UNIVERSIDADE DE LISBOA

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Caracterização das populações de foraminíferos e ostracodos nos depósitos de alta energia de Almargem e do Martinhal: tsunami *versus* tempestade

Vasco Maia de Carvalho

Mestrado em Geologia do Ambiente, Riscos Geológicos e Ordenamento do Território

Dissertação orientada por:
Prof. Doutor Francisco Manuel Falcão Fatela e Prof. Doutor Pedro José Miranda da Costa

2023

Agradecimentos:

A execução desta tese só foi possível com a ajuda de várias pessoas, algumas delas do meio académico, outras do círculo de amigos e família.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos orientadores desta tese, o professor Francisco Fatela e o professor Pedro Costa, pelo constante apoio, preocupação e por sempre se terem demonstrado disponíveis.

Um agradecimento especial à professora Cristina Cabral, pela sua ajuda inigualável no que toca aos ostracodos, pelo seu saber e interesse científico, que sem os quais, esta tese seria muito mais pobre.

Ao Dr. Telmo Nunes do Centro de Biologia Ambiental da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pela disponibilidade e ajuda na execução das preciosas estampas, imediatamente após recuperar do chato vírus SARS-CoV2.

A toda a equipa TsunaStorm, ao professor Witold Szczuciński, ao Robert Jagodziński, ao Krzysztof Pleskot, ao Mikołaj e ao Piotr por me terem proporcionado vários dias de aprendizagem sobre depósitos de alta energia, pela troca de informação e de dados e grande disponibilidade.

Ao professor César Andrade, pelos grandes ensinamentos geológicos, pela partilha apaixonada de conhecimento, não só académico, mas de vida.

À caríssima Ivana Bosnic pelos dados disponibilizados e pela permanente disponibilidade.

À minha família, aos meus pais, à minha avó, à minha irmã, por sempre estarem presentes, por me apoiarem em tudo o que necessitei ou necessito.

Por fim, aos meus amigos, em especial ao Gonçalo e ao Bernardo, por ouvirem sempre com paciência as minhas histórias geológicas, e por me proporcionarem sempre bons momentos de entretenimento e divertimento.

Muitas outras ficaram por agradecer, mas não por isso deixaram de ser importantes, no meu percurso académico, mas também no meu percurso de vida. A todos um grande obrigado, pela ajuda nesta tese e na minha vida.

I Resumo

O estudo dos sedimentos estuarino-lagunares de Almargem e Martinhal permitiram distinguir depósitos sedimentares de tsunami de depósitos de tempestade, a partir da análise microfaunística.

Foram analisadas 31 amostras representativas das condições de sedimentação associadas ao ambiente estuarino-lagunar, ao depósito do tsunami de 1º Nov.1755 e a depósitos de tempestades. Nestas amostras foi possível identificar 10 530 foraminíferos, representando mais de 30 géneros e de 50 espécies, e 5 721ostracodos, repartidos por mais de 20 géneros e de 25 espécies.

Os dois tipos de depósitos de alta energia podem distinguir-se considerando a percentagem de carapaças de foraminíferos fracturadas e com marcas de abrasão (>2% nos depósitos de tempestade), de espécies marinhas *vs.* espécies de alto sapal e de espécies planctónicas (>13% no depósito de tsunami). A "população" de ostracodos contribui para a separação destes 2 tipos de depósitos analisando a percentagem de indivíduos marinhos, (ausentes nos depósitos de tempestade) e o número de espécies (2 vezes maior na base do depósito de tsunami, relativamente aos depósitos de tempestade).

No paul do Martinhal as espécies margino-marinhas estão presentes em todas as amostras, o que associado ao reduzido número de foraminíferos e de ostracodos tornou a análise dos depósitos de alta energia mais desafiadora. A análise estatística multivariada permitiu, no entanto, distinguir estes dois tipos de depósitos. Apesar de muito reduzida, a "população" de ostracodos, também revela que as condições marinhas estiveram presentes ao longo de todo o registo.

Estes dados sugerem que, devido à presença de uma barreira pouco elevada no Martinhal, a ocorrência de galgamentos oceânicos foi mais frequente do que em Almargem, onde o contexto geomorfológico (barreira com cotas mais altas) permitiu o maior isolamento ambiental da laguna de Almargem e a distinção entre os dois tipos de depósitos de alta energia.

Palavras chave: eventos extremos, depósito de tsunami, depósito de tempestade, micropaleontologia, Algarve.

I Abstract

In Almargem and Martinhal high-energy deposits have been studied to distinguish between tsunami and storm sedimentary deposits based on its microfossil population.

Thirty-one samples representing the sedimentation conditions associated with the estuarine-lagoon environment, the tsunami deposit of 1st of Nov.1755 and storm deposits were analyzed. In these samples it was possible to obtain 10 530 foraminifera, representing more than 30 genera and 50 species, and 5 721 ostracods, divided into more than 20 genera and 25 species.

The two types of high-energy deposits can be distinguished by considering the percentage of fractured foraminifera carapaces or with abrasion marks (>2% in storm deposits), marine vs. high marsh species and planktonic species (>13% in the tsunami deposit). The ostracod population contributes to the separation of these 2 types of deposits from the percentage of marine individuals, (absent in storm deposits) and the number of species (twice as large at the base of the tsunami deposit, relative to storm deposits).

In the marshland of Martinhal, marine-marine species are present in all samples, which, associated with the reduced number of foraminifera and ostracods, made the analysis of high-energy deposits more challenging. Its multivariate statistical analysis allowed, however, to distinguish these two types of deposits. Despite being very small, the ostracod population also reveals that marine conditions were present throughout the entire record.

These data suggest that, due to the presence of a low barrier at Martinhal, the occurrence of ocean overtopping was more frequent than at Almargem, where the geomorphological context (barrier with higher levels) allowed greater environmental isolation of the Almargem lagoon and the distinction between the two types of high-energy deposits.

Keywords: extreme weather event, tsunami deposit, storm deposit, micropaleontology, Algarve

II Índice

I Resumo iii

I Abstract iv

II Índice v

III Índice de figuras viii

1 Introdução 1

2 Depósitos de tsunami e depósitos de tempestade 2

3 Estudos anteriores 3

3.1 Almargem 3

3.2 Martinhal 3

4 Foraminíferos e Ostracodos 4

4.1 Foraminíferos: 4

4.2 Ostracodos: 5

5 Enquadramento 6

5.1 Enquadramento geográfico 6

5.2 Enquadramento geológico 8

5.2.1 Almargem 8

5.2.2 Martinhal 9

5.3 Enquadramento geomorfológico 10

5.3.1 Almargem 10

5.3.2 Martinhal 10

6 Material e métodos: 12

6.1 Amostragem Almargem 12

6.2 Descrição sumária da trincheira T1 e da trincheira T5, Almargem 12

6.3 Amostragem Martinhal 14

6.5 Procedimentos laboratoriais 18
6.5.1 Lavagem das amostras: 18
6.5.2 Separação por tricloroetileno: 19
6.5.3 Quarteamento: 20
6.5.4 Triagem: 20
6.5.5 Densidade, índice de Shannon e dimensão acumulada 21
7 Lista Sistemática 22
7.1 Índice alfabético das espécies identificadas. 22
7.1.1 Foraminíferos 22
7.1.2 Ostracodos 1
7.2 Sistemática: 24
7.2.1 Sistemática dos Foraminíferos 24
7.2.2 Sistemática dos Ostracodos 32
7.3 Estampas: 36
7.3.1 Estampas foraminíferos: 36
7.3.2 Estampas ostracodos 41
8 Ecologia das espécies 48
8.1 Foraminíferos 48
8.2 Ostracodos 50
9 Resultados 56
9.1 Almargem: 56
9.2 Martinhal: 60
9.3 Análise estatística multivariada de Almargem (componentes principais e correspondência) 65
9.4 Análise estatística multivariada Martinhal (análise de correspondência) 69
10 Reconstituição paleoambiental 70

10.1 Almargem 70

10.2 Martinhal 71

11 Discussão 72

11.1 Almargem 72

10.2 Martinhal 75

10.3 Diferenças entre a laguna de Almargem e o paul do Martinhal 77

11 Conclusões 80

12. Bibliografia 81

IV. Anexos 88

III Índice de figuras

Figura 1 Enquadramento geográfico das áreas de estudo. A – Localização geral; B - Martinhal (Sagres); C - Almargem (Quarteira)..... 7

Figura 2. Parede da trincheira ALM-T1 e coluna litoestratigráfica ilustrativa (a linha e o triângulo vermelho assinalam o horizonte que foi amostrado). mf – muito fina, f – fina, m – média, g – grosseira, mg – muito grosseira..... 13

Figura 3. Parede da trincheira ALM-T5 e coluna litoestratigráfica ilustrativa (as linhas horizontais e os triângulos vermelhos assinalam os horizontes que foram amostrados). mf – muito fina, f – fina, m – média, g – grosseira, mg – muito grosseira..... 14

Figura 4. “Box corer” na parede Este da trincheira T2, Martinhal..... 15

Figura 5. Parede lado mar da trincheira MART21-T1 e coluna litoestratigráfica ilustrativa (as linhas e os triângulos vermelhos assinalam os horizontes amostrados). mf – muito fina, f – fina, m – média, g – grosseira, mg – muito grosseira..... 17

Figura 6. Parede lado terra da trincheira MART21-T2 e coluna litoestratigráfica ilustrativa (as linhas e os triângulos vermelhos assinalam os horizontes amostrados)..... 18

Figura 7. Procedimento laboratorial de separação por densidades..... 19

Figura 8. Distribuição das associações de foraminíferos nos depósitos de Almargem..... 56

Figura 9. Número de espécies, percentagem de indivíduos danificados e de foraminíferos planctónicos em Almargem. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho- amostra pré 1755..... 57

Figura 10. Dimensão acumulada de 10 indivíduos aleatórios por amostra de Almargem (1 unidade = 0,02 mm) e percentagem de juvenis. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho- amostra pré 1755. 58

Figura 11. Distribuição das associações de ostracodos nos depósitos de Almargem..... 59

Figura 12. Número de espécies de ostracodos nos depósitos de Almargem. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho- amostra pré 1755..... 59

Figura 13. Densidade faunística (número de ostracodos/cm^3) nas amostras de Almargem. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho- amostra pré 1755..... 60

Figura 14. Distribuição das associações de foraminíferos na trincheira T1, Martinhal 60

Figura 15. Distribuição das associações de foraminíferos na trincheira T2, Martinhal 61

Figura 16. Percentagem de indivíduos com carapaça danificada em T1, Martinhal. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais. 61

Figura 17. Percentagem de indivíduos com a carapaça danificada em T2, Martinhal. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais. 62

Figura 18. Percentagem de indivíduos juvenis em T1, Martinhal. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais. 62

Figura 19. Percentagem de indivíduos juvenis em T2, Martinhal. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais. 63

Figura 20. Número de espécies em T1, Martinhal. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais. 63

Figura 21. Número de espécies em T2, Martinhal. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais. 64

Figura 22. Dimensão acumulada de 10 indivíduos aleatórios T1 e T2 Martinhal (1 unidade = 0,02mm). Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais. 65

Figura 23. Análise de componentes principais dos foraminíferos de Almargem, componente 1 e 2 que representam 98,5% da variância. Os círculos verdes representam as amostras do depósito de tsunami, os triânculos azuis representam as amostras do depósito de tempestade e o quadrado vermelho representa a amostra pré tsunami de 1755 66

Figura 24. Peso das variáveis da componente 1, análise de componentes principais, foraminíferos, Almargem 67

Figura 25. Peso das variáveis da componente 2, análise de componentes principais, foraminíferos, Almargem 67

Figura 26. Análise de correspondência, ostracodos, Almargem. Círculos pretos - s amostras do depósito de tsunami; triângulos azuis - amostras do depósito de tempestade; quadrado vermelho - amostra de condições normais pré tsunami de 1755..... 68

Figura 27. Análise de correspondência dos foraminíferos do Martinhal, trincheira T1. Círculos pretos - amostras do depósito de tsunami; triângulos azuis - amostras do depósito de tempestade. 69

Figura 28. Análise de correspondência dos foraminíferos do Martinhal, trincheira T2. Círculos pretos - amostras do depósito de tsunami; triângulo vermelho - amostra do depósito de tempestade mais recente; triângulos azuis - amostras do depósito de tempestade mais antigo. . 70

Figura 29. Perfil (sentido N27ºE) da face da praia de Almargem; no mapa assinalado a amarelo. Altitude da barra: 5 m; altitude da laguna de Almargem: ~ 3m (obtido através do Google Earth). 78

Figura 30. Perfil (sentido N20ºO) da face da praia do Martinhal, no mapa assinalado a amarelo. Altitude da barra: 3m; altitude do paul do Martinhal: < 2m (obtido através do Google Earth). . 79

1 Introdução

Grande parte dos depósitos de tsunami detetados em ambientes costeiros correspondem a sedimento da zona costeira (emersa e submersa), depositados em ambientes terrestres ou de transição. Esses sedimentos, tipicamente mais grosseiros, contrastam com a deposição padrão em zonas de sedimentação de baixa energia como estuários, planícies aluviais ou lagunas. Recorrendo ao registo geológico, é possível estabelecer uma sequência, no tempo e no espaço, das ocorrências de tsunamis. Isto é particularmente relevante num horizonte temporal anterior aos registos históricos e instrumentais, permitindo assim delinear de forma mais precisa períodos de retorno e definir rigorosamente a perigosidade associada a estes eventos.

Estudos anteriores sobre as associações de foraminíferos presentes nos depósitos de tsunami (Nanayama et al., 2000, Goff et al., 2004, Kortekaas and Dawson, 2007, Mamo et al., 2009, Quintela et al., 2016) demonstram que a sua presença depende da maior ou menor distribuição no material transportado pelas ondas tsunamigénicas e dos processos tafonómicos que ocorrem após a deposição deste material.

A análise da microfauna permite também perceber a proveniência dos sedimentos transportados pelas ondas de tsunami (Dominey-Howes et al., 1998, Nanayama & Shigeno 2006, Boomer et al., 2007, Dahanayake & Kulasena 2008). Muitas vezes é possível observar evidências de duas fases distintas nos depósitos de tsunami. Uma primeira fase de inundação, caracterizada pela presença de espécies bentónicas que vivem até ~80m de profundidade, bem como espécies presentes na zona intertidal, nomeadamente nos sapais e nos mangais (equivalente dos sapais, em latitudes tropicais) e de radiolários. Esta mistura de sedimentos com várias fontes evidencia o transporte caótico e indiferenciado do material, e é acompanhada pelo aumento de carapaças com sinais de transporte, nomeadamente fraturas e marcas de abrasão (Dominey-Howes et al., 1998, Kortekaas and Dawson 2007, Alvarez-Zarikian et al. 2008, Quintela et al., 2016) Numa segunda fase, quando ocorre o retorno da onda (backwash), é possível observar espécies retransportadas de ambientes a montante, de águas tipicamente salobras (Guilbault et al., 1996, Hawkes et al., 2007, Quintela et al. 2016).

O depósito do tsunami de 1755 na costa do Algarve consiste tipicamente numa camada arenosa rica em bioclastos, com alguma continuidade lateral. Na maior parte dos locais, diminui de espessura à medida que se progride para o interior. É marcado por um contacto erosivo irregular na base e por vezes ondulante no topo, onde pode ser abrupto ou gradual (Andrade et al., 1997, Hindson & Andrade, 1999, Kortekaas and Dawson 2007, Quintela et al., 2016). O conteúdo do depósito depende do material que estava disponível para ser remobilizado. Sobre o depósito de tsunami existem vários depósitos de tempestade em alguns locais, visto que algumas das barreiras naturais que impediam a sua progressão em direcção a terra, terão sido eliminadas ou reduzidas pelas ondas do tsunami de 1755 (Kortekaas and Dawson, 2007, Quintela et al., 2016). No caso da Boca do Rio (Barlavento algarvio, aproximadamente 12 Km a este do Martinhal; ver 5.1 enquadramento geográfico) não existem depósitos de tempestade reconhecidos na literatura. Nos Salgados apenas existe um depósito de tempestade identificado limitado a alguns locais específicos da bacia lagunar. A maior diferença na associação de foraminíferos dos dois tipos de depósitos é o aumento significativo, quer do número espécies

marinhas, quer da sua proporção no depósito de tsunami (Dominey-Howes et al., 1998, Alvarez-Zarikian et al. 2008, Mamo et al., 2009).

Este trabalho tem como objectivo o estudo comparativo das "populações" de foraminíferos e ostracodos presentes nos depósitos de tsunami e nos depósitos de tempestade em duas zonas estuarino-lagunares do Algarve, laguna de Almargem e paul do Martinhal, de modo a definir possíveis critérios para diferenciar os dois tipos de depósitos no registo geológico e para aprofundar o conhecimento científico no que toca a estes tipos de depósitos de alta energia.

2 Depósitos de tsunami e depósitos de tempestade

Tanto as ondas de tsunami, como as ondas de vento associadas a grandes tempestades, representam uma perigosidade elevada para populações instaladas em zonas costeiras. O estudo dos depósitos deixados por este tipo de ondas permite estimar os respectivos períodos de recorrência e determinar a extensão da inundação provocada em terra.

Este facto destaca a particular importância do estudo e da caracterização dos depósitos de tsunami e de tempestade encontrados em terra, mas também preservados no registo sedimentar da plataforma. A sua catalogação é de particular interesse para o ordenamento dos territórios costeiros (Costa. et al., 2021).

Os depósitos de tsunami encontrados em terra, no registo geológico, apresentam normalmente as seguintes características:

- contacto erosivo na base do depósito;
- presença de intraclastos lodosos, por vezes de grandes dimensões;
- ocorrência de figuras de carga na base do depósito;
- diminuição da dimensão média das partículas de sedimento da base para o topo do depósito;
- diminuição da dimensão das partículas de sedimento do depósito quando se caminha em direção a terra;
- presença ocasional de várias camadas dentro do depósito, que poderão evidenciar várias fases de inundação e recuo da onda;
- presença ocasional de estratificação entrecruzada, que também poderá corresponder a diferentes fases de inundação e recuo da onda;
- presença de calhaus imbricados em dois sentidos, indicando fases de inundação e de recuo; mais junto da costa, em depósitos grosseiros, laminação das unidades arenosas em depósitos arenosos;
- assinatura geoquímica distinta das camadas sub e sobrejacentes (maioritariamente introdução de Ca e Sr);
- alteração das comunidades de microfósseis, quando comparadas com unidades não tsunamigénicas, nomeadamente aumento do número de indivíduos com marcas de transporte.

Grande parte destas características está também presente nos depósitos de alta energia, deixados pelo galgamento de ondas de tempestade. Porém, segundo Kortekaas (2002), Chagué-Goff et

al., (2011), Costa (2012) e Phantuwongraj & Choowong (2012), podem ser diferenciados dos depósitos de tsunami pelas seguintes características:

- a extensão dos depósitos de tempestade em direção a terra é mais reduzida;
- não apresentam intraclastos de unidades subjacentes, ou são mais raros;
- não apresentam figuras de carga na base do depósito;
- são geralmente depósitos melhor calibrados;
- podem apresentar imbricação apenas num sentido;
- os grãos apresentam menos marcas microtexturais de percussão;
- maior percentagem de minerais pesados.

Nota: Serão consideradas e chamadas de amostras de condições normais as amostras que não foram recolhidas nos depósitos de eventos extremos.

3 Estudos anteriores

3.1 Almargem

Existem poucas publicações relativas aos depósitos de alta energia encontrados em Almargem. Andrade et al. (2019) descreve uma camada "expressiva" de areia média particularmente rica em bioclastos, que diminui de espessura e bisela para terra. Estes autores assinalam ainda várias laminações de minerais pesados na trincheira mais próxima do mar. Estes níveis são associados a múltiplos episódios de galgamentos por ondas de tempestade. Por baixo desta unidade, ocorre o depósito de tsunami de 1755, onde Andrade et al. (2019) distinguiram 3 possíveis fases de inundação. Esta observação foi feita através da análise das variações de minerais magnéticos, composição em bioclastos e variações no diâmetro médio dos sedimentos presentes no depósito. Segundo os autores, este depósito encontra-se em perfeito estado de preservação.

Lopez et al. (2019) distingue os depósitos de galgamento do depósito de tsunami através da análise de luminescência opticamente estimulada. Consideram que o depósito inferior, com maior percentagem de bioclastos, corresponde ao depósito sedimentar, deixado pelas ondas do tsunami de 1755. A unidade que se encontra mais a topo, com várias laminações de minerais pesados, é interpretada como o resultado da acumulação de vários depósitos de tempestade, deixados pelas ondas dos sucessivos episódios de galgamento, registados nos últimos 260 anos (Lopez et al. 2019).

3.2 Martinhal

Kortekaas & Dawson (2007) estudaram os depósitos de alta energia olhando para a "população" de foraminíferos neles presentes. Os autores analizaram também a assinatura sedimentológica destes depósitos onde distinguem a unidade inferior, a que chamam unidade 2, como depósito de tsunami, deixado pelo galgamento da barreira pelas ondas do evento de 1 de novembro de 1755. Acima desta unidade, Kortekaas & Dawson (2007) identificam outra unidade, a que chamam de unidade 1, caracterizada pela alternância entre níveis argilosos (depositadas em condições normais do paúl do Martinhal) e níveis arenosos (depositadas por galgamentos de ondas de tempestade). A distinção dos dois tipos de depósito de alta energia revelou-se particularmente difícil para estes autores, recorrendo apenas ao estudo da "população" de foraminíferos. Só encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os

valores da densidade faunística dos dois tipos de depósito. Foi a análise da assinatura textural que permitiu distinguir os dois tipos de depósito, apesar das datações pouco precisas e problemáticas obtidas por Kortekaas & Dawson (2007) no Martinhal.

Cunha et al. (2010) obtêm datações para o depósito de tsunami com valores mais próximos de 1755. Os autores discutem possíveis factores que podem estar na base de datações que sugerem idades mais antigas que 1755. Segundo Cunha et al. (2010) as datações com resultados aparentemente mais antigos para depósitos de tsunami também ocorrem em vários outros locais. Serão devidas à erosão e deposição de sedimentos mais antigos, nos quais a exposição solar após o evento de tsunami não foi suficientemente longa para permitir datações precisas.

4 Foraminíferos e Ostracodos

4.1 Foraminíferos:

Os foraminíferos são seres unicelulares, eucariontes que pertencem ao Reino Protoctista, Filo Granuloreticulosa, Classe Foraminiferida. As Ordens são definidas de acordo com as características da carapaça em Textulariida (aglutinados), Miliolida (porcelanosos), Rotaliida (hialinos), entre muitas outras. Desde o Câmbrico até à atualidade, são conhecidas entre 40 000 e 60 000 espécies de foraminíferos, no registo geológico (Bellier et al., 2010).

A sua dimensão varia geralmente entre 0,1 e 1mm. A carapaça pode ser formada por partículas do sedimento envolvente, de natureza carbonatada ou até siliciosa. Possuem em geral várias câmaras que crescem sucessivamente. Estas câmaras estão separadas umas das outras por estruturas denominadas tabiques, mas comunicam entre si através de orifícios denominados foramina. A última câmara comunica com o exterior através de uma ou várias aberturas com diferentes morfologias. As câmaras são preenchidas por citoplasma (endoplasma), emitindo uma parte exterior (ectoplasma) através da abertura, sob a forma de pseudópodes filamentosos finos e reticulados. Os pseudópodes desempenham um papel importante na atividade do organismo, nomeadamente no movimento ou fixação ao substrato (consoante os casos), alimentação e construção de novas câmaras (e.g. Bellier et al., 2010).

No ciclo de vida dos foraminíferos existe alternância de gerações entre a fase haploide e diploide. As formas haploides, sofrem divisão do núcleo produzindo gâmetas (células sexuais indiferenciadas), a fusão de dois gâmetas origina um indivíduo diploide que é plurinucleado e se reproduz por esquizogonia. Quando se dá a meiose, seguida da divisão do citoplasma em torno de cada um dos núcleos, os indivíduos esquizontes produzem novas formas haploides, iniciando um novo ciclo (e.g. Sen Gupta, 2002; Bellier et al., 2010). A produção de gametas biflagelados é comum nas Ordens Textulariida, Miliolida e Rotaliida (Murray, 2006).

Os foraminíferos podem ser encontrados em todos os ambientes marinhos e de águas salobras, contudo, existem algumas espécies, raras, de água doce (e.g. Sen Gupta, 2002; Bellier et al. 2010). A distribuição das associações nos ambientes marinhos e de transição está relacionada com as condições do meio, nomeadamente, salinidade, temperatura, pH e conteúdo em matéria orgânica.

Quanto ao modo de vida, existem foraminíferos planctónicos e bentónicos. Os planctónicos, correspondem a formas que flutuam na coluna de água que se deslocam ao sabor

das correntes. Os foraminíferos bentónicos vivem em relação com o fundo, sendo epibentónicos quando estão na superfície do substrato (sésseis ou vágeis) e endobentónicos quando estão enterrados no sedimento (e.g. Bellier et al., 2010).

4.2 Ostracodos:

Os ostracodos pertencem ao Reino Animalia, Filo Arthropoda, Sub-Filo Crustacea e Classe Ostracoda, que se divide nas duas Sub-Classes, Myodocopa e Podocopa. Os primeiros são tipicamente marinhos e alguns planctónicos, a maioria dos Myodocopida tem geralmente valvas pouco calcificadas e, consequentemente, dificilmente ficam preservados no registo fóssil. Os Podocopa são divididos em três Ordens Platycopida (exclusivamente marinhos), Podocopida (encontrados em meio marinho, salobro e não marinho) e Palaeocopida (com uma grande distribuição no Paleozóico, mas atualmente representados apenas pela extremamente rara Super-família marinha Puncioidea) (e.g. Horne et al., 2002).

Os ostracodos são pequenos crustáceos com carapaça bivalve habitualmente calcificada, cujo registo se inicia no Câmbrico e se estende até à atualidade. São conhecidas cerca de 50 000 espécies atuais e fósseis, repartidas por 3 000 géneros. Possuem dimensão reduzida (em média cerca de 1 mm) e podem ser estudados a partir de uma pequena quantidade de sedimento (e.g. Guernet & Lethiers, 1989). Correspondem a organismos aquáticos que podem estar presentes em qualquer ambiente (marinho, de transição e continental) tanto em água marinha, como doce ou salobra (e.g. Whatley, 1983).

A natureza, cor e ornamentação das carapaças é um dos indicadores do seu habitat podendo estas ser esferoidais (formas pelágicas), alongadas, comprimidas lateral ou verticalmente. A superfície externa pode ser lisa ou apresentar-se coberta de sedas (Athersuch et al., 1989). Existem também diferenças no tipo de charneira e ornamentação consoante as características ambientais em que as espécies se desenvolvem, constituindo também estas um bom indicador ambiental (Horne et al., 2002).

As formas de água doce possuem, regra geral, carapaças de maiores dimensões, são lisas, simples com charneira adonte. As formas de água salobra apresentam geralmente carapaças medianamente calcificadas, charneira adonte a merodonte, ornamentação reticulada, pontuada/ponteada bem como presença de tubérculos e 1 ou 2 sulcos sub-verticais (Horne et al., 2002). Por outro lado, as formas de água marinha possuem, em geral, carapaças pequenas, robustas com ornamentação marcada, charneiras complexas anfidontes, zonas marginais bem desenvolvidas, com muitos poros marginais, e por vezes, tubérculos oculares (Horne et al., 2002).

Na grande maioria dos ostracodos, as valvas são atravessadas por canais de poros, que abrem na sua superfície na forma de poros externos. O número e o tipo são variáveis consoante o ostracodo, contudo, os mais comuns são os poros em crivo e os poros simples (Athersuch et al., 1989). Segundo De Deckker (2002) existe uma relação entre a salinidade e a forma dos canais. Rosenfeld & Vesper (1977) defendem que nos meios euhalinos a mesohalinos domina a forma alongada enquanto nos meios oligohalinos domina a forma redonda.

5 Enquadramento

5.1 Enquadramento geográfico

A costa Sul do Algarve está localizada na margem Sudoeste da Península Ibérica, a Oeste do Golfo de Cádiz e do estreito de Gibraltar. É delimitada pela ponta de Sagres a Oeste e pelo rio Guadiana a Este. A área de estudo do paul do Martinhal (fig. 1 B) localiza-se a Este da Vila de Sagres e pertence ao município de Vila do Bispo, distrito de Faro. Encontra-se na parte Oeste do Barlavento Algarvio. O local é limitado a Nordeste pelo aldeamento do Martinhal Beach Resorts & Hotel - Four Gold Winds Resorts - empreendimentos Turísticos, S.A., a Norte pela ETAR do Martinhal e pela ribeira de Mós e a Sudoeste por outros empreendimentos turísticos e casas particulares.

A área de estudo de Almargem (fig. 1 C) localiza-se no distrito de Faro, concelho de Loulé, freguesia de Quarteira. Encontra-se limitada a Este pelo oceano Atlântico. O local é limitado a Este pela cidade de Quarteira e a Oeste pela ribeira de Carcavai. Faz parte da zona Este do Barlavento Algarvio (e.g. Manuppella et al., 1987).

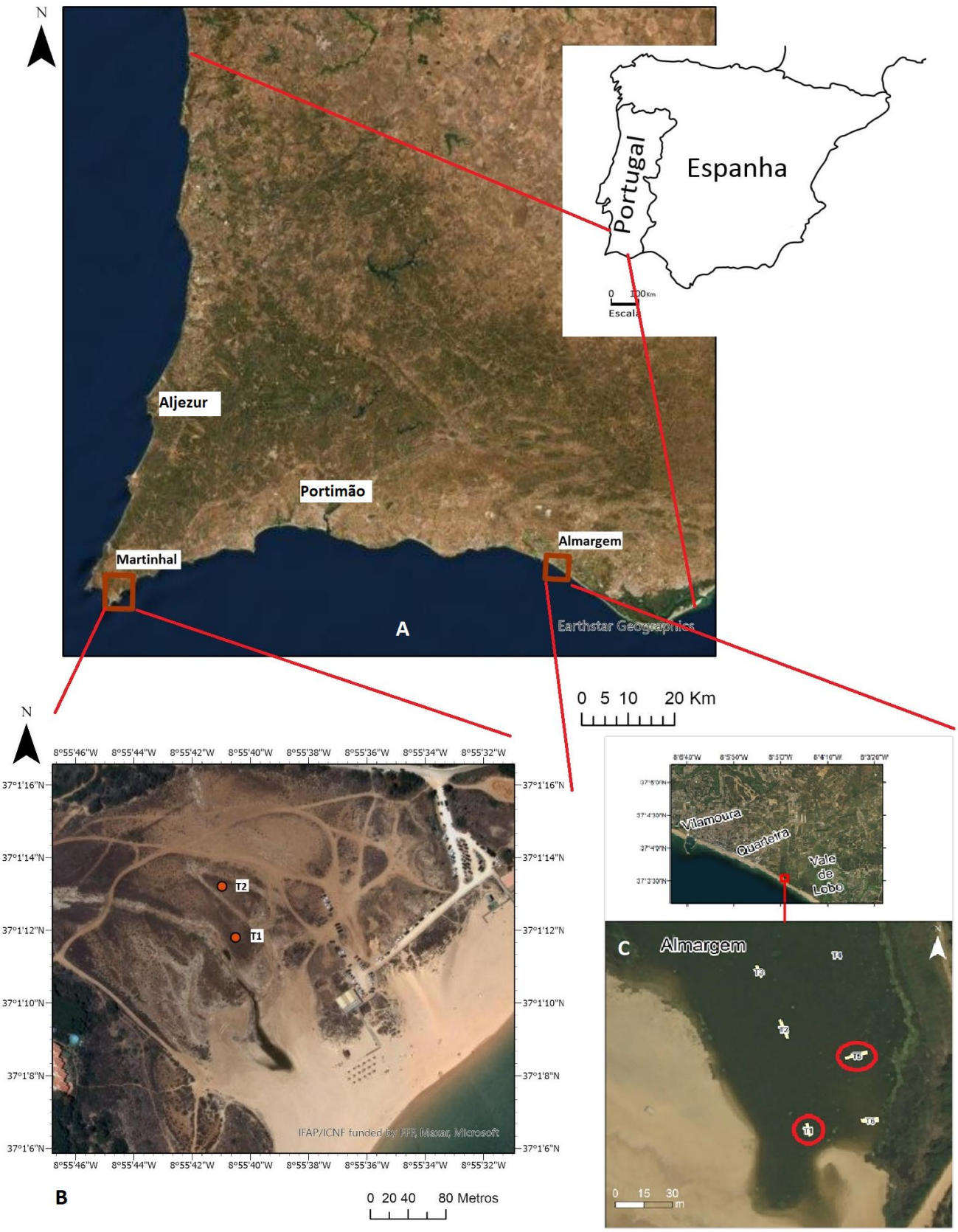


Figura 1 Enquadramento geográfico das áreas de estudo. A – Localização geral; B - Martinhal (Sagres); C - Almargem (Quarteira).

5.2 Enquadramento geológico

5.2.1 Almargem

Segundo a notícia explicativa da carta geológica 53-A Faro (Manuppella et al., 1987), a área de estudo é constituída, do ponto de vista geológico, por duas regiões distintas: uma, no setor Norte, predominantemente carbonatada e de idade mesozóica e outra, no setor Sul, dominada por séries arenosas consolidadas ou não, às vezes carbonatadas, de idade cenozóica.

A área de estudo, está inserida na zona de Quarteira que corresponde a vales de topografia rasa e plana preenchidos com sedimentos aluviais, separados do oceano por barreiras de areia. O litoral adjacente desenvolveu arenitos macios do plio-plistocénico, da formação de Ludo que constituem as arribas litorais envolventes ao local. Os lodos da laguna de Almargem constituem as unidades mais antigas que foram depositados no ambiente estuarino, e têm idades radiocarbono de 5720 ± 200 anos BP (Teixeira, 1999, 2000).

Cretácico

As unidades deste período formam uma faixa de afloramentos quase contínuos entre o limite Este do mapa (Folha 53- A) e a Ribeira do Carcavai, a partir da qual, é biselada rapidamente por sedimentos quarternários (Manuppella et al., 1987).

Na região de Faro, a série cretácica atinge o máximo de espessura, com cerca de 1200 m. Esta unidade é constituída por calhaus e blocos angulosos e subangulosos. A litologia mais representada corresponde a margas, de cor cinzenta (Manuppella et al., 1987).

Plio-Plistocénico

PQLu - Formação de Ludo.

Esta formação corresponde à anteriormente designada Areias de Faro – Quarteira (Manuppella et al., 1987).

Ainda de acordo com a notícia explicativa da carta geológica 53-A, esta formação é constituída por cinco unidades designadas por: Areias da Falésia, Areias de Monte Negro, Areias de Quarteira, Areias do Ludo e Areias e Cascalheira de Gambelas (Moura & Boski, 1999). Esta unidade é constituída na base por arenitos feldspáticos, maioritariamente de cor branca, de diâmetro médio a grosseiro, com níveis de seixos bem rolados (em especial na parte inferior) (Manuppella et al., 1987). São seguidas por unidades métricas de areias finas com intercalações de argilas, sobrepostas por bancadas de argilitos vermelhos escuros (Manuppella et al., 1987). A topo da unidade anterior ocorrem areias médias, às vezes grosseiras, bem calibradas, de cor alaranjada a rosada, com grãos de quartzo sub-angulosos e de feldspato, ricas em goethite e pouca hematite (Formação de Ludo) (Manuppella et al., 1987).

Holocénico

Ad; A - Areias de duna e areias de praia

As areias de duna são essencialmente constituídas por areia fina, bem calibrada, com grãos angulosos. Estas são geralmente acompanhadas por areias de praia, constituindo estas a fonte principal de abastecimento das areias de duna (Manuppella, 1987).

5.2.2 Martinhal

Portlandiano-Kimeridgiano - J^{4-5}

As formações mais antigas que afloram nas imediações da área de estudo do Martinhal, segundo a carta geológica 51-B Vila do Bispo, são calcários, calcários dolomíticos e dolomitos do Portlandiano-Kimeridgiano (J^{4-5}) (157 a 150 Ma). Apresentam uma espessura superior a 75m e afloram em todas as zonas que rodeiam a praia e do paúl do Martinhal (Rocha et al., 1979).

Miocénico (marinho) - M

A Oeste do paúl do Martinhal, cortada pela ribeira que aí desagua, é possível encontrar uma mancha da unidade do Miocénico marinho. Trata-se de um grés calcário "com muitos fósseis fragmentados, sobretudo ostreídeos" (Rocha et al., 1979). Têm tons acastanhados e na sua parte superior possuem impregnações calcárias, podendo apresentar um "aspecto concrecionado ou mesmo brechóide" (Rocha et al., 1979).

Terraços quaternários, Plistocénico - Q

Afloram a Sudoeste e a Oeste do paúl do Martinhal, marcados na carta geológica com a letra Q: "Trata-se de um depósito de argila vermelha às vezes amarela e de areia argilosa com seixos miúdos, alguns com forte patina ferruginosa." (Rocha et al., 1979).

Aluviões das Ribeiras - a

Ocorrem no paúl do Martinhal aluviões da ribeira de Mós. Os autores da carta observaram que se encontram aluviões típicos de vales abertos de zonas mesozóicas: "os depósitos aluviais mostram mistura de seixos, mais ou menos rolados, de rochas mesozóicas, bem como de areias mais ou menos argilosas e de seixos plio-plistocénicos" (Rocha et al., 1979).

Areia de dunas - Ad

A separar o paúl do Martinhal das areias de praia, da praia do Martinhal, é possível encontrar marcadas na carta com a letra "Q" "dois pequenos retalhos de duna" (Rocha et al., 1979). Aquilo a que os autores se referem como pequenos retalhos de duna, tratam-se de duas dunas de alturas por vezes superiores a 5m e com extensão a Este superior a 160m e largura superior a 20m em alguns locais, bem como uma extensão superior a 190m a Oeste e largura superior a 30m em alguns locais.

Rochas ígneas: basaltos, tefritos, basanitóides, entre outros, e rochas alteradas

Afloram especialmente a Este e a Oeste do Martinhal e estão assinaladas na carta como rochas alteradas e "afloramentos de rochas efusivas ou de baixa profundidade" (Rocha et al., 1979). Os autores mencionam também que "as formações sedimentares aqui presentes – jurássicas e anteriores - estão profusamente seccionadas, ou perfuradas, por filões, colos, chaminés, mantos ou pequenos derrames, etc." (Rocha et al., 1979). Existem zonas na carta em que o complexo xisto-grauváquico se encontra também cortado por estas rochas ígneas (Rocha et al., 1979).

5.3 Enquadramento geomorfológico

A costa algarvia é caracterizada por uma assimetria morfológica resultante da sua diversidade geológica. Segundo a Notícia Explicativa da Carta Geológica 53-A, a costa sul portuguesa é constituída por estruturas monoclinais que se estendem até ao mar. A norte situam-se estruturas de maior altitude, sendo que a região é progressivamente mais horizontal em direção ao mar (Sul). O sector central da região algarvia é constituído por formações calcárias fortemente carsificadas que formam arribas íngremes que podem atingir 40m de altura.

5.3.1 Almargem

A geomorfologia do local é relativamente monótona nas formações pós-jurássicas. A planície da Quarteira encontra-se dentro de um vale de fundo plano, preenchido com sedimentos aluviais e separado do oceano por restingas soldadas. A linha de costa adjacente é formada por arenitos de baixa resistência do Miocénico ao Plio-Plistocénio. As arribas que constituem a linha de costa da região sul, encontram-se atualmente em regressão devido a processos de erosão marinha e a processos de deriva litoral.

A laguna de Almargem (ver 5.1, enquadramento geográfico) tem uma cota que se situa entre 2m e 3m acima do nível médio do mar actual. Encontra-se separada do mar e protegida da rebentação pela escarpa da face de praia, que possui uma cota entre 4m e 5m. Tem uma forma irregular, um comprimento máximo de cerca de 600m (NNE-SSW) e uma largura máxima em torno dos 150m (W-E). Encontra-se encaixada em rochas da formação do Ludo, do Plio-Plistocénico e a cota média dos limites externos da laguna ronda os 6m. Ao contrário o paúl do Martinhal, está menos dependente da pluviosidade, tem um carácter mais permanente e está mais isolada da influência marinha.

5.3.2 Martinhal

A praia do Martinhal (ver 5.1, enquadramento geográfico) localiza-se na baía da Enseada da Baleeira, a nordeste de Sagres, e apresenta uma direcção geral NE-SW. O seu limite interior é a planície aluvial da ribeira de Mós. A planície aluvial apresenta uma forma aproximadamente triangular. A ribeira de Mós possui um regime fluvial intermitente, ou seja, durante os períodos chuvosos pode apresentar um caudal elevado, após episódios de chuva intensa que inundam a planície aluvial (Oliveira, 2009). Quando estamos perante meses ou períodos com maior precipitação, é expectável encontrar o paul do Martinhal/planície aluvial da ribeira de Mós completa ou parcialmente inundada, com o nível freático bem acima do depósito do tsunami de 1755 (Oliveira, 2009). Durante os períodos mais secos, especialmente durante o Verão e nas Primaveras com baixa precipitação, a ribeira encontra-se completamente seca, e o nível freático no paul do Martinhal está bem mais profundo, permitindo a ocorrência de água com salinidades bastante elevadas, mas apenas nas zonas mais deprimidas do paúl (38‰, numa medição em setembro de 2021).

As falésias que limitam a praia do Martinhal a oeste apresentam uma altitude média de 25m. São constituídas por margas e calcários do Jurássico superior e estão cobertas por terraços marinhos quaternários que, segundo Oliveira (1984), são constituídos por pelitos, originários da erosão de xistos carbónicos, calcários e margas mesozóicas, assim como areias mais ou menos argilosas e seixos. A este, as falésias apresentam uma altitude de 30m e são constituídas margas jurássicas, calcários e basaltos, rasourados pelo mar. A cerca de 500m da costa, cinco ilhéus de calcário fornecem abrigo à energia das ondas que espraiam na areia da baía. De acordo com

Marques (1997), a taxa média de recuo das falésias calcárias do Jurássico superior no setor oeste da praia do Martinhal é de 0,0017m/ano e no setor leste é de 0,0013m/ano.

A planície aluvial de Mós tem uma altitude média de 2m junto à praia. Apresenta um comprimento de pelo menos 1000m. Na sua parte terminal, a ribeira de Mós corre num vale de fundo plano, preenchido por sedimentos, limitado por declives acentuados a montante, que se tornam mais suaves junto à praia e recortam os calcários compactos do Jurássico superior. O vale alarga-se consideravelmente em direção ao mar, onde passa a recortar rochas carbonatadas clásticas miocénicas, com poucas camadas arenosas que revestem o leito rochoso do Jurássico (Oliveira, 2009).

A bacia hidrográfica da ribeira de Mós desenvolve-se numa área de 18,2km^2 e drena toda a sequência triássica e jurássica, de rochas clásticas e carbonatadas, rochas clásticas do Miocénico e de depósitos de terraços marinhos quaternários, principalmente pelíticos, arenosos e pedregosos, bem como dunas recentes. A taxa média de produção de sedimentos, calculada por Teixeira & Andrade (1997) é de 2,5m^3/km^2/ano, o que soma uma produtividade total de 45,2m^3/ano. Assumindo que não há perdas de sedimentos para o oceano e que a deposição de sedimentos ocorre apenas na planície aluvial, a taxa de sedimentação na planície do Martinhal seria de 0,52mm/ano (Oliveira, 2009).

A praia do Martinhal apresenta uma direção NE-SW, tem uma largura máxima de 95m e uma extensão de 630m. A praia é limitada para o interior por uma duna frontal com uma altitude máxima de 11,7m. A duna, juntamente com a barreira da praia, na zona entre as duas dunas, separa a planície aluvial da ribeira de Mós da Praia do Martinhal (Oliveira, 2009).

A crista dunar é descontínua e a depressão que separa os segmentos este e oeste é frequentemente reactivado como enseada durante as marés de águas vivas, tempestades ou sempre que o pico de descarga da ribeira do Mós excede o volume de acomodação da planície. A transposição da barreira arenosa pelas ondas, em condições de tempestades e marés vivas, gerou uma zona de *washover* que se estende por 180m a partir da linha de costa (Oliveira, 2009).

Na parte interior da planície aluvial, imediatamente atrás da duna, existe uma forte perturbação antrópica. Encontram-se nesta zona alguns aterros, despejos de entulhos, estradas e parques de estacionamento, onde provavelmente ocorriam antes deposições fluviais e eólicas. Esta zona de preenchimento artificial é como uma barreira traseira da duna (Oliveira, 2009)

6 Material e métodos:

6.1 Amostragem Almargem

A amostragem em Almargem foi feita em outubro de 2017, no âmbito do projecto On Off - *Coupling onshore and offshore tsunami record: complementary tools for a broader perspective on tsunami event* (PTDC/CTA-GEO/28941/2017 & ALG-01-0145-FEDER-028941) com recurso a uma retroescavadora. Após a abertura das trincheiras foram feitas as descrições sumárias da litologia das unidades identificadas no campo. As trincheiras foram abertas com uma distância de 50m entre si na direção N-S e cerca de 25m na direção E-W.

Neste trabalho foram usadas amostras da trincheira T5, recolhidas a partir de um "box-corer" a 8cm, 12cm, 17cm, 19cm, 21-22cm, 24-25cm, 26-27cm e 30-31cm de profundidade e uma amostra da trincheira T1, recolhida a partir de um "box-corer" a 6cm de profundidade. As amostras ALM T1 6, ALM T5 8, 12, 17 foram consideradas amostras de depósito de tempestade, com base nas observações de campo e nas descrições sedimentológicas de trabalhos anteriores (ver capítulo 3.1).

As amostras ALM T5 19, ALM T5 21-22, 24-25 e 26-27 foram consideradas amostras do depósito do tsunami de 1755. A amostra ALM T5 30-31 foi recolhida abaixo da base do depósito de tsunami, como forma de estudar as microfaunas de foraminíferos e ostracodos existentes no local antes do galgamento pela onda do tsunami de 1755.

6.2 Descrição sumária da trincheira T1 e da trincheira T5, Almargem

ALM T1 (ver 5.1 enquadramento geográfico):

0-2cm: A camada de topo desta trincheira é composta por solo e termina a cerca de 2cm abaixo da presente superfície lagunar.

2-20cm: Seguidamente, e até 20cm de profundidade, surge uma camada constituída por areia amarela acastanhada, média a grosseira, mal calibrada, bastante quártzica e com abundantes minerais pesados. Esta camada apresenta também fragmentos de raízes e conchas.

20-34cm: A camada seguinte tem a sua base a 34cm de profundidade e é constituída por areia cinzenta, grosseira, muito quártzica, brilhante, com bastantes minerais pesados. Esta camada contém ainda fragmentos de conchas mais pequenos que os da unidade sobrejacente. São visíveis diferenças entre as dimensões dos grãos quártzicos e os minerais pesados. A camada apresenta um contacto ondulante com a camada sobrejacente.

34- >60cm: A camada que constitui a base da trincheira e que se prolonga para profundidades superiores a 60cm é constituída por lodos cinzentos.

A fig. 2 consiste numa fotografia da parede da trincheira ALM T1, onde está representado a vermelho o horizonte amostrado e uma coluna litoestratigáfica simplificada.

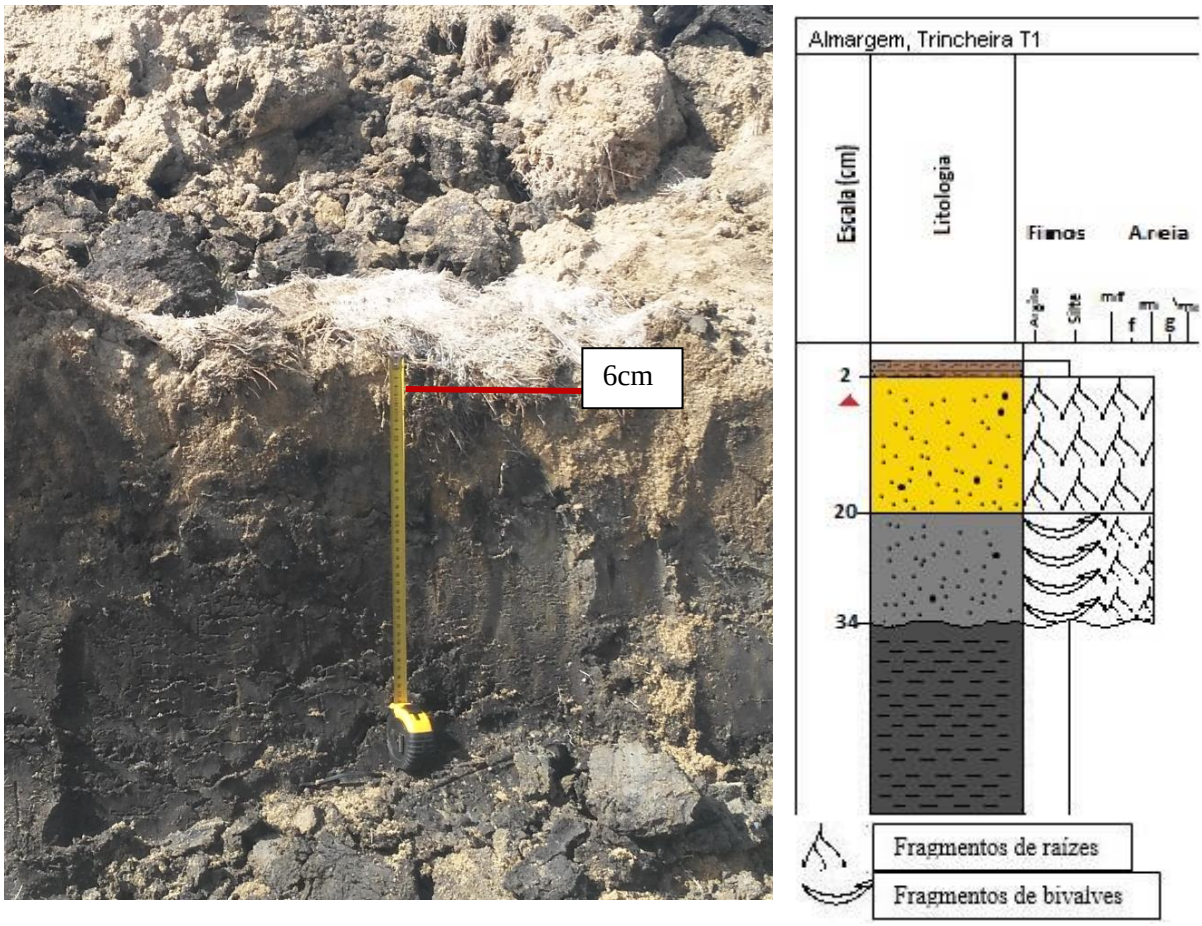


Figura 2. Parede da trincheira ALM-T1 e coluna litoestratigráfica ilustrativa (a linha e o triângulo vermelho assinalam o horizonte que foi amostrado). mf – muito fina, f – fina, m – média, g – grosseira, mg – muito grosseira.

ALM T5 (ver 5.1 enquadramento geográfico):

0-23cm: A camada de topo desta trincheira é constituída por areia fina e termina a 23cm de profundidade.

23-27cm: A camada seguinte é constituída por areia alaranjada, lodosa, com conchas, e tem a sua base a 27cm de profundidade.

27-31cm: A camada subjacente apresenta duas laminações constantes que se fundem numa laminação com direção aproximada para NE. Estas laminações de tom escuro são constituídas maioritariamente por minerais pesados. Termina a 31cm de profundidade e apresenta um contacto nítido ("à *faca*") com a unidade subjacente.

31-35cm: A camada seguinte é constituída por areia, média a grosseira, com conchas, e termina a 35cm de profundidade. O contacto na base desta unidade é claramente erosivo, sendo também possível encontrar figuras de carga.

35-70cm: Segue-se uma nova unidade composta por lodo castanho que termina a 70cm de profundidade.

>70-…cm: A partir dessa profundidade a camada é constituída por lodo negro.

A fig. 3 consiste numa fotografia da parede da trincheira ALM T5, onde estão representados a vermelho os horizontes amostrados e uma coluna litoestratigáfica.

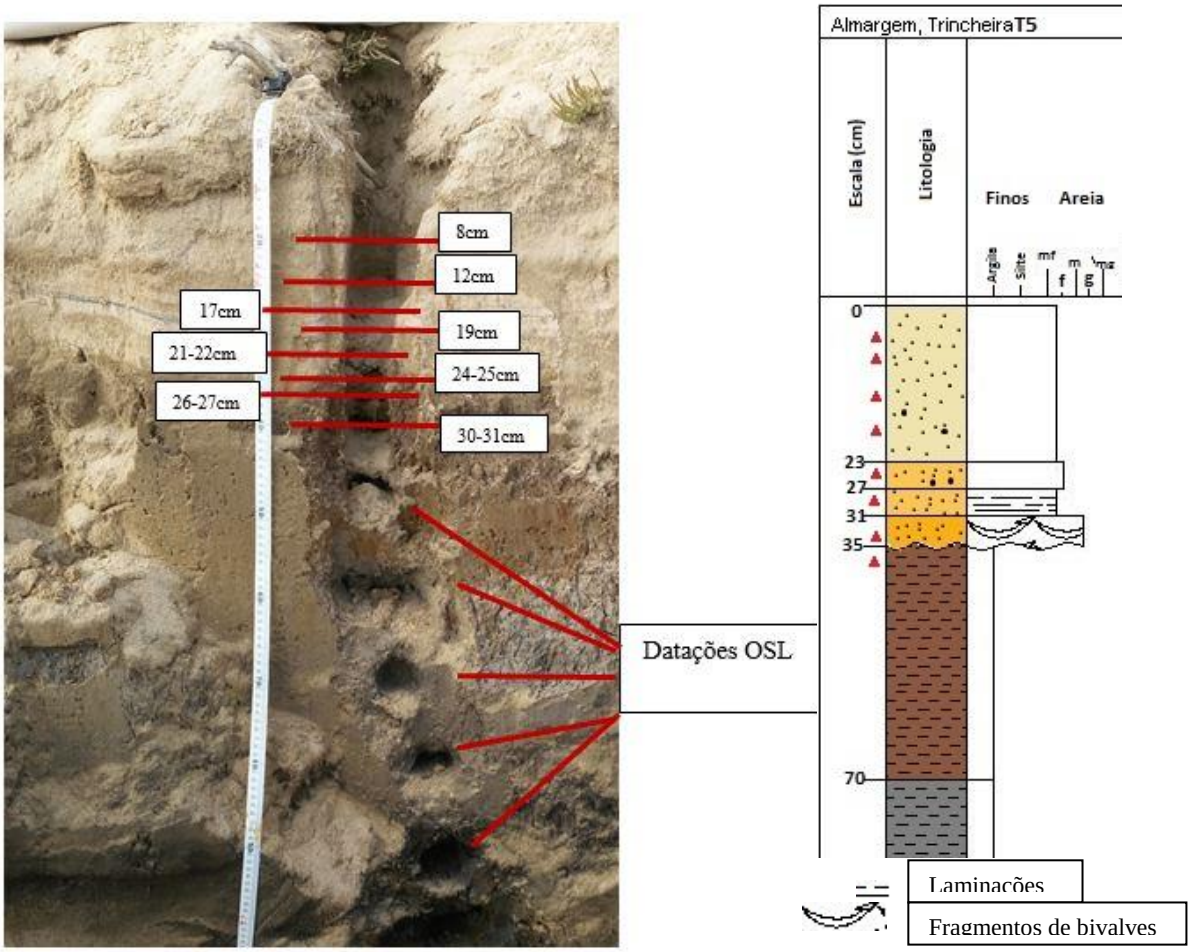


Figura 3. Parede da trincheira ALM-T5 e coluna litoestratigráfica ilustrativa (as linhas horizontais e os triângulos vermelhos assinalam os horizontes que foram amostrados). mf – muito fina, f – fina, m – média, g – grosseira, mg – muito grosseira.

6.3 Amostragem Martinhal

A Amostragem no paúl do Martinhal foi feita em maio de 2021 e em setembro de 2021 (ver 5.1 enquadramento geográfico).

Foram recolhidos vários "*box corers*" ao longo das paredes das trincheiras na amostragem de maio, que posteriormente foram utilizados para obter o sedimento utilizado para a triagem da microfauna (ver 5.1 enquadramento geográfico). O nível freático encontrava-se demasiado elevado no dia da amostragem, ou seja, aproximadamente a meio do depósito de tsunami nas duas trincheiras. Por esta razão, não foi possível amostrar a base do depósito de tsunami com os "*box corers*". Na trincheira T1 foi utilizado um trado para amostrar a base do depósito de tsunami, imediatamente ao lado da trincheira.

A fig. 4 representa o método de amostragem utilizado no Martinhal e em Almargem, com a utilização de "*box corers*" que foram devidamente identificados no campo e posteriormente amostrados no laboratório.

Figura 4. “Box corer” na parede Este da trincheira T2, Martinhal.

Foram recolhidas 11 amostras na trincheira T1 em maio de 2021e 2 em setembro de 2021.

As amostras que representam condições normais (lagunares-estuarinas) de deposição foram recolhidas às profundidades de 11-12cm, 31-32cm e 34-35cm (MART21 T1 11-12cm, MART21 T1 31-32cm e MART21 T1 34-35cm). A amostra MART 21 T1 11-12cm representa as condições normais de deposição após o depósito de tempestade e as amostras MART21 T1 31-32cm e MART21 T1 34-35cm representam as condições normais de deposição entre 1755 e o depósito de tempestade. As amostras do depósito de tempestade foram recolhidas a 21-22cm, 25-26cm e 27-28cm de profundidade (MART21 T1 21-22cm, topo do depósito de tempestade, MART21 T1 25-26 e MART21 T1 27-28cm, base do depósito de tempestade).

As amostras do depósito de tsunami foram recolhidas de 38-39cm a 60-62cm de profundidade (MART21 T1 38-39, retirada a partir do box corer, representa o topo do depósito de tsunami) e a 39-41cm, 56-58cm, 58-60cm e 60-62cm (MART 21 T1 56-58cm, MART 21 T1 58-60cm e MART 21 T1 60-62cm, que representam a base do depósito de tsunami). Em setembro de 2021 foi recolhida a amostra MART21 T1 66-67cm (à profundidade de 66-67cm) que representa as condições de deposição lagunar-estuarina do paúl do Martinhal antes do evento de 1755.

Na trincheira T2 foram recolhidas 8 amostras em maio e 2 amostras em setembro de 2021. As amostras recolhidas em maio, que representam as condições normais de deposição do paúl do Martinhal, foram recolhidas a 15-16cm e a 38-39cm de profundidade. MART21 T2 15-16cm, representa as condições normais de deposição, entre dois dos depósitos de tempestade, e

MART21 T2 38-39cm representa as condições normais de deposição entre o depósito de tsunami e o depósito de tempestade, na parte inferior da coluna litoestratigráfica.

As amostras dos depósitos de tempestade foram recolhidas a 2-3cm de profundidade (MART21 T2 2-3cm, amostra do depósito de tempestade mais recente) e a 28-29cm, 29-30cm e 35-36cm (MART21 T2 28-29cm, representa o topo do depósito de tempestade mais antigo, MART21 T2 29-30cm e MART21 T2 35-36cm, representa a base do depósito de tempestade mais antigo).

As amostras do depósito de tsunami foram recolhidas a 42-43cm e a 43-44cm (MART21 T2 42-43cm e MART21 T2 43-44cm) de profundidade. Em setembro foi recolhida uma amostra no topo da trincheira T2 que representa as condições do ecossistema actual do paúl do Martinhal (MART21 T2 SUP) e uma amostra a 55-56cm de profundidade que representa as condições normais de deposição, antes da formação do depósito de tsunami de 1755 (MART21 T2 55-56cm).

6.4 Descrição sumária da trincheira T1 e da trincheira T2, Martinhal:

MART21-T1 (ver 5.1 enquadramento geográfico)

0-20cm: A trincheira revela uma unidade de topo que termina a 20cm de profundidade, e que é composta por solo areno-siltoso.

20-27cm: Abaixo da unidade do topo é possível encontrar um depósito de alta energia, atribuído a um evento de tempestade. Esta unidade tem uma espessura variável, com cerca de 7cm, e um contacto irregular com a unidade subjacente (menos irregular que o contacto inferior do depósito de tsunami). É constituída por grãos de quartzo sub-angulosos, com alguns grãos sub-rolados. Possui na sua constituição um elevado número de bioclastos, incluindo algumas espículas de equinodermes (presentes em todos os níveis desta trincheira). Também é possível encontrar nesta unidade litoclastos de rochas carbonatadas. É claramente um depósito arenoso mal calibrado. A areia que o constitui é mais clara e os seus grãos são mais "limpos" (sem patine de óxidos de ferro) que os grãos que ocorrem no depósito de tsunami presente abaixo na coluna litoestratigráfica.

27-37cm: Segue-se uma unidade que se terá depositado em condições de sedimentação normais. Tem uma espessura de cerca de 10cm e é constituída por argilas e algum silte.

37-62cm: O depósito do tsunami de 1 de novembro de 1755 tem uma espessura variável no paúl do Martinhal, tendo 25cm na trincheira T1. É possível encontrar na sua base litoclastos rolados com dimensões decimétricas, mas também argilas. Possui na sua constituição um elevado número de minerais pesados, bem como bioclastos de bivalves de grandes dimensões. O número de bioclastos presente no depósito de tsunami é inferior ao número de bioclastos presentes no depósito de tempestade. As areias têm um tom mais escuro e são os sedimentos mais abundantes neste depósito.

>62-…cm: Subjacente ao depósito de tsunami, é possível encontrar novamente argilas com algum silte, de cor castanha.

A fig. 5 consiste numa fotografia da parede do lado mar da trincheira MART T1, onde estão representados a vermelho os horizontes amostrados e uma coluna litoestratigáfica.

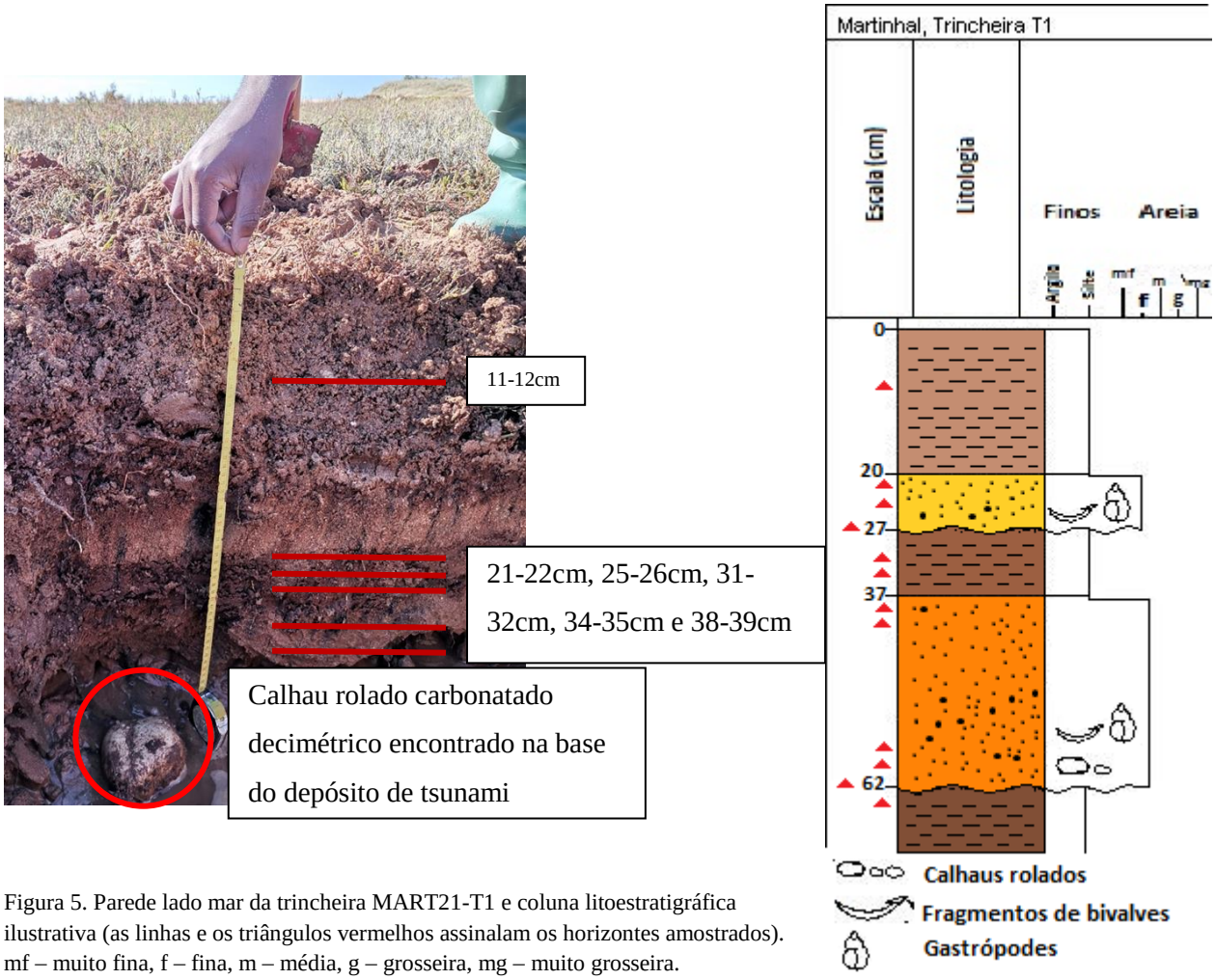


Figura 5. Parede lado mar da trincheira MART21-T1 e coluna litoestratigráfica ilustrativa (as linhas e os triângulos vermelhos assinalam os horizontes amostrados). mf – muito fina, f – fina, m – média, g – grosseira, mg – muito grosseira.

MART21-T2 (ver 5.1 enquadramento geográfico)

0-2cm: A trincheira revela a topo uma fina camada de solo arenoso que termina a 2cm de profundidade.

2-4cm: Abaixo da unidade a topo, é possível encontrar um depósito de tempestade irregular, de pequenas dimensões, com cerca de 1cm de espessura, atingindo nalguns locais mais de 2cm. Este depósito possui um grande número de bioclastos de bivalves e algumas espículas de equinodermes. É constituído maioritariamente por grãos de quartzo sub-angulosos, apesar de possuir alguns grãos de quartzo sub-rolados. Possui também alguns litoclastos de rochas carbonatadas e é um depósito mal calibrado. À semelhança do que acontece na trincheira MART21-T1, este sedimento é mais claro e mais "limpo" do que o depósito de tsunami, presente em baixo.

4-25cm: Abaixo do primeiro depósito de tempestade, é possível encontrar cerca de 22cm de argila com alguma areia.

25-36cm: Esta unidade foi depositada por ondas de tempestade e é constituída por areia argilosa avermelhada (Andrade et al., 1997, Kortekaas & Dawson, 2007). Possui uma espessura variável de cerca de 10cm e um contacto inferior bastante irregular.

36-39cm: Entre o segundo depósito de tempestade da trincheira MART21-T2 e o depósito de tsunami, é possível encontrar uma unidade com cerca de 4cm, constituída por argila com alguma areia que representa as condições normais de deposição do paúl do Martinhal.

39-55cm: Abaixo desta unidade é possível encontrar o depósito do tsunami do dia 1 de novembro de 1755. É constituído maioritariamente por areia de tom mais negro e de aparência mais "suja". É possível encontrar no depósito alguns litoclastos centimétricos, de menores dimensões que os presentes na trincheira MART21-T1, bem como um número elevado de minerais pesados e mesmo alguma argila, evidenciando um transporte caótico. Possui um menor número de bioclastos de bivalves, mas de maiores dimensões do que os presentes nos depósitos de tempestade suprajacentes. O contacto inferior do depósito de tsunami é irregular, sendo mais irregular que os contactos basais dos depósitos de tempestade.

55-…cm: A unidade inferior é composta por argila com alguma areia.

A fig. 6 consiste numa fotografia da parede do lado terra da trincheira MART T2, onde estão representados a vermelho os horizontes amostrados e uma coluna litoestratigáfica.

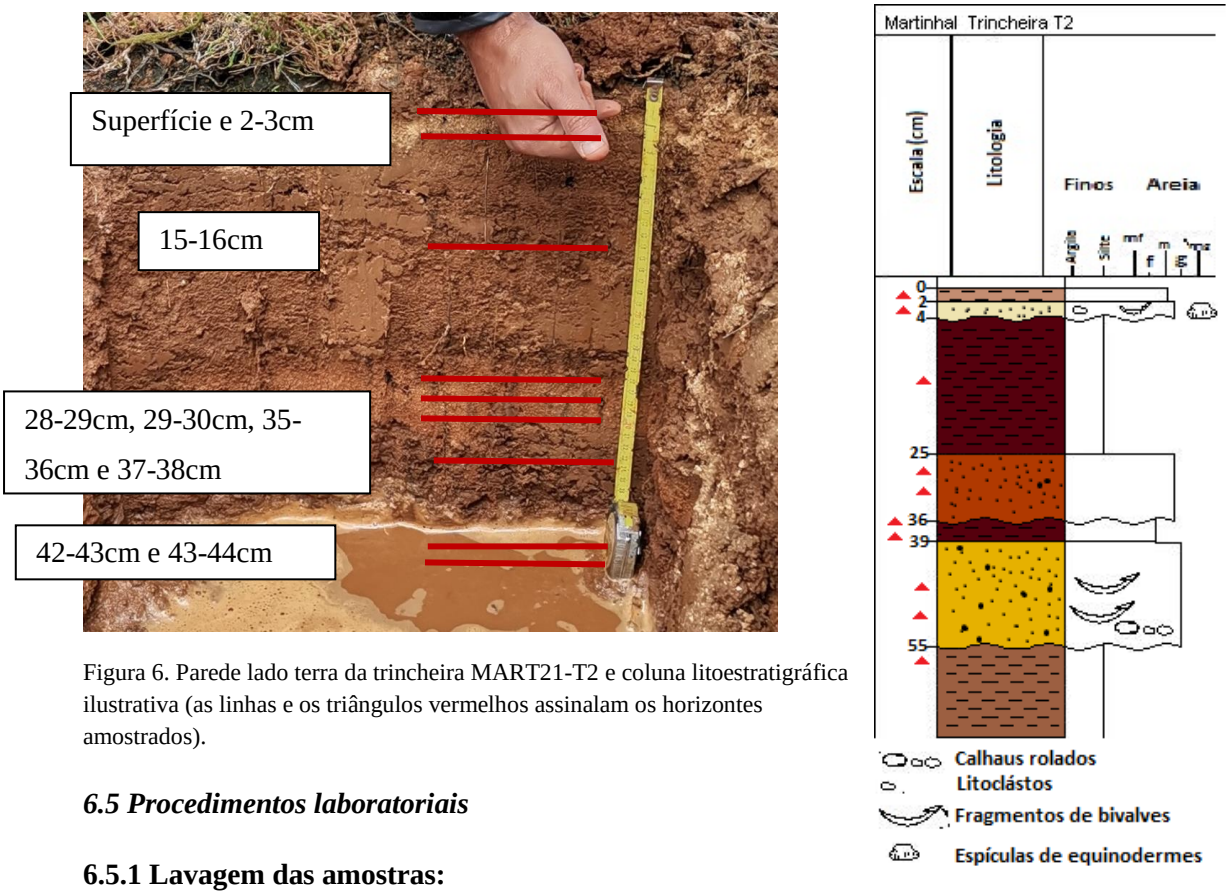


Figura 6. Parede lado terra da trincheira MART21-T2 e coluna litoestratigráfica ilustrativa (as linhas e os triângulos vermelhos assinalam os horizontes amostrados).

6.5 Procedimentos laboratoriais

6.5.1 Lavagem das amostras:

As amostras foram lavadas através de um crivo de 63µm. Inicialmente foi imerso em azul-de-metileno para corar as possíveis contaminações de amostras anteriores. Depois foi limpo com água corrente, de modo a tirar o excesso de corante. Só então as amostras foram colocadas no crivo e lavadas com água da torneira, tépida. Este processo permitiu remover o silte e a argila, que dificultariam as observações à lupa binocular.

O resíduo de lavagem do crivo de 63µm foi retirado com o auxílio de um esguicho com água da torneira e colocado num recipiente de vidro devidamente etiquetado. O excesso de água foi retirado com uma seringa e papel absorvente.

Para as amostras actuais recolhidas no Martinhal, a lavagem seguiu o mesmo protocolo, mas, depois da primeira lavagem, as amostras foram colocadas numa solução de Rosa de

Bengala [$1gL^{-1}$] durante 2 horas. Ao fim deste tempo voltaram a ser lavadas no crivo de 63µm para retirar o excesso de corante. Foram depois passadas para um recipiente de vidro etiquetado e colocadas numa estufa, a 50ºC. A temperatura da estufa não deve ultrapassar este limite para preservar a estrutura cristalina da calcite de algumas espécies de foraminíferos e ostracodos.

Depois de secas, as amostras foram retiradas da estufa, e procedeu-se à separação da microfauna presente no resíduo de lavagem por densidade, com tricloroetileno ou tetracloroetileno.

Nota: foram amostrados $90cm^3$ em todas as amostras que a quantidade de sedimento assim o permitiu. Através de estudos anteriores, era possível saber que existe uma grande diluição da densidade faunística em depósitos de alta energia. Apenas 3 amostras não possuíam material suficiente para obter $90cm^3$ de amostra, foram amostrados pelo menos $70cm^3$ nestes casos.

6.5.2 Separação por tricloroetileno:

Para facilitar a triagem e o estudo de grande quantidade de amostras e de sedimento, recorre-se frequentemente a líquidos densos para separar as diferentes componentes do resíduo de lavagem. A utilização de tricloroetileno foi muito comum para separar por densidade as "populações" de foraminíferos presentes nas amostras, dos grãos de quartzo (e.g. Murray, 2006). Este líquido de densidade $1,46g/cm^3$ permite que as carapaças dos foraminíferos flutuem, enquanto os grãos de quartzo e outros componentes mais densos se afundem.

Colocou-se o tricloroetileno no copo de vidro onde já se encontrava o sedimento que se pretende separar. Com o auxílio de uma vareta, mexe-se o sedimento para facilitar a flutuação das carapaças. Após mexer o sedimento e o tricloroetileno, verte-se cuidadosamente o líquido e o material sobrenadante para um filtro de laboratório (ou de café), colocado num funil, sobre um segundo copo que permite reaproveitar o tricloroetileno utilizado (Fig. 7). Este procedimento é feito numa *hotte* de alto débito.

Na fig. 7 está representada uma das etapas de separação por densidades com tricloroetileno.

Figura 7. Procedimento laboratorial de separação por densidades.

O método de separação por tricoloretileno possui algumas desvantagens, nomeadamente a sua toxicidade quando inalado. Este facto faz com que a sua aquisição seja cada vez mais difícil e a sua utilização desaconselhada. Por isso no procedimento laboratorial optou-se pela utilização de tetracloroetileno para a separação por densidades da "população" de foraminíferos presentes nas amostras, e também porque o tricloroetileno deixou de estar disponível no mercado. O método de separação por densidades utilizado em parte das amostras, recorrendo ao tetracloroetileno foi em tudo igual ao método proposto por Murray, 2006, apenas diferindo no líquido utilizado. A densidade deste é 1,62g/cm^3, o que também permite a sua utilização na separação por densidades dos foraminíferos dos restantes constituintes do sedimento com densidades mais elevadas, nomeamente o quartzo.

Segundo Murray (2006), este processo deve ser repetido duas ou três vezes. Neste procedimento laboratorial foi repetido quatro vezes, uma vez que a quantidade de sedimento que se pretendia separar, 90cm^3, foi bastante superior à utilizada, em geral, neste tipo de estudos micropaleontológicos.

Este procedimento laboratorial não é utilizado em estudos de "populações" de ostracodos, uma vez que a sua eficicácia foi ainda pouco estudada. No entanto, durante a triagem das amostras foi possível observar que resultou de forma bastante promissora, tanto para o estudo da "população" de foraminíferos, como para o estudo da "população" de ostracodos.

6.5.3 Quarteamento:

O quarteamento é um processo que tem como objetivo dividir sucessivamente uma amostra em partes iguais, de modo a obter frações com a mesma quantidade de material, facilitando assim a triagem e assegurar a sua representatividade. Para este trabalho utilizou-se o quarteamento mecânico com o auxílio de um microquarteador metálico.

Ao dividir as amostras em partes iguais vai-se guardando uma das partes num saco de plástico devidamente referenciado. Este processo repete-se sucessivamente, dependendo da quantidade de amostra inicial e conteúdo em material de interesse, até obter uma alíquota suficientemente pequena, mas que reflicta, de modo estatisticamente válido, o conteúdo da amostra inicial.

6.5.4 Triagem:

Foi utilizada uma lupa binocular Olympus SZX12 (aumentos de 10,5x a 135x) para observar o material quarteado. Começa-se pela observação e triagem dos ostracodos e foraminíferos da última fração quarteada até se completar, no mínimo, 100 foraminíferos e 100 ostracodos (Fatela e Taborda, 2002). Tal não foi possível em várias amostras do Martinhal, uma vez que possuíam uma densidade faunística muito baixa ou nula. Nestes casos observou-se todo o resíduo de lavagem da amostra. Na triagem recorre-se ao auxílio de um pincel muito fino (000 ou 00) com a ponta humedecida, que é utilizado para mover os indivíduos do sedimento para uma célula micropaleontológica, previamente pincelada com cola, onde ficarão arquivados. No caso de não se alcançar o número mínimo de indivíduos, com representatividade estatística, utiliza-se a fração quarteada que a antecedeu e somam-se os resultados.

Posteriormente, os ostracodos e foraminíferos foram separados em morfotipos, e só depois se identificaram os géneros e, sempre que possível, as espécies.

6.5.5 Densidade, índice de Shannon e dimensão acumulada

Densidade:

A densidade corresponde ao número de indivíduos por centímetro cúbico de amostra. Permite comparar a quantidade de um dado tipo de elemento em estudo, seja foraminíferos, ostracodos ou grãos de quartzo entre as várias amostras, por exemplo. Quando aplicada a estudos de "populações" biológicas, é chamada de densidade faunística. Obtém-se multiplicando o número de indivíduos (e.g. total de foraminíferos triados) pelo denominador do quarteamento observado e dividindo este valor pelo volume da total da amostra inicial.

Índice de Shannon:

O índice de Shannon, também conhecido como índice de diversidade ou de Shannon-Wiener permite comparar a diversidade das associações, ou seja, permite avaliar o número de espécies diferentes que existe numa determinada comunidade, tendo em conta o número de indivíduos triados. O cálculo do índice de diversidade de Shannon pode ser expresso pela seguinte equação (e.g. Murray, 2006):

$$(\mathrm{H}s) = -\Sigma\, p_i \ln p_i$$

Em que, p_i corresponde à proporção da espécie *i* na amostra (n_i/N).

Este índice é condicionado pelo tipo de habitat. Em habitats permanentes e estáveis, sob condições marinhas normais, a diversidade vai ser elevada (e.g. superior a 2,5 (Murray, 2006)). Por sua vez em habitats instáveis, com condições salobras, é expectável que a diversidade seja mais baixa (e.g. inferior a 1,5 (Murray, 2006)).

Dimensão acumulada:

A dimensão acumulada é um método expedito, utilizado para comparar a dimensão da "população" de foraminíferos das amostras, de modo a avaliar se a variação esperada na granulometria do sedimento dos depósitos de tsunami e dos depósitos de tempestade também se refletiria na variação da dimensão dos foraminíferos, presentes nestes depósitos.

A sua medição foi feita recorrendo a uma objectiva com régua, sob a ampliação de 50x, onde cada unidade do fio do retículo corresponde a 0,02mm.

Procedeu-se à medição de 10 foraminíferos aleatórios (nos respectivos segmentos de maior dimensão) em cada uma das amostras e à soma das medidas obtidas.

7 Lista Sistemática

7.1 Índice alfabético das espécies identificadas.

7.1.1 Foraminíferos

Acervulina mabahethi (Said, 1949); p. 30

Adelosina cliarensis (Heron-Allen & Earland, 1930); p. 27

Ammonia beccarii Linné, 1758; p. 30 e 49

Ammonia parkinsoniana (d'Orbigny, 1839); p. 30, 39, 40 e 49

Ammonia takanabensis (Ishizaki, 1948); p. 30

Ammonia tepida (Cushman, 1926); p. 30, 39, 40 e 49

Arenoparrella mexicana (Kornfeld, 1931); p. 25, 37, 38 e 48

Asterigerinata mamilla (Williamson, 1858); p. 28

Bolivina pseudoplicata (Heron-Allen & Earland, 1930); p. 32, 39, 40 e 49

Bolivina spathulata (Williamson, 1858); p. 32, 39, 40 e 49

Bulimina gibba (Fornasini, 1902); p. 29

Cancris auriculus (Fichtel & Moll, 1798); p. 28

Cassidulina carinata (Silvestri, 1896); p. 31

Cassidulina subglobosa (Brady, 1881); p. 32

Cibicides pseudoungerianus (Cushman, 1922)

Cibicidoides sp.; p. 28

Cornuspira involvens (Reuss, 1850); p. 26

Cushmanina sp.; p. 26

Discorbinella bertheloti (d'Orbigny, 1839); p. 28

Discorinopsis aguayoi (Bermudez, 1935); p.24, 37, 38 e 48

Elphidium aculeatum (d'Orbigny, 1846); p. 31, 39, 40 e 50

Elphidium advenum (Cushman, 1922); p. 31, 39, 40 e 50

Elphidium crispum (Linné, 1758); p. 31, 39, 40 e 50

Elphidium fichtelianum (d'Orbigny, 1846); p. 31

Elphidium gerthi (van Voorthuysen, 1957); p. 31

Elphidium gunteri Cole, 1931; p. 31

Elphidium oceanense (d'Orbigny in Fornasini, 1904); p. 31

Elphidium subarcticum Cushman, 1944; p. 31

Elphidium williamsoni Haynes, 1973; p. 31

Eoeponidella pulchella (Parker, 1952); p. 28, 37, 38 e 50

Eponides repandus (Fichtel & Moll, 1798); p. 28, 37, 38 e 50

Favulina hexagona (Williamson, 1848); p. 26

Fissurina claricurta McCulloch, 1977; p. 25

Fissurina marginata (Montagu, 1803); p. 25

Fissurina orbignyana Seguenza, 1862; p. 25

Gavelinopsis praegeri (Heron-Allen & Earland, 1913); p. 30

Glabratella margaritaceus (Earland, 1933); p. 28

Globulina gibba d'Orbigny, 1826; p. 25

Globulina myristiformis (Williamson, 1858); p. 25

Gypsina vesicularis (Parker & Jones, 1860); p. 30

Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798); p. 29, 37, 38 e 48

Haynesina germanica (Ehrenberg, 1840); p. 29, 37, 38 e 48

Jadammina macrescens (Brady, 1870); p. 25, 37, 38 e 48

Lepidodeuterammina ochracea (Williamson, 1858); p. 24

Lobatula lobatula (Walker & Jacob, em Kanmacher, 1798); p. 29, 37 a 40 e 49

Miliammina fusca (Brady, 1870); p. 24

Miliolinella striata (Chapman, 1916); p. 27

Miliolinella subrotunda (Montagu, 1808); p. 27

Nonionella bradii (Chapman, 1916); p. 29

Patellina corrugata Williamson, 1858; p. 26

Planorbulina mediterranensis d'Orbigny, 1826; p. 29, 39, 40 e 49

Pseudononion sp. 1 Debenay, 2012; p. 29

Pyrgo depressa (d'Orbigny, 1826); p. 27

Pyrgoella sp.; p. 27

Quinqueloculina bicornis (Walker & Jacob, 1798); p. 26

Quinqueloculina disparilis d'Orbigny, 1826; p. 26

Quinqueloculina lata (Terquem, 1876); p. 26

Quinqueloculina quinquecarinata Collins, 1958; p. 26

Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758); p. 27, 37, 38 e 49

Quinqueloculina tenagos (Parker, 1962); p. 27

Quinqueloculina venusta Karrer, 1868; p. 27

Rectuvigerina phlegeri (Le Calvez, 1959); p. 27

Rosalina bradyi (Cushman, 1915); p. 30

Rosalina floridana (Cushman, 1922); p. 30, 39, 40 e 50

Rosalina macropora (Hofker, 1951); p. 30

Spirillina grosseperforata Zheng, 1979; p. 26

Textularia sagittula Defrance, 1824; p. 24

Trifarina angulosa (Williamson, 1858); p. 31

Triloculina tricarinata d'Orbigny, 1826; p. 27

Trochammina inflata (Montagu, 1808); p. 25, 37, 38 e 48

7.1.2 Ostracodos

Aurila convexa (Baird, 1850); p. 33, 44, 45 e 52

Aurila woutersi (Horne, 1986); p. 33, 44, 45 e 52

Bradystoma bradyi (Sars, 1928); p. 35, 46, 47 e 54

Bythocythere intermedia Elofson, 1938; p. 33, 42, 43 e 51

Carinocythereis whitei (Baird, 1850); p. 35, 46, 47 e 54

Caudites calceolatus (O. G. Costa, 1853); p. 34, 44, 45 e 52

Costa runcinata (Baird, 1850); p. 35, 46, 47 e 54

Cyprideis torosa (Jones, 1850; p. 33, 42, 43 e 51

Cypridopsis vidua (O.F. Muller 1776); p. 32, 42, 43 e 50

Cytherois fischeri (Sars, 1866); p. 35, 46, 47 e 54

Hemicytherura cellulosa (Norman, 1865); p. 33, 42, 43 e 51

Hemicytherura videns (G. W. Müller, 1894); p. 33, 42, 43 e 52

Heterocypris salina (Brady, 1868); p. 32, 42, 43 e 51

Heterocythereis albomaculata (Baird, 1838); p. 34, 44, 45 e 52

Hiltermannicythere rubra (G. W. Müller, 1894); p. 35, 46, 47 e 55

Leptocythere levis (G. W. Müller, 1894); p. 34, 44, 45 e 53

Leptocythere porcellanea (Brady, 1869); p. 34, 44, 45 e 53

Leptocythere sp. 34, 44 e 45

Limnocythere inopinata (Baird, 1843) 34, 44, 45 e 53

Loxoconcha elliptica Brady, 1868; p. 34, 44, 45 e 53

Loxoconcha rhomboidea (Fischer, 1855); p. 34, 44, 45 e 53

Microcythere sp. 1; p. 34, 44 e 45

Microcythere sp. 2; p. 34, 44 e 45

Microxestoleberis nana G.W. Müller, 1894; p. 35, 46, 47 e 55

Neocytherideis subulata (Brady, 1868); p. 35, 44, 45 e 54

Neonesidea sp.; p. 32, 42 e 43

Paracytheridea depressa G. W. Müller, 1894; p. 35, 46, 47 e 54

Paracytheridea triquetra (Reuss, 1850); p. 35, 46, 47 e 54

Pontocythere elongata (Brady, 1868); p. 33, 42, 43 e 51

Sagmatocythere variesculpta (Ruggieri, 1962); p. 34, 44, 45 e 53

Sarscypridopsis aculeata (Costa, 1847); p. 32, 42, 43 e 51

Semicytherura quadridentata (Hartmann, 1953); p. 33, 42, 43 e 52

Semicytherura sp.; p. 33, 42 e 43

Semicytherura tela (Horne & Whittaker, 1980); p. 33, 44, 45 e 52

Urocythereis britannica Athersuch, 1977; p. 34, 44, 45 e 53

Xestoleberis rubens Whittaker, 1978; p. 35, 46, 47 e 55

Xestoleberis sp.; p. 35, 44 e 45

7.2 Sistemática:

7.2.1 Sistemática dos Foraminíferos

A sistemática dos foraminíferos segue as propostas de Sen Gupta (2002) e Debenay (2012).

Reino: PROTOCTISTA Margulis, 1990
Filo: GRANULORETICULOSA Lee, 1990
Classe: FORAMINIFERA d'Orbigny, 1826

Ordem: TEXTULARIIDA Delage & Herouard, 1896

Sub ordem: Textulariina Delage & Herouard, 1896
Super família: Eggerellacea Cushman, 1937
Família: Valvulamminidae Loeblich & Tappan, 1986
Género: *Discorinopsis* Cole, 1941
Discorinopsis aguayoi (Bermudez, 1935) – est. 1, fig. 1 e 2
1935 *Discorbis aguayoi* Bermudez, p. 204; est. 15, fig. 10-14.
2012 *Discorinopsis aguayoi* (Bermudez, 1935) – Debenay, p. 194

Super família: Textulariacea Ehrenberg, 1838
Família: Textulariidae Ehrenberg, 1838
Sub família: Subfamily Textulariinae Ehrenberg, 1838
Género: *Textularia* Defrance, 1824
Textularia sagittula Defrance, 1824
1824 *Textularia sagittula* Defrance, p. 177, est. 13, fig. 5.
1971 *Textularia sagittula* Defrance – Murray, p. 31, pl. 8, figs. 1-9.

Sub ordem: Trochamminina Saidova, 1981
Super família: Trochamminacea Schwager, 1877
Família: Trochamminidae Schwager, 1877
Sub família: Polystomammininae
Género: *Lepidodeuterammina* Brönnimann e Whittaker, 1983
Lepidodeuterammina ochracea (Williamson, 1858)
1858 *Rotalina ochracea* Williamson, p. 55, est. 4, fig. 112, est. 5, fig. 113
2001 *Lepidodeuterammina ochracea* (Williamson) – Debenay et al.: p. 86, est. 1, figs. 12-13

Ordem: LITUOLIDA Lankester, 1885

Sub ordem: Rzehakinina Saidova, 1981
Super família: Rzehakinacea Cushman, 1933
Família: Rzehakinidae Cushman, 1933
Sub família: Miliammininae Saidova, 1981
Género: *Miliammina* Heron-Allen & Earland, 1930
Miliammina fusca (Brady, 1870)
1870 *Quinqueloculina fusca* Brady, p. 286; est. 11, figs 2, 3.
2012 *Miliammina fusca* (Brady,1870) – Debenay, p. 86

Sub família: Trochammininae Schwager, 1877

Género: *Trochammina* Parker & Jones, 1859

Trochammina inflata (Montagu, 1808) – est. 1, fig. 3 e 4

1808 *Nautilus inflatus* Montagu, p. 81; est. 18, fig. 3.

2012 *Trochammina inflata* (Montagu, 1808) – Debenay, p. 101

Sub família Arenoparrellinae Saidova, 1981

Género: *Arenoparrella* Andersen, 1951

Arenoparrella mexicana (Kornfeld, 1931) – est. 1, fig. 5 e 6

1931 *Trochammina inflata* (Montagu) var. mexicana Kornfeld, p. 86; est. 13, fig. 5a- c.

2012 *Arenoparrella mexicana* (Kornfeld, 1931) – Debenay – p. 76

Sub família: Jadammininae Saidova, 1981

Género: *Jadammina* Bartenstein & Brand, 1938

Jadammina macrescens (Brady, 1870) – est. 1, fig. 7 e 8

1870 *Trochammina inflata* (Montagu) var. macrescens - Brady, p. 290; est. 11, fig. 5.

2012 *Jadammina macrescens* (Brady, 1870) – Debenay - p. 84

Ordem: LAGENIDA Lankester, 1885

Super família: Polymorphinacea d'Orbigny, 1839

Família: Polymorphinidae d'Orbigny, 1839

Sub família: Polymorphininae d'Orbigny, 1839

Género: *Globulina* d'Orbigny, 1839

Globulina gibba d'Orbigny, 1826

1826 *Globulina gibba* d'Orbigny, p. 266.

2012 *Globulina gibba* d'Orbigny – Debenay – p. 239

Globulina myristiformis (Williamson, 1858)

1858 *Polymorphina myristiformis* Williamson, p. 73; est. 6, figs 156-157.

2012 *Globulina myristiformis* (Williamson, 1858) – Debenay – p.240

Família: Ellipsolagenidae A. Silvestri, 1923

Sub família: Ellipsolageninae A. Silvestri, 1923

Género: *Fissurin*a Reuss, 1850

Fissurina claricurta McCulloch, 1977

1977 *Fissurina claricurta* McCulloch, p. 95, pl. 58, fig. 16.

1999 *Fissurina claricurta* McCulloch – Hayward, p. 229, est. 7, fig. 16

Fissurina marginata (Montagu, 1803)

1803 *Vermiculum marginatum* MONTAGU, p.524

1999 *Fissurina marginata* (Montagu, 1803) – Hayward, p. 229, est. Fig. 22-23

Fissurina orbignyana Seguenza, 1862

1862 *Fissurina orbignyana* SEGUENZA, p.66, est. I1, figs 19, 20;

1999 *Fissurina orbignyana* SEGUENZA – Hayward, p. 229, est. 7, fig. 24

Sub família: Oolininae Loeblich & Tappan, 1961

Género: *Cushmanina* R.W. Jones, 1984

Cushmanina sp.

Género: *Favulina* Patterson & Richardson, 1987 (in Loeblich & Tappan, 1988)

Favulina hexagona (Williamson, 1848)

1848 *Entosolenia squamosa* (Montagu) var. *hexagona* Williamson, p. 20; est. 2, fig. 23.
2012 *Favulina hexagona* (Williamson, 1848) – Debenay - p. 144

Ordem: CARTERINIDA Loeblich & Tappan, 1981

Família: Spirillinidae Reuss & Fritsch, 1861

Género: *Spirillina* Ehrenberg, 1843

Spirillina grosseperforata Zheng, 1979

1979 *Spirillina grosseperforata* Zheng, p. 222; est. 19, fig. 12.
2012 *Spirillina grosseperforata* Zheng, 1979 – Debenay, p. 232

Família: Patellinidae Rhumbler, 1906
Sub família: Subfamily Patellininae Rhumbler, 1906

Género: *Patellina* Williamson, 1858

Patellina corrugata Williamson, 1858

1858 *Patellina corrugata* Williamson, p. 46; est. 3, figs 86-89.
2012 *Patellina corrugata* – Williamson – Debenay, p. 206

Ordem: MILIOLIDA Lankester, 1885

Super família: Cornuspiracea Schultze, 1854
Família: Cornuspiridae Schultze, 1854
Sub família: Cornuspirinae Schultze, 1854

Género: *Cornuspira* Schultze, 1854

Cornuspira involvens (Reuss, 1850)

1850 *Operculina involvens* - Reuss, p. 370; est. 46, fig. 20.
2012 *Cornuspira involvens* (Reuss, 1850) – Debenay, p. 105

Super família: Miliolacea Ehrenberg, 1839
Família: Hauerinidae Schwager, 1876
Sub família: Hauerininae Schwager, 1876

Género: *Quinqueloculina* d'Orbigny, 1826

Quinqueloculina bicornis (Walker & Jacob, 1798)

1798 *Serpula bicornis* Walker & Jacob, p. 633; est. 14, fig. 2.
2012 *Quinqueloculina bicornis* (Walker & Jacob, 1798) – Debenay, p. 120

Quinqueloculina disparilis d'Orbigny, 1826

1826 *Quinqueloculina disparilis* d'Orbigny, p. 302; n° 21.
2012 *Quinqueloculina disparilis* d'Orbigny, 1826 – Debenay, p. 122

Quinqueloculina lata (Terquem, 1876)

1876 *Quinqueloculina lata* Terquem, p. 173, est. 11 fig. 8 a, b
1971 *Quinqueloculina lata* (Terquem) – Murray, p. 63, est. 23, figs. 1-3.

Quinqueloculina quinquecarinata Collins, 1958

1958 *Quinqueloculina quinquecarinata* Collins, p. 360; est. 2, fig. 8.

2012 *Quinqueloculina quinquecarinata* Collins, 1958 – Debenay, p. 125

Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758) – est. 1, fig. 9-11

1758 *Serpulum seminulum* Linnaeus, p. 76, sem estampa

2012 *Quinqueloculina seminula* (Linnaeus, 1758) – Debenay, p. 126

Quinqueloculina tenagos (Parker, 1962)

1953 *Quinqueloculina rhodiensis* Parker in Parker et al. 1953, p.12, p1.2, figs 15-17.

1999 *Quinqueloculina tenagos* (Parker, 1962) – Hayward, p. 225, est. 5, fig 14-15

Quinqueloculina venusta Karrer, 1868

1868 *Quinqueloculina venusta* Karrer, p. 147; est. 2, fig. 16.

2012 *Quinqueloculina venusta* Karrer, 1868 – Debenay, p. 128

Super família: Milioloidea Ehrenberg, 1839

Família: Cribrolinoididae Haynes, 1981

Género: *Adelosina* d'Orbigny, 1826

Adelosina cliarensis (Heron-Allen & Earland, 1930)

1930 *Miliolina cliarensis* Heron-Allen & Earland, p. 69, est. 3, fig. 26-31

2002 *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen & Earland, 1930) – Sen Gupta, p. 230, fig. 13.2

Sub família: Miliolinellinae Vella, 1957

Género: *Miliolinella* Wiesner, 1931

Miliolinella subrotunda (Montagu, 1808)

1808 *Vermiculum subrotundum* Montagu, p. 521; est. 1, fig. 4.

2012 *Miliolinella subrotunda* (Montagu, 1808) – Debenay, p. 110

Miliolinella striata (Chapman, 1916)

1916 *Miliolina subrotunda var. striata* Chapman 1916, p. 81, est. 1, fig. 3

2022 *Miliolinella striata* (Chapman, 1916). Hayward, B.W.; Le Coze, F.; Vachard, D.; Gross, O. World Foraminifera Database

Género: *Pyrgo* Defrance, 1824

Pyrgo depressa (d'Orbigny, 1826)

1826 *Biloculina depressa* d'Orbigny, p. 298.

2012 *Pyrgo depressa* (d'Orbigny, 1826) - Debenay, p. 117

Género: *Pyrgoella* Cushman & White, 1936

Pyrgoella sp.

Género: *Rectuvigerina* Mathews, 1945

Rectuvigerina phlegeri (Le Calvez, 1959)

1959 *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez, p. 363, est. 1, fig. 11

1995 *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez – Levy et al.: est. 7, fig. 8

Género: *Triloculina* d'Orbigny, 1826

Triloculina tricarinata d'Orbigny, 1826

1826 *Triloculina tricarinata* d'Orbigny, p. 299.

2012 *Triloculina tricarinata* d'Orbigny – Debenay, p. 138

Ordem: ROTALIIDA Lankester, 1885

Super família: Discorbacea Ehrenberg, 1838

Família: Bagginidae Cushman, 1927

Género: *Cancris* Montfort, 1808

Cancris auriculus (Fichtel & Moll, 1798)

1798 *Nautilus auricula* var. · Fichtel & Moll p. 108; est. 20, figs a-c.

2012 *Cancris auriculus* (Fichtel & Moll, 1798) – Debenay, p. 189

Família: Eponididae Hofker, 1951

Sub Família: Eponidinae Hofker, 1951

Género: *Eponides* de Montfort, 1808

Eponides repandus (Fichtel & Moll, 1798) - est. 1, fig. 12 e 13

1798 *Nautilus repandus* Fichtel & Moll, p. 35; est. 3, figs a-d.

2012 *Eponides repandus* (Fichtel & Moll, 1798) – Debenay, p. 196

Super família: Glabratellacea Loeblich & Tappan, 1964

Família: Glabratellidae Loeblich & Tappan, 1964

Género: *Glabratella* Dorreen, 1948

Glabratella margaritaceus (Earland, 1933)

1933 *Discorbis margaritaceus* Earland, p. 125; est. 4, figs 23-25.

2012 *Glabratella margaritaceus* (Earland, 1933) – Debenay, p.197

Super família: Discorbinellacea Sigal, 1952 (in Piveteau)

Família: Parrelloididae Hofker, 1956

Género: *Cibicidoides* Thalmann, 1939

Cibicidoides sp.

Família: Discorbinellidae Sigal, 1952 (in Piveteau)

Sub família: Discorbinellinae Sigal, 1952 (in Piveteau)

Género: *Discorbinella* Cushman & Martin, 1935

Discorbinella bertheloti (d'Orbigny, 1839)

1839b *Rosalina bertheloti* d'Orbigny, p. 135; est. 1, figs 28-30.

2012 *Discorbinella bertheloti* (d'Orbigny, 1839) – Debenay, p. 194

Super família: Asterigerinacea d'Orbigny, 1839

Família: Asterigerinatidae Reiss, 1963

Género: *Asterigerinata* Bermúdez, 1949

Asterigerinata mamilla (Williamson, 1858)

1858 *Rotalina mamilla* Williamson, est. 2, Fig. 10 – 11

1991 *Astigerinata mamilla* (Williamson) – Cimerman and Langer, p. 73, est. 82, figs. 1-4.

Género: *Eoeponidella* Wickenden, 1949

Eoeponidella pulchella (Parker, 1952) – est. 1, fig. 14 e 15

1952 *Pnineaella? pulchella* Parker, p. 420; est. 6, figs 18-20.

2012 *Eoeponidella pulchella* (Parker, 1952) – Debenay, p.195

Super família: Nonionacea Schultze, 1854

Família: Nonionidae Schultze, 1854

Sub família: Nonioninae Schultze, 1854

Género: *Nonionella* Cushman, 1926

Nonionella bradii (Chapman, 1916)
1916 *Nonionina scapha var. bradii* Chapman, est. V, figs. 4a-b
1994 *Nonionella bradyi* (Chapman) – Jones: est. 109, fig. 16

Super família: Buliminoidea Jones, 1875
Família: Buliminidae Jones, 1875
Género: *Bulimina* d'Orbigny, 1826
Bulimina gibba (Fornasini, 1902)
1902 *Bulimina gibba* Fornasini p. 378, figs. 32-34
1999 *Bulimina gibba* Fornasini – Hayward: pag. 232, est. 9, figs 8 e 9

Super família: Nonionacea Schultze, 1854
Família: Nonionidae Schultze, 1854
Sub família: Nonioninae Schultze, 1854
Género: *Haynesina* Banner & Culver, 1978
Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798) – est. 1, fig. 16
1798 *Nautilus depressulus* Walker & Jacob, p. 641; fig. 33.
2012 *Haynesina depressula* (Walker & Jacob, 1798) – Debenay, p. 222
Haynesina germanica (Ehrenberg, 1840) – est. 1, fig. 17
1840 *Nonionina germanica* Ehrenberg, p. 23
2009 Haynesina germanica (Ehrenberg, 1840) – Cearreta & Leori, p. 91, est. 1, fig. 3
Género: *Pseudononion* Asano, 1936
Pseudononion sp. 1 Debenay, 2012
2012 *Pseudononion* sp. 1 Debenay, p. 210

Super família: Planorbulinacea Schwager, 1877
Família: Cibicididae Cushman, 1927
Sub família: Cibicidinae Cushman, 1927
Género: *Cibicides* Montford, 1808
Cibicides pseudoungerianus (Cushman, 1922)
1922 *Truncatulina pseudoungeriana* Cushman, pag. 120, est. 20, fig. 9
1982a *Cibicides* cf. *ungerianus* (d'Orbigny) – Hayward, figs 6v-w.
Género: *Lobatula* Fleming, 1828
Lobatula lobatula (Walker & Jacob, em Kanmacher, 1798)-est.1, fig.18 e est.2 fig.19
1798 *Nautilus lobatulus* Walker & Jacob, em Kanmacher, p. 642; est. 14, fig. 36.
2012 *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob, em Kanmacher, 1798) – Debenay, p.201

Família: Planorbulinidae Schwager, 1877
Sub família: Planorbulinidae Schwager, 1877
Género: *Planorbulina* d'Orbigny, 1826
Planorbulina mediterranensis d'Orbigny, 1826 – est. 2, fig. 22 e 23
1826 *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny, p. 280, est. 14, figs. 4-6.
1971 *Planorbulina mediterranensis* d'Orbigny – Murray, p. 179, est, 75, figs. 1-6.

Super família: Acervulinacea Schultze, 1854
Família: Acervulinidae Schultze, 1854

Género: *Acervulina* Schultze, 1854

Acervulina mabahethi (Said, 1949)

1949 *Planorbulina mabahethi* Said, p. 44, est. 4, fig. 26.

2012 *Acervulina mabahethi* (Said, 1949) – Debenay, p. 234

Género: *Gypsina* Carter, 1877

Gypsina vesicularis (Parker & Jones, 1860)

1860 *Orbitolina vesicularis* Parker & Jones, p. 31

2012 *Gypsina vesicularis* (Parker & Jones, 1860) – Debenay, p. 241

Família: Rosalinidae Reiss, 1963

Género: *Gavelinopsis* Hofker, 1951

Gavelinopsis praegeri (Heron-Allen & Earland, 1913)

1913 *Discorbina praegeri* Heron-Allen & Earland, p. 122 est. 10 fig. 8-10

1999 *Gavelinopsis praegeri* (Heron-Allen & Earland, 1913) – Hayward, p. 235, est 10, fig. 16-18

Género: *Rosalina* d'Orbigny, 1826

Rosalina bradyi (Cushman, 1915)

1915 *Rosalina globularis* d'Orbigny var. brabyi Cushman, p. 12; est. 8, fig. 1.

2012 *Rosalina bradyi* (Cushman, 1915) – Debenay, p. 211

Rosalina floridana (Cushman, 1922) est. 2, fig. 24 e 25

1922a *Discorbis floridana* Cushman, p. 39; est. 5, figs 11, 12.

2012 *Rosalina floridana* (Cushman, 1922) – Debenay, p. 211

Rosalina macropora (Hofker, 1951)

1951 *Discopulvinulina macropora* Hofker, p. 460, figs. 312, 313

2018 *Rosalina macropora* (Hofker, 1951) – Elshanawany, p. 8, est. 2, fig. 11

Super família: Rotaliacea Ehrenberg, 1839

Família: Rotaliidae Ehrenberg, 1839

Sub família Pararotaliinae Reiss, 1963

Género: *Ammonia* Brünnich, 1772

Ammonia beccarii Linné, 1758

1758 *Ammonia beccarii* Linné, est. 2, Fig. 17 – 18

2018 *Ammonia beccarii* Linné, 1758 – Elshanawany, p. 10, est. 3, fig. 8-9

Ammonia parkinsoniana (d'Orbigny, 1839) – est. 2, fig. 26 e 27

1839 *Rosalina parkinsoniana* d'Orbigny, p. 99, est. 4, figs. 25-27.

1995 *Ammonia beccarii* (Linnaeus) var. parkinsoniana (d'Orbigny) – Pawlowsqi et al., p. 175, fig. 3 (6).

Ammonia takanabensis (Ishizaki, 1948)

1948 *Streblus takanabensis* Ishizaki, p. 57; est. 1, fig. 5.

2012 *Ammonia takanabensis* (Ishizaki, 1948) – Debenay, p. 185

Ammonia tepida (Cushman, 1926) – est. 2, fig. 28

1926b *Rotalia beccarii* (Linnaeus) var. tepida Cushman, p. 79; est. 1.

2012 *Ammonia tepida* (Cushman, 1926) – Debenay, p. 185, 186

Família: Elphidiidae Galloway, 1933

Sub família: Elphidiinae Galloway, 1933

Género: *Elphidium* Montfort, 1808

Elphidium aculeatum (d'Orbigny, 1846) – est. 2, fig. 29
1846 *Polystomella aculeata* d'Orbigny, p. 323, est. 6, fig. 27-28
2018 *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny, 1846) – Elshanawany, p. 10, est. 3, fig. 14
Elphidium advenum (Cushman, 1922) – est. 2, fig. 30
1922a *Polystomella advena* Cushman, p. 56; est. 9, figs 11-12.
2012 *Elphidium advenum* (Cushman, 1922) – Debenay, p. 218
Elphidium crispum (Linné, 1758) – est. 2, fig. 31
1758 *Nautilus crispus* Linnaeus, p. 709.
2012 *Elphidium crispum* (Linné, 1758) – Debenay, p. 219
Elphidium fichtelianum (d'Orbigny, 1846)
1846 *Polystomella fichtelianum* d'Orbigny, p. 125; est. 6, figs 7-8.
2012 *Elphidium fichtelianum* (d'Orbigny, 1846) – Debenay, p. 219
Elphidium gerthi (van Voorthuysen, 1957)
1957 *Elphidium gerthi* van Voorthuysen, p. 32, est. 23, figs. 12 a-b.
1971 *Elphidium gerthi* Van Voorthuysen – Murray: p. 160-161, est. 67, figs. 1-7
Elphidium gunteri Cole, 1931
1931 *Elphidium gunteri* Cole, p. 34; est. 4, figs 9, 10
2012 *Elphidium gunteri* Cole, 1931 – Debenay, p. 220
Elphidium oceanense (d'Orbigny in Fornasini, 1904)
1904 *Polystomella oceanensis* d'Orbigny in Fornasini, p. 13 est. 3 fig. 10
2016 *Elphidium oceanense* (d'Orbigny in Fornasini, 1904) – Darling, pag. 9, fig. 3, F - S3
Elphidium subarcticum Cushman, 1944
1944 *Elphidium subarcticum* Cushman, est. 14 e 15
1980 *Elphidium subarcticum* Cushman, 1944 – Poag, p. 65, est. 2, fig. 1 a 3
Elphidium williamsoni Haynes, 1973
1973 *Elphidium williamsoni* Haynes, p. 207, est. 24, fig. 7
2012 *Elphidium williamsoni* Haynes, 1973 – Debenay, p.221

Ordem: BULIMINIDA Fursenko, 1958

Super família: Buliminacea T.R. Jones, 1875
Família: Uvigerinidae Haeckel, 1894
Sub família: Angulogerininae Galloway, 1933
Género: *Trifarina* Cushman, 1923
Trifarina angulosa (Williamson, 1858)
1858 *Uvigerina angulosa* Williamson, est. 5, fig. 140
2012 *Trifarina angulosa* (Williamson, 1858) – Debenay, p. 182

Super família: Cassidulinacea, d'Orbigny, 1839
Familia: Cassidulinidae d'Orbigny, 1839
Sub família: Cassidulininae, d'Orbigny, 1839
Género: *Cassidulina* d'Orbigny, 1826
Cassidulina carinata (Silvestri, 1896)
1896 *Cassidulina laevigata* subsp. *carinata* Silvestri, est. II, fig. 10a-c
1999 *Cassidulina carinata*, Silvestri 1896 – Hayward, est. 8, fig. 23, 24
Género: *Globocassidulina* Voloshinova, 1960

Cassidulina subglobosa (Brady, 1881)
1881 *Cassidulina subglobosa* Brady, p. 60
2012 *Globocassidulina subglobosa* (Brady, 1881) – Debenay, p. 239

Super família: Bolivinacea Glaessner, 1937
Família: Bolivinidae Glaessner, 1937
Género: *Bolivina* d'Orbigny, 1839
Bolivina spathulata (Williamson, 1858) – est. 2, fig. 32
1858 *Textularia variabilis var. spathulata* Williamson, est.6, fig. 164,165
2012 *Bolivina spathulata* (Williamson, 1858) - Debenay, p. 171
Bolivina pseudoplicata (Heron-Allen & Earland, 1930) – est. 2, fig. 33
1930 *Bolivina pseudoplicata* Heron-Allen & Earland, est. 3, fig. 36-40
1999 *Bolivina pseudoplicata* Heron-Allen & Earland, 1930 – Hayward, est. 8, fig. 14, 15

7.2.2 Sistemática dos Ostracodos
A sistemática dos ostracodos segue as propostas de Horne et al. (2002) e de Cabral & Loureiro (2013):
Reino: ANIMALIA Linné, 1758
Filo: ARTHROPODA Siebold & Stannius, 1845
Sub filo CRUSTACEA Brünich, 1772
Classe: OSTRACODA Latreille, 1806
Sub classe: PODOCOPA Sars, 1866

Ordem: PODOCOPIDA Sars, 1866

Subordem Bairdiocopina Gründel, 1967
Superfamília Bairdioidea Sars, 1888
Família: Bairdiidae Sars, 1865
Género: *Neonesidea* Maddocks, 1969
Neonesidea sp. – est. 1, fig. 1

Subordem: Cypridocopina Jones, 1901
Superfamilia: Cypridoidea Baird, 1845
Família: Cyprididae Baird, 1845
Género: *Cypridopsis* Brady, 1867
Cypridopsis vidua (O.F. Muller 1776) – est. 1, fig. 2 e 3
1776 *Cypris vidua* O.F. Muller, p. 55, est. 4, fig. 7-9.
2017 *Cypridopsis vidua* O.F. Muller – Cabral et. al, p. 106, fig. 15-5
Género: *Heterocypris* Claus, 1892
Heterocypris salina (Brady, 1868) – est. 1, fig 4 e 5
1868 *Cypris salina* n. sp. Brady, p.155, est. 26, fig. 8-13
2017 *Heterocypris salina* Brady – Cabral et. al, p. 106, fig. 15-3
Género: *Sarscypridopsis* McKenzie, 1977
Sarscypridopsis aculeata (Costa, 1847) – est. 1, fig. 6 e 7
1847 *Cypris aculeata* n. sp. Costa, p. 11-12, est. 3, fig. 5
2017 *Sarscypridopsis aculeata* Costa – Cabral et. al, p. 106, fig. 15-6

Subordem: Cytherocopina Gründel, 1967
Superfamilia: Cytheroidea Baird, 1850
Família: Bythocytheridae Sars, 1866
Género: *Bythocythere* Sars, 1866
Bythocythere intermedia Elofson, 1938, est. 1, fig. 8
1938 *Bythocythere intermedia* n. sp. Elofson, p. 10, text-figs 14-21.
2013 *Bythocythere intermedia* Elofson – Cabral & Loureiro, p. 138, est. 1, fig. 8.

Família: Cytherideidae Sars, 1925
Género: *Cyprideis* Jones, 1857
Cyprideis torosa (Jones, 1850) – est. 1, fig. 9 - 12
1850 *Candona torosa* n. sp. Jones, p. 509, est. 3, fig. 6 a-e
2017 *Cyprideis torosa* Jones – Cabral et. al, p.106, fig. 15-1

Família: Cushmanideidae Puri, 1974
Género: *Pontocythere* Dubowsky, 1939
Pontocythere elongata (Brady, 1868) – est. 1, fig. 13
1868 *Cytheridea elongata* n. sp. Brady, p. 421, est. 28, figs 13-16, est. 40, fig. 6.
2013 *Pontocythere elongata* (Brady) – Cabral & Loureiro, p. 140, est. 1, fig. 13.

Família: Cytheruridae G.W. Müller, 1894
Género: *Hemicytherura* Elofson, 1941
Hemicytherura cellulosa (Norman, 1865) – est. 1, fig. 14 e 15
1865 *Cythere cellulosa* n. sp. Norman, 1865, p. 153, est. 5, fig. 17-20
2013 *Hemicytherura cellulosa* (Norman) – Cabral & Loureiro, p. 140, est. 2, fig. 10-11
Hemicytherura videns (G. W. Müller, 1894) – est. 1, fig. 16
1894 *Cytheropteron videns* n. sp. G. W. Müller, p.303, est.20, figs 2, 8, est.21, figs 15-16, 18.
2013 *Hemicytherura videns* (G. W. Müller) – Cabral & Loureiro, p. 140, est. 2, fig. 15.
Género: *Semicytherura* Wagner, 1957
Semicytherura quadridentata (Hartmann, 1953) – est. 1, fig. 17
1953 *Cytherura quadridentata* n. sp. Hartmann, p. 652, fig. 2.
2013 *Semicytherura quadridentata* (Hartmann) – Cabral & Loureiro, p. 143, est. 3, fig. 9.
Semicytherura sp. – est. 1, fig 18
Semicytherura tela (Horne & Whittaker, 1980) – est. 2, fig. 19
1980 *Semicytherura tela* Horne & Whittaker, p. 126, est. 7, fig. 1-3
2013 *Semicytherura tela* (Horne & Whittaker) – Cabral & Loureiro, p. 143, est. 3, fig. 17.

Família: Hemicytheridae Puri, 1953
Género: *Aurila* Pokorný, 1955
Aurila convexa (Baird, 1850) – est. 2, fig. 20
1850 *Cythere convexa* n. sp. Baird, p. 174, est. 21, fig. 3.
2013 *Aurila convexa* (Baird) – Cabral & Loureiro, p. 143, est. 4, fig. 4.
Aurila woutersi (Horne, 1986) – est. 2, fig. 21
1986 *Aurila woutersi* n. sp. Horne, p. 33-38.
2013 *Aurila woutersi* Horne – Cabral & Loureiro, p. 143, est. 4, fig. 5.
Género: *Caudites* Coryell & Fields, 1937

Caudites calceolatus (O. G. Costa, 1853) – est. 2, fig. 22

1853 *Cytherina calceolate* n. sp. O. G. Costa, p. 185, est. 16, fig. 14.

2013 *Caudites calceolatus* (O. G. Costa) – Cabral & Loureiro, p. 143, est. 4, fig. 6.

Género: *Heterocythereis* Elofson, 1941

Heterocythereis albomaculata (Baird, 1838) – est. 2, fig. 23

1838 *Cythere albo-maculata* n. sp. Baird, p. 142, est. 5, fig. 23.

2013 *Heterocythereis albomaculata* (Baird) – Cabral & Loureiro, p. 143, est. 4, fig. 10.

Género: *Urocythereis* Ruggieri, 1950

Urocythereis britannica Athersuch, 1977 – est. 2, fig. 24

1977 *Urocythereis britannica* n. sp. Athersuch, p. 255, est. 1, figs 4-6, est. 2, figs 1-6, est. 3, figs 1-6, est. 4, figs 1-5, text-figs 3a, b, 4a, e, g.

2013 *Urocythereis britannica* Athersuch – Cabral & Loureiro, p. 143, est. 4, fig. 11.

Família: Leptocytheridae Hanai, 1957

Género: *Leptocythere* Sars, 1928

Leptocythere levis (G. W. Müller, 1894) – est. 2, fig. 25

1894 *Cythere levis* n. sp. G. W. Müller, p. 357, est. 27, fig. 32, est. 28, figs 11-12.

1976 Leptocythere levis (G. W. Müller) – Bonaduce et al., p. 32, est. 17, figs 1-3.

Leptocythere porcellanea (Brady, 1869) – est. 2, fig. 26

1869 *Cythere porcellanea* n. sp. G.S. Brady, Est. 7, Fig. 1-4

2013 *Leptocythere porcellanea* (Brady) – Cabral & Loureiro, p. 143, est. 5, fig. 13-14.

Leptocythere sp. – est. 2, fig. 27

Família: Limnocytheridae Klie, 1938

Género: *Limnocythere* Brady, 1867

Limnocythere inopinata (Baird, 1843) – est. 2, fig. 28 29

1843 *Cythere inopinata* – Baird, p. 195, fig. a-e

2019 *Limnocythere inopinata* (Baird) – Cabral et. al, Apêndice B, fig, a

Família: Loxoconchidae Sars, 1925

Género: *Loxoconcha* Sars, 1866

Loxoconcha elliptica Brady, 1868 – est. 2, fig. 30

1868 *Loxoconcha elliptica* n. sp. Brady, p. 435, est. 27, figs 38-39, 45-48, est. 40, figs 3a-b.

2013 *Loxoconcha elliptica* Brady – Cabral & Loureiro, p. 145, est. 6, fig. 3.

Loxoconcha rhomboidea (Fischer, 1855) – est. 2, fig. 31 e 32

1855 *Cythere rhomboidea* n. sp. Fischer, p. 656.

2013 *Loxoconcha rhomboidea* (Fischer) – Cabral & Loureiro, p. 145, est. 6, fig. 5.

Género: *Sagmatocythere* Athersuch, 1976

Sagmatocythere variesculpta (Ruggieri, 1962) – est. 2, fig. 33

1962 *Loxoconcha variesculpta* n. sp. Ruggieri, p. 58, est. 17, figs 12, 13.

2013 *Sagmatocythere variesculpta* (Ruggieri) – Cabral & Loureiro, p. 149, est. 6, fig. 17.

Família: Microcytheridae Klie, 1938

Género: *Microcythere* G. W. Müller, 1894

Microcythere sp. 1 – est. 2, fig. 34

Microcythere sp. 2 – est. 2, fig. 35

Família: Neocytherideidae Puri, 1957

Género: *Neocytherideis* Puri, 1952

Neocytherideis subulata (Brady, 1868) – est. 2, fig. 36

1868 *Cytherideis subulata* n. sp. Brady, p. 125.
2013 *Neocytherideis subulata* (Brady) – Cabral & Loureiro, p. 147, est. 7, fig. 1.

Família: Paracytherideidae Puri, 1957

Género: *Paracytheridea* G.W. Müller, 1894

Paracytheridea depressa G. W. Müller, 1894 – est. 3, fig. 37 e 38

1894 *Paracytheridea depressa* n. sp. G. W. Müller, p. 341, est. 29, fig. 4.
2013 *Paracytheridea depressa* G. W. Müller – Cabral & Loureiro, p. 151, est. 7, fig. 5

Paracytheridea triquetra (Reuss, 1850) – est. 3, fig. 39

1850 *Cypridina triquetra* n. sp. Reuss, p. 82, est. 10, fig. 19.
2013 *Paracytheridea triquetra* (Reuss) – Cabral & Loureiro, p. 151, est. 7, fig. 6.

Família: Paradoxostomatidae Brady & Norman, 1889

Género: *Bradystoma* Schornikov & Keyser, 2004

Bradystoma bradyi (Sars, 1928) – est. 3, fig. 40

1928 *Paradoxostoma bradyi* n. sp. G.O. Sars, p. 526, est. 183, fig. 1
2013 *Bradystoma bradyi* (Sars, 1928) – Cabral & Loureiro, p.151, est. 7, fig. 8.

Género: *Cytherois* G. W. Müller, 1884

Cytherois fischeri (Sars, 1866) – est. 3, fig. 41

1866 *Paradoxostoma fischeri* n. sp. Sars, p. 96.
2013 *Cytherois fischeri* (Sars) – Cabral & Loureiro, p. 147, est. 7, fig. 10.

Família: Trachyleberididae Sylvester-Bradley, 1948

Género: *Carinocythereis* Ruggieri, 1956

Carinocythereis whitei (Baird, 1850) – est. 3, fig. 42

1850 *Cythereis whitei* n. sp. Baird, p. 175, est. 20, figs 3, 3a.
2013 *Carinocythereis whitei* (Baird) – Cabral & Loureiro, p. 149, est. 8, fig. 11.

Género: *Costa* Neviani, 1928

Costa runcinata (Baird, 1850) – est. 3, fig. 43

1850 *Cythereis runcinata* n. sp. Baird, p. 256, est. 18, figs. 7-9.
2013 *Costa runcinata* (Baird) – Cabral & Loureiro, p. 149, est. 8, fig. 13.

Género: *Hiltermannicythere* Bassiouni, 1970

Hiltermannicythere rubra (G. W. Müller, 1894) – est. 3, fig. 44

1894 *Cythereis rubra* n. sp. G. W. Müller, p. 372, est. 28, figs 21, 26, est. 31, figs 2-3.
2002 *Hiltermannicythere rubra* (G. W. Müller) – Mostafawi, p. 323, est. 2, fig. 4, est. 3, figs 1-2.

Família: Xestoleberididae Sars, 1928

Género: *Microxestoleberis* G.W. Müller, 1894

Microxestoleberis nana G.W. Müller, 1894 – est. 3, fig. 45

1894 *Microxestoleberis nana* n. sp. G. W. Müller, p. 339, est. 39, figs 1, 6, 7, 40-48.
2013 *Microxestoleberis nana* G. W. Müller – Cabral & Loureiro, p. 149, est. 9, fig. 1.

Género: *Xestoleberis* Sars, 1866

Xestoleberis rubens Whittaker, 1978– est. 3, fig. 46-48

1978 *Xestoleberis rubens* Whittaker, p. 36, est. 5, fig. 1-3
2013 *Xestoleberis rubens* Whittaker – Cabral & Loureiro, p. 149, est. 9, fig. 7.

Xestoleberis sp. – est. 3, fig. 49-51

7.3 Estampas:

7.3.1 Estampas foraminíferos:

Os foraminíferos representados nas estampas representam mais de 5% da "população", pelo menos numa das amostras analisadas.

Legenda:

FV – Face ventral

FD – Face dorsal

J – Juvenil

Escala: 100 μm, excepto quando indicado.

1 – *Discorinopsis aguayoi*, FV, ALM T5 26-27cm

2 – *Discorinopsis aguayoi*, FD, ALM T5 26-27cm, escala 50µm

3 – *Trochammina inflata*, FV ALM T5 30-31cm

4 – *Trochammina inflata*, FD, ALM T5 30-31cm, escala 50µm

5 – *Arenoparrella mexicana*, FV, ALM T5 8cm, escala 50µm

6 – *Arenoparrella mexicana*, FD, ALM T5 8cm

7 – *Jadammina macrescens*, ALM T5 30-31cm, escala 10µm

8 – *Jadammina macrescens*, MART21 T2 15-16cm

9 – *Quinqueloculina seminulum*, com marcas de remobilização e transporte, várias câmaras fracturadas, MART21 T2 34-35cm

10 – *Quinqueloculina seminulum*, detalhe da superfície de 7, com marcas de remobilização e transporte, MART21 T2 34-35cm, escala 10µm

11 – *Quinqueloculina seminulum*, J, ALM T5 21-22cm, juvenil, sem marcas de remobilização e transporte, escala 10µm

12 – *Eponides repandus*, FV, MART21 T1 38-39cm, com marcas de remobilização e transporte

13 – *Eponides repandus*, FD, MART21 T1 38-39cm, com marcas de remobilização e transporte, últimas câmaras em falta

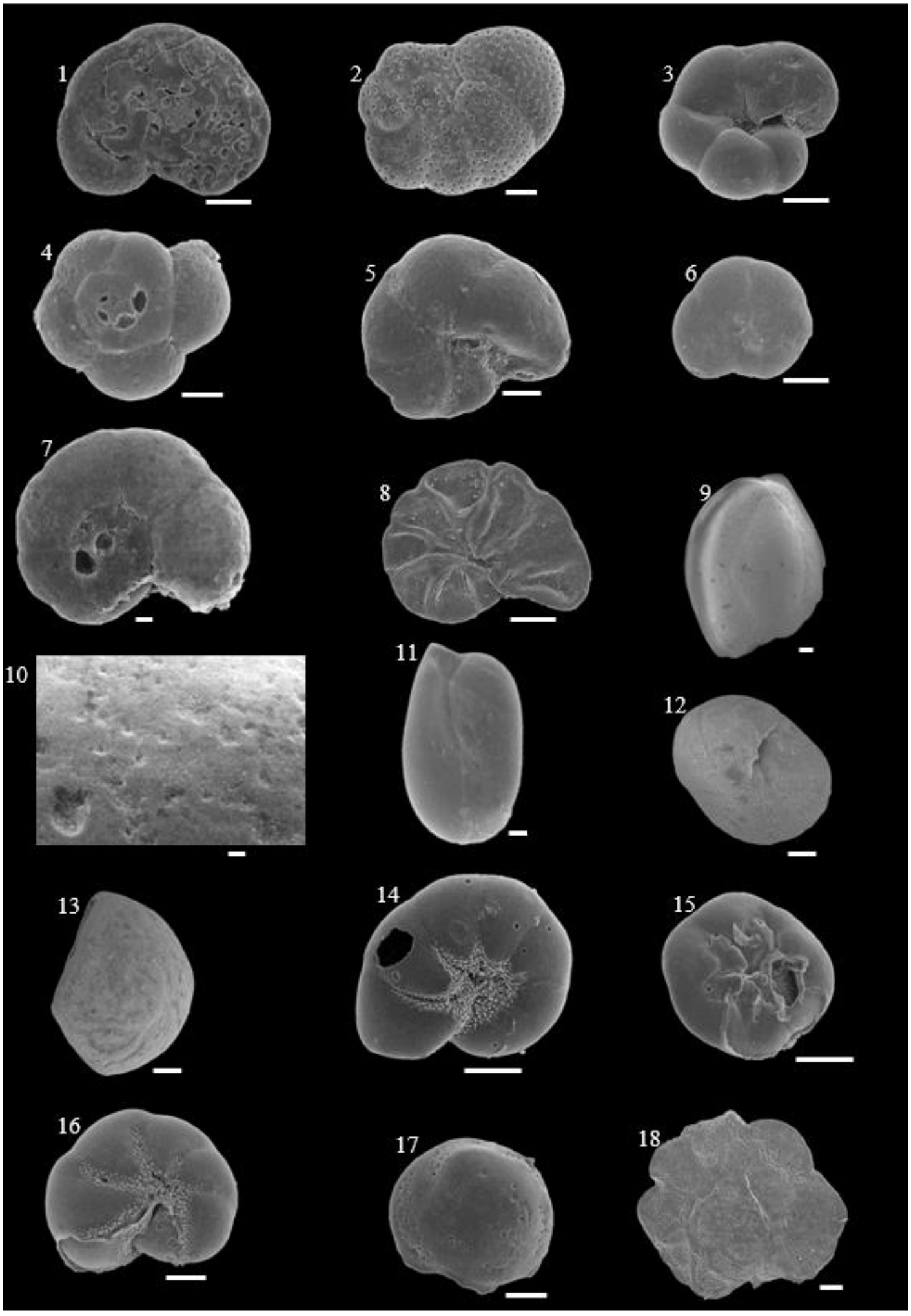
14 – *Eoeponidella pulchella*, FD, ALM T5 8cm, escala 50µm,

15 – *Eoeponidella pulchella*, FV, ALM T5 26-27cm, escala 50µm

16 – *Haynesina depressula*, MART21 T2 55-56cm, escala 50µm

17 – *Haynesina germanica*, AMT T5 30-31cm, escala 50µm

18 – *Lobatula lobatula*, FD, MART21 T1 25-26cm


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

19 – *Lobatula lobatula*, FV, MART21 S1 56-58cm

20 – *Cibicides* cf. *pseudolobatulus*, FV, MART21 T1 34-35cm

21 – *Cibicides* cf. *pseudolobatulus*, FD, MART21 T1 34-35cm

22 – *Planorbulina mediterranensis*, FD, ALM T5 26-27cm, pouco remobilizada

23 – *Planorbulina mediterranensis*, FD, ALM T5 26-27cm, com várias câmaras em falta, marcas evidentes de remobilização e transporte

24 – *Rosalina floridana*, FD, MART21 T2 42-43cm, escala 50µm

25 – *Rosalina floridana*, FV, MART21 T2 28-29cm, escala 10µm

26 – *Ammonia parkinsoniana*, FD, ALM T5 30-31cm

27 –Ammonia parkinsoniana, FV, ALM T5 30-31cm, escala 50µm

28 – *Ammonia tepida*, FV, ALM T5 30-31cm

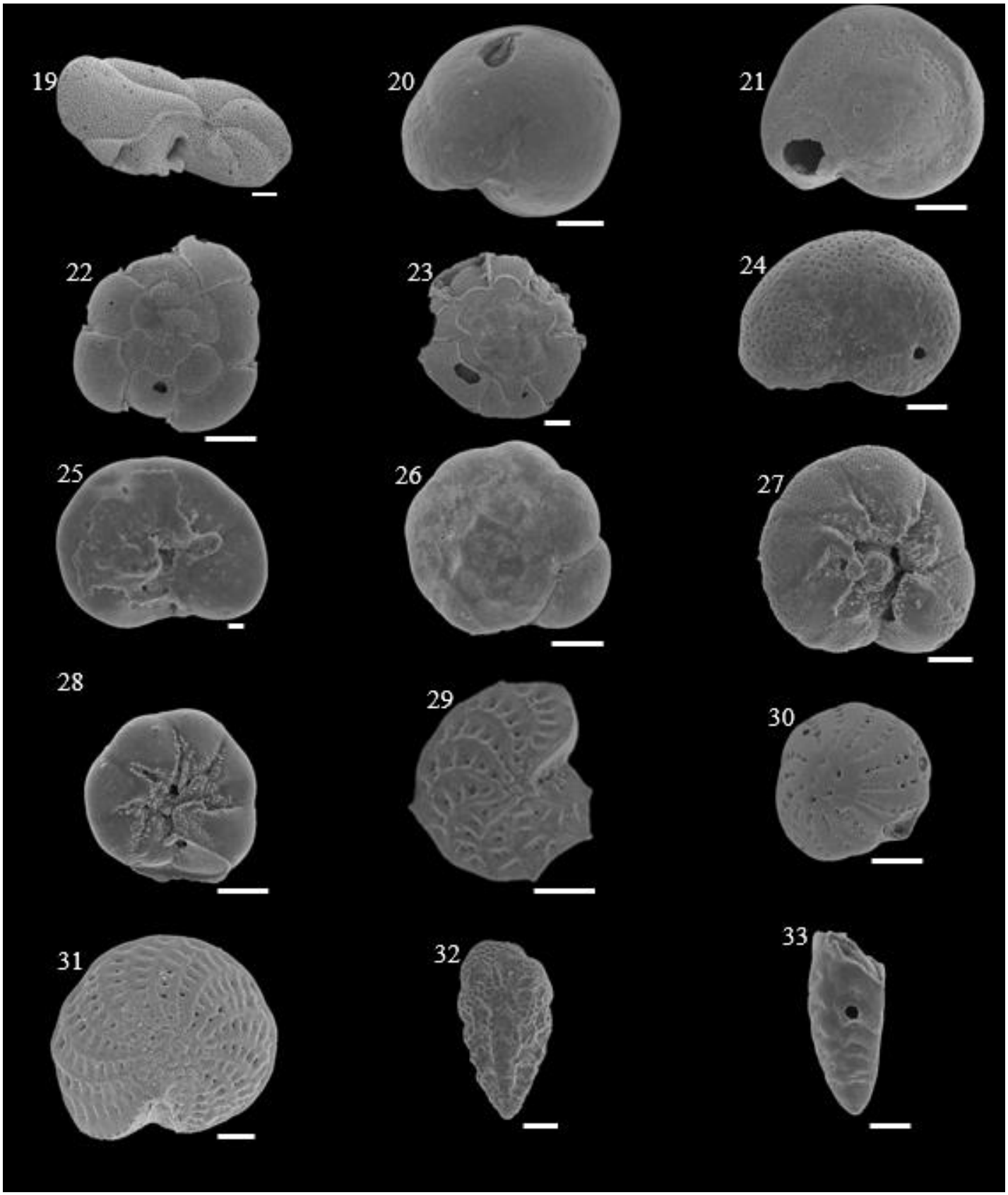
29 – *Elphidium aculeatum*, MART21 T2 15-16cm

30 – *Elphidium advenum*, MART21 T1 11-12cm

31 – *Elphidium crispum*, MART21 T2 37-38cm

32 – *Bolivina pseudoplicata*, J, MART21 T1 34-35cm, escala 50µm

33 – *Bolivina spathulata*, J, ALM T5 24-25cm, escala 50µm


19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

7.3.2 Estampas ostracodos

Os ostracodos representados nas estampas representam todos os géneros e espécies identificados neste trabalho.

Legenda:

VLVD – Vista lateral da valva direita

VLVE – Vista lateral da valva esquerda

VIVD – Vista interna da valva direita

VLD – Carapaça, Vista lateral direita

VLE – Carapaça, Vista lateral esquerda

VD – Carapaça, Vista dorsal

f – Fêmea

J – Juvenil

m – Macho

Escala: 100 μm excepto quando indicado.

1 – *Neonesidea* sp. VLVD, J, ALM T5 26-27cm

2 – *Cypridopsis vidua* VLD, ALM T1 6cm

3 – *Cypridopsis vidua* VLVE, ALM T5 8cm

4 – *Heterocypris salina* VLVD, J, ALM T5 8cm

5 – *Heterocypris salina* VLVD, ALM T5 30-31cm

6 – *Sarscypridopsis aculeata* VLD, ALM T1 6cm

7 – *Sarscypridopsis aculeata* VLE, ALM T5 8cm

8 – *Bythocythere intermedia* VLVE, f, MART21 T2 29-30cm

9 – *Cyprideis torosa* VLD, m, ALM T1 6cm

10 – *Cyprideis torosa* VLD, m, ALM T1 6cm, detalhe de 9, poro em crivo irregular, escala 10µm

11 – *Cyprideis torosa* VLVD, J, ALM T5 21-22cm

12 – *Cyprideis torosa* VLVD, ALM T5 21-22cm, detalhe de 11, poro em crivo alongado, escala 10µm

13 – *Pontocythere elongata* VLVD, J, ALM T5 26-27cm

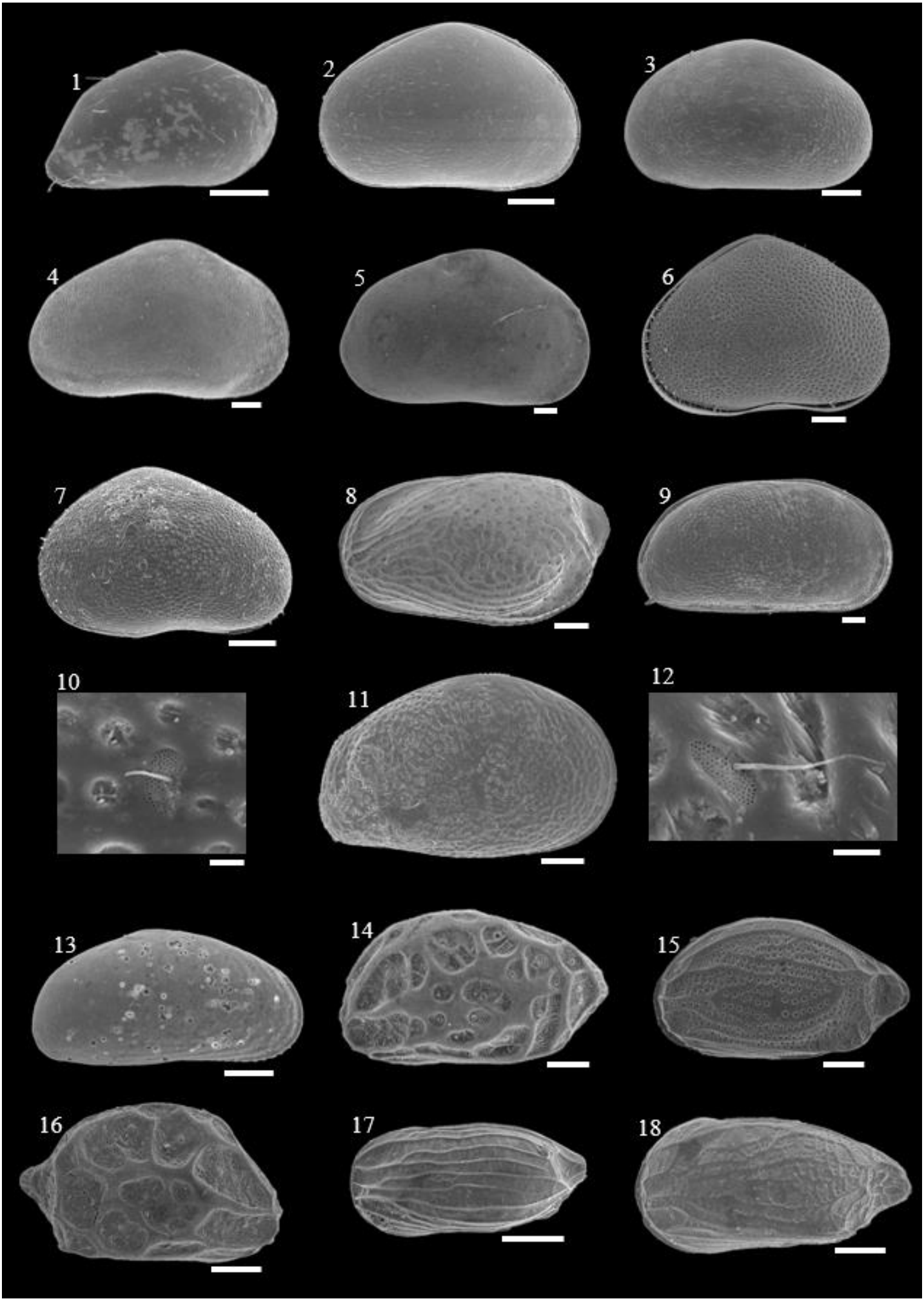
14 – *Hemicytherura cellulosa* VLE, ALM T5 26-27cm, escala 50µm

15 – *Hemicytherura cellulosa*? VLVE, J, MART 21 T1 66-67cm, escala 50µm

16 – *Hemicytherura videns* VLVD, f, MART21 T2 28-29cm, escala 50µm

17 – *Semicytherura quadridentata* VLVE, ALM T5 26-27cm

18 – *Semicytherura* sp., VLVE, J, MART21 T2 55-56cm escala 50µm


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

19 – *Semicytherura tela*, VLD, ALM T5 26-27cm, escala 50µm

20 – *Aurila convexa* VLD, MART21 T1 60-62cm

21 – *Aurila woutersi* VLD, MART21 T1 39-41cm

22 – *Caudites calceolatus* VLVE, J, ALM T5 26-27cm

23 – *Heterocythereis albomaculata* VLVD, m, MART21 T1 58-60cm

24 – *Urocythereis britannica*, J, VLVE, ALM T5 26-27cm

25 – *Leptocythere levis* VLD, f, MART21 T1 60-62

26 – *Leptocythere porcellanea* VLD, f, ALM T5 24-25cm

27 – *Leptocythere* sp. VLVD, f, ALM T5 26-27cm

28 – *Limnocythere inopinata* VLD, f, ALM T5 12cm

29 – *Limnocythere inopinata* VLVD, J, ALM T5 12cm

30 – *Loxoconcha elliptica*, f, VLVE, ALM T5 26-27cm

31 – *Loxoconcha rhomboidea* VLVD, f, MART21 T1 60-62cm

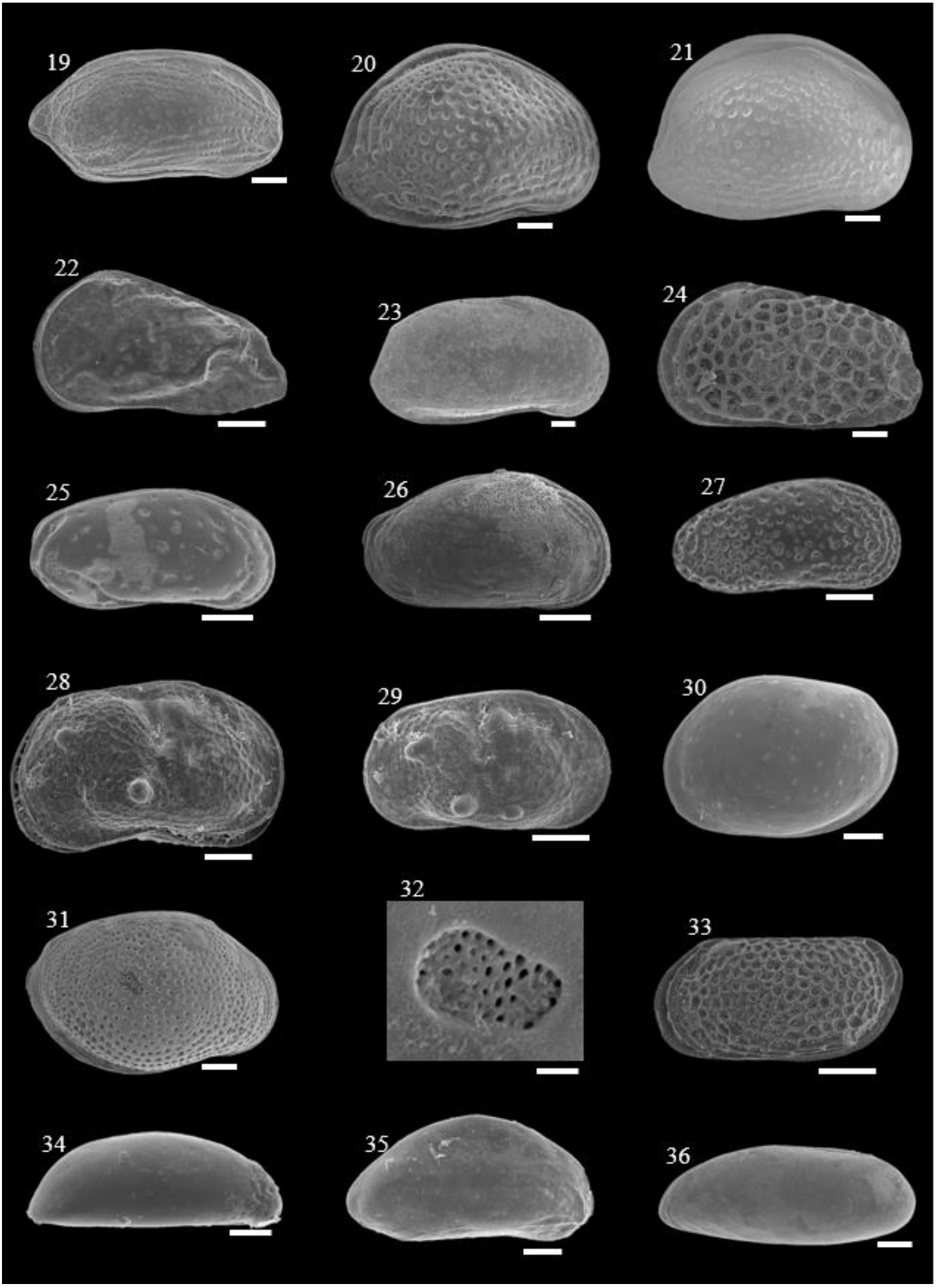
32 – *Loxoconcha rhomboidea* VLVD, f, MART21 T1 60-62cm, detalhe de 31, poro em crivo, escala 5µm

33 – *Sagmatocythere variesculpta* VLE, m, ALM T 26-27cm

34 – *Microcythere*? sp.1 VLD, ALM T5 26-27cm, escala 50µm

35 – *Microcythere*? sp.2 VLVD, ALM T5 26-27cm

36 – *Neocytherideis subulata* VLE, MART 21 T1 60-62cm


19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36

37 – *Paracytheridea depressa* VLD, f?, MART21 T1 60-62cm

38 – *Paracytheridea depressa* VLVE, m?, MART21 T2 29-30cm

39 – *Paracytheridea triquetra* VLVE, ALM T5 26-27cm

40 – *Bradystoma bradyi* VLVD, MART21 T1 60-62cm

41 – *Cytherois fischeri* VLVE, ALM T5 26-27cm

42 – *Carinocytheres whitei*, J, VLVD, ALM T5 26-27cm

43 – *Costa runcinata* VLVD, J, ALM T5 26-27cm

44 – *Hiltermannicythere rubra* VLD, MART21 T1 60-62cm

45 – *Microxestoleberis nana*? VLVD, ALM T5 26-27cm

46 – *Xestoleberis rubens* VLE, f, MART21 T1 60-62cm

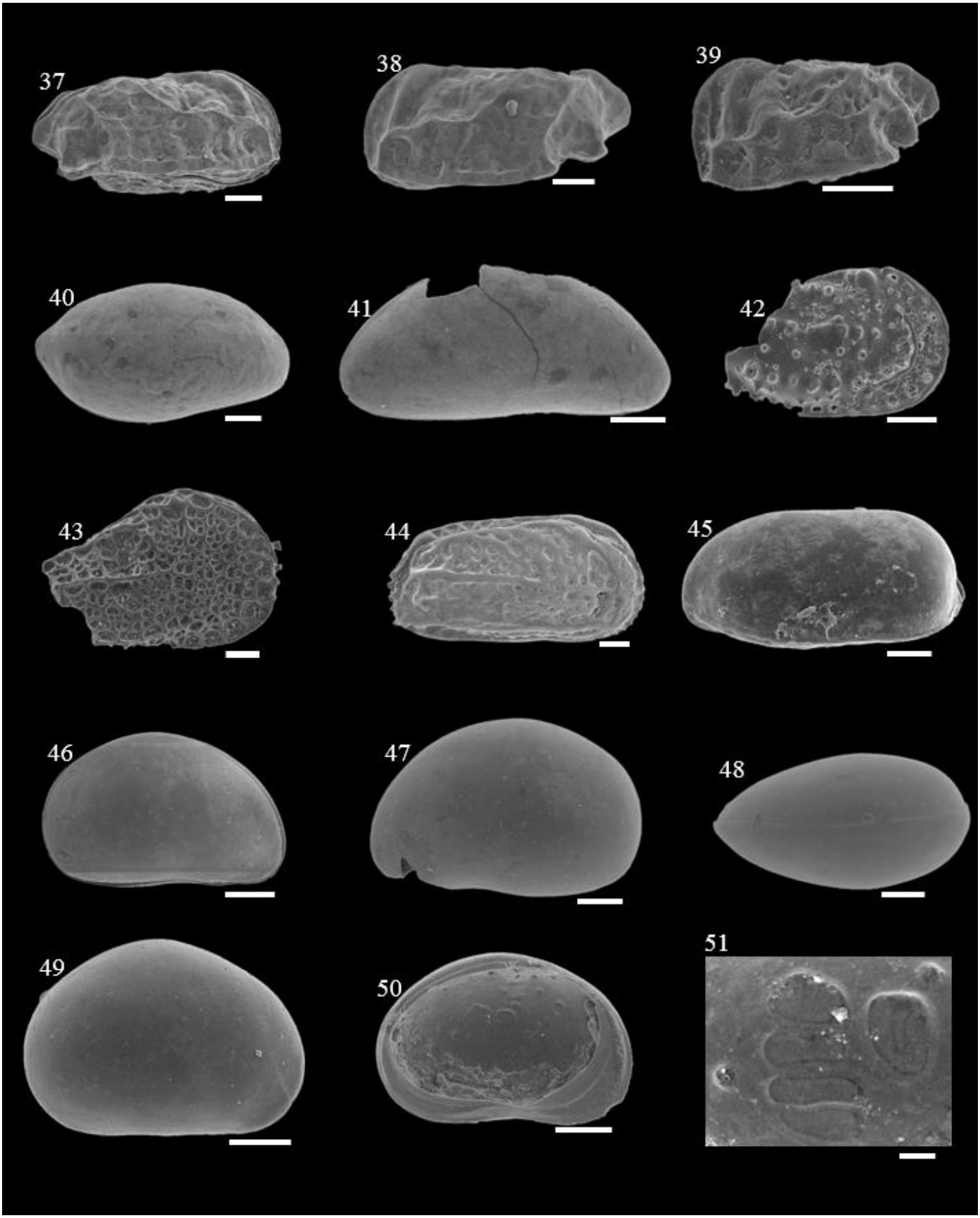
47 – *Xestoleberis rubens* VLVE, f, MART21 T2 42-43cm

48 – *Xestoleberis rubens* VD, f, MART21 T2 29-30cm

49 – *Xestoleberis* sp. VLVD, J, MART21 T1 31-32cm, escala 50µm

50 – *Xestoleberis* sp. VLVE, MART21 T1 31-32cm, escala 50µm

51 – *Xestoleberis* sp. VLVE, MART21 T1 31-32cm, detalhe de 50, cicatrizes musculares, escala 10µm


37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

8 Ecologia das espécies

8.1 Foraminíferos

Ecologia das espécies de foraminíferos que representam mais de 5% da "população", pelo menos numa das amostras.

Ammonia parkinsoniana (d'Orbigny, 1839)

Hayward et al. (1999) referem-na como uma espécie de águas com salinidade normal e tépida, presente quer no fundo dos estuários, quer na zona subtidal a intertidal. Segundo Murray (2014), trata-se de uma espécie eurihalina e euritérmica, característica de lagunas e sapais. Pode ocorrer em associação com Miliammina fusca no baixo sapal, sobre substrato silto-argiloso, rico em matéria orgânica vegetal.

Ammonia tepida (Cushman, 1926)

Segundo Debenay et al. (1998) difere de A. beccarii, a nível ecológico, por se encontrar predominantemente em águas salobras, enquanto que A. beccarii ocorre em águas com salinidades normais. Fatela et al. (2016) referem-na como característica de sapal, nomeadamente nos sapais atuais do Tejo e do Mira, quando a água intersticial do sedimento é polihalina a hipersalina, sendo menos comum com baixa salinidade.

Arenoparrella mexicana (Kornfeld, 1931)

Ruiz et al. (2008) referem esta espécie no sistema lagunar do Cispatá, no rio Sinú, na zona caribenha da Colômbia. Debenay (2012) descreve-a como espécie eurihalina presente em sapais e mangais, a baixas profundidades.

Bolivina pseudoplicata (Heron-Allen & Earland, 1930)

Lewis (1979) refere-a como uma espécie de plataforma continental, podendo ser encontrada a maior profundidade, já na parte superior do talude. Bernhard (1986) considera que vive predominantemente em ambientes com baixa concentração de oxigénio dissolvido e Hayward et al. (1999) como uma espécie marinha de águas calmas, também presente em baías profundas, associada a sedimento fino.

Bolivina spathulata (Williamson, 1858)

Barmawidjaja et al. (1992) consideram-na potencialmente endobentónica. Hayward et al. (1999) referem-na como espécie francamente marinha, de plataforma continental, mais comum em zonas abrigadas, mas também ocorre em zonas expostas. Debenay (2012) refere-a em profundidades de 20 m a 40 m. Segundo Mendes et al. (2004) ocorre associada a vasa arenosa com bioclastos e a vasa com cascalho na foz do Rio Guadiana, na plataforma média a externa do Algarve, até profundidades abaixo de 95 m. Fontanier et al. (2003) e Diz & Francés (2008) consideram-na uma espécie de alta resiliência e capacidade adaptativa, que prolifera em ambientes com alto teor de oxigénio dissolvido e grande qualidade de alimento. Mendes et al. (2004, 2012) não encontram qualquer relação entre a sua distribuição e o tipo de substrato.

Cibicides pseudoungerianus (Cushman, 1922)

Segundo Hayward et al (1999), Debenay (2012) e Murray (2014), trata-se de uma espécie margino marinha de salinidade normal, que ocorre também em zonas estuarinas. Pode ocorrer até profundidades superiores a 120 m, associado a substrato arenoso. Segundo Tentugal (2014), esta

espécie é dominante entre 17 m e 99 m nas amostras analisadas pela autora, e está associada a sedimento com percentagens de areia entre 80% a 95%.

Discorinopsis aguayoi (Bermudez, 1935)
Debenay (2012) refere-a como espécie eurihalina de baixas profundidades, presente em sapais e lagunas costeiras.

Elphidium crispum (Linné, 1758)

Debenay (2012) regista esta espécie em ambiente lagunar, entre 0 m e 40 m de profundidade, mas também ocorre em poças intertidais. Murray (2014) refere-a como uma espécie marinha de salinidade normal, presente a profundidades entre 0 m e 25 m, associada a algas e a sedimento arenoso, sob temperatura de 8ºC a 18°C. Tentugal (2014) considera que esta espécie tem preferência por substratos cascalhentos, com baixo teor de finos, baixo teor de matéria orgânica total e densidade faunística (foraminíferos) reduzida.

Elphidium aculeatum (d'Orbigny, 1846)

Hayward et al. (1999) encontra-a como espécie dominante em águas salobras, mas presente também em zonas estuarinas e em baías calmas; existe em grande número na zona intertidal e menos abundante na zona subtidal. Murray (2014) refere-a como uma espécie eurihalina e euritérmica comum, presente na plataforma continental, em zonas estuarinas, lagunas e sapais.

Elphidium advenum (Cushman, 1922)

Debenay (2012) regista esta espécie em ambiente lagunar, até 30 m de profundidade. Murray (2014) refere-a como espécie marinha comum, eurihalina e euritérmica, desde os ambientes de estuários aos de plataforma continental, entre 0 m e 150 m de profundidade.

Eoeponidella pulchella (Parker, 1952)

Murray (2014) considera-a uma espécie marinha de salinidade normal a hipersalina, que ocorre com uma grande distribuição espacial, ao longo da plataforma e do talude continental.

Eponides repandus (Fichtel & Moll, 1798)

Segundo Hayward et al. (1999) é uma espécie francamente marinha que ocorre geralmente em número reduzido na plataforma interior a média. Debenay (2012) regista-a como espécie marinha abaixo de 30 m de profundidade. Murray (2014) refere-a também como espécie marinha, de salinidade normal, que pode viver, quer na plataforma, quer no talude continental, a grande profundidade.

Haynesina depressula (Walker & Jacob, 1798)

Lewis (1979) afirma que pode viver até 75m de profundidade e Hoskins (1978) refere que as suas carapaças podem sofrer transporte post-mortem para profundidades superiores. Hayward et al. (1999) encontram-na predominantemente em locais protegidos como portos e baías internas, a profundidades entre 0 m e 20 m, podendo ocorrer em número reduzido sob condições francamente marinhas. Debenay (2012) refere a espécie como presente em lagunas e baías costeiras.

Haynesina germanica (Ehrenberg, 1840)

Murray (2014) associa esta espécie a ambientes de águas muito salobras, com vários tipos de substratos, da zona intertidal; ocorre sobretudo no baixo sapal juntamente com Spartina spp. Fatela et al. (2016) registam-na em condições eurihalinas, nos estuários e nos sapais do Mira e do Tejo. A sua população tende a aumentar em condições hipersalinas e a diminuir em condições hiposalinas.

Jadammina macrescens (Brady, 1870)

Espécie que ocorre frequentemente associada T. inflata, sob as mesmas condições ambientais, característica portanto de alto sapal, eurihalina e euritérmica, com preferência para substratos argilo-siltíticos, ricos em matéria orgânica vegetal (Murray, 2014).

Lobatula lobatula (Walker & Jacob, em Kanmacher, 1798)

Segundo Debenay (2012), vive fixa em algas, entre 30 m e 100 m de profundidade. Para Murray (2014), trata-se de uma espécie marinha de salinidade normal, podendo ser encontrada também em zonas estuarinas; ocorre desde baixas profundidades até -900 m (provavelmente após transporte) e pode ocorrer associada, tanto a substrato fino, como arenoso e cascalho. Tentugal (2014) descreve a espécie como comum a abundante, desde baixas profundidades até à plataforma média.

Planorbulina mediterranensis d'Orbigny, 1826

Espécie marinha de plataforma interna, entre 10 m e 60 m de profundidade; presente também na desembocadura dos estuários (Murray,1971). Modo de vida séssil, fixa pelo lado espiral a substratos rochosos e a algas, em zonas sob influência do movimento das marés.

Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)

Hayward *et al*. (1999), Debenay (2012), Tentugal (2014) e Murray (2014) registam esta espécie como abundante em vários ambientes, com preferência para sedimento arenoso com baixa quantidade de finos, em lagunas costeiras, sapais, estuários, baías, praias e na plataforma continental. Comum em águas de salinidade normal e tépida.

Rosalina floridana (Cushman, 1922)

Debenay (2012) refere-a como uma espécie lagunar, até 30m de profundidade. Segundo Murray (2014), trata-se de uma espécie marinha de salinidade normal, comum na plataforma e no talude continental, associada geralmente a substrato arenoso.

Trochammina inflata (Montagu, 1808)

Segundo Hayward *et al*. (1999) é uma espécie comum a abundante em sapais, zonas estuarinas e portos com salinidade elevada. Pode representar mais de 80% da "população" de foraminíferos nos sedimentos sujeitos a submersão pelas preias mar de águas vivas. Debenay (2012) refere-a comum a dominante nas zonas de alto sapal, mangal e lagunas costeiras com abundância de matéria orgânica. Murray (2014) considera-a característica de águas salobras, eurihalina e euritérmica, de grande resiliência quanto aos fatores ambientais, sendo característica de ambientes de sapal ocorre em toda a zona intertidal, mas predomina no alto sapal, em conjunto com *J. macrescens*. Pode ser encontrada fora do seu habitat e a maiores profundidades devido a transporte *post mortem*. Ocorre associada a sedimentos argilo-siltíticos, com grande quantidade de matéria orgânica vegetal.

8.2 Ostracodos

Referem-se apenas algumas características ecológicas dos ostracodos determinados, neste trabalho, até à espécie.

Aurila convexa (Baird, 1850)

Wagner (1957) e Yassini (1969) descrevem-na como espécie marinha litoral, até 50 m de profundidade, euritérmica e eurihalina. Ciampo (1976) descreve-a como marinha litoral, até -100 m e Lachenal (1989) regista-a em vários tipos de habitats. Athersuch (1979) e Athersuch et al. (1989) referem-na como marinha litoral, associada a substratos arenosos e algas. Nachite et al. (2008) encontram-a em todo o sistema litoral. Loureiro (2008) refere a sua presença no estuário do Mira, no

raso de maré, em amostras de Outono e Primavera. Cabral & Loureiro (2013) referem-na na plataforma e no talude continental, em vários estuários, em poças do intertidal e em sedimentos holocénicos de várias zonas margino-marinhas de Portugal.

Aurila woutersi Horne, 1986

Athersuch et al. (1989) e Nachite et al. (2008) descrevem-na como espécie marinha litoral a sublitoral, fital de baixa profundidade. Loureiro (2008) encontra-a no raso de maré do rio Mira. Cabral & Loureiro (2013) referem a sua presença nos estuários do Lima e Mira, em sedimentos holocénicos do estuário do Tejo, em Lisboa, e da laguna da Pederneira.

Bradystoma bradyi (Sars, 1928)

Horne & Whittaker (1985) e Athersuch et al. (1989) descrevem-na como espécie marinha litoral a sub-litoral de baixa profundidade, associada a algas. Schornikov & Keyser (2004) descrevem-na como marinha de águas temperadas subtropicais do NE do Atlântico. Cabral & Loureiro (2013) registam a sua presença da espécie nos estuários do Lima, do Mira e em sedimentos holocénicos do estuário do Tejo, em Lisboa.

Bythocythere intermedia Elofson, 1938

Athersuch et al. (1983) descreven-na como espécie marinha infralitoral. Athersuch et al. (1989) como espécie marinha infralitoral. Loureiro (2008) e Cabral & Loureiro (2013) referem a espécie no estuário do Rio Mira e em sedimentos holocénicos do estuário do Tejo, em Lisboa.

Carinocythereis whitei (Baird, 1850)

Bonaduce et al. (1976) descrevem-na como marinha, até 71 m de profundidade, associada a substratos de areia fina a média. Athersuch et al. (1989) como marinha sub-litoral, de fundos arenosos e siltosos, entre -2 m e -60 m. Cabral & Loureiro (2013) referem a sua presença na plataforma e no talude continental português, na foz do Lima e do Mira e nos sedimentos holocénicos de Lisboa, Melides, Pederneira e Santo André.

Caudites calceolatus (O. G. Costa, 1853)

Bonadude et al. (1976), tal como Ducasse & Cahuzac (1997) referem-na como espécie marinha, infra a circalitoral. Ciampo (1976) considera-a marinha, presente até -100 m. Lachenal (1989) classifica esta espécie como marinha costeira. Cabral & Loureiro (2013) referem a sua presença na plataforma continental, nos estuários do Lima e do Mira e em sedimentos do Holocénico no Tejo, em Lisboa, e na laguna da Pederneira.

Costa runcinata (Baird, 1850)

Athersuch et al. (1989) consideram-na uma espécie marinha sublitoral, que pode ser encontrada entre 20 m e 40 m de profundidade, associada geralmente a substratos siltosos. Cabral & Loureiro (2013) referem a sua presença desde o talude continental até ao estuário do Mira e em sedimentos holocénicos de várias zonas margino-marinhas de Portugal. Barata (2021) encontra esta espécie na plataforma continental algarvia a profundidades entre 28m e 62m.

Cyprideis torosa (Jones, 1850)

Wagner (1957) e Yassini (1969) descrevem a espécie como euritérmica e eurihalina, com preferência por águas salobras, não havendo qualquer tipo de relação entre o tipo de sedimento e a sua

distribuição. Whittaker (1981) descreve a sua presença em ribeiros salobros. Athersuch (1989) descreve-a como super resistente a salinidades elevadas (até 60‰) podendo ocorrer viva, quer em salmouras, quer em água doce. Ruiz et al. (2000) associam-na a *C. fischeri* e *L. elliptica*. Cabral et al. (2017) registam a sua presença em várias lagunas portuguesas, associada a espécies de ostracodos eurihalinas e de água doce.

Cypridopsis vidua (O. F. Müller, 1776)

Meisch (2000) descreve a espécie como nectónica de ambientes de água doce (lagos e rios de fraco caudal) com alguma vegetação. Meisch (2000); Külköylüoğlu (2004); Külköylüoğlu et al. (2007); Martínez-García et al. (2015) descrevem a espécie como bastante tolerante a alterações físicas e químicas dos parâmetros da água. Cabral et al. (2017) registam a sua presença na laguna de Melides. Coviaga et al. (2018) descrevem a espécie como presente em água doce estagnada com condutividade moderada a alta e água temperada, com preferência para águas com alto teor de oxigénio dissolvido.

Cytherois fischeri (Sars, 1866)

Athersuch et al. (1989) descrevem-na como espécie eurihalina comum, que suporta salinidades de 4‰ a 35‰, associada a algas verdes filamentosas em águas salobras, estuarinas, mas também marinhas. Cabral & Loureiro (2013) registam uma presença abundante nas águas portuguesas, de Norte a Sul do país em sapais, lagunas e estuários e em sedimentos holocénicos de várias zonas margino-marinhas.

Hemicytherura cellulosa (Norman, 1865)

Wagner (1957) e Yassini (1969) descrevem-na como espécie marinha de meios ricos em plantas e baixa profundidade (entre 3 m e 18 m), euritérmica e eurihalina. Para Whittaker (1981) e Athersuch et al. (1989) é uma espécie marinha litoral fital. Loureiro (2008) encontra-a no alto sapal, baixo sapal e raso de maré do rio Mira. Cabral & Loureiro (2013) descrevem-na como espécie marinha presente na plataforma continental portuguesa, no estuário do Lima e em sedimentos holocénicos do estuário do Tejo, em Lisboa.

Hemicytherura videns (G. W. Müller, 1894)

Yassini (1969) descreve-a como espécie marinha, associada a substratos arenosos e ricos em Posidonia, possivelmente eurihalina e euritérmica. Athersuch (1979) descreve-a como marinha fital, associada a sedimento arenoso. Ciampo (1976) considera-a litoral, até 100m de profundidade. Para Nachite et al. (2008) é marinha, presente em todo o sistema litoral. Cabral & Loureiro (2013) referem a sua presença na plataforma continental portuguesa, nos estuários dos rios Mira e Lima e nos sedimentos holocénicos da laguna da Pederneira.

Heterocypris salina (Brady, 1868)

Alm (1916) descreve-a como espécie de águas salobras presente em poças da costa sueca. Klie (1938) afirma que se trata de uma espécie com uma grande distribuição, presente na Europa (desde os Açores), Norte de África e Oeste asiático. Ganning (1971) descreve a espécie como presente em águas salobras, em águas com temperaturas superiores a 10ºC. Forsman (1951) descreve a espécie em poças efémeras de água da chuva na costa Oeste da Suécia. Meisch (2000) refere-a como espécie de água doce que pode ser encontrada em águas salobras. Cabral et al. (2017) referem a espécie na laguna de Melides.

Heterocythereis albomaculata (Baird, 1838)

Wagner (1957) e Yassini (1969) descrevem como espécie marinha de baixas profundidades (entre 2 m e 30 m), eurihalina e euritérmica. Bonaduce et al. (1976) descrevem como espécie de ambientes salobros e associada a substratos de areia média a grosseira. Athersuch et al. (1989) descrevem como espécie marinha fital, litoral a sub-litoral. Cabral & Loureiro (2013) descrevem como espécie da zona intertidal (em poças e em sedimentos de boca de estuário associada a algas) e em sedimentos holocénicos de várias zonas margino-marinhas de Portugal.

Hiltermannicythere rubra (G. W. Müller, 1894)

Para Williams (2012) e Bonaduce et al. (1976) trata-se de uma espécie marinha eurihalina, presente até aos 100 m de profundidade. Mostafawi (2002) encontra-a associada a fundos arenosos, entre -1m e -63m. Barata (2021) encontra-a em ambiente marinho, a 16m de profundidade, e associada a sedimentos com baixa percentagem de finos.

Leptocythere levis (G. W. Müller, 1894)

Bonaduce et al. (1976) descrevem-na como marinha costeira, presente no mar Adriático acima de -50 m; associam-na a sedimento arenoso fino ou pelitos arenosos. Barata (2021) descreve-a na plataforma continental do barlavento algarvio, entre 4 m e 35 m de profundidade, associada a sedimento fino a médio.

Leptocythere porcellanea (Brady, 1869)

Athersuch et al. (1989) associam esta espécie a águas salobras e a sedimentos lodosos. Horne & Boomer (2000) e Ruiz et al. (2000) descrevem-na como eurialina, tolerando salinidades entre 24‰ e 34‰. Cabral & Loureiro (2013) encontram-na em ambientes salobros lagunares e de sapal, em sedimentos holocénicos do Tejo, da laguna da Pederneira, dos sapais do Seixal e da foz do Sizandro.

Limnocythere inopinata (Baird, 1843)

Zhai et al. (2010) e Ruiz et al. (2013) referem-na como uma espécie bentónica de água doce, pouco profunda, geralmente associada a sedimento fino. Lord et al. (2011) descrevem-na nos sedimentos holocénicos da foz do Sizandro.

Loxoconcha elliptica Brady, 1868

Yassini (1969) refere-a como espécie de águas salobras presente na desembocadura de rios e noutros ambientes marinhos com influência de água doce, como baías ou sapais. Elofson (1941) e Wagner (1957) associam-na a águas salobras (0,5‰ a 30‰) e a habitats com plantas de pequena profundidade. Bonaduce et al. (1976) registam-na em baixas profundidades, até -20 m, sob influência de água doce. Nachite et al. (2008) consideram-na marinha costeira, eurihalina e euritérmica. Cabral & Loureiro (2013) encontram-na na plataforma continental, nos sedimentos holocénicos de Lisboa, Melides, Pederneira, Santo André, Seixal e Sizandro e viva nos estuários do Lima, Mira, Minho, Tejo e Sado.

Loxoconcha rhomboidea (Fischer, 1855)

Wagner (1957) e Yassini (1969) descrevem-na como euritérmica e eurihalina. Athersuch et al. (1989) marinha fital, que ocorre em grande número nas zonas litorais e sublitorais. Horne & Boomer (2000) e Cabral & Loureiro (2013) registam a sua presença também em zonas com salinidade

inferiore à normal, (e.g. zonas estuarinas e lagunares). Bonaduce et al. (1976) associam-na a substratos arenosos a siltosos, sobretudo na zona fótica, até -125 m no Mar Adriático. Cabral & Loureiro (2013) encontram-na sobre a plataforma e o talude continental, no estuário do Tejo, em poças e nos sedimentos holocénicos de Lisboa, Melides, Pederneira, Santo André, Seixal e viva nos estuários dos Lima e Mira.

Microxestoleberis nana G. W. Müller, 1894

Bonaduce et al. (1976) referem-na como espécie marinha costeira associada a substratos de areia média. Cabral & Loureiro (2013) referem a sua presença na plataforma continental portuguesa e nos estuários dos rios Lima e Mira.

Neocytherideis subulata (Brady, 1868)

Athersuch et al. (1989) descrevem-na como marinha litoral a sub-litoral, associada a fundos de areia fina. Loureiro (2008) descreve-a como marinha, mas também estuarina. Nachite et al. (2008) descrevem-na como espécie marinha litoral fital. Cabral & Loureiro (2013) referem a sua presença na plataforma continental, nos estuários do Lima e do Mira e em sedimentos holocénicos de várias zonas margino-marinhas de Portugal.

Paracytheridea depressa G. W. Müller, 1894

Ruiz et al. (1997) descrevem-na como uma espécie marinha de baixa profundidade. Aiello & Szczechura (2004) como espécie marinha. Cabral & Loureiro (2013) referem a sua presença na plataforma continental, nos estuários dos rios Sado e Mira e em sedimentos holocénicos de várias zonas margino-marinhas de Portugal.

Paracytheridea triquetra (Reuss, 1850)

Yassini (1969) descreve-a como espécie marinha eurihalina e euritérmica, infra e circalitoral; Ciampo (1980) como marinha litoral, presente até -100 m. Joaquim (1988) descreve-a como marinha sub-litoral; Ducasse & Cahuzac (1997) como infra a circalitoral. Cabral & Loureiro (2013) encontram-na na plataforma continental, no estuário do Mira e em sedimentos holocénicos do estuário do Tejo, em Lisboa.

Pontocythere elongata (Brady, 1868)

Athersuch et al. (1989) descrevem-na como espécie marinha e estuarina, associada a sedimentos arenosos do Reino Unido e do Noroeste da Europa. Cabral & Loureiro (2013) referem a sua presença na plataforma continental portuguesa, em estuários e em zonas margino-marinhas do Holocénico de Portugal. Barata (2021) descreve-a na plataforma continental do barlavento algarvio, em profundidades entre 14 m e 16 m, associada a sedimento com baixo teor em finos.

Sagmatocythere variesculpta (Ruggieri, 1962)

Joaquim (1988) refere-a como espécie marinha de baixa profundidade e águas quentes. Loureiro (2008) descreve-a no rio Mira, no raso de maré, tanto na Primavera, como no Outono. Cabral & Loureiro (2013) referem a sua presença no estuário do Mira e em sedimentos holocénicos da laguna da Pederneira.

Sarscypridopsis aculeata (Costa, 1847)

Klie (1938) descreve-a como espécie de água doce. Marazanov (1965) como espécie de água doce, encontrada na Camarga, em pântanos permanentes e lagoas temporárias, podendo ser encontrada também em águas salobras, com uma grande distribuição geográfica. Ganning (1971) descreve-a como espécie de águas salobras podendo ocorrer em água doce, em poças de cor esverdeada com alta concentração de dinoflagelados. Segundo o autor é uma espécie eurihalina e euritérmica, com preferência por salinidades baixas e temperaturas também baixas. Cabral et al. (2017) referem a sua presença na laguna de Melides.

Semicytherura quadridentata (Hartmann, 1953)

Bonaduce et al. (1976) associam-na a sedimento arenoso, fino a médio. Loureiro (2008) e Cabral & Loureiro (2013) referem-na no estuário do Rio Mira. Barata (2021) descreve-a na plataforma algarvia, entre -14 m e -22 m, associada a sedimento pobre em finos.

Semicytherura tela Horne & Whittaker, 1980

Horne & Whittaker (1980) descrevem-na como fital associada a algas verdes e salinidade normal (31‰ a 35‰). Athersuch et al. (1989) apontam-na como uma espécie de água salobra e marinha litoral, presente em poças na zona intertidal. Loureiro (2008) regista-a no raso de maré do rio Mira. Cabral & Loureiro (2013) encontram-na nos estuários do Mira e Sado, em poças do intertidal e em sedimentos holocénicos do estuário do Tejo, em Lisboa.

Urocythereis britannica Athersuch, 1977

Athersuch et al. (1989) descrevem-na como marinha costeira, infralitoral, de baixa profundidade, associada a fundos arenosos. Cabral & Loureiro (2013) registam-na entre o talude e os estuários de vários rios e em sedimentos holocénicos de diversas zonas margino-marinhas de Portugal. Barata (2021) descreve-a como uma das espécies mais abundantes da plataforma do barlavento algarvio, associada a sedimentos pobres em finos.

Xestoleberis rubens Whittaker, 1978

Athersuch et al. (1989) descrevem a espécie como marinha fital. Cabral & Loureiro (2013) mencionam a sua presença na plataforma continental, nos estuários do Lima, Sado e Mira e em sedimentos holocénicos de várias regiões margino-marinhas de Portugal.

9 Resultados

9.1 Almargem:

Nas 9 amostras de Almargem foram triados, identificados e contados 7 264 foraminíferos, distribuídos por 50 espécies, pertencentes a 33 géneros, e 5 602 ostracodos distribuídos por 26 espécies, pertencentes a 20 géneros, preservados nos depósitos de tsunami e de tempestade de Almargem. Para fins estatísticos, de forma a conseguir diferenciar as "populações" presentes nos dois tipos de depósito, as espécies foram separadas em 4 categorias ambientais.

Quanto aos foraminíferos, foram consideradas as associações de 1) águas salobras - *A. mexicana, T. inflata* e *J. macrescens*, 2) raso de maré/estuarinas - *D. aguayoi, H. germanica, H. depressula, A. tepida, Q. seminula* e *E. advenum*, 3) margino-marinhas - *A. parkinsoniana, Q. seminula, L. lobatula, E. crispum, E. aculeatum* e *R. floridana*, 4) marinhas - *P. mediterranensis, B. pseudoplicata, B. spathulata, C. pseudoungerianus, E. pulchella* e *E. repandus*.

Na fig. 8 estão representadas distribuições ecológicas das espécies de foraminíferos bentónicos identificados nas amostras de Almargem. Em todas as amostras analisadas, os foraminíferos de raso de maré/estuarinos representam mais de 52% da "população". As espécies mais abundantes são *H. germanica, T. inflata, A. mexicana, A. tepida*. Todas estas espécies podem ser consideradas eurialinas, e são as espécies autóctones da laguna de Almargem. A espécie *D. aguayoi* reduz significativamente a sua abundância após o evento de tsunami de 1755 e não voltou a aumentar. As espécies características de águas salobras são mais abundantes no depósito de tempestade (~22%) e nas condições pré-1755 (~38%) do que no depósito de tsunami (~11%). O número de indivíduos margino-marinhos é ligeiramente maior nos depósitos de tempestade (~12%) do que no depósito de tsunami (~10%) e do que na amostra de condições pré-1755 (~2%). O número de indivíduos marinhos é maior no depósito de tsunami (~18%) do que nos depósitos de tempestade (~8%) e na amostra pré-1755 (~2%).

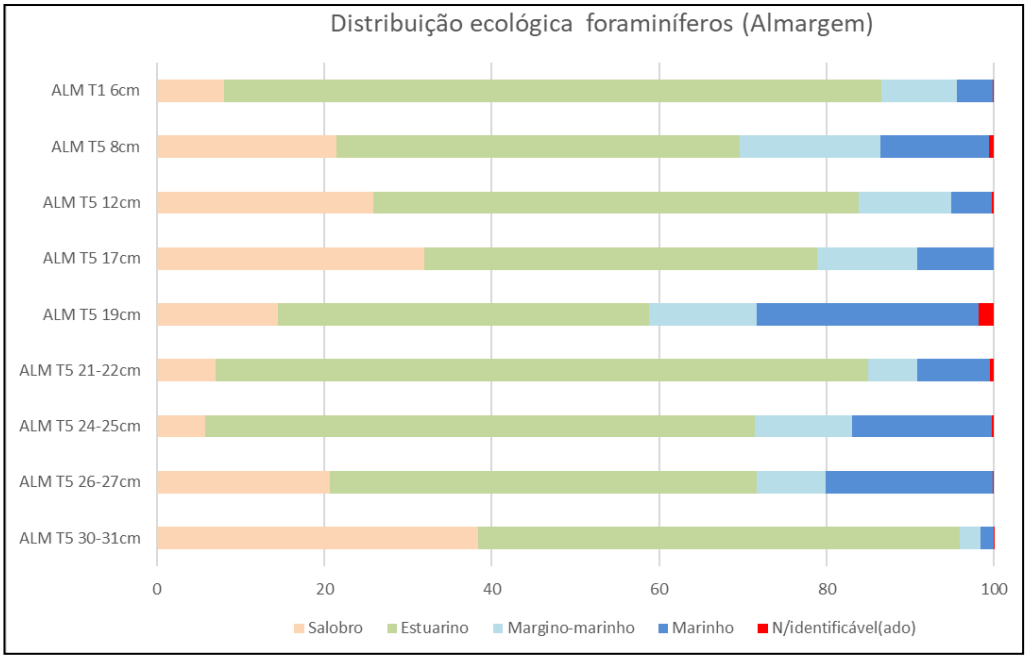


Figura 8. Distribuição das associações de foraminíferos nos depósitos de Almargem.

O número de carapaças com evidências de remobilização é mais elevado no depósito de tempestade do que no depósito de tsunami. Existe um número de espécies significativamente superior na base do depósito de tsunami (amostra ALM T5 24-25cm e ALM T5 26-27cm). O número de espécies planctónicas também é maior nas amostras do depósito de tsunami, evidenciando a maior influência marinha.

Na fig. 9 estão representadas as contagens das espécies de foraminíferos bentónicos, a percentagem de indivíduos danificados e de foraminíferos planctónicos de Almargem.

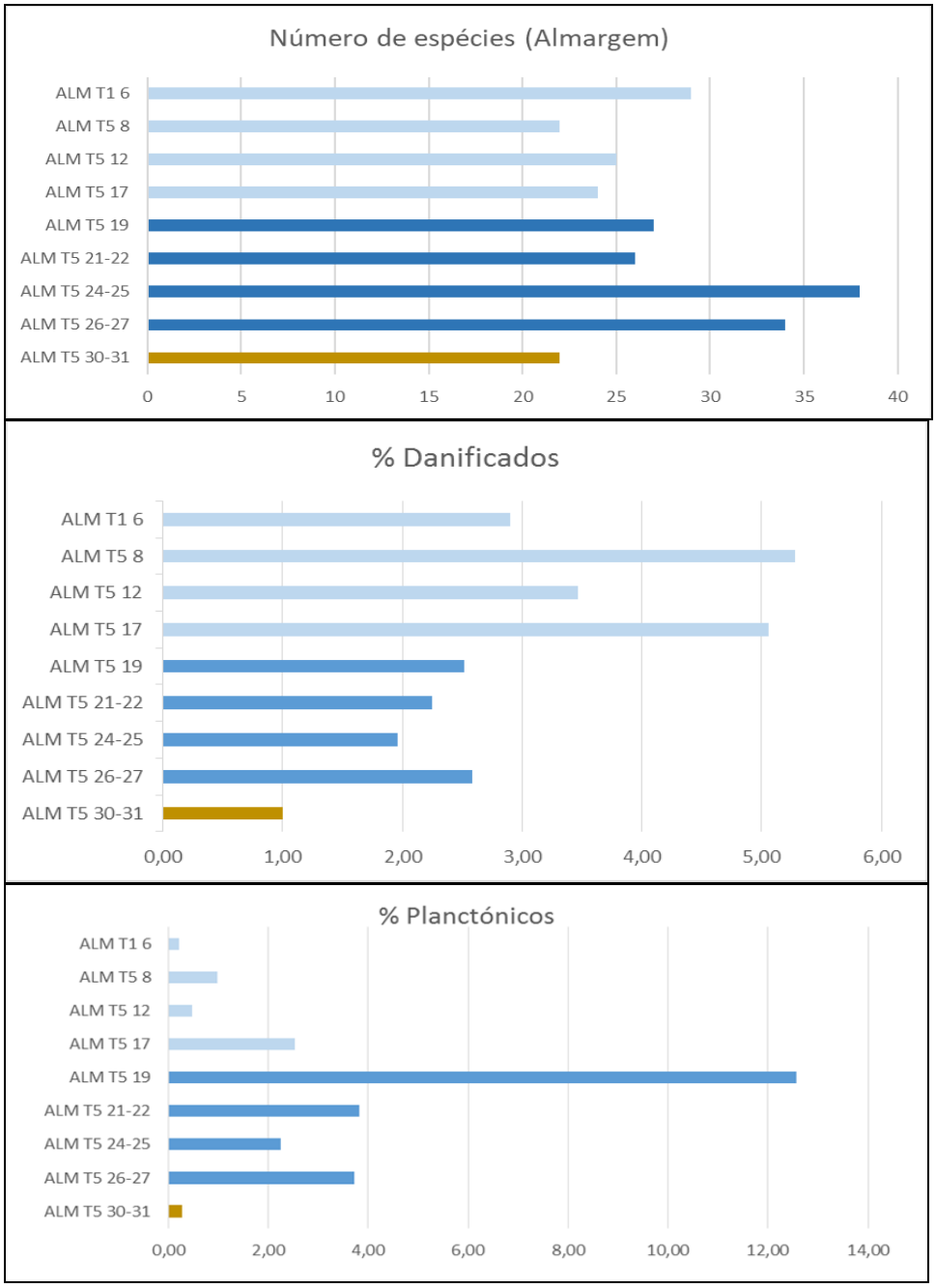


Figura 9. Número de espécies, percentagem de indivíduos danificados e de foraminíferos planctónicos em Almargem. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho- amostra pré 1755.

No que toca à dimensão dos foraminíferos presentes nas amostras, é possível observar que são maiores nas amostras do depósito de tsunami, e que vão diminuindo de tamanho, da base para o topo desses depósitos (excepto na amostra ALM T5 19cm). A percentagem de indivíduos juvenis nas amostras de tsunami, apresenta uma tendência crescente, da base para o topo do depósito de tsunami, excepto na amostra ALM T5 21-22cm.

Na fig. 10 estão representadas a dimensão acumulada de 10 carapaças aleatórias de cada amostra e a percentagem de foraminíferos juvenis de Almargem.

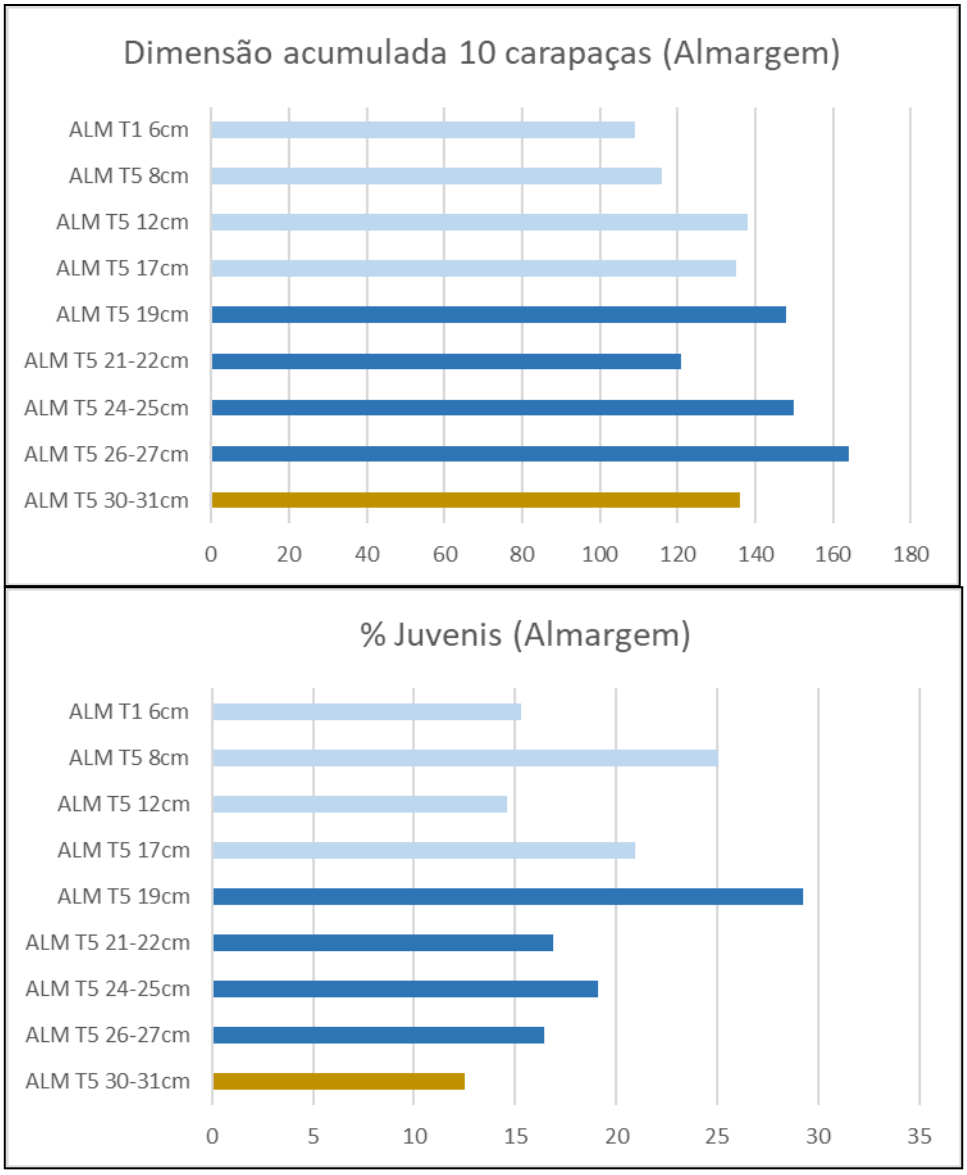


Figura 10. Dimensão acumulada de 10 indivíduos aleatórios por amostra de Almargem (1 unidade = 0,02 mm) e percentagem de juvenis. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho- amostra pré 1755.

Quanto aos ostracodos, foram consideradas associações de 1) água doce - *C. vidua, H. Salina, S. aculeata* e *L. inopinata*, 2) águas salobras - *C. torosa, L. porcellanea, L elliptica* e *C. fischeri*) e 3) marinhas - *B. intermedia, P. elongata, H. cellulosa, H. videns, S. quadridentata, S. tela, A. convexa, A. woutersi, C. calceolatus, H. albomaculata, U. britannica, L. levis, L. rhomboidea, S. variesculpta, N. subulata, P. depressa, P. triquetra, B. bradyi, C. whitei, C. runcinata, H. rubra, M. nana* e *X.*

rubens . As espécies *C. torosa* e *L. elliptica* representam mais de 81% da "população" em todas as amostras analisadas, excepto na amostra ALM T5 8cm, onde dominam as formas de água doce.

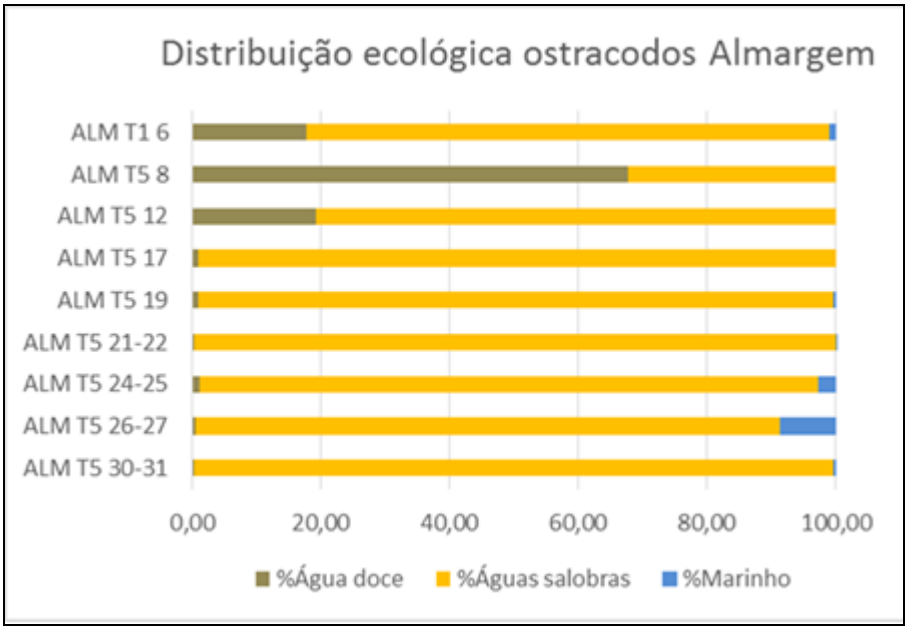


Figura 11. Distribuição das associações de ostracodos nos depósitos de Almargem.

Na fig. 11 está representada a distribuição ecológica dos ostracodos de Almargem.

O número de valvas, carapaças e fragmentos de espécies marinhas é bastante reduzido em todas as amostras, sendo apenas superior a 1% na base do depósito de tsunami. O número de espécies presentes nas amostras também tem um ligeiro acréscimo nas amostras da base do depósito de tsunami.

É possível observar um aumento do número de indivíduos da associação de água doce nas amostras ALM T5 12cm, ALM T5 8cm e ALM T1 6cm.

Na fig. 12 está representado o número de espécies de ostracodos de Almargem. É possível observar que o número de espécies é bastante superior, especialmente na base do depósito de tsunami.

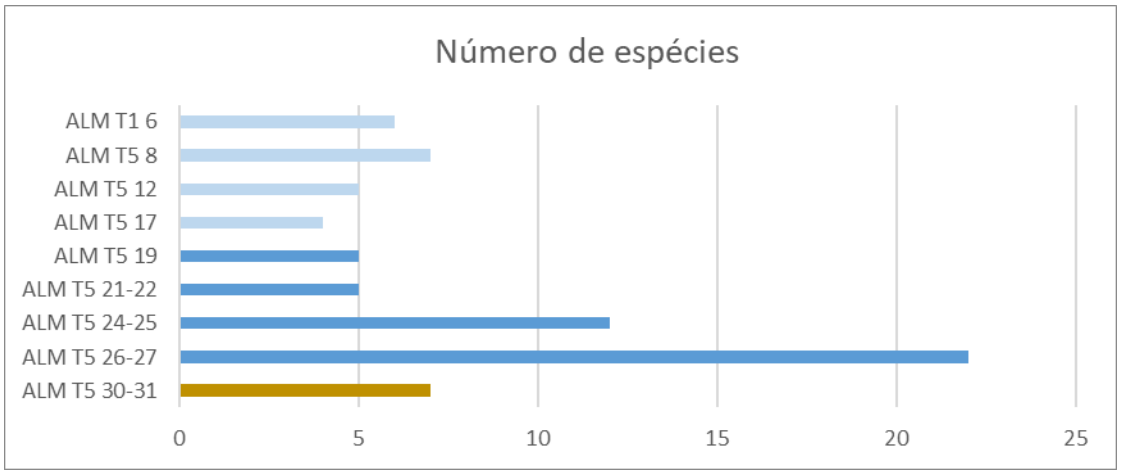


Figura 12. Número de espécies de ostracodos nos depósitos de Almargem. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho- amostra pré 1755.

Na fig. 13 está representada a densidade faunística de ostracodos das amostras de Almargem. Existe uma maior densidade faunística nas amostras do depósito de tsunami (ALM T5 21-22cm e ALM T5 26-27cm), quando comparadas com as amostras do depósito de tempestade.

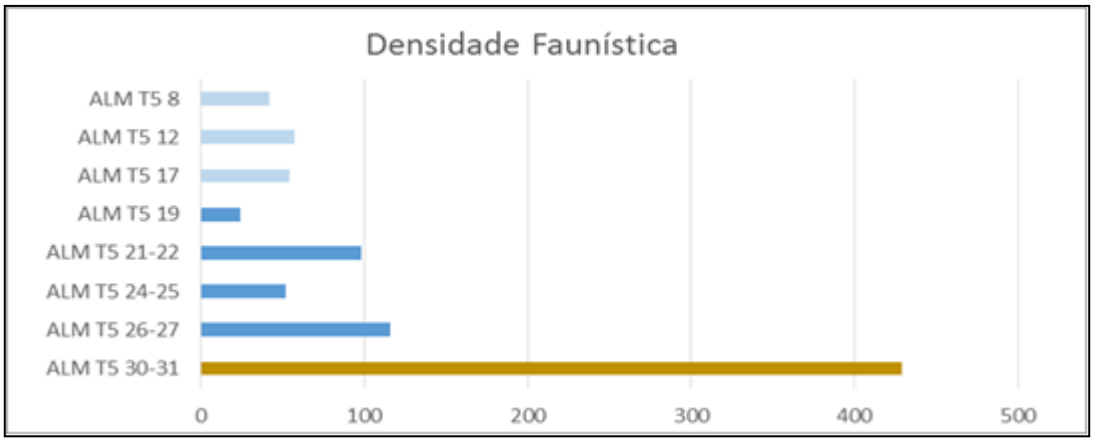


Figura 13. Densidade faunística (número de ostracodos/cm^3) nas amostras de Almargem. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho- amostra pré 1755.

9.2 Martinhal:

O estudo das 22 amostras do Martinhal permitiu triar, identificar e contar 3 267 foraminíferos, distribuídos por 49 espécies, pertencentes a 30 géneros, e 119 ostracodos de 19 espécies, pertencentes a 14 géneros.

Na fig. 14 está representada a distribuição ecológica dos foraminíferos da trincheira T1 do Martinhal. Na fig. 15 está representada a distribuição ecológica dos foraminíferos da trincheira T2 do Martinhal. As "populações" de foraminíferos presentes nestes três tipos de depósito, distribuem-se por quatro associações, definidas de acordo com as suas preferências ecológicas: 1) águas salobras, 2) raso de maré/estuarinas, 3) margino-marinhas e 4) marinhas.

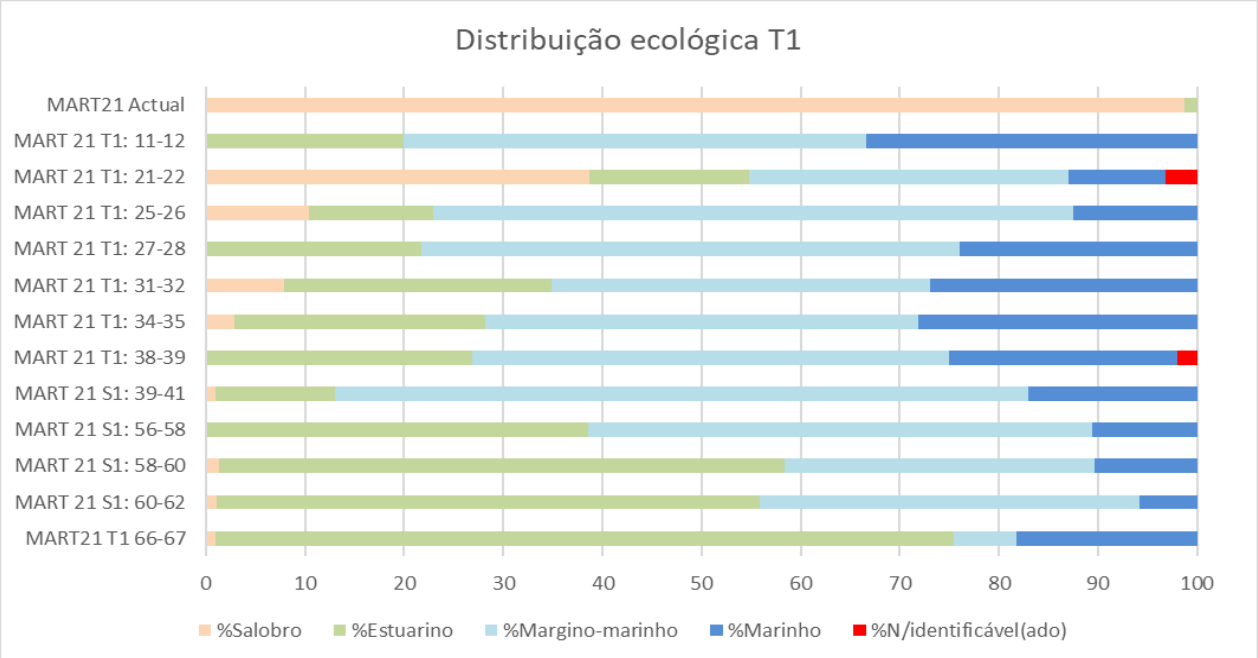


Figura 14. Distribuição das associações de foraminíferos na trincheira T1, Martinhal

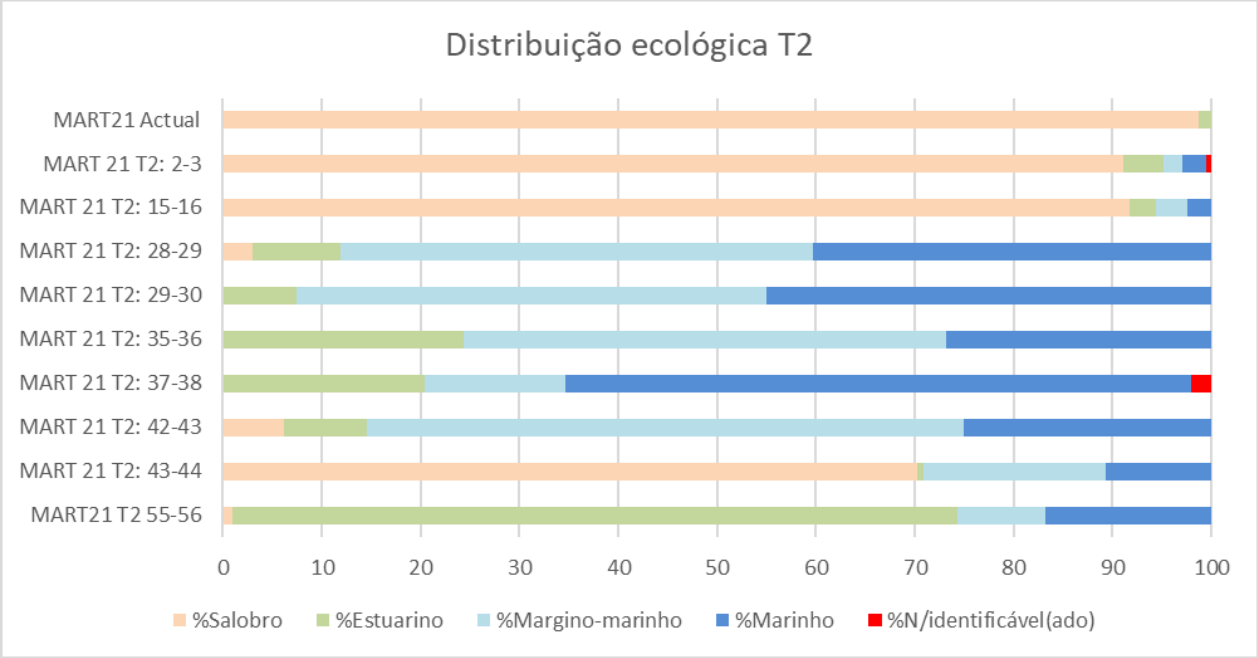


Figura 15. Distribuição das associações de foraminíferos na trincheira T2, Martinhal

Ao contrário do que ocorre em Almargem, existe uma grande variação vertical das associações de foraminíferos presentes nas amostras estudadas. Esta ocorrência, em conjunto com a muito baixa densidade faunística de grande parte das amostras torna a separação dos diferentes tipos de depósitos mais difícil, quando comparada com a realizada em Almargem.

As amostras de condições normais (isto é, que não são de eventos extremos) depositadas antes e depois do depósito de tsunami têm também uma maior influência marinha em ambas as trincheiras, o que torna a separação entre os depósitos de tsunami e os de tempestade, mais complexa.

Na fig. 16 está representada a percentagem de foraminíferos danificados da trincheira T1 do Martinhal. Na fig. 17 está representada a percentagem de foraminíferos danificados da trincheira T2 do Martinhal.

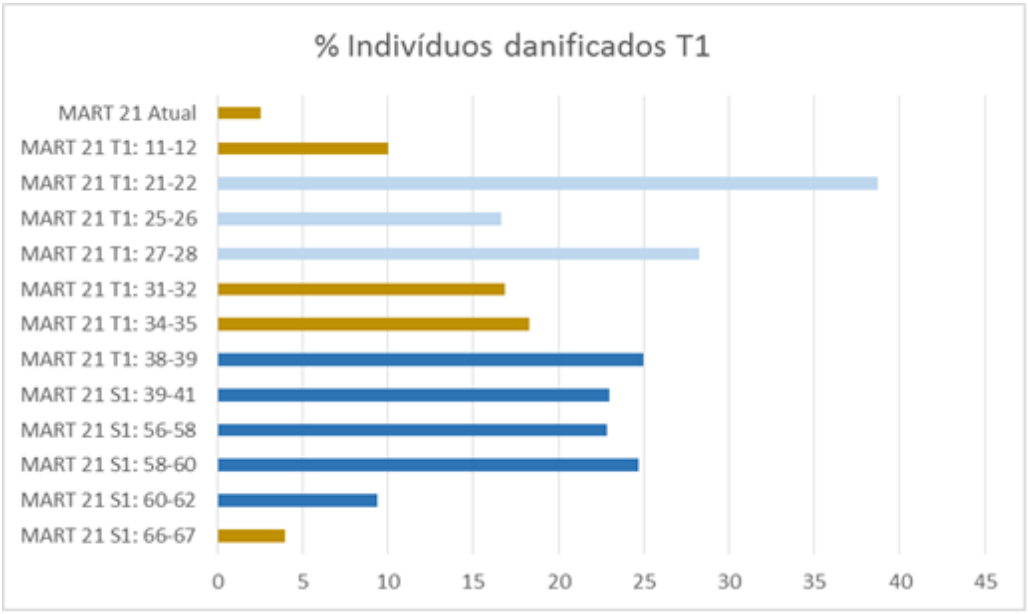


Figura 16. Percentagem de indivíduos com carapaça danificada em T1, Martinhal. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais.

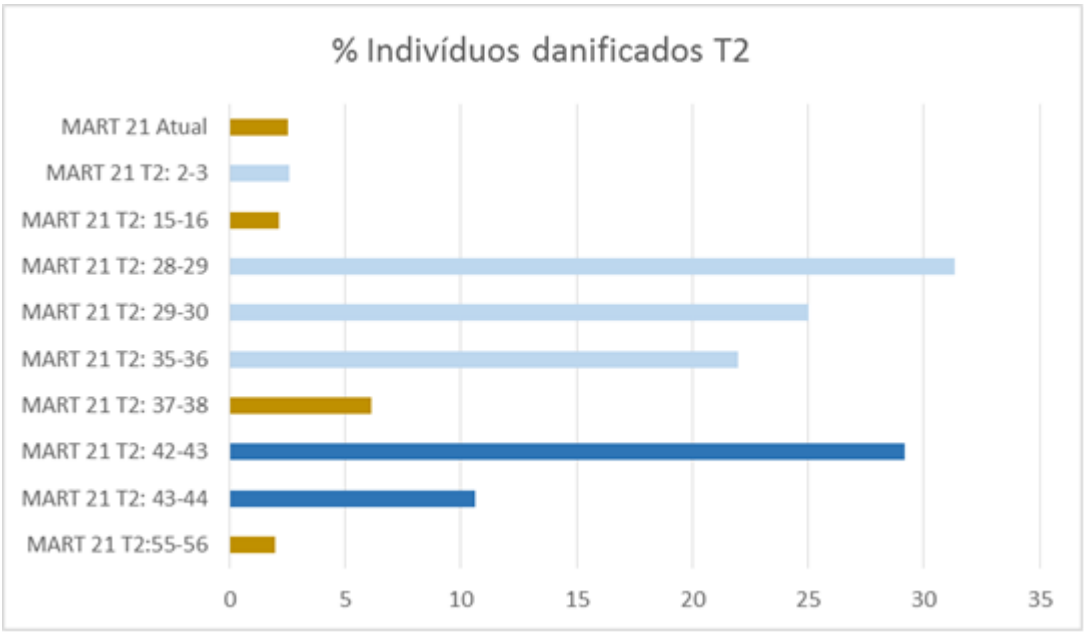


Figura 17. Percentagem de indivíduos com a carapaça danificada em T2, Martinhal. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais.

Relativamente à percentagem de indivíduos danificados, com marcas de abrasão e de desgaste, a sua quantidade é maior nas amostras recolhidas nos depósitos de tempestade, quando comparado com as amostras recolhidas no depósito de tsunami: 20% em média no depósito de tsunami das duas trincheiras, enquanto que nos depósitos de tempestade as percentagens são de 21% em média na trincheira T1 e 26% em média na trincheira T2 (a amostra do depósito de tempestade mais superficial da trincheira T2 possui valores de indivíduos danificados abaixo do expectável).

Na fig. 18 está representada a percentagem de foraminíferos juvenis da trincheira T1 do Martinhal. Na fig. 19 está representada a pencentagem de foraminíferos juvenis da trincheira T2 do Martinhal.

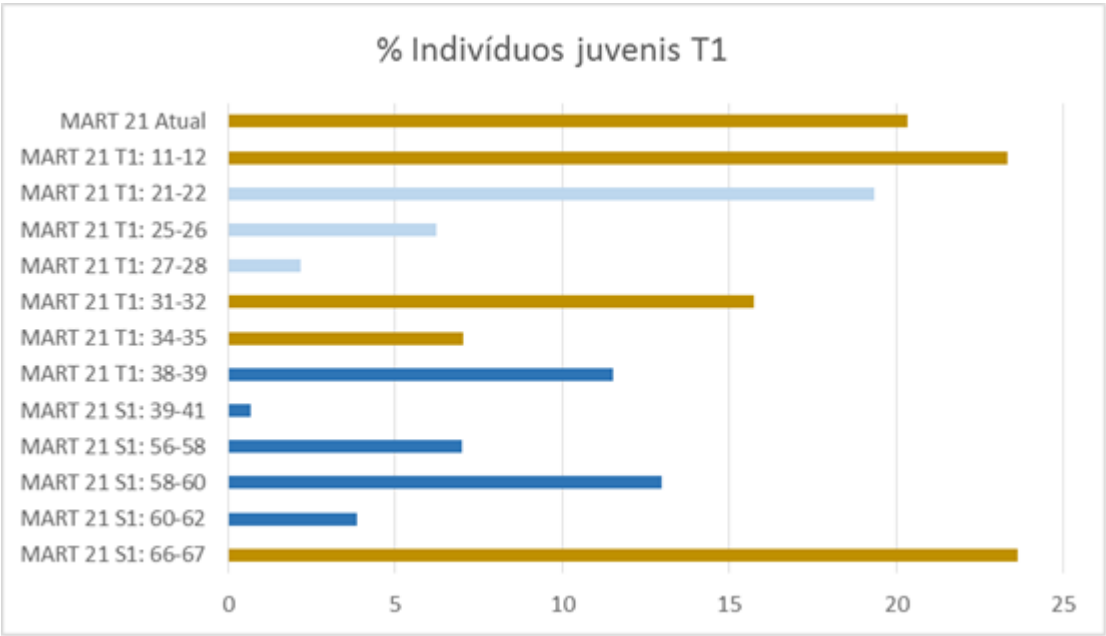


Figura 18. Percentagem de indivíduos juvenis em T1, Martinhal. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais.

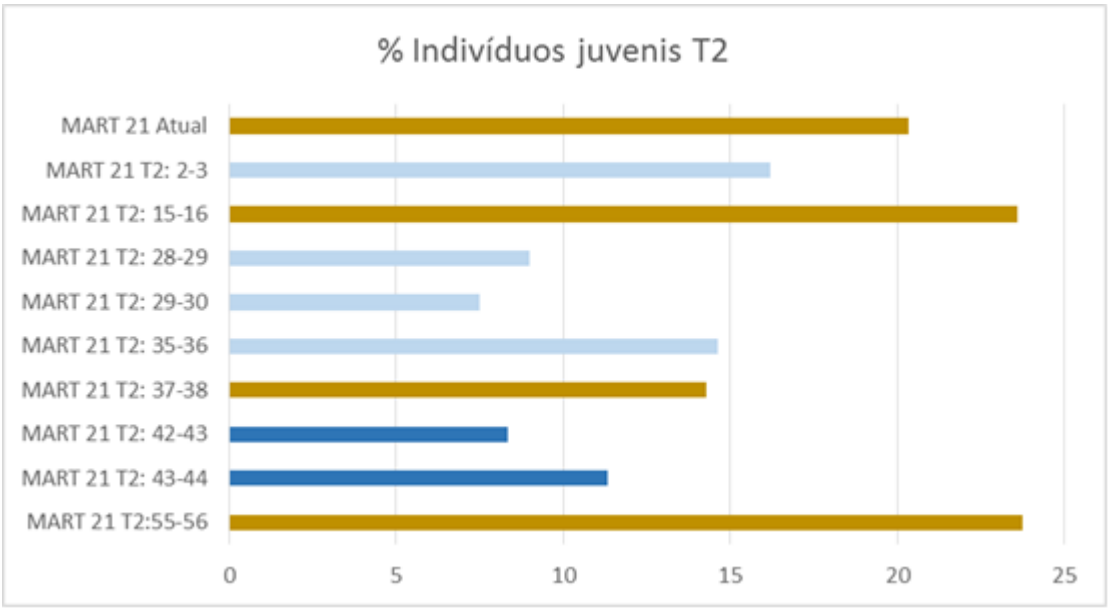


Figura 19. Percentagem de indivíduos juvenis em T2, Martinhal. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais.

Quanto à percentagem de indivíduos juvenis presentes nas amostras do paul de Martinhal, é possível observar que as amostras que representam as condições normais de deposição têm uma percentagem superior às amostras dos depósitos de alta energia.

A caracterização dos depósitos de alta energia, recorrendo à percentagem de indivíduos juvenis não é tão óbvia, embora a sua presença seja geralmente mais elevada no depósito de tsunami (7% na trincheira T1 e 10% na trincheira T2) do que nos depósitos de tempestade (9% na trincheira T1 e 12% na trincheira T2). O número de indivíduos juvenis é superior na tricheira T2 nos depósitos de alta energia quando comparado com a percentagem de juvenis na trincheira T1.

Na fig. 20 está representado no número de espécies de foraminíferos da tricheira T1 do Martinhal. Na fig. 21 está representado o número de espécies de foraminíferos da trincheira T2 do Martinhal.

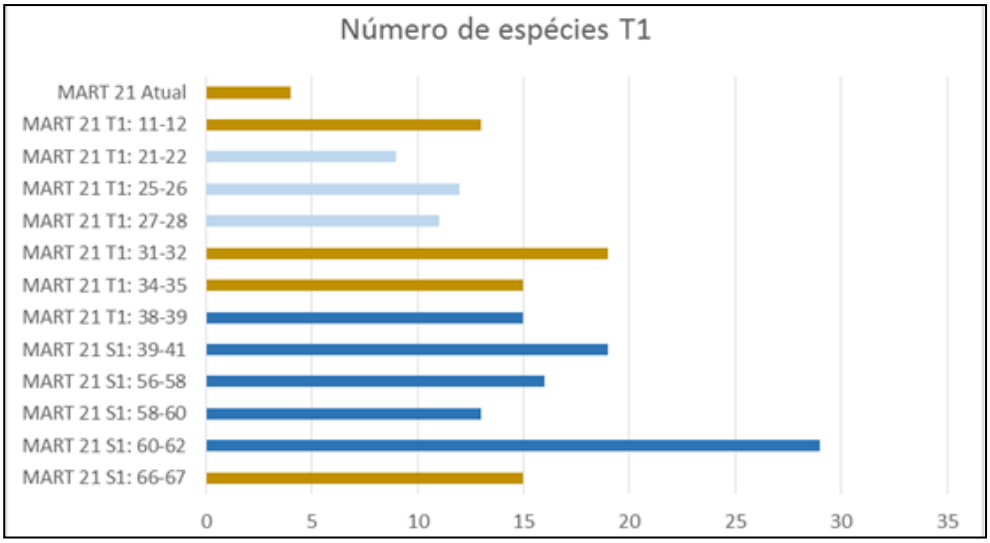


Figura 20. Número de espécies em T1, Martinhal. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais.

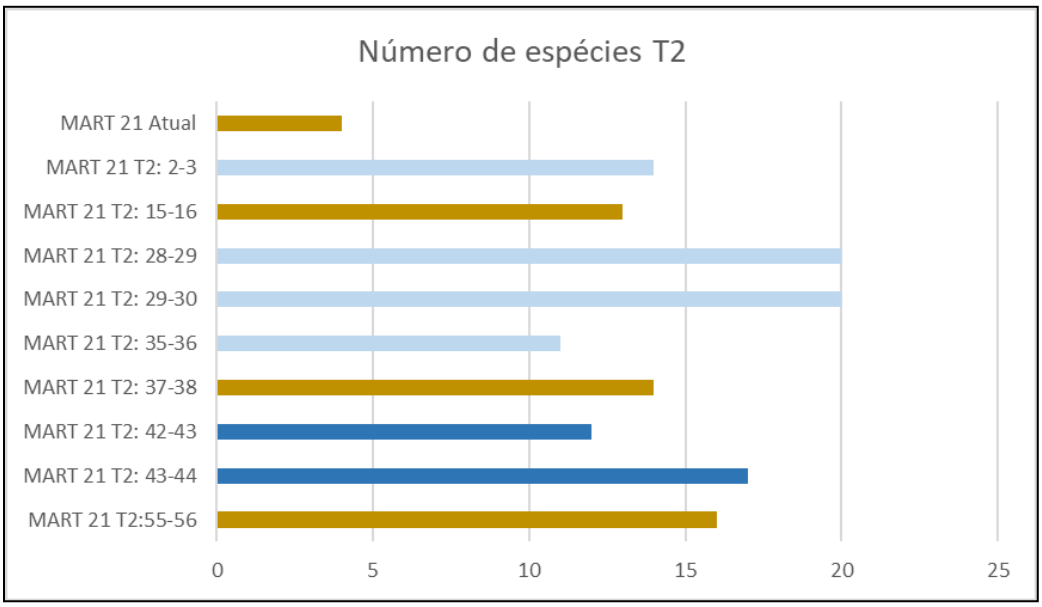


Figura 21. Número de espécies em T2, Martinhal. Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais.

Tal como acontece em Almargem, o número de espécies presentes nas amostras do depósito de tsunami é superior ao verificado nos depósitos de tempestade. Isso é particularmente evidente na base do depósito de tsunami, excepto na trincheira T2. Porém, esta tendência só é evidente em T1, uma vez que a densidade faunística é particularmente baixa em T2, e a distribuição das associações de foraminíferos bastante monótonas, dominadas pelas espécies características estuarinas na base e de águas salobras no topo da trincheira.

É também possível observar um maior número de espécies nas amostras de condições normais (excluindo a amostra actual) em T1, sugerindo uma particular influência marinha. Este facto é também observável na "população" de ostracodos das mesmas amostras, nomeadamente *L. rhomboidea*, *A. convexa* e *A. woutersi*. Apesar de ocorrerem em números bastante reduzidos no paul do Martinhal (não foi identificado nenhum indivíduo em 5 das 22 amostras), indicam influência marinha, tanto antes do tsunami de 1755, como após a inundação.

À semelhança do que ocorre em Almargem, as dimensões dos foraminíferos presentes no depósito de tsunami do paul do Martinhal são superiores às dimensões dos indivíduos presentes nos depósitos de tempestade em ambas as trincheiras. Por sua vez, os indivíduos presentes nos depósitos de tempestade tendem a ser maiores do que os presentes nas amostras que representam as condições normais de deposição.

Na fig. 22 estão representadas as dimensões acumuladas de 10 foraminíferos aleatórios das trincheiras T1 e T2 do Martinhal.

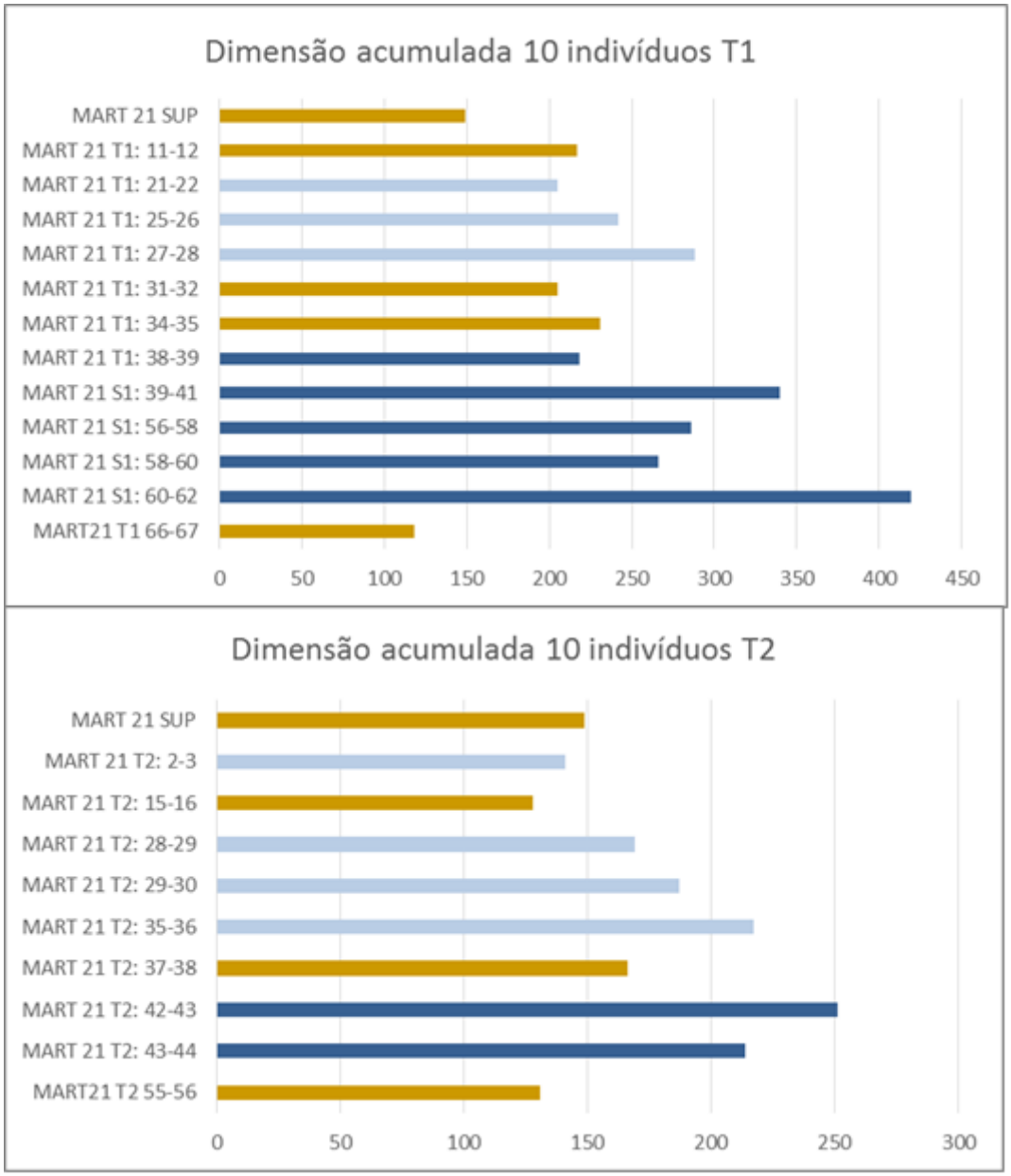


Figura 22. Dimensão acumulada de 10 indivíduos aleatórios T1 e T2 Martinhal (1 unidade = 0,02mm). Azul claro - amostras dos depósitos de tempestade; azul escuro-amostras do depósito de tsunami; castanho - amostras de condições pré-evento, condições pós evento e actuais.

9.3 Análise estatística multivariada de Almargem (componentes principais e correspondência)

Para proceder à análise estatística das amostras, foi utilizado o programa PAST, por se tratar de um programa de fácil utilização, de acesso gratuito, e com o qual é possível obter uma boa representação das correlações estatísticas entre diferentes amostras. Este programa simplifica e torna rápida a análise estatística de conjuntos de dados de grandes dimensões, como os do presente trabalho.

Foram utilizados dois tipos de análises multivariadas: a análise de componentes principais e a análise de correspondência.

A análise de componentes principais consiste num método exploratório de análise estatística de conjuntos de dados. É efectuado um cálculo de novas variáveis sintéticas chamadas componentes principais, com base nas operações matriciais aplicadas ao conjunto de dados original de variáveis

quantitativas. Cada componente principal é uma combinação linear de variáveis originais calculadas de forma que a primeira componente principal represente um eixo no espaço de dados multidimensional que produza a maior dispersão de valores ao longo desta componente. As outras componentes principais são calculadas como ortogonais às componentes anteriores e, da mesma forma, são posicionados ao longo do eixo de maior dispersão valores (Paliy & Shankar, 2016).

A análise de correspondência é uma técnica exploratória estatística utilizada para encontrar relações (ou correspondências) entre linhas e colunas de uma tabela de dados e para representar essas relações num espaço ordenado (Paliy & Shankar, 2016).

Na fig. 23 está representada componente 1 e a componente 2 da análise de componentes principais dos foraminíferos de Almargem, juntamente com a variância e o eigenvalue associados à componente 1 e à componente 2.

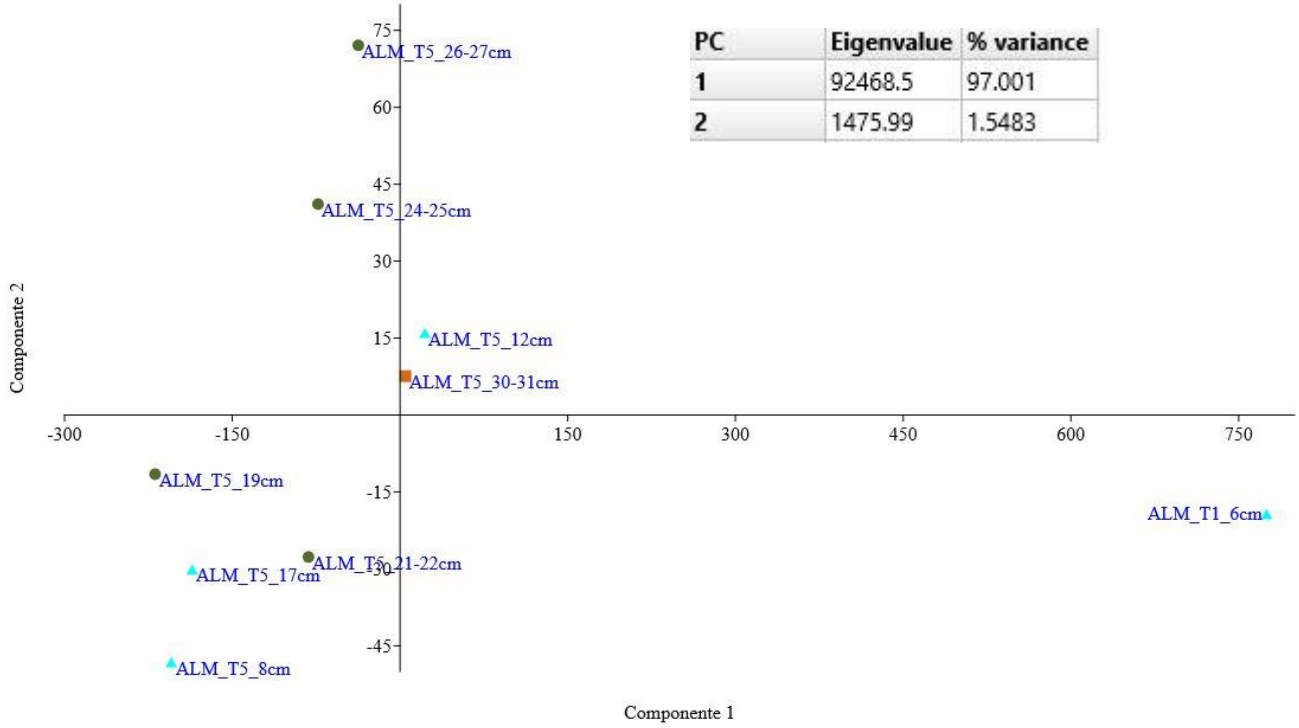


Figura 23. Análise de componentes principais dos foraminíferos de Almargem, componente 1 e 2 que representam 98,5% da variância. Os círculos verdes representam as amostras do depósito de tsunami, os triânculos azuis representam as amostras do depósito de tempestade e o quadrado vermelho representa a amostra pré tsunami de 1755

Na fig. 24 estão representados os pesos das variáveis da componente 1 da análise de componentes principais. Na fig. 25 estão representados os pesos das variáveis da componente 2 da análise de componentes principais.

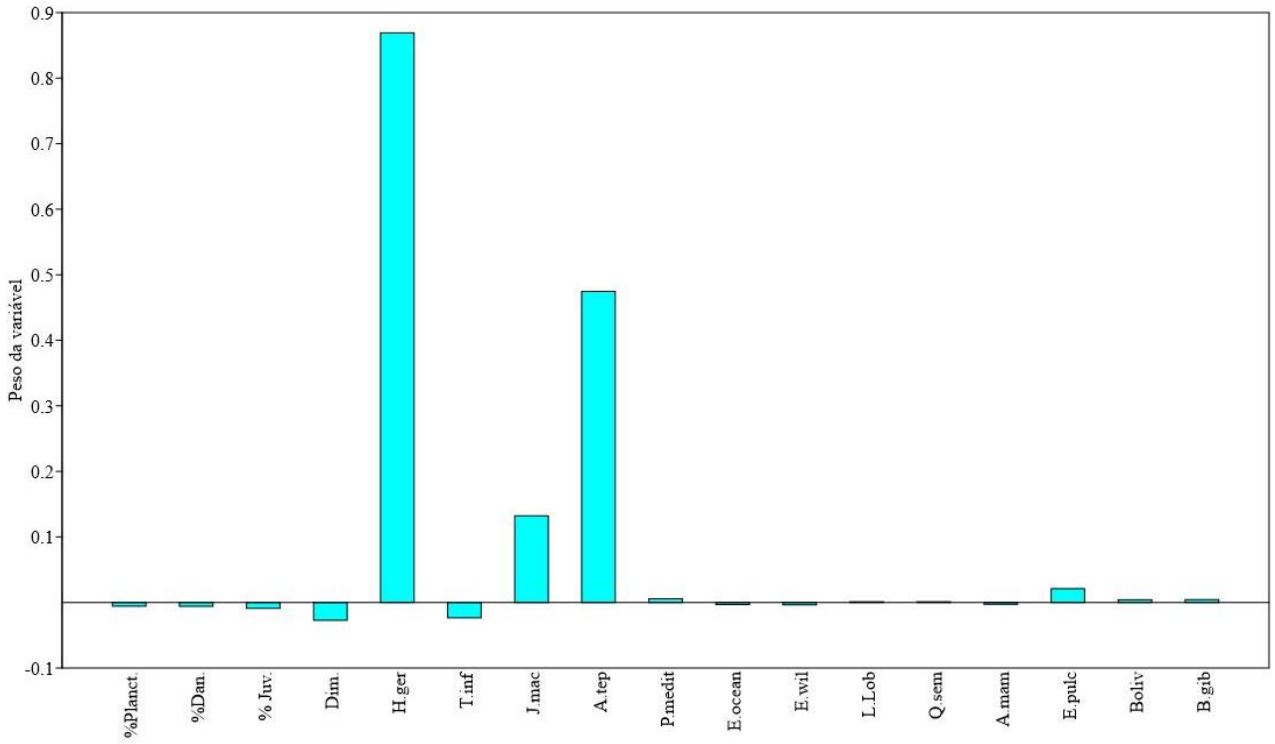


Figura 24. Peso das variáveis da componente 1, análise de componentes principais, foraminíferos, Almargem

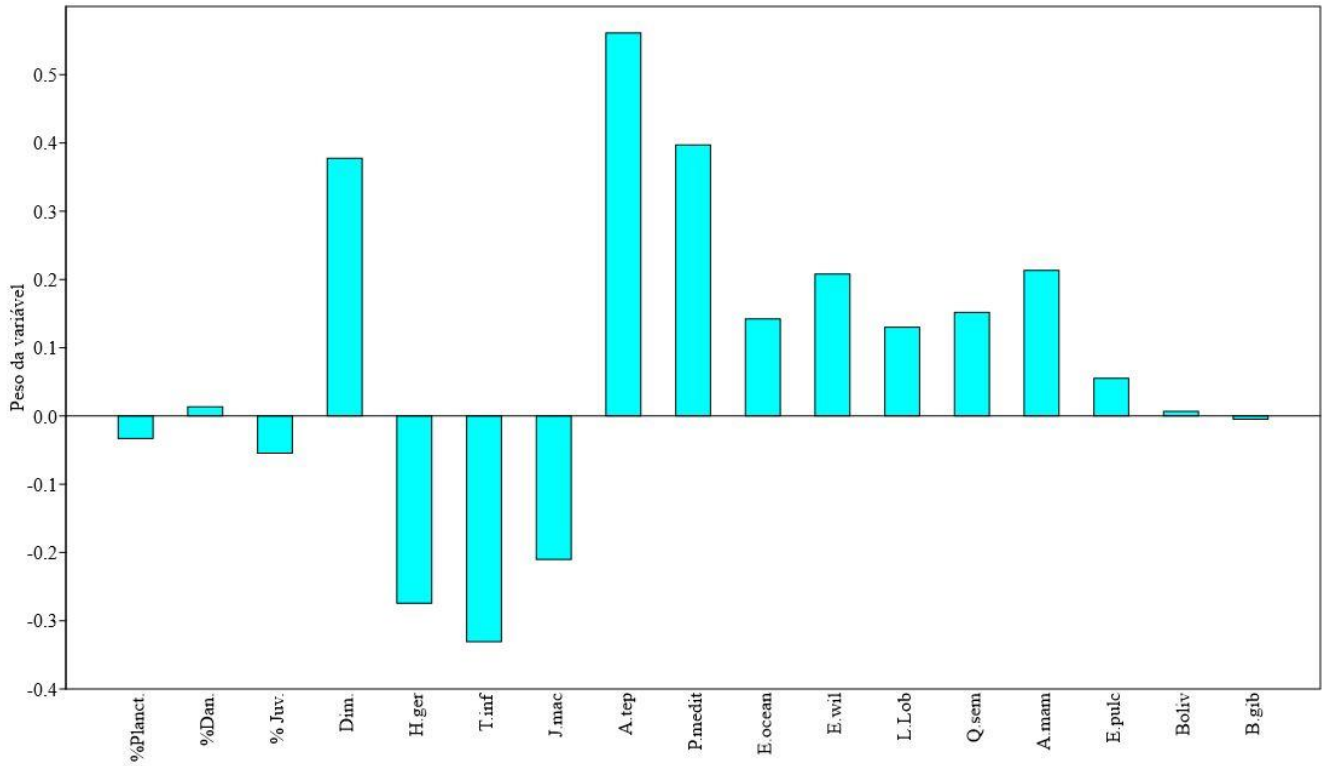


Figura 25. Peso das variáveis da componente 2, análise de componentes principais, foraminíferos, Almargem

Recorrendo à análise de componentes principais para os foraminíferos, é possível observar que, em Almargem, as amostras de tsunami (círculos verdes) se distinguem das restantes por estarem

inversamente relacionadas com a componente 1. Já no que toca às amostras do depósito de tempestade (triângulos azuis), elas estão inversamente relacionadas com a componente 2, excepto a amostra ALM T5 12cm. No que respeita à amostra recolhida abaixo do depósito de tsunami, que representa as condições normais de deposição antes da inundação pela onda de tsunami, é possível observar que se encontra destacada e com uma relação reduzida, tanto quanto à componente 1, como à componente 2. Estas duas componentes estão associadas a uma variância de 98,5%, explicando quase a totalidade da variância das amostras de Almargem. O resultado obtido através da análise de correspondência é em tudo idêntico ao da análise de componentes principais, por isso optou-se por apresentar apenas a análise de componentes principais para os foraminíferos.

As variáveis com maior peso na componente 1 são a percentagem de *H. germanica*, *A. tepida* e *T. inflata*. Estão diretamente relacionadas com a componente 1. No que toca à componente 2, todas as variáveis têm um peso importante exceto a percentagem de Bolivinas juvenis e de *B. gibba*. A percentagem de planctónicos, de juvenis e as espécies de águas mais salobras estão inversamente relacionadas com a componente 2, enquanto que a dimensão acumulada e as espécies mais estuarinas e marinas estão diretamente relacionadas.

Recorrendo à análise de correspondências para analisar as "populações" de ostracodos presentes nas amostras de Almargem é possível separar com grande precisão as amostras do depósito de tsunami das amostras do depósito de tempestade e de condições normais. Todas as amostras do depósito de tsunami (círculos pretos) encontram-se no 4º quadrante do gráfico da análise de correspondência (fig. 26).

Quanto às amostras do depósito de tempestade (triângulos azuis), têm uma maior variação entre si, sendo que a amostra mais superficial do depósito de tempestade se aproxima bastante da amostra de condições normais, e a amostra da base do depósito de tempestade está bastante próxima das amostras do depósito de tsunami (Fig. 26).

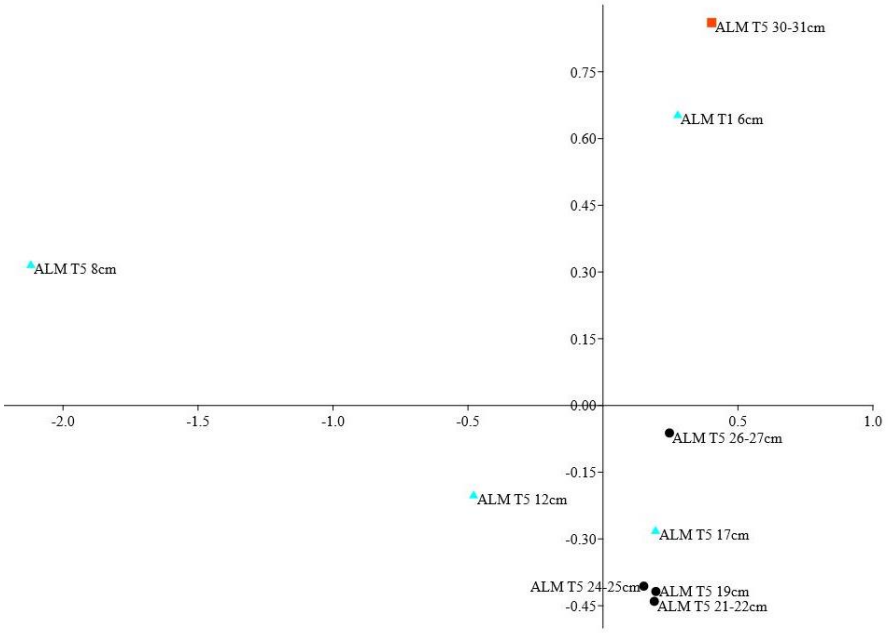


Figura 26. Análise de correspondência, ostracodos, Almargem. Círculos pretos - s amostras do depósito de tsunami; triângulos azuis - amostras do depósito de tempestade; quadrado vermelho - amostra de condições normais pré tsunami de 1755

9.4 Análise estatística multivariada Martinhal (análise de correspondência)

No que toca à análise estatística das amostras do Martinhal, apenas é possível utilizar os foraminíferos como critério de comparação. Devido às reduzidas densidades faunísticas das "populações" de ostracodos em todas as amostras do Martinhal, a sua análise apenas permite perceber as condições ecológicas pré e pós tsunami de 1755.

Quanto às "populações" de foraminíferos presentes nas amostras do Martinhal, a sua análise estatística é dificultada também pela baixa densidade faunística de grande número de amostras, bem como a influência de condições marinhas nas amostras de condições normais.

Recorrendo à análise de correspondência para distinguir as amostras do depósito de tsunami e do depósito de tempestade na trincheira 1, é possível observar que as amostras do depósito de tsunami se encontram agrupadas no primeiro quadrante do gráfico (Fig. 27), exceto a amostra da base do depósito de tsunami, MART 21 S1 60-62cm que se encontra no segundo quadrante do gráfico (Fig. 27) e a amostra MART 21 S1 39-41cm que se encontra no quarto quadrante do gráfico, (círculos pretos) (Fig. 27). As amostras do depósito de tempestade (triângulos azuis) ocorrem agrupadas no primeiro quadrante do gráfico (Fig. 27).

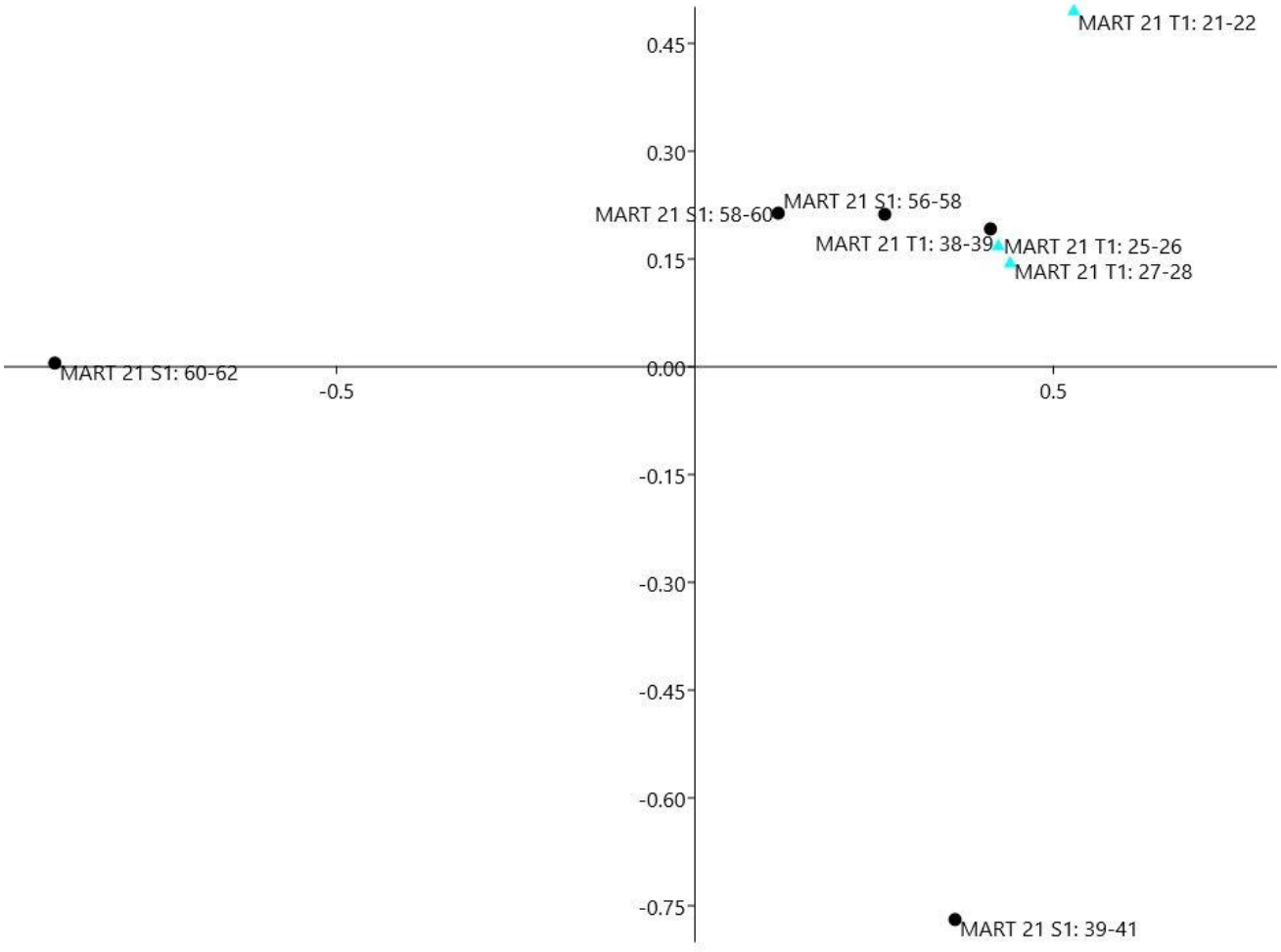


Figura 27. Análise de correspondência dos foraminíferos do Martinhal, trincheira T1. Círculos pretos - amostras do depósito de tsunami; triângulos azuis - amostras do depósito de tempestade.

Quanto à trincheira 2, a análise de correspondência, mostra uma grande dispersão nos dois tipos de depósito (Fig. 28). No entanto amostras do depósito de tsunami (círculos pretos) ocorrem na parte positiva do eixo das ordenadas, enquanto que as amostras do depósito de tempestade (triângulos azuis depósito mais antigo, triângulo castanho depósito mais recente) ocorrem dispersas no primeiro, terceiro e quarto quadrante do gráfico, excepto 29-30 (Fig. 28).

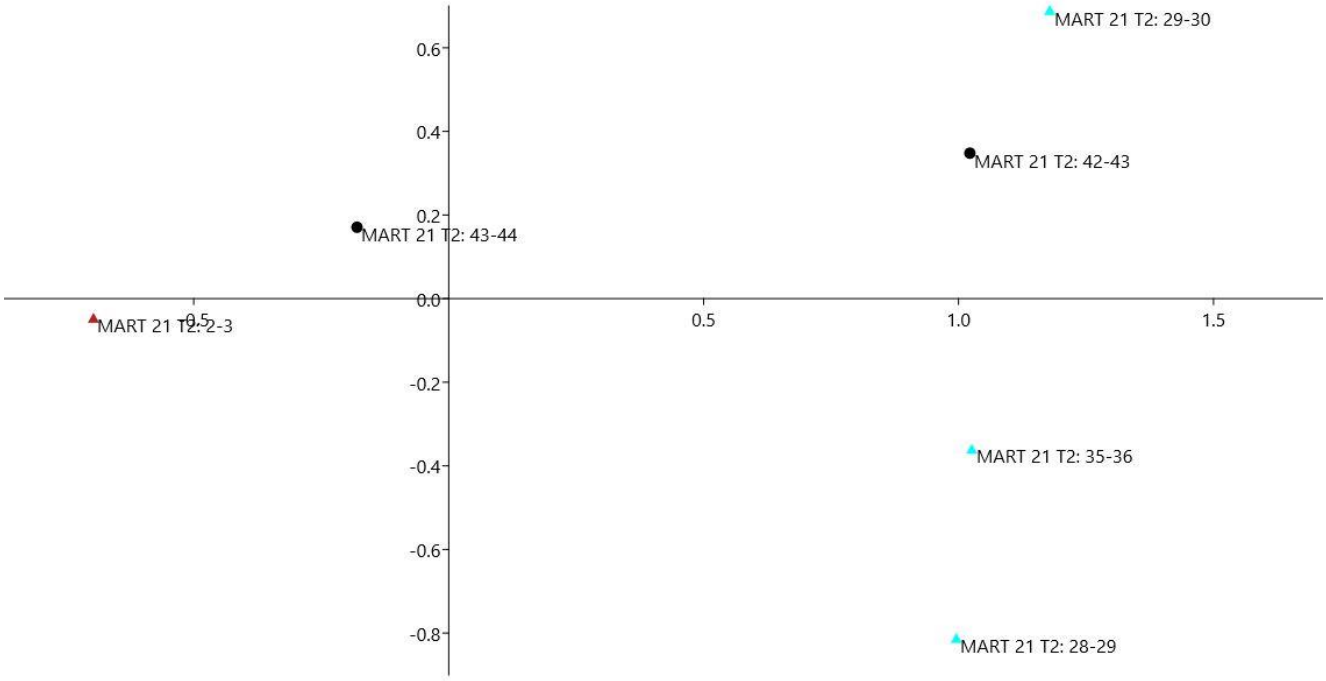


Figura 28. Análise de correspondência dos foraminíferos do Martinhal, trincheira T2. Círculos pretos - amostras do depósito de tsunami; triângulo vermelho - amostra do depósito de tempestade mais recente; triângulos azuis - amostras do depósito de tempestade mais antigo.

10 Reconstituição paleoambiental

10.1 Almargem

Neste capítulo procede-se a uma reconstituição paleoambiental a partir da análise ecológica das espécies identificadas nas amostras analisadas.

A "população" de ostracodos evidencia uma crescente influência de água doce na laguna de Almargem. As espécies de água doce presentes nas amostras ALM T5 30-31cm a ALM T5 17cm estão em números reduzidos; nunca representam mais de 1,2% da "população". No entanto, no topo da sequência (ALM T5 12cm, AML T5 8cm e ALM T1 6cm) é possível observar que o número de indivíduos de água doce passa a ser considerável, atingindo cerca de 68% da "população" na amostra ALM T5 8cm.

A introdução de água doce na laguna de Almargem parece não se refletir na "população" de foraminíferos, na qual seria expectável observar o aparecimento, por exemplo, espécies do género *Haplophragmoides* (Cushman, 1910) ou de tecamibas (grupo de microrganismos com carapaça aglutinada, taxonomicamente próximos dos foraminíferos). No entanto, existem também variações

nas associações de foraminíferos presentes na laguna de Almargem. Duas das espécies dominantes na amostra que traduz condições de sedimentação normais pré-evento de 1755 (*A. mexicana* e *D. aguayoi*) deixam de estar presentes nas amostras mais recentes. O número de indivíduos de águas salobras diminui significativamente quando nos aproximamos do topo da sequência. Estes são substituídos por indivíduos encontrados no fundo de zonas estuarinas e em rasos de maré, das quais *A. parkinsoniana* e *Q. seminula*, passam a representar 10% da "população" da laguna de Almargem. Isto indica que, da base para o topo, a salinidade da laguna de Almargem terá diminuído, bem como obviamente, as condições de hipersalinidade. Este facto é suportado pela maior presença de ostracodos de água doce no topo da sequência, nomeadamente *Sarscypridopsis aculeata* (Costa, 1847), que corresponde a 12% na amostra do topo, e *Heterocypris salina* (Brady, 1868), que corresponde a mais de 56% da "população" na amostra ALM T5 8cm e 18% na amostra ALM T5 12cm.

Resumindo, na laguna de Almargem, as condições ambientais antes do tsunami de 1755 eram mais salobras, posteriormente, passaram a mais marinhas (salinidade mais próxima da normal) com alguma influência de água doce (observável especialmente através da análise da "população" de ostracodos) no topo da sequência.

10.2 Martinhal

Apesar da baixa densidade faunística no que toca à "população" de ostracodos, esta análise complementar permitiu uma reconstituição paleoambiental do paul do Martinhal mais completa. Tal como é observável na "população" de foraminíferos, os ostracodos mostram que as condições ambientais imediatamente antes do tsunami de 1755 tinham grande influência de água do mar.

Todas as amostras do paul do Martinhal analisadas neste trabalho possuíam um elevado número de espículas de equinodermes e várias possuíam também espículas de espongiários. Este facto confere ao paul do Martinhal uma assinatura francamente marinha, o que não foi observável nas amostras da laguna de Almargem. No entanto todas estas amostras possuíam também um número considerável de tecamibas. A presença destes indivíduos, de água doce ou oligohalina (S<5‰), contrasta com a presença de espículas de equinodermes e com as espécies marinhas do paul. Eles serão indicadores das variações ecológicas anuais no paul do Martinhal e refletem que, nos meses com maior pluviosidade, as condições ecológicas, nalgumas partes do paul, serão marcadas pela influência de água doce. O número de ostracodos de água doce é pouco significativo no Martinhal, enquanto que na laguna de Almargem chega a ser dominante. As tecamibas parecem substituí-los como indicadores de influência de água doce neste local de estudo.

Contrariamente ao modelo de evolução paleoambiental proposto em trabalhos anteriores para as condições pré-tsunami de 1755, o paul do Martinhal não se encontrava completamente isolado do mar, e por consequência, apresentaria condições ambientais margino-marinhas. O número de espécies francamente marinhas (e.g. *B. spathulata*) e margino-marinhas (e.g. *Q. seminula*) presentes na associação era superior a 25% nas amostras de condições normais abaixo do depósito de tsunami das duas trincheiras. A elevada percentagem de espécies estuarinas (e.g. *H. germanica*) e a considerável percentagem de espécies marinhas sugere que as condições ambientais antes da inundação seriam bastante semelhantes a um raso de maré.

Após a inundação, nas amostras de condições de sedimentação normal situadas acima do depósito de tsunami, o número de espécies marinhas e margino-marinhas aumenta de 25% para 75%, como pode ser observado nas figs. 14 e 15. Isto revela que a barra que separa o paul do Martinhal do

mar terá ficado aberta ou sido rebaixada, como consequência da inundação pelo tsunami de 1755, e que o paul terá ficado mais exposto a condições quase francamente marinhas.

Com o passar do tempo, a barra da praia do paul do Martinhal terá aumentado a sua cota, isolando o paul, o que favoreceu a transição para condições hipersalinas. A associação atual é completamente monótona e dominada por espécies eurihalinas e que suportam ambientes hipersalinos.

As condições ambientais pré tsunami de 1755, que eram semelhantes às de um raso de maré atual, passam a marinhas (ou com grande influência marinha), após a inundação pelo tsunami de 1755 e mais tarde passam a hipersalinas; na atualidade e nos últimos anos, as condições ecológicas são semelhantes às de um alto sapal, observável através da associação ecológica da amostra actual (figs. 14 e 15).

Outros dois fatores que podem ter levado às alterações ecológicas no local são a natural acreção de sedimentos no paul, facilitada pela rápida deposição de sedimentos durante eventos extremos (por exemplo, deposição de uma camada com mais de 20 cm de espessura pelas ondas de tsunami num curto espaço de tempo) e a influência antrópica nas ribeiras que desaguam no paul do Martinhal. Esta ação leva a que o caudal das ribeiras seja cada vez mais reduzido, afetando a ecologia deste local e tornando o paul cada vez mais "seco" e com menos drenagem de água doce para o seu interior, mesmo quando ocorrem chuvadas intensas.

11 Discussão

11.1 Almargem

A amostra ALM T5 30-31cm, que representa as condições normais de deposição na laguna de Almargem, imediatamente antes do evento de tsunami de 1755, evidencia condições de uma laguna com muito pequena influência marinha, em que predominam as espécies de ambientes estuarinos e de águas salobras. Antes do evento de alta energia, a percentagem de foraminíferos e ostracodos de ambiente marinho, seja margino-marinho seja francamente marinho, era reduzida (~4%). Este facto permite que a análise dos depósitos de alta energia no local seja relativamente clara.

A assinatura da amostra da base do depósito de tsunami, apesar de claramente diferente da amostra de condições normais, aproxima-se mais do que seria de esperar desta devido à escolha feita durante a amostragem. Em vez de se amostrar apenas o sedimento grosseiro correspondente à base do depósito de tsunami, foi amostrado o contacto entre a unidade subjacente e o depósito de tsunami. Por isso é possível observar um valor inflacionado no que toca à densidade faunística de foraminíferos e ostracodos e às espécies de águas salobras (nos foraminíferos).

Apesar disso, na base do depósito de tsunami existe inequivocamente uma introdução de sedimento e formas marinhas, tanto no que respeita a foraminíferos, como a ostracodos. Este facto é evidenciado pela presença de formas marinhas e margino-marinhas na laguna de Almargem, que não estavam presentes nas associações antes da inundação pelo tsunami de 1755 (as espécies marinhas passam de 0% para 9% nos ostracodos e de 4% para 28% nos foraminíferos), tal como é expectável e observável noutros depósitos de tsunami (Mamo et al., 2009).

As espécies marinhas de foraminíferos são mais abundantes no depósito de tsunami (~18%) do que nos depósitos de tempestade (~8%) (fig. 8). As formas margino-marinhas são mais abundantes

nos depósitos de tempestade (~12%) do que no depósito de tsunami (~10%) (fig. 8). O número de foraminíferos marinhos representa assim uma boa ferramenta para distinguir os dois tipos de depósitos de alta energia em Almargem e reflete a capacidade de transporte de sedimento mais profundo pelas ondas de tsunami quando comparadas com as ondas de tempestade, observado também por outros autores (e.g. Kortekaas & Dawson, 2007, Uchida et al., 2007, Costa, 2012, Costa et al., 2012, Quintela et al., 2016).

Quanto aos ostracodos, a assinatura deixada pela presença de espécies margino-marinhas é também assinalável. Na amostra de condições normais, representavam 0,25% da fauna da laguna de Almargem. Quando se analisa o depósito de tsunami, é possível verificar o aumento da percentagem de espécies margino-marinhas, que passa a 8,66% na amostra da base do depósito de tsunami e 2,71% na amostra imediatamente acima na sequência (fig. 11).

É de salientar que em três das amostras do depósito de tempestade não foram encontradas formas margino-marinhas (ALM T5 17cm, ALM T5 12cm e ALM T5 8cm). A percentagem de foraminíferos margino-marinhos é por isso uma boa ferramenta. Também na "população" de ostracodos, para distinguir entre os dois tipos de depósito de alta energia (fig. 11).

Tal como observado em Alcantarilha (Quintela et al., 2016), o aumento de 4% para 28% de indivíduos margino-marinhos e marinhos (fig. 8) coincide também com um incremento na percentagem de indivíduos danificados, de 1% para mais de 3% (fig. 9), o que reforça a interpretação da presença de sedimento alóctone que é transportado e depositado em condições de alta energia, quer em Almargem, quer no Martinhal.

Na base do depósito de tsunami ocorre também um incremento no tamanho médio dos foraminíferos presentes na associação (fig. 9), refletindo o incremento da energia do meio durante a deposição do sedimento. É expectável que isso ocorra, uma vez que o sedimento depositado no interior da laguna de Almargem passa de argilas e siltes, em condições normais, para areia média a grosseira, no depósito de tsunami.

Quando se compara a densidade faunística das condições lagunares pré-tsunami (ALM T5 30-31cm) com as do depósito de tsunami, regista-se uma diluição do número foraminíferos e ostracodos por cm^3 de sedimento bruto (Anexo 1). A densidade faunística no depósito de tsunami diminui cerca de 10 vezes na "população" de foraminíferos e 6 vezes na de ostracodos.

Em Almargem, a diluição da densidade faunística no depósito de tempestade é maior do que a que ocorre no depósito de tsunami: 20 vezes nas "populações" de foraminíferos e 8,5 vezes nas de ostracodos. Este facto deve-se provavelmente às diferenças de densidade faunística dos locais fonte, de onde é transportado o sedimento nos dois tipos de evento de alta energia (e.g. Kortekaas & Dawson, 2007, Uchida et al., 2007, Costa, 2012, Costa et al., 2012, Quintela et al., 2016).

Nas amostras do depósito de tsunami, existe uma tendência para o aumento da percentagem de indivíduos juvenis (foraminíferos), da base para o topo do depósito (fig. 9). Este facto reflectirá a diminuição da energia do meio durante as fases de inundação, muito elevada na fase inicial, em que os indivíduos juvenis se encontrariam em suspensão, acabando por depositar no final com o sedimento mais fino, quando diminui a energia do meio. Este facto é também observado no depósito de tsunami de Alcantarilha (Quintela et al., 2016).

À semelhança do que acontece com a abundância relativa de foraminíferos juvenis, a de foraminíferos planctónicos no depósito de tsunami segue também uma tendência crescente da base

para o topo do depósito, provavelmente pela mesma razão (fig. 9). A energia do meio é demasiado elevada no início da inundação e só quando diminui, no final do processo, se regista um aumento na percentagem de planctónicos no topo do depósito.

Este registo também se revelou um bom fator de diferenciação entre os dois tipos de depósitos de alta energia. A percentagem de foraminíferos planctónicos nas amostras do depósito de tsunami é 2 a 6 vezes superior ao das amostras do depósito de tempestade, e 10 a 40 vezes superior, quando comparada com a percentagem de foraminíferos planctónicos na amostra de condições de sedimentação normais (fig. 9).

Um dos indicadores que melhor representa a introdução de material alóctone no local de deposição é o número de espécies presentes na associação (figs. 9 e 12). Tanto no que toca ao número de espécies de foraminíferos como de ostracodos, existe um incremento significativo, especialmente nos níveis inferiores do depósito de tsunami. O processo é mais evidente na associação de ostracodos, em que ocorre um incremento de 3 vezes no número de espécies presentes (fig. 12), mas também é significativo na "população" de foraminíferos, onde o incremento é de 1,7 vezes (fig. 9). Esta evidência perde expressão no topo do depósito de tsunami quanto à "população" de foraminíferos e não é observável na "população" de ostracodos.

Nos foraminíferos é possível observar que o índice de diversidade é superior nos depósitos de alta energia e que é maior nos depósitos de tsunami do que nos depósitos de tempestade: H(s) = 1,91 na amostra de condições normais, H(s) = 2,42 nos depósitos de tsunami (média) e H(s) = 2,07 nas amostras dos depósitos de tempestade (média). Nos ostracodos este aumento só é visível na base do depósito de tsunami, onde H(s) passa de 1,28 (na amostra de condições normais imediatamente antes do depósito de tsunami) a 1,49 (na amostra da base do depósito de tsunami), e não ocorre no depósito de tempestade.

O maior número de espécies de foraminíferos marinhos (fig. 8), associado à menor densidade faunística (fig. 9) parece indicar que a amostra ALM T5 19cm representará o topo do depósito de tsunami, provavelmente o "backwash" da última inundação, visto que tem um maior número de indivíduos eurihalinos e de águas salobras (abundantes no alto sapal), especialmente, quando comparada com as restantes amostras do depósito de tsunami. Esta amostra também apresenta um maior número de carapaças danificadas, quando comparada com as amostras do depósito de tempestade (fig. 9).

Os resultados da análise canónica de correspondência (figs. 23 a 25) e da análise de componentes principais (fig. 26), separam nitidamente o depósito de tsunami dos depósitos de tempestade na laguna de Almargem. A componente 1 (fig. 24) e a componente 2 (fig. 25) explicam 98,5% da variância dos resultados obtidos.

Através da análise de componentes principais dos foraminíferos (fig. 23) e da análise de correspondência dos ostracodos (fig. 26), é possível observar que as amostras ALM T1 6cm e ALM T5 30-31cm se distanciam das restantes amostras. A amostra ALM T5 30-31cm representa as condições pré-tsunami de 1755. Sendo assim, não representa nem um depósito de tsunami nem um depósito de tempestade. Tal como seria de esperar, diferencia-se das restantes amostras. Por sua vez, a amostra ALM T1 6cm, por ter sido recolhida a 25m da anterior (em direção ao mar) e por, possivelmente, corresponder à assinatura mais proximal no depósito de tempestade, aparece destacada das restantes amostras.

Todas as amostras do depósito de tsunami estão inversamente relacionadas com a componente 1, o que lhes confere uma franca diferenciação da amostra de condições normais e das amostras do depósito de tempestade (fig. 23). As amostras da base do depósito de tsunami estão diretamente relacionadas com a componente 2, enquanto que as amostras do topo do depósito estão inversamente relacionadas com esta componente (fig. 23). Quando se observa as amostras do depósito de tempestade, é possível constatar que se encontram mais dispersas na representação gráfica (fig. 23).

Quando se recorre à observação do gráfico da análise de correspondência dos ostracodos, é possível constatar que as amostras do depósito de tsunami se encontram perfeitamente agrupadas, demonstrando uma grande homogeneidade na "população" de ostracodos neste depósito (fig. 26). Dentro do depósito de tsunami, a amostra que se encontra mais destacada é a amostra da base, por representar não apenas a base do depósito de tsunami, mas também a transição das condições pré-evento de 1755 na laguna de Almargem (fig. 26).

No que toca às amostras do depósito de tempestade, as "populações" de ostracodos têm maior dispersão, pela mesma razão por que se encontram dispersas as representações gráficas das "populações" de foraminíferos (fig. 26). Quanto às amostras mais superficiais, ALM T1 6cm e ALM T5 8cm, surgem afastadas das demais. Isto deve-se, provavelmente à influência de água doce no local de deposição que faz com que as espécies autóctones de ostracodos no topo da trincheira sejam de água doce e salobra, e não há um sinal evidente de espécies alóctones no depósito de tempestade. Neste local de estudo, a "população" de ostracodos parece ser a melhor ferramenta micropaleontológica para diferenciar os dois depósitos de alta energia (fig. 11 e 26)

10.2 Martinhal

A interpretação da assinatura deixada pelos eventos de alta energia no paul do Martinhal é particularmente difícil por 2 razões: grande influência marinha antes e após o depósito de tsunami de 1755, que torna a assinatura dos eventos extremos mais ténue, e baixa densidade faunística de ambas as "populações" micropaleontológicas estudadas.

As amostras MART Actual, MART T1 27-28cm e MART T2 2-3cm não possuem nenhum ostracodo. As restantes têm todas densidades faunísticas inferiores a 1 indivíduo por cm^3, o que apenas permite complementar o sinal registado pela "população" de foraminíferos. Nas amostras de condições normais, tanto antes do evento de 1755 como após, existem espécies margino-marinhas (e.g. *X. rubens* e *A. convexa*), o que confere ao local um sinal de influência marinha clara (Anexo V e VI).

Olhando primeiro para a trincheira T1, que dista cerca de 270 m do mar, é possível observar que na amostra de condições normais, pré-evento de 1755, existe uma percentagem considerável (22%) de foraminíferos marinhos/margino-marinhos. Este facto revela assim que, existe franca influência marinha no paul do Martinhal, antes da inundação pelas ondas do tsunami de 1755 (fig. 14).

Nas amostras dos depósitos de alta energia desta trincheira, o sinal marinho é evidenciado pelo aumento da percentagem de indivíduos margino-marinhos. Este aumento é acompanhado por uma diminuição na percentagem de foraminíferos estuarinos, que se deve provavelmente à diluição das "populações" autóctones do paul e à introdução de material/"populações" alóctones. Quanto às amostras dos depósitos de alta energia da trincheira T2, ocorre também um aumento na percentagem de indivíduos marinhos e margino-marinhos (figs. 14 e 15).

Após o depósito de tsunami, é possível observar que aumentou a influência marinha no paul do Martinhal. Este facto pode ser explicado pela abertura da barra que separa o paul da praia do Martinhal, o que terá permitido que a água do mar circulasse com maior facilidade no interior do paul, nomeadamente em situação de preia-mar (figs. 14 e 15).

As amostras do depósito de tempestade mais profundo da trincheira T2, com um tom avermelhado e espessura aproximada de 7 cm, possuem uma clara assinatura marinha, evidenciada pela percentagem elevada de indivíduos margino-marinhos/marinhos. O seu tom avermelhado deve-se provavelmente a alterações pós deposicionais por circulação de fluidos, tal como é reportado em alguns depósitos de alta energia por Szczuciński (2020). O depósito de tempestade mais superficial da trincheira T2, é pouco espesso, bastante ténue e apresenta uma paleoecologia muito idêntica às amostras atuais e de condições de sedimentação padrão pré-evento. Quanto à amostra do depósito de tempestade mais recente da trincheira T2, MART21 T2 2-3cm, a sua assinatura é bastante semelhante à da amostra actual da mesma trincheira, sendo que a sua maior diferença é na presença de 4% de foraminíferos marinhos/margino-marinhos, que não ocorrem na amostra actual (fig. 15).

No que toca à percentagem de carapaças de foraminíferos com marcas de desgaste e transporte, existe uma maior percentagem de indivíduos danificados nas amostras do depósito de tempestade (~29%) do que no depósito de tsunami (~20%) (fig. 16). Este facto pode ser explicado fazendo um paralelismo com os grãos de quartzo presentes nos depósitos de tsunami e de tempestade, observados por Costa et al. (2012). Neste estudo os autores chegaram à conclusão que o que rege a quantidade de marcas de percussão nos grãos de quartzo é a concentração sedimentar e o transporte por tração - que é maior nos eventos tsunamigénicos. No entanto, Quintela et al. (2016) concluem que esta tendência não é observada na "população" de foraminíferos, provavelmente por estes não serem transportados por tração com a maior parte do sedimento, junto ao fundo, mas sim em suspensão na coluna de água. Por isso os foraminíferos presentes nos depósitos de tsunami terão menores evidências de remobilização. Os foraminíferos presentes no depósito de tempestade, em que o sedimento é maioritariamente transportado numa coluna de água menor e mais próximo do fundo apresentam mais marcas de desgaste, do que os foraminíferos do depósito de tsunami. Esta diferença é também observável na trincheira T2 (mais longe do mar, a cerca de 50 m da trincheira T1), onde a percentagem de indivíduos danificados no depósito de tempestade (~ 27%) é superior à dos indivíduos danificados no depósito de tsunami (~ 20%) (fig. 17).

A percentagem de foraminíferos juvenis nas condições de sedimentação normais, tanto na trincheira T1 (~18%) (fig. 18) como na trincheira T2 (~20,5%) (fig. 19) é superior à dos depósitos de alta energia. A diferença na percentagem de foraminíferos juvenis entre os depósitos de tempestade e o de tsunami é pequena (apenas 1,5%) mas é generalizadamente maior no depósito de tempestade. Tal deve-se provavelmente à maior energia do evento de tsunami, quando comparadas com os eventos de tempestade do local. Este facto também é evidenciado pela maior granulometria do depósito de tsunami quando comparada com a dos depósitos de tempestade. Existe também um aumento de ~3% de foraminíferos juvenis da trincheira T1 para a trincheira T2, nas amostras dos eventos de alta energia. Isto reflete a diminuição da energia das ondas entre as duas trincheiras, como seria expectável.

Quanto à dimensão dos foraminíferos das amostras do paul do Martinhal, os indivíduos presentes nos depósitos de alta energia são maiores do que os das amostras de condições normais. Isto resulta naturalmente das condições energéticas da deposição, que em condições normais são bastante mais reduzidas do que durante os eventos de alta energia, o que corrobora a tendência encontrada nos

restantes elementos que constituem os depósitos (e.g. granulometria e percentagem de juvenis). Ao mesmo tempo, as dimensões dos indivíduos no depósito de tsunami são superiores às dimensões dos indivíduos nos depósitos de tempestade, à semelhança do que acontece em Almargem, refletindo portanto a maior energia dos tsunamis do que dos eventos de tempestades. O aumento na percentagem de indivíduos juvenis da trincheira T1 para a trincheira T2 é acompanhado pela diminuição do tamanho médio dos foraminíferos, reforçando o sinal de perda de energia das ondas dos eventos extremos entre a trincheira T1 e a trincheira T2, mais afastada da linha da barreira (fig. 22).

Os resultados da análise canónica de correspondência agrupam nitidamente todas as amostras do depósito de tempestade, da trincheira T1, no 1º quadrante do gráfico (fig. 27). A influência marinha na base da coluna litoestratigráfica contribuirá para a posição da amostra MART 21 S1 60-62cm no segundo quadrante do gráfico (fig. 27). A amostra do topo do depósito (MART 21 T1 38-39cm) tem maior proximidade às amostras do depósito de tempestade do que com as restantes amostras. Tal deve-se, provavelmente, ao facto de representar o fim da inundação e as condições com maior semelhança às condições de sedimentação contemporâneas com maior influência marinha (Fig. 27). A amostra MART 21 S1 39-41cm encontra-se representada no quarto quadrante do gráfico e afastada das restantes amostras do depósito de tsunami por ter uma percentagem mais elevada de foraminíferos margino-marinhos e uma densidade faunística elevada.

Pelo contrário, na trincheira T2, as amostras dos dois depósitos de tempestade encontram-se mais dispersas (fig. 28). A amostra MART 21 T2 2-3cm, do depósito de tempestade mais recente encontra-se no segundo quadrante do gráfico destacada das demais por ser bastante idêntica à amostra de condições actuais e por ter uma associação ecológica distinta das demais. As amostras do depósito de tempestade mais antigo, MART 21 T2 28-29cm e MART 21 T2 35-36cm, representadas com triângulos azuis (fig. 28) encontram-se no quarto quadrante. Têm ambas densidades faunísticas muito reduzidas e, uma elevada percentagem de indivíduos margino-marinhos. A grande dispersão das amostras deve-se sobretudo à muito reduzida densidade faunística.

10.3 Diferenças entre a laguna de Almargem e o paul do Martinhal

Quando se analisam os depósitos de alta energia dos dois locais de estudo, é possível observar que existem diferenças assinaláveis. Portanto, a análise deste tipo de depósitos é "*site specific*", como seria de esperar. O registo sedimentar dos eventos depende da geomorfologia e das condições ambientais e ecológicas dos locais onde são depositados. Assim, cada local de estudo tem de ser analisado de forma independente e não existe um indicador único que possa ser utilizado em todos os locais de estudo.

A laguna de Almargem possuía condições francamente isoladas da influência marinha antes de ter sido atingida pelo tsunami, o que facilita a análise do depósito. No Martinhal, o mesmo não se verificava. O facto de existir uma forte componente marinha no local antes do depósito de tsunami e a baixa densidade faunística dificultam a análise dos depósitos de alta energia no Martinhal e faz com que a laguna de Almargem seja um local mais adequado para a diferenciação entre os dois tipos de depósito de alta energia. Os melhores indicadores, transversais aos dois locais de estudo, são as dimensões dos foraminíferos (figs. 10 e 22), a percentagem de indivíduos marinhos (figs. 8, 11, 14 e 15) e a densidade faunística, todos eles maiores no depósito de tsunami (AnexoI a VI). A tendência crescente da percentagem de juvenis, que ocorre associada ao depósito de tsunami em Almargem (fig. 10), parece não estar presente no Martinhal.

As diferenças nas assinaturas dos dois locais de estudo, poder-se-á explicar a partir da geomorfologia, nomeadamente a altura da barra, que separa as zonas de praia das respectivas zonas lagunares e de paul. No Martinhal, a barra está à altitude de 2,5m a 3m, enquanto que em Almargem a altitude da barra está entre 4m e 5m. Isto faz com que ondas de tempestade com a mesma altura significativa, galgam com maior frequência e mais energia a barra da praia do Martinhal e inundam o paul, do que a barra de Almargem. Consequentemente os depósitos de tempestade em Almargem têm um sinal menos energético que no Martinhal, o que facilita a sua distinção do depósito de tsunami. Pelo contrário, no Martinhal os depósitos de tempestade são mais frequentes e mais energéticos, dificultando assim a sua distinção do depósito de tsunami. Acresce que o declive actual da face de praia em Almargem é também mais acentuado (média = 3º) do que o da face de praia do Martinhal (média = 1,1º), o que exige maior dispêndio de energia quando as ondas chegam à praia de Almargem e galgam a barra\barreira arenosa, do que no Martinhal.

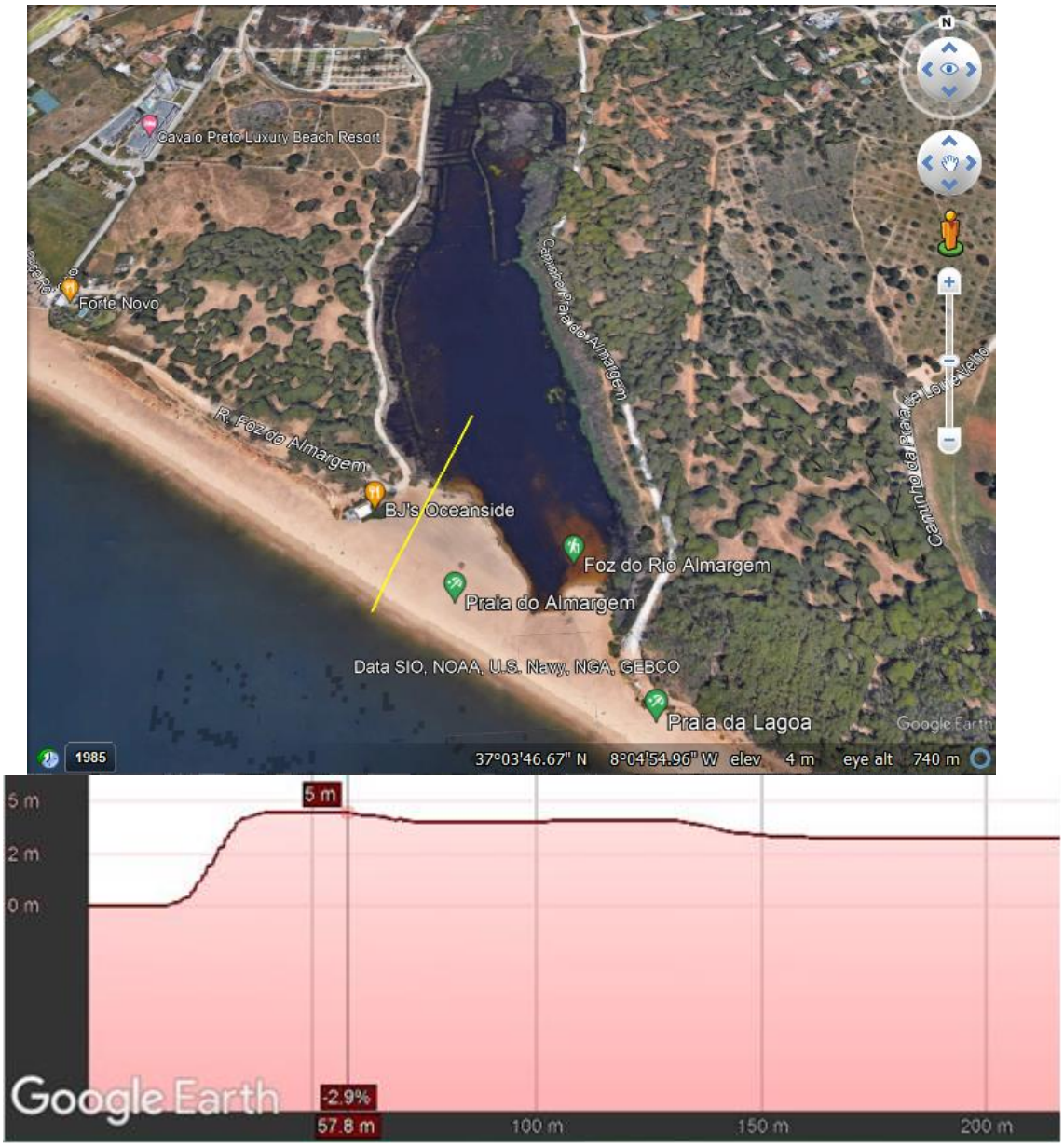


Figura 29. Perfil (sentido N27ºE) da face da praia de Almargem; no mapa assinalado a amarelo. Altitude da barra: 5 m; altitude da laguna de Almargem: ~ 3m (obtido através do Google Earth).

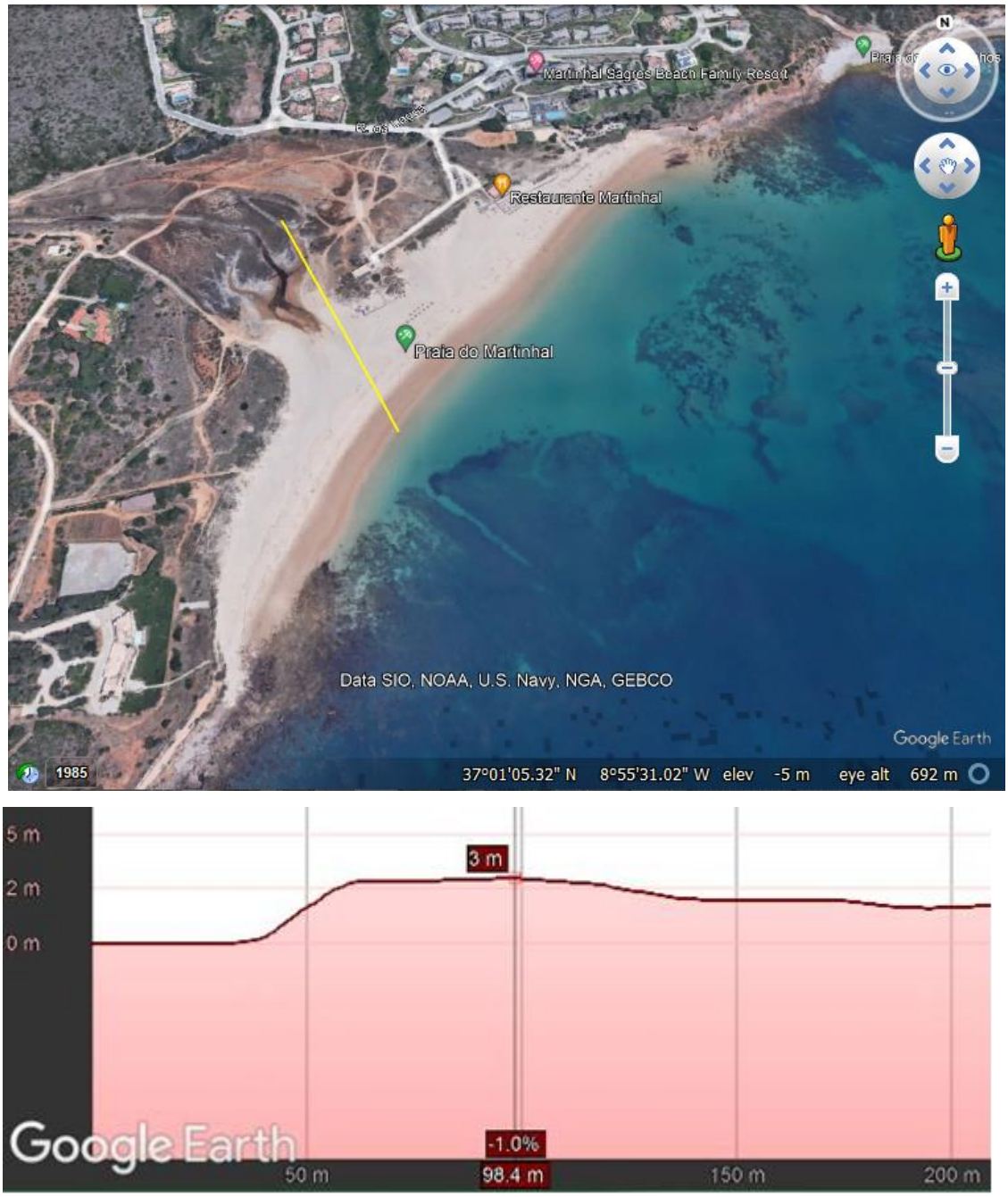


Figura 30. Perfil (sentido N20ºO) da face da praia do Martinhal, no mapa assinalado a amarelo. Altitude da barra: 3m; altitude do paul do Martinhal: < 2m (obtido através do Google Earth).

11 Conclusões

A análise de amostras recolhidas nas zonas costeiras de Martinhal e de Almargem mostram que o estudo das "populações" de foraminíferos e de ostracodos representam uma contribuição fundamental e indispensável na identificação e na caracterização de depósitos de tsunami e de tempestade. A clareza dos dados obtidos na diferenciação está diretamente relacionada com o tipo de condições ecológicas do local de deposição e com as características geomorfológicas dos locais de estudo.

São mais favoráveis os locais mais isolados das condições marinhas, perfis de praia com declives mais acentuados e alturas da barra mais elevadas. Os factores que permitem a melhor distinção entre os tipos de depósito de alta energia são: número de indivíduos marinhos, o número de indivíduos danificados e a dimensão acumulada das carapaças que tendem, todos estes 3 factores, a serem mais elevados nos depósitos de tsunami.

Para uma melhor análise em trabalhos futuros sugere-se: 1) um levantamento topográfico detalhado dos locais de estudo e do seu entorno, sobretudo altimetria do local de amostragem, da barra e do declive da face da praia, 2) análise detalhada do sedimento dos locais envolventes para melhor conhecimento das potenciais fontes sedimentares associadas aos eventos extremos, tanto em terra como no mar, e uma maior resolução na amostragem dos depósitos estudados.

Como conclusão final, podemos afirmar que sim, é possível distinguir depósitos de tsunami de depósitos de tempestade, recorrendo às "populações" de foraminíferos e de ostracodos.

12. Bibliografia

Aiello, G. & Szczechura, J. (2004). Middle Miocene ostracods of the Fore-Carpathian Depression (Central Paratethys, southwestern Poland). Bollettino della Società Paleontologica Italiana 43, 11-70.

Alm, G. (1916). Monographie der Schwedischen Susswasserostracoden. Zoolog. Bidrag Uppsala 4, 1-249.

Alvarez-Zarikian, C.A., Soter, S., Katsonopoulou, D., (2008). Recurrent submergence and uplift in the area of ancient Helike, Gulf of Corinth, Greece: microfaunal and archaeological evidence. Journal of Coastal Research 24 (sp1), 110–125.

Andrade, C., Andrade, A.M., Kortekaas, S., Dawson, A., (1997). Sedimentological traces of tsunamigenic overwash of the Martinhal lowland (Western Algarve, Portugal). Universidade do Algarve, Faro. 11-17.

Andrade, C., Costa, P., Lopez, G., Teixeira, S. (2019). Sedimentological features of tsunami and storm deposits in Almargem (central Algarve). Geophysical Research Abstracts 21, EGU2019-9561.

Athersuch, J. (1979) - The ecology and distribution of the littoral ostracodes of Cyprus. of Nat. Hist.,13:135-160, London.

Athersuch, J., Horne, D.J., Whittaker, J.E. (1983). Some species of the ostracod genus Bythocythere Sars from British waters. Journal of Micropalaeontology 2, 71–81.

Athersuch, J., Horne, D.J., Whittaker, J. E. (1989). Marine and brackish water ostracods (superfamilies Cypridacea and Cytheracea): keys and notes for the identification of the species (Vol. 43). Brill Archive. 1-343.

Barata, F.P.P., (2021). Associações actuais de Ostracodos da plataforma continental este algarvia, Portugal. Dissertação de Mestrado (inédito), 230 pp. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.

Barmawidjaja, D.M., Jorissen, F.J., Puskaric, S., Zwaan, G.J. Van Der (1992). Microhabitat selection by benthic Foraminifera in the Northern Adriatic Sea. Journal of Foraminiferal Research 22, 297-317.

Bellier, J.P., Mathieu, R., Granier, B. (2010). Short treatise on foraminiferology (Essential on modern and fossil Foraminifera). 1-104.

Bernhard, J.M. (1986). Characteristic assemblages and morphologies of benthic foraminifera from anoxic, organic rich deposits: Jurassic through Holocene. Journal of Foraminiferal Research 16, 207-215.

Bonaduce, G., Ciampo, G. Masoli, M., (1976). Distribution of Ostracoda in the Adriatic Sea. Pubbl. Staz. zool. Napoli, 40 (vol. for 1975) suppl., 1-304, pls 1-73.

Boomer, I., Waddington, C., Stevenson, T., Hamilton, D., (2007). Holocene coastal change and geoarchaeology at Howick, Northumberland, UK. The Holocene 17, 89–104.

Cabral, M.C., Fatela, F., Lopes, V., Freitas, M. C., Andrade, C. (2017). Cyprideis torosa (Jones, 1850) in mainland Portugal: What do we know? Journal of Micropalaeontology, 36, 94–112.

Cabral, M.C., Loureiro, I.M. (2013). Overview of Recent and Holocene ostracods (Crustacea) from brackish and marine environments of Portugal. Journal of Micropalaeontology 32, 135-159.

Chagué-Goff, C., Schneider, J.L., Goff, J.R., Dominey-Howes, D., Strotz, L. (2011) Expanding the proxy toolkit to help identify past events — Lessons from the 2004 Indian Ocean Tsunami and the 2009 South Pacific Tsunami. Earth Science Reviews, Volume 107, Issue 1, p. 107-122.

Ciampo, G. (1976). Ostracodi pleistocenici di Cala bianca (Marina di Camerota-Salerno). Bollettino della Societa Paleontologica Italiana 15 (1), 3-2340, Suppl. 1: 1-304.

Ciampo, G. (1980). Ostracodi miocenici (Tortoniano-Messiniano) della regione di Ragusa (Sicilia). Bollettino della Societa Paleontologica Italiana 19 (1), 1-4.

Costa, P.J.M. (2012). Sedimentological Signatures of Extreme Marine Inundations. Dissertação de Doutoramento (inédito), 245 pp., Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.

Costa, P.J.M., Andrade, C., Dawson, A.G., Mahaney, W.C., Freitas, M.C., Paris, R., Taborda, R., (2012). Microtextural characteristics of quartz grains transported and deposited by tsunamis and storms. Sedimentary Geology 275, 55–69.

Costa, P.J.M., Dawson, S., Ramalho, R.S., Engel, M., Dourado, F., Bosnic, I., Andrade, C., (2021). A review of onshore tsunami deposits along the Atlantic coasts. Earth Science Reviews. 212, 103441.

Coviaga, C., Cusminsky, G., Pérez, P. (2018). Ecology of freshwater ostracods from Northern Patagonia and their potential application in paleo-environmental reconstructions. Hydrobiologia 816, 3–20.

Cunha, PP. Buylaert, JP, Murray, AS. Andrade, C. Freitas, MC. Fatela, F. Munhá, JM. Martins, AA. Sugisaki, S. (2010). Optical dating of clastic deposits generated by an extreme marine coastal flood: the 1755 tsunami deposits in the Algarve (Portugal), Quaternary Geochronology 5, 329-335.

Dahanayake, K. & Kulasena, N. (2008). Recognition of diagnostic criteria for recent and paleo-tsunami sediments from Sri Lanka. Marine Geology 254 (3–4), 180–186.

De Deckker, P. (2002). Ostracod palaeoecology. In Holmes, J.A. & Chivas, A.R. (Eds), The Ostracoda: Application in Quaternary Research. Geophysical Monograph 131. American Geophysical Union, Washington, DC, pp. 121–134.

Debenay, J.P. (2012) A Guide to 1,000 Foraminifera from Southwestern Pacific New Caledonia. IRD Editions Marseille/Publication Scientifiques du Muséum, Paris. pp 378.

Debenay, J.P., Béneéteau, E., Zhang, J., Stouff, V., Geslin, E., Redois, F., Fernandez-Gonzalez, M. (1998). Ammonia beccarii and Ammonia tepida (Foraminifera): morphofunctional arguments for their distinction. Marine Micropaleontology 34, 235–244.

Diz, P. & Francés, G. (2008). Distribution of live benthic foraminifera in the Ría de Vigo (NW Spain). Marine Micropaleontology, 66, 165-191.

Dominey-Howes, D., Dawson, A., Smith, D. (1998). Late Holocene coastal tectonics at Falasarna, western Crete: a sedimentary study. In: Stewart, I., Vita-Finzi, C. (Eds.), Coastal Tectonics. Special Publications. Geological Society, London, pp. 343–352.

Ducasse, O. & Cahuzac, B. (1997). Les ostracodes indicateurs des paléoenvironnements au Miocène moyen (Serravalien) en Aquitaine (Sud-Ouest de la France). Revue de Micropaléontologie 40, 141–166.

Elofson, O. (1941). Zur Kenntnis der marinen Ostracoden Schwedens mit besonderer Berucksichtigung des Skageraks. Zoologiska bidrag från Uppsala 19, 217-534.

Fatela, F. & Taborda, R. (2002). Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. Marine Micropaleontology 45, 169-174.

Fatela, F., Moreno, J., Cabral, M.C. (2016). Salinity and water temperature assessment of the tidal marshes from the W Portuguese coast, as an ecological tool to palaeoenvironmental reconstructions based on Foraminifera and Ostracoda assemblages. Estudos do Quaternário. 14. 73-81.

Fontanier, C., Jorissen, F., Chaillou, G., David, C., Anschutz, P. Lafon, V. (2003). Seasonal and interannual variability of benthic foraminiferal faunas at 550m depth in the Bay of Biscay. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers 50, 457-494.

Forsman, B. (1951). Studies on Gammarus duebeni LILLJ., with notes on some rockpool organisms in Sweden. Zoologiska bidrag från Uppsala. 29, 215–237.

Ganning, B. (1971). Studies on chemical, physical and biological conditions in Swedish rockpool ecosystems. Ophelia 9 (1), 51-105.

Goff, J., McFadgen, B.G., Chague-Goff, C. (2004). Sedimentary differences between the 2002 Easter storm and the 15th-century Okoropunga tsunami, southeastern North Island, New Zealand. Marine Geology 204 (1–2), 235–250.

Guernet, C. & Lethiers, F. (1989). Ostracodes et recherche dês milieux anciens: possibilités et limites. Bulletin de la Société géologique de France, 3: 577-588.

Guilbault, J., Clague, J.J., Lapointe, M. (1996). Foraminiferal evidence for the amount of coseismic subsidence during a late Holocene earthquake on Vancouver Island, West Coast of Canada. Quaternary Science Reviews 15 (8–9), 913–937.

Hawkes, A., Bird, M., Cowie, S., Grundy-Warr, C., Horton, B.P., Hwai, A.T.S., Law, L., Macgregor, C., Nott, J., Ong, J.E., Rigg, J., Robinson, R., Tan-Mullins, M., Sa, T.T., Yasin, Z., Aik, L.W., (2007). Sediments deposited by the 2004 Indian Ocean Tsunami along the Malaysia-Thailand peninsula. Mar. Geol. 242 (1–3), 169–190.

Hayward, B. W., Grenfell, H. R., Reid, C. M., Hayward, K. A. (1999). Recent New Zealand shallow-water benthic Foraminifera: Taxonomy, ecologic distribution, biogeography, and use in paleoenvironmental assessment. Institute of Geological and Nuclear Sciences Monograph. 21: 1-258.

Hindson, R.A., Andrade, C., (1999). Sedimentation and hydrodynamic processes associated with the tsunami generated by the 1755 Lisbon earthquake. Quaternary International 56 (1), 27–38.

Horne, D. J. & Boomer, I. (2000). The role of Ostracoda in saltmarsh meiofaunal communities. In: Sherwood, B. R., Gardiner, B. G. & Harris, T. (eds) British Saltmarshes. Forrest Text, Cardigan, for the Linnean Society of London, 182–202.

Horne, D.J., Cohen, A., Martens, K. (2002) Taxonomy, Morphology and Biology of Quaternary and Living Ostracoda. In Holmes, J.A. & Chivas, A.R. (Eds), The Ostracoda: Application in Quaternary Research. Geophysical Monograph 131. American Geophysical Union, Washington, DC, pp. 5–36.

Horne, D.J. & Whittaker, J. (1980). On Semicytherura tela Horne & Whittaker sp. nov.. A Stereo-Atlas of Ostracod Shells. 7. 125-130.

Horne, D.J. & Whittaker, J.E. (1985). A revision of the genus Paradoxostoma Fischer (Crustacea; Ostracoda) in British waters. Zoological Journal of the Linnean Society 85, 131–203.

Hoskins, R.H. (1978). New Zealand middle Miocene foraminifera: The Waiauan stage. Unpublished Ph.D. thesis, University of Exeter (UK).

Joaquim, A (1988). Ostracodos do Miocenico da Bacia do Tejo: sistemática, biostratigrafia, paleoecologia, paleogeografia e relações Mediterrâneo-Atlântico, Dissertação de Doutoramento (inédito), 306 pp., 15 est., Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

Klie, W. (1938). Ostracoda, Muschelkrebse. – In dahl, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und ihrer Lebensweise 34 (3): 1-230, Jena.

Külköylüoğlu, O. (2004). On the usage of ostracods (Crustacea) as bioindicator species in different aquatic habitats in the Bolu region, Turkey. Ecological Indicators 4, 139–147.

Külköylüoğlu, O., M. Dügel, M. Kiliç, (2007). Ecological requirements of Ostracoda (Crustacea) in a heavily polluted shallow lake, Lake Yenic¸ağă (Bolu, Turkey). Hydrobiologia 585, 119–133.

Kortekaas, S. (2002). Tsunamis, storms and earthquakes: distinguishing coastal flooding events. PhD-thesis Coventry University, UK. 171pp.

Kortekaas, S., Dawson, A. (2007). Distinguishing tsunami and storm deposits: an exemple from Martinhal, SW Portugal. Sedimentary Geology 200, 208–221.

Lachenal, A M. (1989). Ecologie des ostracodes du domaine mediterraneen. Application au Golfe de Gabes (Tunisie Orientale). Les variations du niveau marin depuis 30.000 ans. Documents Laboratoire Geologique Lyon 108, 1–239.

Lewis, K.B. (1979). Foraminifera on the continental shelfand slope off southern Hawkes Bay, New Zealand. New Zealand Department of Scientific and Industrial Research Bulletin 163, 45 pp.

Lopez, G., Costa, P., Andrade, C. (2019). Luminescence analyses as a novel proxy for tsunamigenic stratigraphies. 20th Congress of the International Union for Quaternary Research (INQUA), p-3062.

Lord, A., Cabral, M.C., Dambeck, R., Kunst, M. (2011). Ostracod evidence for the Neolithic environment of Rio Sizandro, Portugal. Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments 91, 215–228.

Loureiro, I. M. (2008). Ostracodos como indicadores ecológicos/paleoecológicos: comparação entre ambientes de transição actuais (estuário do Rio Mira) e fósseis (Miocénicomargino-marinho de Lisboa). Dissertação de Mestrado (inédito), 246 pp. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.

Mamo, B., Strotz, L., Dominey-Howes, D. (2009). Tsunami sediments and their foraminiferal assemblages. Earth-Science Reviews 96, 263–278.

Manuppella, G. (coord.) (1987). Tectonica. In: G. Manuppella, M. Ramalho, A. Telles Antunes and J. Pais, Carta Geologica de Portugal. Escala l/50,000: Noticia Explicativa da Folha 53-A. Faro. Serv., Geol. Port., Lisboa, pp. 32-37.

Marazanov F. (1965). Ostracodes de Camargue. Annales de Limnologie 1, 95-102.

Marques, F. M. S. F. (1997). As arribas do litoral do Algarve. Dinâmica, Processos e Mecanismos. PhD. Thesis.Universidade de Lisboa, Portugal, 556p, (não publicado).

Martínez-García, B., O. Suarez-Hernando, J. Mendicoa, X. Murelaga (2015). Living ostracod species from permanent and semi-permanent ponds of Bardenas Reales de Navarra (Northern Spain) with remarks on their ecological requirements. Ameghiniana 52, 598–612.

Meisch, C. (2000). Freshwater Ostracoda of Western and Central Europe. In Schwoerbel, J., P. Zwick (eds), Süßwasserfauna von Mitteleuropa, Vol. 8/3. Akademischer Verlag Spektrum, Heidelberg. 522 pp.

Mendes, I., Dias, J. A., Schönfeld, J., Ferreira, O. (2012). Distribution of living benthic foraminifera on the northern gulf of Cadiz continental shelf. Journal of Foraminiferal Research 42, 18-38.

Mendes, I., Gonzalez, R., Dias, J. M. a., Lobo, F. e Martins, V. (2004). Factors influencing recent benthic foraminifera distribution on the Guadiana shelf (Southwestern Iberia). Marine Micropaleontology 51, 171-192.

Mostafawi, N. (2002). A Revision of Selected Ostracod Species From Uliczny 1969 (Pliocene; Cephalonia, Greece). Revista Española de Micropaleontología, 34, 315-330.

Moura, D. & Boski, T. (1999). Unidades litostratigráficas do Pliocénico e Plistocénico no Algarve. Comun. Inst. Geol. Min. 86, 85 –106.

Murray, J.W. (1971). An Atlas of British Recent Foraminiferids. Heinemann Educational Books, London, 244 pp.

Murray, J.W. (2006) Ecology and applications of benthic foraminifera. Cambridge University Press, Cambridge, p 426.

Murray, J.W. (2014). Ecology and palaeoecology of benthic foraminifera. Routledge. 408 pp.

Nachite, D., Rodriguez-Lazaro, J., Martin-Rubio, M., Pascual, A., Bekkali, R., (2008). Distribution et ecologie des associations d'ostracodes recents de l'estuaire de Tahadart (Maroc Nord-Occidental). Revue de micropaleontologie

Nanayama, F., Shigeno, K., Satake, K., Shimokawa, K., Koitabashi, S., Miyasaka, S., Ishii, M. (2000). Sedimentary differences between the 1993 Hokkaido-nansei-oki tsunami and the 1959 Miyakojima typhoon at Taisei, southwestern Hokkaido, northern Japan. Sedimentary Geology 135 (1–4), 255–264.

Nanayama, F., Shigeno, K. (2006). Inflow and outflow facies from the 1993 tsunami in southwest Hokkaido. Sedimentary Geology 1287, 139–158

Oliveira, J.T. (coord.) (1984). Carta Geológica de Portugal na escala 1/200000, Notícia Explicativa da Folha 7. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 77 p.

Oliveira, M.A. (2009). Influência da Geomorfologia local na preservação de assinaturas sedimentares de eventos de alta energia no Algarve Ocidental, Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa, Portugal, Lisbon. 272 pp.

Paliy, O. & Shankar, V. (2016) Application of multivariate statistical techniques in microbial ecology. Molecular Ecology 25, 1032–1057 pp.

Phantuwongraj, S. & Choowong, M. (2012). Tsunamis versus storm deposits from Thailand. Nat Hazards 63, 31–50.

Quintela, M, Costa, P., Fatela, F., Drago, T., Hoska, N., Andrade, C., Freitas, M.C. (2016). The AD 1755 tsunami deposits onshore and offshore of Algarve (south Portugal): Sediment transport interpretations based on the study of Foraminifera assemblages. Quaternary International, 408, Part A, 123-138.

Rocha, R., Coelho, A. de Vasconcelos Teixeira Pinto, Manuppella, G., Ramalho, M. Marques de Magalhães. (1979). Carta geológica de Portugal: Vila do Bispo. Lisboa: Direccão Geral de Minas e Serviços Geológicos. Serviços Geológicos.

Rosenfeld, A. & Vesper, B., (1977). The variability of the sievepores in recent and fossil species of Cyprideis torosa (Jones, 1850) as an indicator for salinity and paleosalinity. In: Löffler, H., Danielopol, D. (Eds.), Aspects of ecology and zoogeography of recent and fossil ostracoda. Kluwer Academic Publishers, Springer Netherlands, Dordrecht, Netherlands. pp. 55-67.

Ruiz, F., Abad, M., Bodergat, A.M., Carbonel, P., Rodríguez-Lázaro, J., González-Regalado, M.L., Toscano, A., García, E.X., Prenda, J. (2013). Freshwater ostracods as environmental tracers. Int. J. Environ. Sci. Technol. 10, 1115–1128.

Ruiz, F., Gonzalez-Regalado, M.L., Baceta, J.I. e Muñoz, J.M. (2000). Comparative ecological analysis of the ostracod faunas from lowand high-polluted southwestern Spanish estuaries: a multivariate approach. Marine Micropaleontology, 40: 345–376.

Ruiz, F., González-Regalado, M.L., Muñoz, J.M. (1997). Multivariate analysis applied to total and living fauna: seasonal ecology of recent benthic Ostracoda off the North Cádiz Gulf coast (southwestern Spain). Marine Micropaleontology 31, 183–203.

Ruiz, M., Bernal, G., Polania, J. (2008). Influencia del Río Sinú y el mar Caribe en el sistema lagunar de Cispatá. Bol. Invest. Mar. Cost. 37, 29–49.

Sen Gupta, B.K. (2002). Modern Foraminifera (Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers), 384.

Schornikov, E.I. & Keyser, D. (2004). The morphology and classification of Paradoxostomatinae (Ostracoda) from the nearshore zone of Madeira and the Canary Islands. Revista Española de Micropaleontologia, 36: 57–81

Szczuciński, W. (2020). Post-depositional changes to tsunami deposits and their preservation potential. In M. Engel, J. Pilarczyk, S. Matthias, M. D. Brill, E. Garrett (Eds.), Geological records of tsunamis and other extreme waves, Elsevier. p. 443-469.

Teixeira, S.B. (1999). Contribuição para o conhecimento da evolução do litoral de Quarteira (Algarve-Portugal) nos últimos 8000 anos. Al-Ulyã 7, 1 – 20, Loulé.

Teixeira, S. B. (2000). Litologia dos balastros das praias do Algarve Central (Portugal). III Simpósio sobre a Margem Continental Ibérica, Faro, pp. 139-140.

Teixeira, S.B., Andrade, C.F. (1997). Quantificação da Erosão Hídrica em Portugal Continental. Recursos Hídricos, 18 (1), 25-43.

Tentugal, R.M. (2014). Biótopos de foraminíferos bentónicos da plataforma continental portuguesa. Dissetação de Mestrado (inédito), Universidade de Aveiro. 1-200.

Uchida, J., Abe, K., Hasegawa, S., Fujiwara, O. (2007). Studies on the source of run-up tsunami deposits based on foraminiferal tests and their hydrodynamic verification. Quaternary Research 46, 533-540.

Wagner, C.W. (1957). Sur les Ostracodes du Quaternaire récent des PaysBas et leur utilisation dans l'étude géologique des dépots holocenes. Thèse, Université de Paris, A. 707, 1-259.

Whatley, R. C. (1983). The application of Ostracoda to palaeoenvironmental analysis, in Maddocks, R. F. (Ed), Applications of ostracoda, University of Houston Geosciences, pp. 51-77.

Whittaker, J.E. (1981). The living Ostracods of Christchurch harbour, Dorset. In: Neale, J.W., M.D. Brasier (eds) Microfossils from Recent and Fossil Shelf Sea, Ellis Horwood, Chichester. 293–303.

Williams L.R. (2012). Holocene ostracod paleoecology of the southwestern Black Sea shelf. Master thesis (unpublished), Memorial University of Newfoundland. 1-201.

Yassini, I. (1969). Ecologie des Associations d'Ostracodes du Bassin d'Arcachon et du littoral Atlantique. Application à l'interpretation de quelques populations du Tertiaire Aquitain. Bulletin de l' Institut de Geologie du Bassin d'Aquitaine 7, 1–288.

Zhai, D., Xiao, J., Zhou, L., Wen, R., Chang, Z., Pang, Q. (2010). Similar distribution pattern of different phenotypes of Limnocythere inopinata (Baird) in a brackish-water lake in Inner Mongolia. Hydrobiologia 651, 185–197

	ALM T1 6cm	%	ALM T5 8cm	%	ALM T5 12cm	%	ALM T5 17cm	%	ALM T5 19cm	%	ALM T5 21-22cm	%	ALM T5 24-25cm	%	ALM T5 26-27cm	%	ALM T5 30-31cm	%
Haynesina germanica	920	48.50	82	27.06	259	30.94	81	18.62	52	16.35	183	41.22	167	25.15	192	19.88	227	16.21
Haynesina depressula	10	0.53	5	1.65	8	0.96	6	1.38	3	0.94	4	0.90	15	2.26	7	0.72	10	0.71
Trochammina inflata	14	0.74	43	14.19	7	0.84	60	13.79	30	9.43	14	3.15	9	1.36	4	0.41	32	2.29
Jadammina macrescens	138	7.27	4	1.32	8	0.96	27	6.21	10	3.14	12	2.70	2	0.30	14	1.45	57	4.07
Arenoparrella mexicana	0	0.00	18	5.94	201	24.01	52	11.95	5	1.57	5	1.13	27	4.07	181	18.74	448	32.00
Discorinopsis aguayoi	0	0.00	4	1.32	7	0.84	18	4.14	0	0.00	15	3.38	26	3.92	40	4.14	301	21.50
Ammonia tepida	539	28.41	50	16.50	202	24.13	87	20.00	74	23.27	121	27.25	172	25.90	198	20.50	212	15.14
Ammonia beccarii	60	3.16	6	1.98	8	0.96	4	0.92	2	0.63	4	0.90	9	1.36	5	0.52	8	0.57
Ammonia parkinsoniana	71	3.74	13	4.29	19	2.27	12	2.76	5	1.57	3	0.68	10	1.51	11	1.14	7	0.50
Ammonia sp.1 (siamesa)	6	0.32	0	0.00	0	0.00	2	0.46	0	0.00	2	0.45	0	0.00	4	0.41	0	0.00
Planorbulina mediterranensis	11	0.58	3	0.99	7	0.84	1	0.23	1	0.31	1	0.23	17	2.56	59	6.11	1	0.07
Elphidium oceanenses	5	0.26	5	1.65	5	0.60	7	1.61	6	1.89	9	2.03	19	2.86	20	2.07	30	2.14
Elphidium gunteri	2	0.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	0.94	6	1.35	8	1.20	6	0.62	4	0.29
Elphidium williamsoni	0	0.00	0	0.00	4	0.48	2	0.46	2	0.63	0	0.00	16	2.41	23	2.38	18	1.29
Elphidium gerthi	1	0.05	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.31	0	0.00	0	0.00	1	0.10	0	0.00
Elphidium subarcticum	3	0.16	0	0.00	1	0.12	1	0.23	0	0.00	4	0.90	4	0.60	1	0.10	0	0.00
Elphidium fichtelianum	3	0.16	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.63	0	0.00	2	0.30	2	0.21	0	0.00
Elphidium sp. (desgastado)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.23	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Rosalina macropora	0	0.00	2	0.66	1	0.12	0	0.00	1	0.31	3	0.68	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Rosalina bradyi	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.10	0	0.00
Lobatula lobatula	9	0.47	3	0.99	3	0.36	5	1.15	11	3.46	3	0.68	19	2.86	19	1.97	0	0.00
Cibicides cf. pseudoungerianus	2	0.11	2	0.66	5	0.60	0	0.00	3	0.94	2	0.45	4	0.60	2	0.21	3	0.21
Eponides repandus	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.15	0	0.00	0	0.00
Globulina myristiformis	1	0.05	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Globocassidulina crassa	0	0.00	2	0.66	0	0.00	2	0.46	0	0.00	0	0.00	1	0.15	0	0.00	0	0.00
Discorbinella sp.?	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	0.60	0	0.00	0	0.00
Discorbinella bertheloti	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.15	5	0.52	0	0.00
Cancris auricula	1	0.05	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Quiqueloculina seminulum	25	1.32	27	8.91	61	7.29	30	6.90	20	6.29	13	2.93	29	4.37	38	3.93	19	1.36
Quinqueloculina cliarensis	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.30	0	0.00	0	0.00
Quinqueloculina quinquecarinat	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	0.31	0	0.00
Quinqueloculina disparilis	0	0.00	0	0.00	1	0.12	1	0.23	0	0.00	1	0.23	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Quinqueloculina tenagos	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	0.31	0	0.00
Quinqueloculina lata	1	0.05	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.31	0	0.00	2	0.30	2	0.21	0	0.00
Triloculina tricarinata	2	0.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.15	0	0.00	0	0.00
Fissurina orbignyana	2	0.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Trifarina angulosa	0	0.00	0	0.00	1	0.12	2	0.46	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.07
Pseudononion sp.1	3	0.16	0	0.00	0	0.00	1	0.23	0	0.00	0	0.00	8	1.20	4	0.41	0	0.00
Asterigerinata mamilla	4	0.21	2	0.66	4	0.48	1	0.23	4	1.26	8	1.80	32	4.82	22	2.28	0	0.00
Eoeponidella pulchella	40	2.11	22	7.26	13	1.55	17	3.91	24	7.55	6	1.35	15	2.26	35	3.62	11	0.79
Cassidulina carinata	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.15	0	0.00	0	0.00
Miliammina fusca	1	0.05	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.31	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Rectuvigerina phlegeri	0	0.00	1	0.33	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Gavelinopsis praegeri	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.31	2	0.45	2	0.30	0	0.00	0	0.00
Deuterammina ochracea	2	0.11	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.23	9	1.36	1	0.10	3	0.21
Oolina hexagona	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.07
Pyrgoella ? sp.	0	0.00	0	0.00	1	0.12	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Fissurina claricurta	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.15	0	0.00	0	0.00
Fissurina marginata	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.23	2	0.30	3	0.31	0	0.00
Bolivina spathulata	0	0.00	1	0.33	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.15	12	1.24	0	0.00
Bolivina pseudoplicata	0	0.00	0	0.00	2	0.24	0	0.00	2	0.63	1	0.23	2	0.30	5	0.52	1	0.07
Bolivina juvenil	8	0.42	3	0.99	3	0.36	3	0.69	7	2.20	0	0.00	5	0.75	4	0.41	1	0.07
Bulimina gibba	5	0.26	0	0.00	0	0.00	2	0.46	1	0.31	0	0.00	1	0.15	1	0.10	0	0.00
Cushmanina juvenil	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.15	0	0.00	0	0.00
Planctónico juvenil	0	0.00	0	0.00	0	0.00	6	1.38	40	12.58	8	1.80	15	2.26	9	0.93	0	0.00
Planctónico	4	0.21	3	0.99	4	0.48	5	1.15	0	0.00	9	2.03	0	0.00	27	2.80	4	0.29
Não identificado	4	0.21	1	0.33	0	0.00	0	0.00	3	0.94	2	0.45	2	0.30	2	0.21	1	0.07
Não identificável	0	0.00	1	0.33	2	0.24	0	0.00	3	0.94	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
total	1897	100	303	100	837	100	435	100	318	100	444	100	664	100	966	100	1400	100
Danificados	45	2.37	16	5.280528	29	3.46	22	5.06	36	11.32	53	11.94	33	4.97	105	10.87	51	3.64
%danificados	2.37		5.28		3.46		5.06		11.32		11.94		4.97		10.87		3.64	
Densidade faunística	21		13		74		39		11		39		59		172		747	

Tabela I - Contagem dos foraminíferos; Almargem, trincheira T1 e T5

	ALM T1 6cm	%	ALM T5 8cm	%	ALM T5 12cm	%	ALM T5 17cm	%	ALM T5 19cm	%	ALM T5 21-22cm	%	ALM T5 24-25cm	%	ALM T5 26-27cm	%	ALM T5 30-31cm	%
Densidade faunística	Não calculada		41		57		54		24		98		52		115		429	
Nº de espécies	6		7		5		4		5		5		12		22		7	
Cyprideis torosa V	109	50,93	90	19,31	383	59,38	446	73,72	387	72,61	861	78,42	389	65,93	364	56,26	330	41,04
Cyprideis torosa C	64	29,91	9	1,93	15	2,33	48	7,93	28	5,25	26	2,37	10	1,69	45	6,96	278	34,58
Loxoconcha rhomboidea V	0	0,00	1	0,21	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,34	3	0,46	0	0,00
Sarscypridopsis aculeata V	15	7,01	0	0,00	6	0,93	1	0,17	5	0,94	1	0,09	2	0,34	4	0,62	0	0,00
Sarscypridopsis aculeata C	10	4,67	2	0,43	1	0,16	1	0,17	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,12
Limnocythere inopinataV	0	0,00	48	10,30	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Limnocythere inopinata C	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,12
Cypridopsis vidua V	4	1,87	1	0,21	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cypridopsis vidua C	6	2,80	0	0,00	1	0,16	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Heterocypris salina V	3	1,40	252	54,08	113	17,52	3	0,50	0	0,00	0	0,00	5	0,85	0	0,00	1	0,12
Heterocypris salina C	0	0,00	13	2,79	4	0,62	1	0,17	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Loxoconcha elliptica V	1	0,47	47	10,09	111	17,21	94	15,54	99	18,57	196	17,85	148	25,08	130	20,09	52	6,47
Loxoconcha elliptica C	0	0,00	3	0,64	11	1,71	11	1,82	10	1,88	11	1,00	16	2,71	45	6,96	135	16,79
Leptocythere porcellanea V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,38	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Leptocythere porcellanea C	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,34	1	0,15	4	0,50
Cytherois fischeri V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00
Leptocyth marinho *V*	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,46	0	0,00
Leptocyth marinho C	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,38	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Urocythereis brittanica V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	8	1,36	22	3,40	0	0,00
Urocythereis brittanica C	2	0,93	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,31	0	0,00
Costa runcinata V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00
Paracytheridea triquetra V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00
Aurila V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,09	0	0,00	1	0,15	0	0,00
Semicytherura spp. V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	5	0,77	0	0,00
Semicytherura V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,18	1	0,17	0	0,00	0	0,00
Microcytherura V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00
Microcytherura nigrescens V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,17	0	0,00	0	0,00
Semicytherura quadridentata V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	0,62	0	0,00
Semicytherura tela V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,12
Semicytherura tela C	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	1	0,12
Sagmatocythere variesculpta V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00
Sagmatocythere variesculpta C	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00
Microxestolieris nana V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00
Microxestolieris nana C	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00
Xestoliberis V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,34	4	0,62	0	0,00
Caudites calceolatus V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,17	1	0,15	0	0,00
Caudites calceolatus C	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00
Hemicytherura videns V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00
Carinocythereis whitei V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00
Neonesidea sp. V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,15	0	0,00
Pontocypris V	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,51	0	0,00	0	0,00
Total	214		466		645		605		533		1098		590		647		804	

Tabela II - Contagem dos Ostracodos; Almargem, trincheira T1 e T5

Tabela contagem T1 Martinhal	MART 21 SUP	%	MART 21 T1: 11-12	%	MART 21 T1: 21-22	%	MART 21 T1: 25-26	%	MART 21 T1: 27-28	%	MART 21 T1: 31-32	%	MART 21 T1: 34-35	%	MART 21 T1: 38-39	%	MART 21 S1: 39-41	%	MART 21 S1: 56-58	%	MART 21 S1: 58-60	%	MART 21 S1: 60-62	%	MART21 T1 66-67	%
Haynesina germanica	1	0,25	0	0	1	3,23	0	0	0	0	5	4,55	7	9,86	2	3,85	0	0	1	1,75	2	2,60	47	6,46	74	67,27
Haynesina depressula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,91	0	0	1	1,92	2	0,67	9	15,79	28	36,36	275	37,83	8	7,27
Trochammina inflata	1	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1	1,30	8	1,10	0	0
Jadammina macrescens	392	98,49	0	0	12	38,71	3	6,25	0	0	2	1,82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,91
Discorinopsis aguayoi	0	0	2	6,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ammonia takanabensis	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2,17	0	0	0	0	0	0	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Ammonia tepida	4	1,01	1	3,33	0	0	0	0	0	0	1	0,91	0	0	1	1,92	0	0	7	12,28	13	16,88	65	8,94	0	0
Ammonia beccarii	0	0	0	0	0	0	1	2,08	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ammonia parkinsoniana	0	0	1	3,33	0	0	0	0	0	0	3	2,73	0	0	1	1,92	11	3,67	1	1,75	0	0	0	0	0	0
Planorbulina mediterranensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,55	0	0
Elphidium subarticum	0	0	0	0	1	3,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium gerthi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium crispum	0	0	4	13,33	6	19,35	20	41,67	15	32,61	11	10	13	18,31	10	19,23	113	37,67	13	22,81	12	15,58	53	7,29	3	2,73
Elphidium advenum	0	0	2	6,67	3	9,68	6	12,5	8	17,39	10	9,09	11	15,49	8	15,38	34	11,33	4	7,02	1	1,30	11	1,51	0	0
Elphidium macellum	0	0	1	3,33	0	0	0	0	2	4,35	10	9,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elphidum aculeatum	0	0	0	0	2	6,45	0	0	0	0	1	0,91	0	0	3	5,77	0	0	0	0	0	0	1	0,14	1	0,91
Elphidium gunteri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,75	0	0	0	0	0	0
Elphidium fichtelianum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1,67	1	1,75	1	1,30	3	0,41	0	0
Rosalina macropora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,91	1	1,41	0	0	0	0	1	1,75	1	1,30	1	0,14	1	0,91
Rosalina globularis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2,75	0	0
Rosalina floridana	0	0	0	0	0	0	1	2,08	0	0	3	2,73	2	2,82	0	0	2	0,67	0	0	1	1,30	5	0,69	1	0,91
Cibicidoides sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,14	0	0
Lobatula lobatula	0	0	4	13,33	1	3,23	2	4,17	0	0	3	2,73	3	4,23	2	3,85	13	4,33	6	10,53	3	3,90	89	12,24	0	0
Cibicides cf. *pseudoungerianus*	0	0	3	10	3	9,68	0	0	4	8,70	9	8,18	8	11,27	6	11,54	42	14	0	0	7	9,09	8	1,10	3	2,73
Eponides repandus	0	0	0	0	0	0	1	2,08	3	6,52	2	1,82	4	5,63	3	5,77	1	0,33	0	0	1	1,30	3	0,41	1	0,91
Globulina gibba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1,82	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	2	0,28	0	0
Globulina myristiformis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,91	1	1,41	0	0	0	0	1	1,75	0	0	7	0,96	0	0
Globocassidulina subglobosa	0	0	1	3,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glabratella margaritaceus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1,82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cornuspira involvens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,14	0	0
Spirillina grosseperforata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0
Textularia saggitula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,91	1	1,41	1	1,92	2	0,67	0	0	0	0	1	0,14	0	0
Quinqueloculina seminulum	0	0	5	16,67	1	3,23	7	14,58	9	19,57	16	14,55	12	16,90	9	17,31	48	16	7	12,28	6	7,79	104	14,31	1	0,91
Quinqueloculina bicornis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,28	0	0
Quinqueloculina venusta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,14	0	0
Miliolinella subrotunda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,55	0	0
Miliolinella striata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,14	0	0
Acervulina inharensis	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2,17	0	0	0	0	0	0	2	0,67	2	3,51	0	0	4	0,55	0	0
Pseudononion sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,14	0	0
Asterigerinata mamilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,91
Eoeponidella pulchella	0	0	2	6,67	0	0	2	4,17	1	2,17	6	5,45	4	5,63	1	1,92	0	0	1	1,75	0	0	0	0	2	1,82
Gypsina cf. vesicularis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0
Miliammina fusca	0	0	0	0	0	0	2	4,17	0	0	7	6,36	2	2,82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bolivina spathulata	0	0	2	6,67	0	0	2	4,17	1	2,17	5	4,55	1	1,41	0	0	0	0	1	1,75	0	0	1	0,14	7	6,36
Bolivina pseudoplicata	0	0	2	6,67	0	0	1	2,08	1	2,17	6	5,45	1	1,41	1	1,92	1	0,33	1	1,75	0	0	4	0,55	2	1,82
Planctónico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3,64
Não identificado	0	0	0	0	1	3,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Não identificável	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	398	100	30	100	31	100	48	100	46	100	110	100	71	100	52	100	300	100	57	100	77	100	727	100	110	100
Densidade Faunística	19		1		1		1		1		1		1		1		3		1		1		8		10	
Percentagem de danificados	2,51		10		38,71		16,67		28,26		13,64		18,31		25		23		22,81		24,68		9,35		4	
Percentagem Juvenis	20,35		23,33		19,35		6,25		2,17		12,73		7,04		11,54		0,67		7,02		12,99		3,85		23,64	
Número de espécies	4		13		9		12		11		25		15		15		19		16		13		29		15	

Tabela III - Contagem dos foraminíferos; Martinhal, trincheira T1

Tabela contagem T2 Martinhal	MART 21 SUP	%	MART 21 T2: 2-3	%	MART 21 T2: 15-16	%	MART 21 T2: 28-29	%	MART 21 T2: 29-30	%	MART 21 T2: 35-36	%	MART 21 T2: 37-38	%	MART 21 T2: 42-43	%	MART 21 T2: 43-44	%	MART21 T2 55-56	%
Haynesina germanica	1	0,25	6	1,73	9	2,39	0	0	0	0	0	0	4	8,16	0	0	0	0	53	52,48
Haynesina depressula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	10,89
Trochammina inflata	1	0,25	2	0,58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jadammina macrescens	392	98,49	311	89,88	345	91,51	2	2,99	0	0	0	0	0	0	3	6,25	99	70,21	1	0,99
Arenoparrella mexicana	0	0	1	0,29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ammonia takanabensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2,04	0	0	1	0,71	0	0
Ammonia tepida	4	1,01	5	1,45	0	0	0	0	1	2,5	3	7,32	1	2,04	0	0	0	0	8	7,92
Ammonia parkinsoniana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7,32	0	0	0	0	0	0	0	0
Planorbulina mediterranensis	0	0	0	0	0	0	1	1,49	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elphidium crispum	0	0	5	1,45	7	1,86	7	10,45	5	12,5	8	19,51	4	8,16	11	22,92	8	5,67	1	0,99
Elphidium advenum	0	0	3	0,87	1	0,27	5	7,46	2	5	7	17,07	2	4,08	4	8,33	1	0,71	0	0
Elphidium macellum	0	0	0	0	0	0	1	1,49	0	0	0	0	3	6,12	0	0	0	0	2	1,98
Elphidum aculeatum	0	0	2	0,58	1	0,27	3	4,48	2	5	0	0	0	0	4	8,33	2	1,42	0	0
Rosalina macropora	0	0	0	0	0	0	3	4,48	1	2,5	1	2,44	0	0	0	0	0	0	0	0
Rosalina globularis	0	0	0	0	0	0	3	4,48	0	0	0	0	0	0	1	2,08	1	0,71	0	0
Rosalina floridana	0	0	0	0	0	0	5	7,46	1	2,5	1	2,44	0	0	5	10,42	2	1,42	1	0,99
Cibicidoides sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,71	0	0
Lobatula lobatula	0	0	0	0	4	1,06	5	7,46	5	12,5	1	2,44	0	0	1	2,08	6	4,26	0	0
Cibicides cf. *pseudoungerianus*	0	0	4	1,16	3	0,80	4	5,97	3	7,5	9	21,95	4	8,16	8	16,67	5	3,55	4	3,96
Eponides repandus	0	0	1	0,29	1	0,27	3	4,48	1	2,5	0	0	0	0	1	2,08	1	0,71	1	0,99
Globulina gibba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2,04	0	0	0	0	0	0
Globocassidulina subglobosa	0	0	0	0	0	0	7	10,45	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cornuspira involvens	0	0	0	0	0	0	1	1,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,99
Spirillina grosseperforata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,99
Quinqueloculina seminulum	0	0	0	0	0	0	5	7,46	5	12,5	6	14,63	2	4,08	7	14,58	5	3,55	4	3,96
Quinqueloculina bicornis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Quinqueloculina venusta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,71	0	0
Triloculina tricarinata	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2,5	0	0	0	0	0	0	1	0,71	0	0
Miliolinella subrotunda	0	0	0	0	0	0	3	4,48	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acervulina inharensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2,08	0	0	0	0
Asterigerinata mamilla	0	0	1	0,29	0	0	0	0	1	2,5	1	2,44	1	2,04	0	0	0	0	0	0
Eoeponidella pulchella	0	0	1	0,29	0	0	3	4,48	1	2,5	1	2,44	3	6,12	0	0	1	0,71	0	0
Gypsina cf. *vesicularis*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,99
Miliammina fusca	0	0	1	0,29	1	0,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pyrgo depressa	0	0	0	0	1	0,27	0	0	1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bolivina spathulata	0	0	1	0,29	1	0,27	4	5,97	1	2,5	0	0	7	14,29	0	0	2	1,42	5	4,95
Bolivina pseudoplicata	0	0	0	0	1	0,27	1	1,49	1	2,5	0	0	12	24,49	0	0	4	2,84	4	3,96
Planctónico	0	0	0	0	2	0,53	1	1,49	2	5	0	0	3	6,12	2	4,17	0	0	3	2,97
Não identificado	0	0	2	0,58	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2,04	0	0	0	0	0	0
total	398	100	346	100	377	100	67	100	40	100	41	100	49	100	48	100	141	100	101	100
Densidade Faunística	19		15		17		1		1		2		1		1		2		8	
Percentagem de danificados	2,51		2,60		2,12		2,99		7,5		21,95		6,12		29,17		10,64		2	
Percentagem Juvenis	20,35		16,18		23,61		4,48		0		14,63		14,29		8,33		11,35		23,76	
Número de espécies	4		14		13		20		20		11		14		12		17		16	

Tabela IV - Contagem dos foraminíferos; Martinhal, trincheira T2

Contagens T1 Martinhal	Actual	MART 21 T1: 11-12	MART 21 T1: 21-22	MART 21 T1: 25-26	MART 21 T1: 27-28	MART 21 T1: 31-32	MART 21 T1: 34-35	MART 21 T1: 38-39	MART 21 S1: 39-41	MART 21 S1: 56-58	MART 21 S1: 58-60	MART 21 S1: 60-62	MART21 T1 66-67
Urocythereis britannica CA												1	
Urocythereis britannica VJ						1							
Urocythereis britannica		1											
Xestoliberis Rubens VJ						3							
Xestoliberis Rubens VA			1										
Xestoliberis VJ			3						1				
Xestoliberis sp. VA						1						2	
Xestoliberis sp. VJ						2						1	
Xestoliberis sp. *CA*											1	2	
Aurila convexa CA									2			3	
Aurila woutersi CA									1				
Aurila VJ						1							
Loxoconcha elliptica CA												6	
Loxoconcha elliptica CJ													1
Loxoconcha elliptica VA											1	1	
Loxoconcha elliptica VJ										1		4	6
Loxoconcha rhomboidea CA												1	
Loxoconcha rhomboidea VJ				1		2							
Loxoconcha rhomboidea VA						1					1	3	
Hemicytherura VJ													2
Semicytherura VJ						1							
Bradyistoma bradyi VA?							1					1	
Heterecytheres albomaculata VA											1		
Hiltermannicythere CA												1	
Neocytherideis subulata CA												1	
Leptocythere levis CA												1	
Paracytheridea depressa C												1	
V ostracodo de água doce												1	
VJ não identificado						1		1				2	1

Tabela V - Contagem dos ostracodos; Martinhal, trincheira T1

Contagens T2 Martinhal	MART 21 T2: 2-3	MART 21 T2: 15-16	MART 21 T2: 28-29	MART 21 T2: 29-30	MART 21 T2: 35-36	MART 21 T2: 37-38	MART 21 T2: 42-43	MART 21 T2: 43-44	MART21 T2: 55-56
Urocythereis britannica VJ			1		1				
Urocythereis britannica				1					
Xestoliberis rubens VJ			2						3
Xestoliberis rubens VA					1		1		1
Xestoliberis rubens VJ								1	2
Xestoliberis sp. VA				1					
Xestoliberis sp. *CA*				2					
Aurila VJ			1						
Loxoconcha elliptica VA									2
Loxoconcha elliptica VJ		2							
Loxoconcha rhomboidea CA				2					
Loxoconcha rhomboidea VJ						3			2
Hemicytherura VJ			1						
Hemicytherura videns CA			1						
Hemicytherura videns VA			2						
Semicytherura VJ				1	1				3
Heterecytheres albomaculata VA			1						
Paracytheridea depressa VA				1					
Bitocythere intermedia VA				1					
Paracytheridea depressa VA			1						
VJ não identificado		1			1	1			

Tabela VI - Contagem dos ostracodos; Martinhal, trincheira T2 Nota: por lapso, falta a amostra sup./actual da trincheira T2, que não possuía ostracodos