezembro, FEV = Fevereiro, JUN = Junho, CN = controlo norte, CS = controlo sul, IM = impacto, os números correspondem aos anos da amostragem.

Destas representações foi possível diferenciar três grupos: um mais disperso, composto pelas amostragens de Abril e Agosto antes da construção do quebramar. O segundo, mais homogéneo que englobou todas as amostragens depois da construção e o terceiro mais similar com o anterior correspondente às amostragens antes, de Dezembro.

O controlo Norte da amostragem de Abril 2001 (antes) é o grupo mais distante relativamente às restantes situações.

3.2 Análise *Beyond BACI* para a detecção de possível impacto

3.2.1 Diversidade

Os valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener para as respectivas amostragens estão sintetizados na tabela A3 do Anexo A.

Os resultados da análise *Beyond BACI* para o índice de diversidade de Shannon-Wiener encontram-se representados na tabela 4.

O teste de Cochran não foi significativo para o índice de diversidade de Shannon-Wiener ($C = 0.484$, $p > 0.05$), concluindo-se que as variâncias entre as várias situações foram suficientemente homogêneas para possibilitar a análise de variâncias dos valores (McGuinness, 1999; Underwood, 1981, 1997).

Fonte de variação	SS	GI	MS	F	p
B	9,061	1	9,061		
L	0,863	2	0,431		
I vs C	0,740	1	0,740		
Entre C	0,123	1	0,123		
B x L	1,206	2	0,603		
B x I	0,023	1	0,023	0,019	0,912 NS
B x C	1,183	1	1,183	5,362	0,023 S
T(B)	24,683	4	6,171		
T(B) x L	3,424	8	0,428		
T(Ant) x L	1,572	4	0,393		
T(Ant) x I	1,046	2	0,523		
T(Ant) x C	0,525	2	0,263		
T(Dep) x L	1,852	4	0,463		
T(Dep) x I	1,101	2	0,550	2,494	0,088 NS
T(Dep) x C	0,752	2	0,376	1,703	0,188 NS
Erro	19,857	90	0,221		
Total	59,094	107			

Tabela 4: Análise *Beyond BACI* para a variação do índice de Shannon-Wiener nas três praias amostradas (Aguda e dois locais controlos). O valor de F é significativo (S) quando $p < 0,05$. NS = Não significativo.

Se houver uma interacção significativa entre os controlos após a construção do quebramar, o teste para a detecção do impacto não será muito sensível. Assim, a primeira coisa a testar é T(Dep) x C/Erro. O resultado não foi estatisticamente significativo ($F = 1.703$, $p > 0.05$), o que quer dizer que os padrões de variabilidade entre datas de amostragem não diferiram nos controlos após a ocorrência do eventual impacto.

Nem esses mesmos padrões diferem na praia afectada, como se pode verificar pela ausência de significância estatística do termo T(Dep) x I /Erro ($F = 2.494$, $p > 0.05$), o que significa que não se detectou impacto a curto prazo sobre a biodiversidade com a construção do quebramar na praia da Aguda.

Dado que não existem interações entre locais após a construção, testa-se a existência de diferenças antes e depois do impacto. Novamente é necessário testar a interactividade do sistema, isto é, se as diversidades observadas nos controlos diferem antes e depois do impacto - B x C/Erro. O resultado é significativo ($F = 5.362$, $p < 0.05$).

O resultado deste teste, em si, demonstra a não existência de um impacto significativo provocado pela construção do quebramar. Para que tal suceda, é necessário, que as diferenças antes e depois nos controlos não sejam semelhantes às do local afectado – BxI /BxC. O resultado não foi estatisticamente significativo ($F = 0.019$, $p > 0.05$), o que quer dizer que os resultados do teste realizado não foram suficientes para demonstrar a existência de um impacto. Seguindo a lógica apresentada na chave dicotómica da tabela 3 (material e métodos) foram efectuados os testes necessários à conclusão da análise.

No presente estudo obtiveram-se resultados não significativos ($p > 0,05$). A análise *Beyond BACI* não detectou qualquer impacto a curto prazo.

3.2.2 Biomassa dos mexilhões (*Mytilus galloprovincialis*)

Os dados do peso fresco, seco e cinzas, da matéria orgânica e biomassa (expressa em matéria orgânica seca de mexilhões por m^2) relativos às 108 amostras (54 em cada período de amostragem antes e depois) encontram-se tabelados no anexo B (tabela B1 e B2).

Os resultados da análise *Beyond BACI* para os valores de biomassa de mexilhões encontram-se representados na tabela 5.

O teste de Cochran não foi significativo para a biomassa dos mexilhões ($C = 0.391$, $p > 0.05$), demonstrando que as variâncias entre as várias situações foram suficientemente homogéneas para possibilitar a análise de variâncias (McGuinness, 1999; Underwood, 1981, 1997).

Fonte de variação	SS	DF	MS	F	p
B	168771,7	1	168771,7		
L	3458,6	2	1729,316		
I vsC	1126,1	1	1126,084		
entre C	2332,5	1	2332,548		
BxL	32531,2	2	16265,62		
BxI	29046,9	1	29046,87	5,616	0,020 S
BxC	3484,4	1	3484,364	0,674	0,414 NS
T(B)	595288,5	4	148822,1		
T(B)xI	16701,3	8	2087,661		
T(Ant)xL	1873,1	4	468,2842		
T(Ant)x I	256,6	2	128,3113		
T(Ant)xC	1616,5	2	808,2571		
T(Depois)xL	14828,2	4	3707,038		
T(Dep)xI	13114,0	2	6556,975	1,268	0,286 NS
T(Dep)xC	1714,2	2	857,1011	0,166	0,848 NS
Erro	465487,6	90	5172,084		
Total	1282239,0	107			

Tabela 5: Análise *Beyond BACI* para a biomassa (matéria orgânica seca/m²) dos mexilhões nas três praias amostradas (Aguda e dois locais controlos). O valor de F é significativo (S) quando $p < 0,05$. NS = Não significativo.

O termo T(Dep) x C/Erro não foi estatisticamente significativo ($F = 0.166$, $p > 0.05$), o que quer dizer que não existem interações entre controlos depois da construção do quebramar.

É possível testar a existência de impacto, caso a interação T(Dep) x I /Erro seja significativa. O teste não foi significativo ($F = 1.268$ $p > 0.05$).

O resultado deste teste, em si, não demonstrou a existência de um impacto significativo na variação da biomassa de mexilhões provocado pela construção do quebramar. Para que tal suceda, foi necessário, testar se os valores de biomassa observados nos controlos diferem antes e depois do impacto - B x C/Erro. O resultado, mais uma vez, não foi significativo ($F = 0.674$, $p > 0.05$).

Finalmente, para verificar se existiam diferenças na biomassa de mexilhões no local do impacto, antes e depois da construção do quebramar, testou-se a significância do termo - B x I /Erro, que se confirmou ($F = 5.616$, $p < 0.05$). Demonstrou-se, assim, que se detectou um impacto sobre a biomassa da população de mexilhões, com a construção do quebramar destacado na praia da Aguda.

4. DISCUSSÃO

4.1 Amostragens

Segundo Hawkins & Jones (1992) o uso de amostragens destrutivas possibilitou a identificação e contagem dos organismos existentes nas amostras, sendo considerado o melhor método para a sua quantificação, permitindo a identificação minuciosa e documentada de muitas das pequenas espécies encontradas no meio dos aglomerados de organismos maiores, como os mexilhões. Mas salientam que a amostragem destrutiva reduz o valor de qualquer subsequente estudo na área de amostragem e referem mesmo ser preferível fazer amostragens não destrutivas porque é evitada a destruição de comunidades que podem levar anos a recolonizar. Porém a análise do impacto em várias espécies ou grupos taxonómicos é desejável, se não mesmo obrigatória, porque na maioria dos casos, a natureza do impacto pode ter um efeito diferente conforme os organismos. Assim, o uso de um método de amostragem destrutivo seria o mais adequado para atingir este objectivo (Múrias dos Santos, 2000).

Resolveu-se então usar o método destrutivo, apesar do possível impacto ambiental no ecossistema que este podia causar, porque pensou-se que fazendo recolhendo 18 amostras, com cerca de 0,2 m² ou seja um total de 3,6 m², três vezes em cada ano, não iria provocar alterações tão significativas nas variáveis em estudo nem no ecossistema.

O mesmo método foi anteriormente utilizado, na praia da Aguda, por Pereira (1998) no estudo do crescimento e fauna associada dos “recifes” de *Sabellaria alveota* (L.).

4.2 Fauna associada aos aglomerados de *Mytilus galloprovincialis*

4.2.1 Análise directa

Ao nível da distribuição dos indivíduos, pelos vários subgrupos taxonómicos não se verificou diferenças entre os locais controlos e o local de possível impacto.

Em relação à representatividade das várias espécies, dentro dos subgrupos, não se destacaram grandes alterações entre os três locais. *Gibbula umbilicalis*, *Monodonta lineata*, *Nucella lapillus*, *Lasaea rubra*, *Perinereis oliveirae*, *Syllis* sp., *Perinereis marioni*, *Eulalia viridis*, *Lumbriconereis* sp., *Hyale stebbingi*, *Idotea pelágica* e *Hyale perieri* eram os organismos mais abundantes.

O gastrópode *Melaraphe neritoides* também se destacou com alguma abundância, mas a sua representatividade está confinada aos locais controlos.

De um modo geral, as espécies identificadas no estudo efectuado antes e depois da construção do quebramar, foram as mesmas. No entanto, e ao contrário dos resultados obtidos por Santos (2002), também foram detectadas as seguintes espécies *Lacuna parva*, *Nassarius incrassatus*, *Nassarius nitidus*, *Tricolia pullus*, *Lepidochitona cinereus* e *Amphipolis squamata*. Por outro lado, Santos (2002) refere a ocorrência de *Diodora* sp., *Bittium* sp., *Modiolinae* sp., *Musculus costulatus*, *Astarte sulcata*, *Hyales schmidtii*, *Parajassa* sp., *Ischyromene lacazei*, e *Sphaeroma serratum*, muito embora com valores de ocorrência baixos, mas não registadas neste estudo.

As classes mais diversificadas são coincidentes, nos dois estudos e integram os gastrópodes, crustáceos e poliquetas.

Em Santos, Cunha & Weber (2002) a abordagem gráfica não contemplou a divisão por locais de amostragem (controlo Norte, Sul e impacto). Ou seja, as referências às várias espécies correspondem a um estudo englobando todos os locais na mesma análise.

Tal facto não aconteceu no estudo actual (depois), permitindo uma melhor comparação da dinâmica dos locais e visualização da sua evolução.

No entanto, essa situação foi analisada e não alterou significativamente os valores obtidos, podendo dessa forma efectuar-se algumas comparações.

Assim sendo, comparando os resultados actuais da diversidade associada aos aglomerados de mexilhões na praia da Aguda, com os estudados por Santos, Cunha & Weber (2002), verificou-se que não houve alterações significativas a nível das principais espécies identificadas (tabela 6). *Nucella lapillus* aparece agora entre os principais macroinvertebrados, facto que se compreende, devido a este gastrópode ser predador dos mexilhões.

Lasaea rubra, *Eulalia viridis*, *Perinereis oliveirae*, *Syllis* sp., *Idotea pelagica* e *Hyale stebbingi* e *H. perieri* e o filo *Nemertea* correspondem a organismos típicos do eulitoral encontrando-se sobretudo entre os interstícios dos mexilhões (Múrias dos Santos, 1994, 2000; Seed 1996). Isto demonstra mais uma vez que estes aglomerados apresentam uma grande riqueza faunística, proporcionando refúgio e habitate a uma série de organismos associados, que inclui representantes da maioria dos principais filos de invertebrados (Seed, 1996).

Praia da AGUDA

	Antes da construção (2000/01)	Depois da construção (2003)
1	<i>Gibbula umbilicalis</i>	<i>Gibbula umbilicalis</i>
2	<i>Hyale stebbingi</i>	<i>Hyale stebbingi</i>
3	<i>Lasaea rubra</i>	<i>Perinereis oliveirae</i>
4	Nemertíneos	<i>Lasaea rubra</i>
5	<i>Hyale perieri</i>	<i>Syllis</i> sp.
6	<i>Monodonta lineata</i>	<i>Nucella lapillus</i>
7	<i>Melaraphe neritoides</i>	Nemertíneos
8	<i>Perinereis oliveirae</i>	<i>Monodonta lineata</i>
9	<i>Syllis</i> sp.	<i>Idotea pelagica</i>

Tabela 6: Ordenação decrescente de abundância dos macroinvertebrados associados aos aglomerados de *Mytilus galloprovincialis* do eulitoral médio, na praia da Aguda, no “antes” e “depois”.

O facto da espécie *Gibbula umbilicalis* ser característica de praias moderadamente expostas a abrigadas (Lewis, 1964; Hawkins & Jones, 1992) e de esta ser, actualmente, a espécie mais abundante na comunidade de mexilhões na praia da Aguda, talvez seja um indício que, pelo menos, a zona eulitoral média do impacto, poderá ser, após a construção do quebramar, considerada “moderadamente exposta a abrigada” (segundo a terminologia de Hawkins & Jones, 1992).

No entanto, uma possível explicação para sua elevada frequência no estudo em “antes” (apesar de menor que “depois”) pode residir no facto de esta praia ter um declive suave, o que faz com que as ondas cheguem com menos energia ao eulitoral médio.

Santos, Cunha & Weber (2002) referem *Melaraphe* (= *Littorina*) *neritoides* como uma das espécies mais abundantes associadas aos aglomerados de mexilhões; a sua presença ocorre com mais frequência em praias muito expostas (Lewis, 1964; Hawkins & Jones, 1992). Actualmente verifica-se uma diminuição da densidade desse gastrópode no local de impacto, que pode vir corroborar, que a presença do quebramar (atenuando o efeito da ondulação predominante de NW) está a conferir um carácter “moderadamente exposta a abrigado” em algumas zonas, incluindo a estudada, na praia da Aguda.

Se assim for, no futuro, poder-se-á esperar uma provável indução na variação ao nível das populações de amostragem (Lewis, 1964), devido à diminuição da exposição provocada pela construção do quebramar, como por exemplo, um incremento na diminuição de *Melaraphe neritoides* e talvez um correspondente aumento da densidade de *Littorina obtusata*; *Gibbula umbilicalis* e *G. cineraria*.

Um procedimento a ter em conta em trabalhos futuros, seria a redução do esforço de amostragem a espécies indicadoras de exposição, uma vez que, de acordo com Lewis (1964), Hawkins & Jones (1992) e Múrias dos Santos (1994), prevê-se uma variação da sua densidade.

Sendo assim, os caracteres indicadores de exposição que provavelmente sofrerão variação são:

- A abundância de *Porphyra umbilicalis*, presente na parte baixa da franja litoral formando manchas conspícuas. Embora não se possa dizer que existe uma franja de *Porphyra* na praia da Aguda, prevê-se que a sua abundância venha a ser inferior e eventualmente substituída por *Pelvetia canaliculata* e a bodelha *Fucus spiralis* (Hawkins & Jones, 1992; Múrias, 1994).

De referir que no enrocamento de sotamar do quebramar já se encontrou *Fucus* sp. (comunicação pessoal Jaime Prata).

- O declínio das comunidades de mexilhões/algas vermelhas existentes no eulitoral inferior e aparecimento local de *Mytilus* associados a *Ascophyllum* e *Fucus vesiculosos* (Lewis, 1964; Múrias, 1994).
- A abundância de *Lithophyllum incrustans* e os tufos algais de *Chondrus crispus*, *Mastocarpus stellatus* e *Corallina elongata*, frequentes nas poças de maré, também poderão sofrer uma diminuição (Hawkins & Jones, 1992; Santos, 1994), com o possível aumento de *Laurencia pinnatifida*.
- Diminuição da densidade da lapa *Patella depressa* e correspondente aumento de *Patella vulgata*.

4.2.2 Análise multivariada

É bastante difícil atribuir a causa de uma alteração a um determinado distúrbio utilizando métodos multivariados. Existem actualmente argumentos a favor do uso de métodos univariados (por exemplo análises de variância) na detecção de impactos ambientais, uma vez que permitem inferir sem ambiguidades qual será a causa de um efeito observado (Underwood, 1993).

No entanto, estes podem sumariar semelhanças ou afinidades entre as amostras seleccionadas. Assim sendo, na tentativa de facilitar a interpretação dos resultados e permitir uma melhor compreensão e visualização dessas semelhanças, utilizou-se os dois tipos de métodos de análise multivariada, para tentar corroborar os resultados.

A hipótese mais credível para o agrupamento das amostragens “depois” todas no mesmo grupo e notavelmente separadas das amostragens “antes” de Abril e Agosto e estas de Dezembro 2000 poderá ter-se devido a uma maior coerência na aplicação da metodologia de umas amostragens para as outras, conferindo-lhes maiores semelhanças. Este facto já tinha sido salientado, anteriormente, por Santos (2002) para tentar explicar a discrepância entre as amostragens de Dezembro e Abril/Agosto. A amostragem de Dezembro 2000 é mais semelhante com todas as efectuadas “depois”.

Um procedimento futuro que pode constituir um auxílio na identificação das espécies encontradas, optimizando-a em tempo e esforço, é a execução de uma lista das espécies encontradas, com as descrições mais pertinentes de cada uma delas e a respectiva imagem.

No entanto, na Estação Litoral da Aguda, encontram-se devidamente catalogadas, com o respectivo nome, local e data de amostragem, todas as espécies encontradas e identificadas ao longo da realização deste trabalho.

4.3 Análise *Beyond BACI*

A detecção de impactos humanos nas zonas costeiras é uma tarefa complicada, pelo facto de as comunidades intertidais exibirem um elevado grau de variabilidade espacial e temporal (Underwood, 1991). De um modo geral, verifica-se que as populações naturais variam de local para local. Estas diferenças são intrínsecas e surgem como resposta a factores determinísticos, tais como gradientes ambientais ou interacções biológicas e ainda a factores estocásticos, como por exemplo diferenças nos níveis de recrutamento das espécies.

Por outro lado, o número de indivíduos de uma dada população sofre sucessivas oscilações ao longo do tempo que nada têm a ver com a acção humana, resultando em padrões de variação mais ou menos complexos (Underwood, 1992). O problema é ainda agravado pelo facto de os padrões de variação temporal raramente serem coincidentes de local para local, mesmo quando se encontram próximos. Daqui resulta uma considerável interacção estatística da variação da abundância média de uma dada espécie ao longo do tempo e entre locais (Underwood, 1994).

Mais do que qualquer outro aspecto, é a dificuldade em isolar a variabilidade natural patente nestes sistemas que limita a capacidade de detecção de alterações com origem em actividades humanas.

Assim, torna-se necessário desenvolver um esquema de amostragem e de análise mais eficaz que permita minimizar o “ruído de fundo” introduzido pela variação natural e, deste modo, avaliar com maior precisão as reais consequências dos impactos ambientais.

4.3.1 Diversidade

Na análise *Beyond BACI* para a diversidade associada aos aglomerados de mexilhões não foram detectadas diferenças entre o local afectado e os locais controlo utilizados, demonstrando que a construção do quebramar destacado, possivelmente, não teve efeito sobre esses mesmos padrões na praia da Aguda.

A ausência de detecção do impacto pode ter-se devido a dois factores. Em primeiro lugar, não será de excluir a hipótese da construção não ter afectado os grupos monitorizados, mas ter afectado outros que não foram alvo de estudo. Em segundo lugar, a não detecção do impacto não foi de todo inesperada uma vez que, as comunidades de mexilhões constituem um microhabitate com condições ecológicas próprias, proporcionando uma constância ambiental aos animais que habitam o seu interior (Seed, 1996). Alteração no clima de agitação marítima de uma praia, mesmo que influenciando a abundância e/ou a biomassa dos mexilhões, provavelmente, não interfere significativamente nas condições ambientais do interior do seu aglomerado.

4.3.2 Mexilhões (*Mytilus galloprovincialis*)

Mytilus galloprovincialis reproduz-se durante todo o ano, à semelhança do que acontece a outras espécies de mexilhão (Seed, 1969). Além disso, a fixação dá-se em duas etapas distintas, sendo esta uma característica comum a outras espécies da mesma família (Bayne, 1964; Saldanha, 1974; Seed, 1969; Suchanek, 1985). Numa primeira fase, as larvas fixam-se às algas na zona sublitoral, de onde migram para a zona intertidal a taxas relativamente constantes (Bayne, 1964; Seed, 1969). O grande potencial de recolonização por parte destes organismos poderia contribuir para uma rápida compensação de eventuais perdas causadas por fenómenos naturais e antropogénicos, dificultando a detecção de impactos.

Tal facto, não se verificou, o que pode permitir dizer que as populações de *Mytilus* parecem adequar-se a este tipo de monitorização, no sentido em que, supostamente, são mais sensíveis do que outros organismos às variações de exposição.

A diminuição da exposição da praia, devido à construção do quebramar destacado, parece ter conduzido a uma redução da biomassa de *M. galloprovincialis*.

Pensa-se que tal facto pode dever-se, a dois factores: uma menor disponibilidade de matéria orgânica em suspensão, ou seja fitoplâncton e detritos orgânicos, principal fonte de alimentação dos mexilhões; e ao incremento da turvação da água.

Esta é causada pela acumulação de partículas inertes, que conduzem a um maior desgaste energético por parte dos mexilhões, reduzindo o seu crescimento.

Nestas circunstâncias os mexilhões têm de filtrar, diariamente, uma maior quantidade de água para a mesma quantidade de alimento, uma vez que para o mesmo esforço de filtração a obtenção de energia é menor, devido às concentrações mais elevadas de material inorgânico em suspensão, em detrimento das partes orgânicas.

Uma situação ocorrida no Verão de 2002 poderá, também, ter estado envolvida na diminuição da biomassa dos mexilhões.

Durante o processo de assoreamento e formação do tómbolo, do lado Norte do quebramar, verificou-se o arranque prematuro e previsivelmente, a morte dos bosques de laminárias no sublitoral adjacente, devido ao forte hidrodinamismo que na altura se fez sentir.

A forma do quebramar provoca a mudança da direcção das correntes, junto à costa. Consequentemente, estas algas e outras pertencentes à comunidade das laminárias, foram transportadas em grandes massas, para dentro da baía, ficando acumuladas e depois assoreadas nas margens. Estas fermentavam, tornando a areia cinzenta e durante a maré baixa formavam-se vários canais com a aparência de esgotos. A deterioração foi tão acentuada que, em pouco tempo, deixou a água anormalmente colorida (cinzenta escura a preta) e com um intenso odor a enxofre, fortemente sentido pelas pessoas da comunidade, que sofreram ao longo de vários dias.

Este facto, talvez, tenha impedido a filtração normal e o desenvolvimento durante algum tempo, dos mexilhões, devido às condições de stresse que estes estiveram sujeitos (comunicação pessoal Mike Weber).

Registe-se, no entanto, que os modelos *Beyond BACI* são idealizados de modo a aumentar a probabilidade de detecção de um impacto. No capítulo da detecção de impactos ambientais e seguindo uma lógica de conservação, a utilização de testes, doutro modo desapropriados, constitui o mal menor, porque leva à detecção de impactos quando, na realidade, eles não se verificam (Underwood, 1991). Este argumento ficou conhecido como “princípio preventivo” e aumenta a probabilidade de quaisquer erros que possam surgir virem a favorecer a preservação do ambiente (Ribeiro, 2002).

5. CONCLUSÕES

A fisiografia das zonas costeiras altera-se constantemente como resposta às acções do vento, da agitação marítima, das marés, das flutuações sazonais do nível do mar, das alterações climáticas, do homem e de outros factores que influenciam, nomeadamente, o transporte sedimentar. A erosão e a acreção das zonas costeiras é o resultado visível da forma como a linha de costa evolui e evidencia o seu carácter dinâmico (Donovan, A. et al., 2002 in Barbosa, J. 2003).

O período de regressão em curso pode ser atribuído à diminuição do volume de sedimentos provenientes dos rios do Norte da Península Ibérica, em particular do rio Douro. Esta diminuição sedimentar é explicada cientificamente pelas mudanças ocorridas ao longo do curso de água, devido à redução das velocidades comparativamente a caudais equivalentes antes da construção das barragens. Esta diminuição está igualmente associada à extracção e dragagem de sedimentos em grandes quantidades (rios e estuários) que alteram o regime de escoamento.

No caso da costa portuguesa o processo erosivo, é então, a manifestação de um défice entre a alimentação aluvionar a barlamar e a capacidade de transporte existente (IHRH, 1999). Este fenómeno tem assumido proporções críticas em algumas regiões. Numa tentativa de o minimizar foram construídos, ao longo dos anos, e em locais diferentes, vários tipos de obras de defesa costeira, nomeadamente obras longitudinais aderentes e esporões. Apesar de representar uma alternativa que atenua o problema a barlamar da obra costeira, antecipa o processo erosivo a sotamar. Espinho, Esmoriz, Cortegaça e Furadouro são exemplos de locais, da zona Norte, intervencionados no âmbito deste tipo de obras.

Tais obras marítimas acarretam sempre alterações na morfologia do litoral, na dinâmica dos sedimentos e no clima de agitação marítima na sua zona de influência. Tais alterações provocam impactos locais directos e indirectos sobre a fauna e flora que se traduzem em distúrbios na dinâmica e na biologia das populações e em redistribuições espaciais de algumas espécies.

A opção dos técnicos para projectar e construir um quebramar destacado na praia da Aguda, tinha como principal objectivo permitir o trânsito de areias, evitando a sua acumulação a barlamar e a erosão a sotamar. Tal facto não sucedeu, como já foi referido, provocando a sua implementação impactos, de vários tipos, em toda a sua zona de influência, nomeadamente: alterações morfológicas e fisiográficas; mudanças no clima de agitação marítima e alteração do rumo das ondas; influência na fauna da zona, nomeadamente nos aglomerados de mexilhões, objecto específico do presente trabalho.

Impactos morfológicos e fisiográficos

Na zona de influência do quebramar deu-se uma alteração importante na dinâmica de sedimentos, ocorrendo erosão nuns locais e acreção noutros. O quebramar que foi projectado e construído como um quebramar destacado, para não provocar uma grande interrupção na deriva litoral, cedo demonstrou constituir um elemento de transformação de toda a praia. Assim, e provavelmente pela excessiva proximidade a terra, a difracção das ondas rapidamente provocou a formação de um tómbolo de areia cujo vértice encosta ao terço norte do quebramar. A deriva litoral ficou interrompida, passando o quebramar a comportar-se como uma obra enraizada em terra, com uma componente transversal à deriva litoral, tendendo a acumular areia a barlamar. Como consequência destes factos aconteceu o assoreamento de uma área significativa de rochas da zona intertidal com a inevitável morte dos organismos que a ocupavam. Por oposição, na zona influenciada pela difracção das ondas bem como na zona mais a sul em que houve erosão assistiu-se a um descobrimento de uma grande área rochosa, até então coberta por areia, que começou a ser colonizada pelos organismos marinhos e onde se assiste agora aos fenómenos de sucessão ecológica. Por outro lado poderá verificar-se uma deslocação local dos organismos típicos da areia para as zonas onde esta se acumulou recentemente.

Impactos no clima de agitação marítima

A construção do quebramar provocou alterações no clima de agitação marítima na sua zona de influência de duas formas. O fenómeno de difracção das ondas faz com que, num sector limitado, a ondulação mude de rumo. Como a ondulação dominante neste trecho da costa portuguesa é de Noroeste, no referido sector passa a ser de Sudoeste. Este facto embora com pequena expressão geográfica pode provocar localmente uma redistribuição de certas espécies conforme as suas preferências pelo grau de exposição à acção mecânica das ondas.

Por sua vez na zona entre o quebramar e a terra, principalmente depois da formação do tómbolo já referido, formou-se uma baía de águas calmas e assim uma parte da praia da Aguda, de acordo com a classificação de Hawkins & Jones (1992), sofreu uma transformação de "praia exposta" para "praia abrigada". Sendo de prever neste troço, a diminuição da abundância ou mesmo o desaparecimento gradual, de espécies típicas de praias expostas, como por exemplo o mexilhão, e o surgimento ou aumento de outras, cujas preferências ecológicas tendem para as praias mais abrigadas como as algas do género *Fucus* e respectiva comunidade faunística.

Impactos na composição faunística

O presente trabalho incidiu principal e especificamente sobre os aglomerados de mexilhões *M. galloprovincialis*, sua biomassa e composição da sua fauna associada.

Foi possível detectar a existência de impacto estatisticamente significativo na biomassa dos aglomerados de mexilhões residentes na zona de influência do quebramar, provando-se a diminuição da sua biomassa após a construção do quebramar.

Em relação à alteração da diversidade associada aos aglomerados de mexilhões, embora notando-se algumas variações respeitantes à abundância de algumas espécies, não se detectou impacto estatisticamente significativo.

A metodologia utilizada neste trabalho revelou-se adequada aos objectivos propostos e parece ser particularmente apropriada para este tipo de estudos, já que é extremamente prática e tem como vantagem adicional o facto de não ser dispendiosa.

Assim sendo, o método *Beyond BACI* aparentou ser de grande aplicabilidade, uma vez que os seus pressupostos fundamentais se verificaram na totalidade das análises apresentadas. Ficando, desta forma, implícita a sua grande utilidade, neste tipo de estudos de impacto ambiental.

As comunidades de mexilhões, como entidades estrutural e funcionalmente complexas, proporcionam refúgio e habitação a uma série de organismos associados, que inclui representantes da maioria dos principais filos de invertebrados, identificados e referenciados neste trabalho.

Estas conclusões permitem recomendar que obras marítimas devam sempre ser antecipadas e acompanhadas por estudos de impacto ambiental, que para além dos efeitos ao nível da geomorfologia e do clima de agitação marítima devem ter em conta os impactos directos e indirectos ao nível da fauna e da flora. Só na posse destes elementos, obtidos com trabalhos de campo exaustivos e dilatados no tempo, será possível efectuar uma séria e responsável análise custo/benefício e ajuizar da melhor forma sobre as melhores decisões a tomar para a preservação do litoral.

Num campo em que a deterioração deste património natural é mais que muita, depende dos órgãos estatais legislar e melhor fazer cumprir as Leis. Depende ainda das entidades privadas e do cidadão comum, no que lhes toca, conhecer e valorizar os diversos ecossistemas costeiros, que são uma arca do tesouro que a Natureza nos entrega, como resultado de um apuramento de milhões de anos de evolução. Como em tudo, há que conhecer para preservar!

6. Bibliografia

AREIA, F., 2000. *Estudo da sucessão ecológica no litoral rochoso da Praia da Aguda*. Relatório do estágio curricular do curso de Ciências do Meio Aquático, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto. 63 pp.

BARBOSA, J. P., 2003. *Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica na Zona Costeira*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. 192 pp.

BAYNE, B. L., 1964, Primary and secondary settlement in *Mytilus edulis* L. (Mollusca). *J. Anim. Ecol.*, 33:516-523.

BERNSTEIN, B. B. & ZALINSKI, J., 1983. An optimum sampling design and power tests for environmental biologists. *J. Envir. Manag.*, 16: 335-43.

CAMPBELL, A., 1994. *Fauna e Flora do Litoral de Portugal e Europa*. Guias FAPAS. 320 pp.

CLARKE, K. R., 1993. Non- parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.*, 18: 117-143.

CLARKE, K. R. & WARWICH, R. M., 1994. *Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Rel. téc., Natural Environmental Research Council, UK. 144 pp.

DIAS SANTOS, J. P., 1996. *Estudo de ecologia marinha aplicada no litoral da praia da Aguda*. Relatório de estágio curricular do 5º ano do curso de Ciências do Meio Aquático. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto. 137 pp.

FAUVEL, P., 1923. *Faune de France 5 : Polychètes errantes*. Paul Lechavalier, Paris. 488 pp.

GREEN, R. H., 1979. *Sampling design and statistical methods for environmental biologists*. John Wiley and Sons, New York.

HAWKINS, S. J. & JONES, H. D., 1992. *Marine field course guide 1. Rocky Shores*. IMMEL Publishing. London. 144 pp.

HAYWARD, P. J. & RYLAND, J. S., 1995. *Handbook of the Marine Fauna of North – West Europe*. Oxford University Press. 800 pp.

HURLBERT, S. H., 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecol. Monogr.*, 54 (2): 187-211.

IHRH, 1988. *Estudo prévio das obras de protecção na praia da Aguda*. Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos, Universidade do Porto, Porto. 107 pp.

IHRH, 1999. *Quebramar destacado da Aguda*. Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos, Universidade do Porto, Porto. 28 pp.

KREBS, C. J., *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper Collins College Publishers. The University of British Columbia. 4th edition: 704 -706.

MACEDO, M. C. & BORGES, J. P., 1999. *Conchas marinha de Portugal*. Verbo, Lisboa. 515 pp.

MARGALEF, R., 1982. *Ecologia*. Ediciones Ómega, S.A. Barcelona: 359-382.

McGUINNESS, K., 1999. *Quantifying environmental effects*.
<http://www.ntu.edu.au/faculties/science/sbes276>

MONGE, T., 2000. *Estudo comparativo da biodiversidade de macroinvertebrados associada às manchas de mexilhões num paredão rochoso tendo como factor limitante a ondulação*. Monografia da disciplina Ecologia Marinha e Pescas, Faculdade Ciências da Universidade do Porto, Porto. 16 pp.

MONTEIRO, N. M., 1997. *Contribuição para o estudo da ecologia das espécies intertidais da praia da Aguda*. Relatório de Estágio Profissionalizante da Licenciatura em Biologia – Ramo Científico – Tecnológico, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto. 70 pp.

PEREIRA, A. S., 1998. *Estudo do crescimento e fauna associada dos recifes de Sabellaria alveolata (L.) da Praia da Aguda*. Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar - Recursos Marinhos, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto. 49 pp.

PRATA DIAS SANTOS, J., 2000. *Concepção, Construção, Implantação e Monitorização de um Sistema Piloto de Recifes Artificiais*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. 154 pp.

PINHO NUNES, F., 1954. *Monografia da Praia da Aguda*. Edição de autor. 64 pp.

QUEIROZ, N. 2002. *Consequências do derrame de combustível do cargueiro Coral Bulker sobre as populações de macroinvertebrados na praia do Forte da Vigia (Viana do Castelo)*. Relatório de estágio profissionalizante da Licenciatura em Biologia – Ramo Científico – Tecnológico, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto. 29 pp.

RAFFAELI, D. & HAWKINS, S., 1996. *Intertidal Ecology*. Chapman & Hall. London. 356 pp.

RASBAND, W., 2001. ImageJ – A Java based image processing program. Download from "<http://rsb.info.nih.gov/ij>", 2001.

REIS, A., 2002. *Quando o mar enrola na areia (A dinâmica do litoral arenoso)*. Edição Álvaro Reis. 119 pp.

RIBEIRO, P. M., 1999. *Contribuição para o estudo de Patella spp. no Norte de Portugal*. Relatório de estágio profissionalizante da Licenciatura em Biologia – Ramo Científico – Tecnológico, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto. 48 pp.

RIBEIRO, P. M., 2002. *Ciclos reprodutivos de Patella spp. no Norte de Portugal – Importância na avaliação de impactes ambientais em praias rochosas*. Dissertação de Mestrado em Ecologia Aplicada, à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto. 66 pp.

ROSENZWEIG, M. L., 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press: 190-218.

SALDANHA, L., 1995. *Fauna Submarina Atlântica*. Publicações Europa – América, Lisboa. 364 pp.

SANTOS, A. M., 1994. *Estudo e caracterização dos povoamentos bentónicos intertidais (substrato rochoso) do Norte de Portugal*. Dissertação de Mestrado em Ecologia Marinha, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto. 110 pp.

SANTOS, A. M., 2000. *Intertidal Ecology of Northern Portuguese Rocky Shores*. Phd - thesis, Faculty of Science, University of Southampton. 166 pp.

SANTOS, P., SANTOS, T. & WEBER, M. 2003. *The impact of the breakwater on the associated fauna of mussel patches (Mytilus galloprovincialis Lamarck) at Aguda's beach in the North of Portugal*: Abstracts, 38th European Marine Biology Symposium. Aveiro, Portugal. 2003. p.147.

SANTOS, T., 2002. *Estudo para a monitorização do impacto da construção de um quebramar na praia da Aguda, Portugal*. Relatório de Estágio Profissionalizante da Licenciatura em Biologia – Ramo Científico – Tecnológico, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto. 60 pp.

SANTOS, T., CUNHA, I. & WEBER, M. 2002. *A "Beyond BACI" study of Aguda's breakwater in North Portugal*. Proceed. 6th Int. Conf. Littoral 2002, Porto, 3: 225-228.

SEED, R., 1969. The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. I. Breeding and Settlement. *Oecologia*, 3: 277–316.

SEED, R., 1996. Patterns of Biodiversity in the Macro-invertebrate Fauna Associated with Mussel Patches on Rocky Shores. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 76: 203-210.

SPIEGEL, M. R., 1978. *Probabilidade estatística*. McGraw-Hill do Brasil, coleção Schaum. São Paulo. 518 pp.

STATSOFT, INC., 1995. *STATISTICA for Windows [Computer program manual]*. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2325 East 13 th Street, Tulsa, Ok, 74104, (918)583-4149, fax: (918)583-4376.

STEPHENSON, T. A. & STEPHENSON, A., 1949. The universal features of zonation between tidemarks on rocky shores. *J. Ecol.*, 37: 289-305.

STEWART-OATEN, A., MURDOCH, W.M. & PARKER, K., 1986. Environmental impact assessment: "pseudoreplication" in time? *Ecology*, 67 (4): 929-940.

SUCHANEK, T. H., 1985. Mussels and their role in structuring rocky shore communities. In *The ecology of rocky shores* (eds. P. G. Moore e R. Seed), Hodder and Stoughton, London.

UNDERWOOD, A. J., 1981. Techniques of Analysis of Variance in Experimental Marine Biology and Ecology. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 19: 513-605.

UNDERWOOD, A. J., 1991. Beyond BACI: Experimental designs for detecting human environmental impacts on temporal variations in natural populations. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 42: 569-87.

UNDERWOOD, A. J., 1992. Beyond BACI: the detection of environmental impacts on populations in the real, but variable, world. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.*, 161: 145-178.

UNDERWOOD, A. J., 1993. The mechanics of spatially replicated sampling programmes to detect environmental impacts in a variable world. *Aust. J. Ecol.*, 18: 99-116.

UNDERWOOD, A. J., 1994. On Beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. *Ecol. Appl.*, 4(1):3-15.

UNDERWOOD, A. J., 1997. *Experiments in ecology: their logical design and interpretations using analysis of variance*. Cambridge University Press. 503 pp.

UNDERWOOD, A. J., 2000. Experimental ecology of rocky intertidal habitats: what are we learning? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 250: 51-76.

WEBER, M., 1997. *Aguda, entre as marés*. Edições Afrontamento, Porto. 230 pp.

WEBER, M. & BLEICKER, D., 1998. *Marés da Aguda*. 2ª edição. Edições Afrontamento, Porto. 222 pp.

WEBER, M., CAMPOS, J., COELHO, A. M., SANTOS, J. P., BENEVIDES, S., & SANTOS, A., 1999. *Guia de campo do litoral da praia da Aguda*. Edição da Fundação ELA. Vila Nova de Gaia. 101 pp.

WEBER, M., SANTOS, J. P., SANTOS, A., CUNHA, I. & FERREIRA, A., 2001. *Guia da Estação Litoral da Aguda*. Edição da Fundação ELA. Vila Nova de Gaia. 122 pp.

WEBER, M., JESUS, P. & SANTOS, A., 2001. *Cem anos na Praia da Aguda 1888-1988*. Edições Afrontamento, Porto. 146 pp.

WEBER, M., CUNHA, I. & SANTOS, A., 2002. *The Fishing Community of Aguda's beach in North Portugal*. Proceed. 6th Int. Conf. Littoral 2002, Porto, 3: 101-104.

ZAR, J. H., 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey. 718 pp.

Anexo A

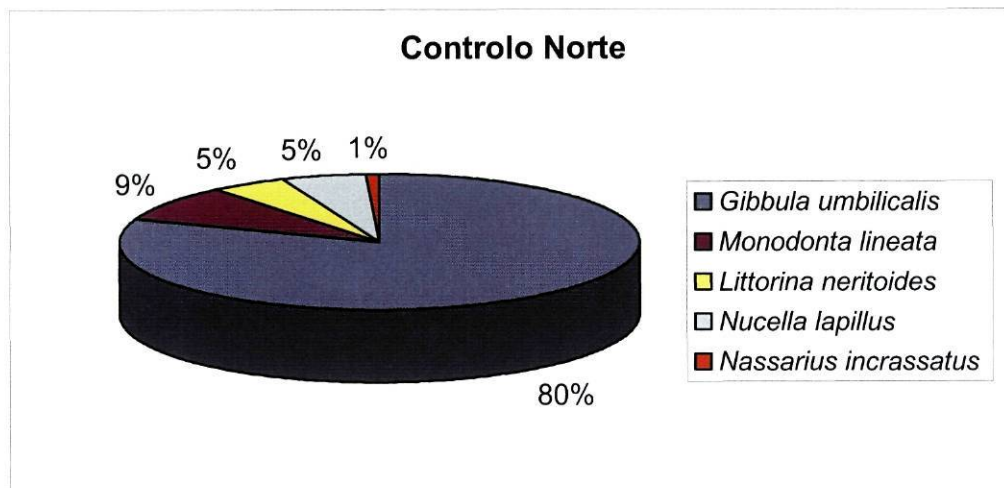
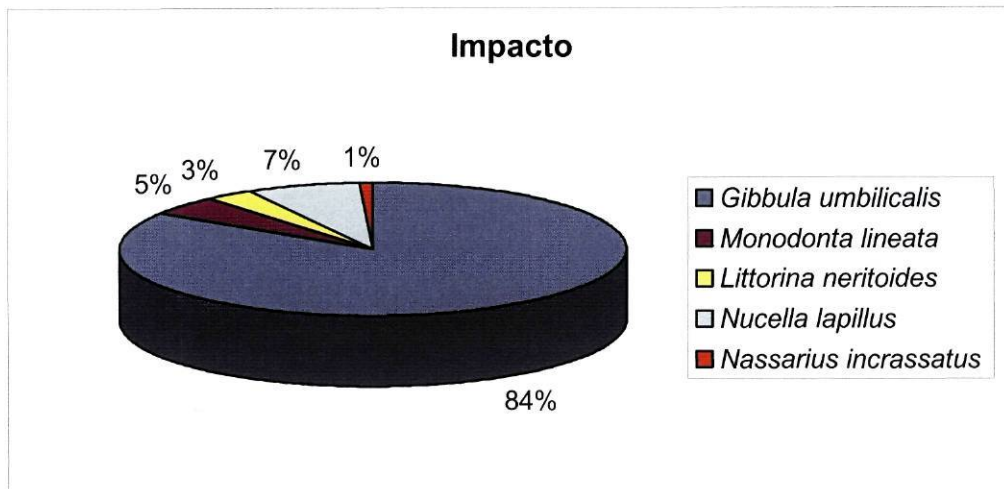
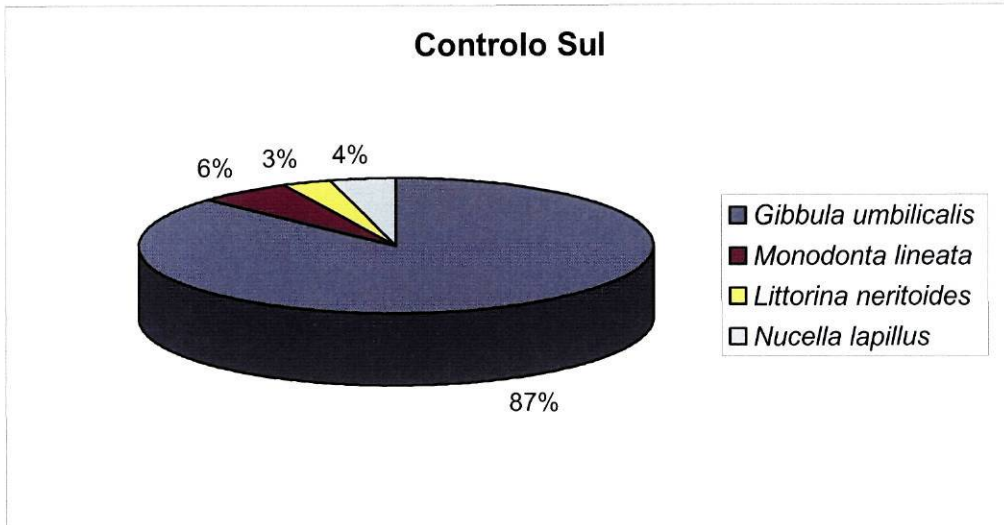


Figura A1: Gráficos correspondentes aos gastrópodes mais abundantes nos três locais de amostragem.

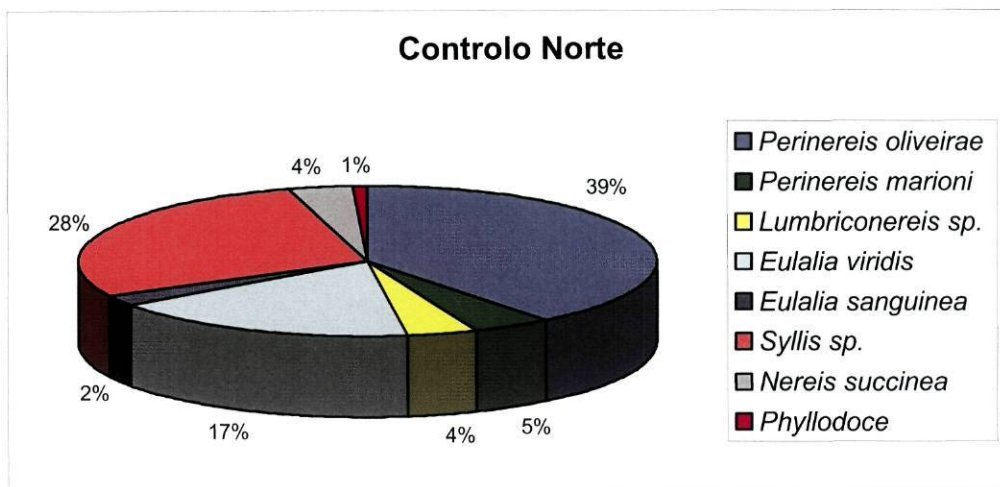
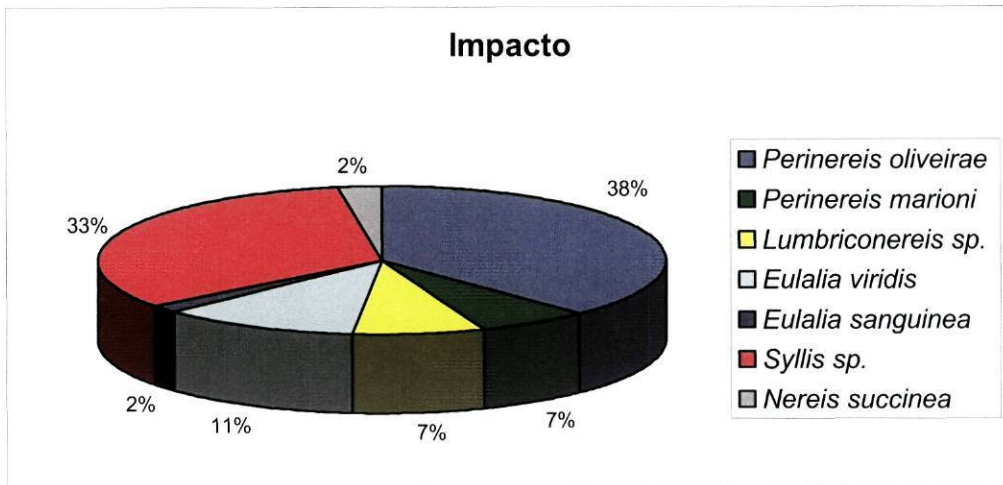
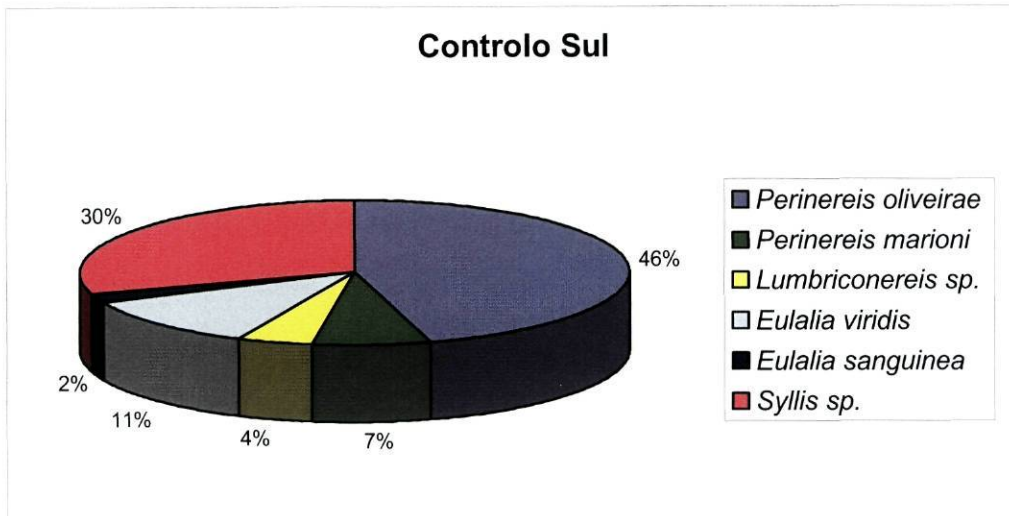


Figura A2: Gráficos correspondentes aos poliquetas mais abundantes nos três locais de amostragem.

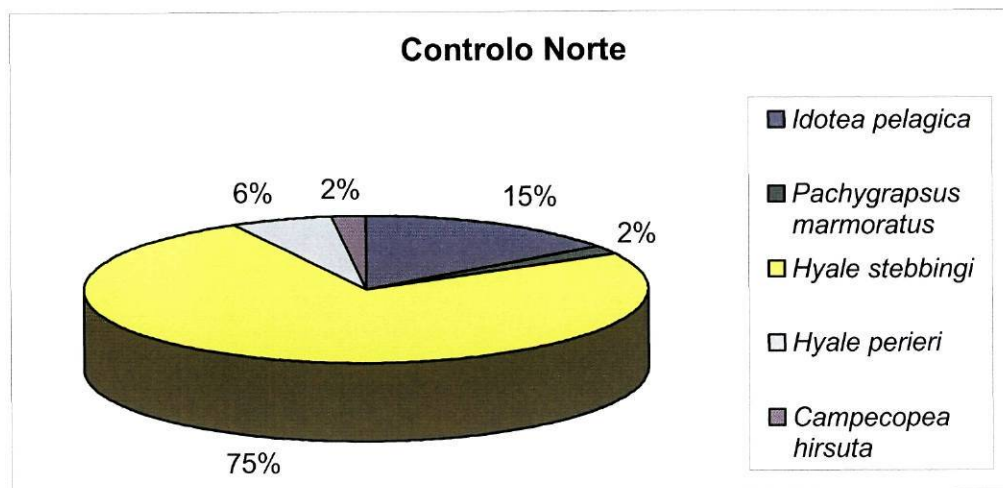
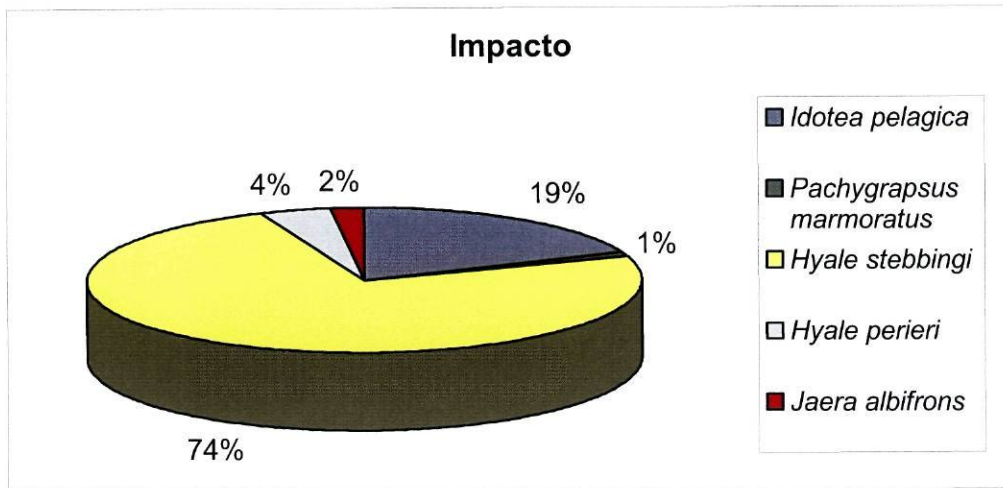
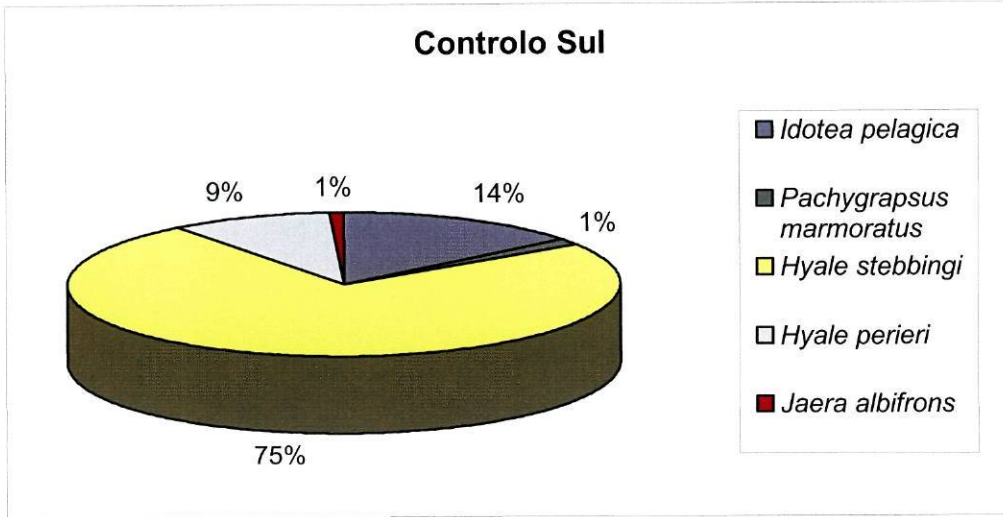


Figura A3: Gráficos correspondentes aos crustáceos mais abundantes nos três locais de amostragem.

CONTROLO SUL						IMPACTO						CONTROLO NORTE					
11	12	13	14	15	16	18	19	1	2	3	4	7	8	9	10	20	21
1,64	2,67	2,45	2,92	2,51	2,44	3,08	2,84	1,76	2,60	2,61	2,50	1,90	2,10	1,63	2,66	2,64	2,59

Indice de Shannon-Wiener

CONTROLO SUL						IMPACTO						CONTROLO NORTE					
13	14	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2,45	2,40	2,63	2,39	2,73	1,89	2,75	3,34	2,72	3,24	1,69	2,73	2,35	2,47	2,28	2,29	1,73	0,59

Indice de Shannon-Wiener

CONTROLO SUL						IMPACTO						CONTROLO NORTE					
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6
2,89	2,88	2,95	2,11	2,51	2,73	2,63	3,08	1,93	2,65	2,43	2,77	3,04	2,44	3,18	2,97	2,73	2,48

Indice de Shannon-Wiener

CONTROLO SUL						IMPACTO						CONTROLO NORTE					
7	8	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	14
0,81	2,60	2,36	0,99	1,68	1,92	1,78	2,53	2,78	2,93	1,44	1,45	1,73	2,37	1,51	2,68	2,44	2,19

Indice de Shannon-Wiener

CONTROLO SUL						IMPACTO						CONTROLO NORTE					
5	6	11	12	17	18	1	2	7	8	15	16	3	4	13	14	9	10
1,78	2,39	2,32	2,98	2,52	1,76	2,26	2,26	3,09	2,69	2,40	2,24	2,03	2,33	2,92	3,32	2,24	1,98

Indice de Shannon-Wiener

CONTROLO SUL						IMPACTO						CONTROLO NORTE					
7	8	9	16	17	18	1	2	3	10	11	12	4	5	6	13	14	15
1,34	0,77	1,10	1,08	1,27	0,84	1,20	1,94	1,20	1,53	1,06	1,40	0,85	1,34	1,24	1,66	1,95	1,82

Indice de Shannon-Wiener

Tabela A3: Valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener para cada amostra (linhas de entrada com números inteiros).

Anexo B

Dez-00	AMOSTRA	PF	PS	CZ	MO	A (m ²)	Biomassa
	11	215	112,61	101,69	10,93	0,016	683,125
	12	336	174,34	156,29	18,05	0,024	752,083
	13	243,6	131,56	119,72	11,84	0,02	592,000
controle sul	14	338,2	181,38	162,31	19,07	0,022	866,818
	15	285,3	150,14	135,14	15	0,018	833,333
	16	242,8	130,6	118,42	12,18	0,018	676,667
	1	267,2	157,95	141,53	16,42	0,026	631,538
	2	567,1	308,24	273,15	35,1	0,042	835,714
Impacto	3	308	164,91	147,57	17,34	0,026	666,923
	4	337,6	181,67	163,13	18,54	0,024	772,500
	18	237,7	132,36	118,91	13,45	0,018	747,222
	19	313,2	167,44	150,47	16,97	0,02	848,500
	7	337,4	175,6	157,8	17,8	0,024	741,667
	8	202,9	106,79	93,26	13,53	0,016	845,625
controle norte	9	262,6	134,6	120,49	14,11	0,021	671,905
	10	244,3	119,81	106,29	13,52	0,02	676,000
	20	229,1	116,42	103,94	12,49	0,02	624,500
	21	243,5	133,97	121,78	12,19	0,021	580,476

Abr-01	AMOSTRA	PF	PS	CZ	MO	A (m ²)	Biomassa
	13	287,3	140,2	126,1	14,1	0,025	564,000
	14	248,7	127,4	115,1	12,3	0,02	615,000
controle sul	15	219,5	112,4	101,5	10,9	0,019	573,684
	16	217	111,7	101,5	10,2	0,017	600,000
	17	215,8	108,8	98,5	10,3	0,023	447,826
	18	272,7	138,6	126	12,6	0,023	547,826
	1	210,8	115	104,8	10,2	0,021	485,714
	2	253,9	131	116,3	14,7	0,024	612,500
Impacto	3	254,8	132,8	120,4	12,4	0,022	563,636
	4	233,1	122,6	110,6	12	0,019	631,579
	5	131	70,5	63,4	7,1	0,012	591,667
	6	326,7	170	153	17	0,026	653,846
	7	274,3	133,8	122,1	11,7	0,022	531,818
	8	223,4	108,5	97	11,5	0,022	522,727
controle norte	9	226,2	112	100,6	11,4	0,022	518,182
	10	290,2	132,5	117,1	15,4	0,027	570,370
	11	223	108	97	11	0,02	550,000
	12	238,2	121,5	109,4	12,1	0,021	576,190

Ago-01	AMOSTRA	PF	PS	CZ	MO	A (m ²)	Biomassa
	7	288,7	138,6	124,9	13,7	0,027	507,407
	8	253,3	122,2	111,4	10,8	0,02	540,000
controle sul	9	161,1	83,6	75,5	8,1	0,017	476,471
	10	254,1	133,1	119,7	13,4	0,019	705,263
	11	245,2	131,6	118,5	13,1	0,021	623,810
	12	282,2	150,3	136,2	14,1	0,024	587,500
	13	317,6	164,1	149,1	15	0,025	600,000
	14	258,2	138,9	125,8	13,1	0,021	623,810
Impacto	15	201,2	104,2	94,3	9,9	0,018	550,000
	16	203,4	111,3	100,1	11,2	0,018	622,222
	17	245,6	130,4	117,7	12,7	0,022	577,273
	18	223,9	113	101,1	11,9	0,017	700,000
	1	241,3	120,5	108,2	12,3	0,026	473,077
	2	293,5	152,5	138,9	13,6	0,025	544,000
controle norte	3	249,4	128	115,9	12,1	0,021	576,190
	4	289,5	142,4	126,5	15,9	0,026	611,538
	5	246,4	136	123,1	12,9	0,022	586,364
	6	212,3	109,7	99,5	10,2	0,019	536,842

Tabela B1: Valores de peso fresco (PF), peso seco (PS), peso de cinzas (CZ), matéria orgânica seca (MO), área (A) e biomassa expressa em MO por m² de *Mytilus galloprovincialis* de cada amostra, antes da construção do quebramar (Adaptado de Santos, 2002).

Fev-03	AMOSTRA	PF	PS	CZ	MO	A (m²)	Biomassa
	7	236,543	120,28	110,576	9,145	0,016	582,348
	8	208,465	106,642	88,891	10,369	0,017	625,469
	15	205,856	104,005	95,101	11,435	0,017	685,906
controle sul	16	202,139	100,157	91,94	8,264	0,017	488,577
	17	218,37	108,511	98,845	12,398	0,021	585,844
	18	280,139	128,429	117,575	11,070	0,021	521,687
	1	271,071	141,576	130,177	11,399	0,023	505,803
	2	297,74	147,876	136,464	11,412	0,022	523,327
Impacto	3	185,86	100,513	92,581	7,932	0,017	477,135
	4	206,305	104,86	95,627	9,233	0,017	546,008
	5	165,578	88,143	80,983	7,160	0,015	480,129
	6	269,478	138,72	127,41	11,310	0,019	596,800
	9	231,7	106,57	97,425	9,704	0,022	582,348
	10	252,129	116,854	106,485	17,751	0,021	582,348
controle norte	11	285,507	142,352	130,917	8,904	0,020	582,348
	12	193,415	98,851	90,587	8,217	0,016	582,348
	13	278,28	141,968	129,57	9,666	0,022	582,348
	14	253,171	124,005	112,935	10,854	0,018	582,348

Abr-03	AMOSTRA	PF	PS	CZ	MO	A (m²)	Biomassa
	5	230,208	117,578	107,028	10,55	0,022	483,717
	6	212,662	108,412	99,022	9,39	0,021	451,708
	11	224,83	113,97	103,67	10,3	0,020	516,647
controle sul	12	231,91	115,66	104,77	10,89	0,021	519,417
	17	261,01	129,92	117,95	11,97	0,018	680,994
	18	212,195	103,515	94,125	9,39	0,019	499,616
	1	208,557	110,487	100,047	10,44	0,021	509,033
	2	273,167	147,847	135,147	12,7	0,028	455,729
Impacto	7	186,828	104,968	94,448	10,52	0,021	512,517
	8	219,338	131,868	120,888	10,98	0,021	534,669
	15	414,824	217,364	199,434	17,93	0,034	534,854
	16	195,73	98,86	90,31	8,55	0,016	519,040
	3	201,017	112,117	102,127	9,99	0,020	488,393
	4	271,807	141,417	128,937	12,48	0,024	528,487
controle norte	9	276,227	109,317	98,447	10,87	0,025	442,444
	10	210,175	143,805	130,075	13,73	0,021	658,023
	13	280,684	140,324	126,654	13,67	0,028	488,534
	14	261,088	138,088	125,038	13,05	0,024	552,588

Jun-03	AMOSTRA	PF	PS	CZ	MO	A (m²)	Biomassa
	7	225,238	112,934	102,045	10,889	0,022	500,482
	8	234,307	115,237	104,287	10,95	0,024	458,198
	9	307,175	146,445	134,075	12,37	0,024	518,948
controle sul	16	208,944	92,437	81,264	11,173	0,023	475,668
	17	212,731	106,596	96,466	10,13	0,018	569,013
	18	238,575	121,677	108,477	13,2	0,017	772,491
	1	274,823	133,5	119,89	13,61	0,021	658,421
	2	265,959	134,763	121,137	13,626	0,024	567,750
Impacto	3	235,08	116,912	107,59	9,322	0,020	466,100
	10	285,394	149,779	137,328	12,451	0,024	521,006
	11	245,05	118,521	105,322	13,199	0,024	553,727
	12	212,437	101,767	91,438	10,329	0,021	494,540
	4	251,931	126,449	112,192	14,257	0,027	530,446
	5	224,011	114,384	103,728	10,656	0,025	433,428
controle norte	6	322,07	156,38	142,702	13,678	0,025	552,266
	13	259,463	123,84	112,502	11,338	0,021	542,849
	14	222,75	99,934	89,16	10,774	0,019	555,019
	15	244,552	116,588	103,309	13,279	0,019	715,699

Tabela B2: Valores de peso fresco (PF), peso seco (PS), peso de cinzas (CZ), matéria orgânica seca (MO), área (A) e biomassa expressa em MO por m² de *Mytilus galloprovincialis* de cada amostra, depois da construção do quebramar.