



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA – UFBA
INSTITUTO DE BIOLOGIA - IBIO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
BIOMONITORAMENTO

Dante Luís Silva Mariano

**Padrões espaciais das assembleias macrobentônicas de
regiões entremarés dos principais estuários da Baía de
Todos-os-Santos, BA**

Salvador
2012

Dante Luís Silva Mariano

**Padrões espaciais das assembleias macrobentônicas de
regiões entremarés dos principais estuários da Baía de
Todos-os-Santos, BA**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, para a obtenção de Título de Mestre em Ecologia e Biomonitoramento.

Orientador: Francisco Carlos Rocha de Barros Júnior

Salvador
2012

Ficha Catalográfica

Mariano, Dante Luís Silva

Padrões espaciais das assembleias macrobêntônicas de regiões entremarés dos principais estuários da Baía de Todos-os-Santos, BA. 68pp.

Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia, 2012.

1. Habitats entremarés. 2. Assembleias macrobentônicas. 3. Sistemas Estuarinos Tropicais.

I. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Biologia

Comissão Julgadora

Dr^a. Elizabeth Gerardo Neves

Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Rodrigo Johnsson Tavares da Silva

Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Francisco Carlos Rocha de Barros Júnior (Orientador)

Universidade Federal da Bahia

**“They live all their lives, without looking to see.
The light that has lighted the world.”**

George Harrison

Agradecimentos

Agradeço pela colaboração de todos que contribuíram de forma direta e indireta para a realização deste trabalho. Aos meus pais e aos meus irmãos, pelo apoio na realização de todas as minhas atividades e por acreditarem neste meu sonho. A todos os meus grandes amigos Cal, Paulete, Matheus, Isaac, Doug, Paula, Kelvyn, Júnior, Chuchu, Aline, Mylle, Dani Carol, Ivan e Artemio, por toda colaboração e força que me deram diretamente de Aracaju e do mundo.

Ao meu orientador Dr. Francisco Barros, por ter me aceitado como orientando. Pela paciência, dedicação, conselhos, confiança em meu trabalho e por todos os ensinamentos, neste que foi o período de maior aprendizagem da minha vida. Você me faz acreditar na competência do profissional acadêmico.

Aos meus bons amigos do mestrado, especialmente a Neildes e a Lorena, pelas horas de discussão acadêmica e pelos vários momentos de distração. Aos colegas e amigos do LEB, Yuri obrigado pelas técnicas de rolamento em planícies e pelas dicas quase Freirianas de taxonomia de poliquetas, a Alice e Gabriel Barros, obrigado por tudo. A todos os bons amigos que atolaram comigo na lama, Marcos Krull e Antonio, qualquer problema de saúde me procurem depois. Especialmente a Lara, minha mais que companheira e amiga de planície de maré.

Um muito mais que especial obrigado a Patrícia Costa. Não tenho como expressar em palavras a importância de sua amizade e companheirismo nestes anos de mestrado, de Bahia, de mangue e de missas.

A Alexandre, pelos cafés e conversas tão profundas e filosóficas quanto à alegoria da caverna (Platão perdeu de longe para você!). Aos barqueiros e amigos Seu Edson, Seu Mariano e Sandro, pela força no campo. A equipe do Laboratório de Ecossistemas Costeiros da Universidade Federal de Sergipe, pelo auxílio nas análises granulométricas.

A CAPES pela bolsa concedida, ao CNPQ e a FAPESB pelo auxílio financeiro ao projeto.

Sumário

Lista de Tabelas	8
Lista de Figuras	9
Lista de Anexos	10
Texto de divulgação.....	11
Padrões espaciais das assembleias macrobentônicas de regiões entremarés dos principais estuários da Baía de Todos-os-Santos, BA.....	13
Resumo	13
ABSTRACT	13
1. Introdução.....	14
2. Material e Métodos.....	17
2.1. Área de estudo	17
2.2. Planejamento amostral.....	18
2.3. Procedimentos de laboratório	19
2.4. Análise dos dados	20
3. Resultados.....	21
3.1. Variáveis abióticas.....	21
3.2. Macrofauna Bentônica.....	23
4 – Discussão	25
Referências	32
ANEXOS	50

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TÁXONS AMOSTRADOS NOS HABITATS ENTREMARÉS NOS ESTUÁRIOS DOS RIOS JAGUARIPE, PARAGUAÇU E SUBAÉ.	39
TABELA 2 - RESUMO DOS RESULTADOS DA ANÁLISE BIOENV PARA CADA SISTEMA ESTUARINO. AS MELHORES COMBINAÇÕES DE VARIÁVEIS APARECEM PRIMEIRO, SEGUIDO DAS DEMAIS COMBINAÇÕES SEM AS VARIÁVEIS UTILIZADAS ANTERIORMENTE. (*, $p < 0.05$; NS, NÃO SIGNIFICATIVO; SAL, SALINIDADES; MO, MATÉRIA ORGÂNICA; C, CASCALHO; AMG, AREIA MUITO GROSSA; AG, AREIA GROSSA; AM, AREIA MÉDIA; AF, AREIA FINA; AMF, AREIA MUITO FINA; F, FINOS).	40
TABELA 3 - CLASSIFICAÇÃO DE GILDAS TRÓFICAS DE ALGUNS POLIQUETAS INCLUÍDOS NAS ANÁLISES SEGUNDO FAUCHALD E JUMARS, 1979, PAGLIOSA, 2005, MAGALHÃES E BARROS, 2011.	41

Lista de Figuras

FIGURA 1 - ESTAÇÕES AMOSTRAIS AO LONGO DOS SISTEMAS ESTUARINOS DO JAGUARIPE (#1- #10), PARAGUAÇU (#1 -#10) E SUBAÉ (#1 -#11).	42
FIGURA 2 – PORCENTAGEM DE CLASSES GRANULOMÉTRICAS DAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS DOS ESTUÁRIOS DO JAGUARIPE, PARAGUAÇU E SUBAÉ.....	43
FIGURA 3 – DADOS DA SALINIDADE INTERSTICIAL E DA SALINIDADE SUPERFICIAL DA ÁGUA, AO LONGO DAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS DOSS ESTUÁRIOS DO JAGUARIPE, PARAGUAÇU E SUBAÉ.	44
FIGURA 4 – PORCENTAGEM DE MATÉRIA ORGÂNICA E DE CaCO ₃ , NAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS DOS ESTUÁRIOS JAGUARIPE, PARAGUAÇU E SUBAÉ.	45
FIGURA 5 - ANÁLISES DE COMPONENTES PRINCIPAIS PARA OS DADOS ABIÓTICOS NAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS DOS ESTUÁRIOS DO JAGUARIPE, PARAGUAÇU E SUBAÉ.....	46
FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO DA ABUNDÂNCIA TOTAL E DA RIQUEZA AO LONGO DAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS DOS ESTUÁRIOS DO JAGUARIPE, PARAGUAÇU E SUBAÉ.	47
FIGURA 7 - DISTRIBUIÇÃO DOS TÁXONS MAIS ABUNDANTES (80%) NAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS DOS ESTUÁRIOS DO JAGUARIPE, PARAGUAÇU E SUBAÉ. A LINHA PRETA REPRESENTA A SALINIDADE AO LONGO DAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS.....	48
FIGURA 8 - ORDENAÇÃO NMDS REALIZADO COM OS DADOS DA MACROFAUNA BENTÔNICA AO LONGO DAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS DOS ESTUÁRIOS DO JAGUARIPE, PARAGUAÇU E SUBAÉ.	49

Lista de Anexos

ANEXO 1- EXEMPLO DO PROCEDIMENTO DE COLETA E PROCESSAMENTO DA ÁGUA INTERSTICIAL. A - EXTRAÇÃO DA ÁGUA NOS HABITATS ENTREMARÉS; B – REFRIGERAÇÃO DAS AMOSTRAS <i>IN SITU</i> ; C E D - DECANTAÇÃO DO SEDIMENTO DA ÁGUA INTERSTICIAL.....	51
ANEXO 2 - EXEMPLO DAS ESTAÇÕES AMOSTRAIS NOS ESTUÁRIOS DO JAGUARIFE, PARAGUAÇU E SUBAÉ. A - ESTAÇÃO 7 DO PARAGUAÇU; B - COLETA DA MACROFAUNA NA ESTAÇÃO 7 DO JAGUARIFE; C - ESTAÇÃO 11 DO SUBAÉ; D - ESTAÇÃO 8 DO JAGUARIFE.	52

Texto de divulgação

Ambientes entremarés estuarinos são reconhecidos por seu grande valor ecológico e econômico. Nestes ambientes, muitas comunidades humanas utilizam os recursos naturais (e.g. mariscos, peixes) como principal fonte de renda e para própria alimentação. Nestes sistemas, assembleias macrobentônicas apresentam grande variação em sua distribuição espacial, devido à (i) variação de fatores ambientais como frações do sedimento, salinidade, matéria orgânica, declividade, e (ii) à variação de fatores biológicos, como processos de facilitação do assentamento de larvas, competição ou predação. Muitos estudos foram realizados em ambientes entremarés de estuários, entre esses, alguns foram realizados no gradiente entremarés (do corpo d'água em direção ao continente) e outros no gradiente estuarino ou longitudinal de salinidade (de regiões de água doce em direção ao mar). Estudos que buscam a descrição de padrões de zonação da macrofauna nos ambientes entremarés (i.e. no gradiente entremarés) são mais abundantes na literatura científica, especialmente em zonas temperadas. Estudos realizados em gradientes estuarinos, também mais comuns em zonas temperadas, sugeriram que a salinidade e as características do sedimento são os fatores que mais influenciam a estrutura das assembleias macrobentônicas. Contudo, estudos que abordam esses gradientes em ambientes entremarés tropicais são escassos. O objetivo do presente trabalho foi (i) caracterizar os padrões espaciais das assembleias macrobentônicas de habitats entremarés ao longo do gradiente estuarino dos principais tributários da Baía de Todos-os-Santos e, (ii) relacionar tais padrões com salinidade, CaCO_3 , matéria orgânica e frações sedimentares. Os rios Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé foram amostrados ao longo do gradiente de salinidade, em 10 estações, com exceção do Subaé, no qual foram dispostas 11 estações. Em cada estação, foram coletadas amostras do sedimento, para determinação da granulometria e dos percentuais de CaCO_3 e de matéria orgânica, e da macrofauna. Foram mensuradas a salinidade do corpo d'água e a salinidade intersticial do sedimento dos habitats entremarés. Os resultados apresentaram um padrão similar de estrutura e composição das assembleias macrobentônicas nos três estuários estudados, onde a salinidade foi a variável mais importante. Foi observado um padrão contínuo de assembleias ao longo do gradiente, cujos limites das distintas assembleias são de difícil determinação (i.e. seriação). Adicionalmente,

foi observado que a riqueza de táxons ao longo dos gradiente geralmente decresceram em regiões dos estuários com maior aporte de água doce, concordando com alguns estudos pretéritos. Este foi o primeiro estudo que abordou a escala de gradiente estuarino em habitats entremarés tropicais com réplicas em três sistemas. São recomendados estudos futuros que contemplem uma variedade de escalas espaciais, com abordagem hierárquica, considerando o gradiente estuarino e o gradiente entremarés, bem como estudos manipulativos que avaliem o efeito de interações biológicas na estrutura e composição das assembleias estuarinas.

Padrões espaciais das assembleias macrobentônicas de regiões entremarés dos principais estuários da Baía de Todos-os-Santos, BA

Dante Luís S. Mariano*, Francisco Barros

Laboratório de Ecologia Bentônica, Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Campus Ondina, Salvador, BA 40170-290, Brasil.

dante2bio@yahoo.com.br*

Resumo

Variações espaciais na estrutura das assembleias macrobentônicas em ambientes entremarés estuarinos temperados são conhecidas por serem relacionadas a fatores ambientais como salinidade, características do sedimento e relevo das planícies. Contudo, pouca atenção foi dada para o efeito do gradiente estuarino nas assembleias da macrofauna em sistemas tropicais. Este trabalho investigou as relações entre o padrão espacial das assembleias macrobentônicas de habitats entremarés e variáveis ambientais em três estuários tropicais. Foram realizadas campanhas amostrais nos estuários do Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé entre março de 2011 a março de 2012. Foram coletados dados da macrofauna, de salinidade e dos sedimentos (granulometria, teor de matéria orgânica e de CaCo₃) nos gradientes estuarinos. Os resultados indicaram a existência de um padrão de substituição de táxons similar ao longo dos três gradientes estudados. A salinidade foi a principal variável que influenciou na estrutura das assembleias. Foi observado um decréscimo do número de táxons a partir do estuário superior em direção ao estuário inferior, similar ao encontrado em zonas temperadas e tropicais. Futuros trabalhos em zonas tropicais devem considerar diferentes escalas espaciais e abordagens funcionais para fortalecer o conhecimento acerca do funcionamento dos ambientes entremarés estuarinos tropicais.

Palavras-chave: macrofauna; gradiente estuarino; planície de maré; zonas tropicais

ABSTRACT

Spatial variation in the structure of macrobenthic assemblages on intertidal flats in temperate estuaries are known to be related to environmental factors such as salinity, sediment characteristics and topography. However, little attention has been given to the effect of the estuarine gradient in macrobenthic assemblages on tropical systems. This paper investigated the relationship between the spatial pattern of macrobenthic assemblages in intertidal habitats and the environmental variables in three tropical estuaries. The Jaguaripe, Paraguaçu and Subaé estuaries were sampled from march 2011 to march 2012. Data collection of macrofauna, salinity, sediment characteristics and organic matter content were obtained in the three estuarine gradient. The results showed a similar taxa replacement pattern along the estuarine gradients. Salinity was the main variable responsible for the structure of the benthic assemblages. There was a decrease of the number of taxa from the upper to low estuarine areas, similar to other studies at temperate and tropical zones. Future studies in tropical areas should consider hierarchical sampling schemes together with

functional approaches to strengthen knowledge about the functioning of intertidal estuarine environments.

Keywords: macrofauna; estuarine gradient; tidal flat; tropical zone

1. Introdução

Os estuários são corpos de água costeiros parcialmente fechados que possuem ligação permanente ou intermitente com o oceano e que recebem descarga, pelo menos periódica, de um ou mais rios. Essa região apresenta salinidade tipicamente inferior à marinha, variando temporalmente e ao longo de seu comprimento, podendo tornar-se hipersalino em certos sistemas quando a perda de água por evaporação é alta e a entrada das marés e da água doce é desprezível (Potter et al., 2010). Nestes sistemas, vários fatores físicos e químicos (i.e. salinidade, sedimento, ph, potencial redox, intensidade da corrente) frequentemente apresentam maior variabilidade do que em outros sistemas costeiros ou marinhos, caracterizando-se assim como sistemas naturalmente estressantes para a biota (Elliott e McLusky, 2002; Elliott e Quintino, 2007).

Ambientes entremarés estuarinos são reconhecidos por seu grande valor ecológico e econômico. Nestes ambientes, muitas comunidades humanas utilizam os recursos naturais (e.g. mariscos, peixes) como fonte de renda e para própria alimentação (e.g. Nishida et al., 2008; Rondinelli e Barros, 2010). Esses ambientes podem reter uma grande quantidade de nutrientes (Fugii, 2007), permitindo que as assembleias macrobentônicas apresentem altos valores de abundância e de biomassa e sirvam como fonte de recursos para os níveis tróficos superiores (e.g. Lunardi et al., 2012).

Assembleias macrobentônicas estuarinas frequentemente apresentam alta variabilidade espacial e temporal em sua estrutura devido à ampla variação de fatores físicos e químicos no sistema. Entre as variáveis mais estudadas estão à amplitude das

marés (Sasekumar, 1974), a granulometria e o conteúdo de matéria orgânica (Dittmann, 2000; Dittmann, 2002b; Rodrigues et al., 2006), a salinidade (Manino e Montagna, 1997; Yserbaert et al., 1998; Wijsman et al., 1999; Atrill, 2002; Atrill e Rundle, 2002; Flach et al., 2002; Yserbaert et al., 2002; Anderson et al., 2004; Elliott e Quintino, 2007), além de interações bióticas (Dittmann, 1996; Barnes e Ellwood, 2012; Beauchard et al., 2012; Berke, 2012). Adicionalmente, a estrutura das assembleias macrobentônicas também pode ser afetada por impactos antrópicos, levando muitas vezes a uma diminuição da diversidade, da biomassa, da abundância de alguns grupos e/ou no acréscimo de organismos oportunistas (Bongers, 1990; Harvey et al., 1998; Nahmani e Lavelle, 2002; De Lange, 2004).

Em habitats entremarés estuarinos, estudos dos padrões espaciais de assembleias macrobentônicas foram realizados em distintas escalas. Segundo Dittmann (2002a), vários estudos foram realizados no sentido do corpo d'água estuarino em direção ao continente (i.e. gradientes entremarés), e estes são abundantes especialmente nas regiões temperadas, e menos frequentes em ambientes tropicais (Sasekumar, 1974; Dittmann, 1996; Trush et al., 1997; Dittmann, 2000; Dittmann, 2002b; Rodrigues et al., 2006). Comumente, os estudos realizados na escala entremarés buscam caracterizar padrões de zonação das assembleias associando estes padrões à variação do tipo de sedimento, conteúdo de matéria orgânica e período de exposição às marés.

Uma escala relativamente menos estudada em ambientes entremarés é a do gradiente estuarino ou longitudinal de salinidade. Alguns estudos vêm sendo realizados nesta escala em zonas temperadas (Yserbaert et al., 1998; Atrill, 2002; Atrill e Rundle, 2002; Yserbaert et al., 2002; Ysebaert e Herman, 2002; Kennish, 2002; Yserbaert et al.,

2003; Dyke e Wasson, 2005; Giménez et al., 2005; Fugii, 2007). Esses estudos sugerem que as assembleias macrobentônicas são primariamente influenciadas pela variação de salinidade e secundariamente por características do sedimento (e.g. granulometria, conteúdo de matéria orgânica, concentração de contaminantes). Vários trabalhos observaram um padrão de zonação na estrutura das assembleias ao longo dos estuários, no qual diferentes assembleias ocuparam diferentes porções do gradiente estuarino (estuário superior, médio e inferior) (Yserbaert et al., 1998; Yserbaert et al., 2002; Yserbaert et al., 2003; Giménez et al., 2005; Fugii, 2007; Lu et al., 2008). Em regiões tropicais trabalhos com distribuição espacial das assembleias da macrofauna bentônica associados ao gradiente estuarino são escassos. Nestas regiões, destacam-se os trabalhos de Hatje et al. (2006), Barros et al. (2008) e Barros et al. (2009), realizados nos principais estuários da Baía de Todos os Santos. Nesses estudos, os autores sugeriram uma substituição dos organismos da macrofauna bentônica ao longo dos gradientes estuarinos, influenciados pela salinidade e tipos de sedimento.

Existe uma clara lacuna de conhecimento sobre as assembleias bentônicas de ambientes entremarés tropicais que permitam avaliar os padrões espaciais ao longo de todo o gradiente estuarino (i.e. da água doce a marinha) e as relações com fatores abióticos. Estudos dessa natureza são necessários para que se possa compreender melhor os serviços ambientais estuarinos, para possibilitar futuras comparações biogeográficas e possibilitar o desenvolvimento de modelos preditivos.

O presente estudo objetivou caracterizar as relações entre os padrões de distribuição espacial das assembleias macrobentônicas de habitats entremarés ao longo do gradiente estuarino dos rios Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé, principais tributários da Baía de Todos-os-

Santos, relacionando tais padrões com as variáveis físico-químicas salinidade, CaCO_3 , matéria orgânica e frações sedimentares.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

A Baía de Todos-os-Santos (BTS) é a segunda maior baía do Brasil, possui características essencialmente marinhas e uma área de aproximadamente 1.223 km², com uma profundidade média de 9,8 m, com marés caracteristicamente semi-diurnas (Cirano e Lessa, 2007). A BTS localiza-se entre as coordenadas geográficas centradas em 12°50' S e 38°38' O, e é reconhecida por sua grande relevância econômica e ecológica (Alves et al., 2004; Celino e Queiroz, 2006; Cirano e Lessa, 2007). Áreas de manguezal são encontradas em toda BTS, com exceção da área urbana de Salvador e das áreas no litoral abertas ao mar, ocupando cerca de 177,6 Km² (Hadlich et al., 2008).

Na BTS, as regiões verdadeiramente estuarinas estão associadas aos principais tributários, os rios Paraguaçu, Subaé e Jaguaripe. A bacia de drenagem do Rio Paraguaçu possui uma área de 56.300 km², localizando-se na área oeste da BTS (Cirano e Lessa, 2007; Genz et al., 2008). As principais fontes de poluição estão ligadas ao lançamento de efluentes domésticos, exploração mineral, garimpos, desmatamentos e atividades agropecuárias. A Bacia de drenagem do Subaé possui uma área de 600 km² e apresenta problemas ambientais desde sua nascente até a foz, decorrentes do lançamento de efluentes líquidos domésticos e industriais (Hatje et al., 2006; Cirano e Lessa, 2007; Hatje e Barros 2012). A Bacia do Jaguaripe possui uma área de 2.200 km², sendo que na maior parte são observadas atividades agropecuárias e extrativismo vegetal e mineral (Cirano e Lessa, 2007).

2.2. Planejamento amostral

As amostras foram coletadas durante o ano de 2011, em março no estuário do Jaguaripe, em junho no Paraguaçu e em outubro no Subaé. Em cada área de estudo foram definidas 10 estações amostrais (exceto no estuário do Subaé onde foram 11 estações) ao longo do gradiente estuarino baseadas no trabalho de Barros et. al (2009), e georreferenciadas com o auxílio de um aparelho GPS. No estuário do Jaguaripe, a distância percorrida no corpo d'água entre a primeira e a última estação amostral foi de aproximadamente 24,8 km, no Paraguaçu de 25,8 km, e no estuário do Subaé de 14 km (Fig. 1). Em cada estação, a margem a ser coletada foi sorteada.

Uma coleta piloto foi realizada para verificar a necessidade de utilização de sítios distintos em cada estação amostral. Nesse piloto, foram coletadas amostras da macrofauna da região entremarés com um amostrador do tipo *corer* (15 cm de diâmetro x 15 cm de profundidade) em duas áreas (distantes 50 metros, aproximadamente), sendo cada área subdivida em 4 sítios (distantes 10 metros). Nenhuma diferença na composição da macrofauna foi encontrada entre sítios ou entre áreas. Assim, no presente trabalho, foram amostradas oito réplicas aleatórias em cada estação para amostragem da macrofauna da região entremarés. As amostras foram coletadas no período de maré baixa, a dois metros da franja do bosque de mangue, de modo a evitar um possível efeito de confusão, ou seja, evitando que diferenças no nível (altura) da região entremarés influenciassem nas comparações ao longo do gradiente estuarino. As amostras biológicas foram coletadas em todos os pontos utilizando um tubo de PVC (*corer*) com 15 cm de diâmetro coletando os 15 cm superficiais do sedimento. As amostras foram lavadas em campo com sacos de malha

de 500 μm , preservadas em sacos plásticos com álcool a 70% e devidamente etiquetadas e congeladas até a análise em laboratório.

Com o objetivo de se obter as amplitudes da salinidade da superfície da água e da salinidade intersticial em cada estação amostral, foram realizadas duas campanhas para medir a salinidade, uma no período de chuva (julho de 2011) e outra no período seco (março de 2012). Em cada um dos estuários, em ambos os períodos, as estações foram amostradas no mesmo dia durante o período de maré baixa, minimizando assim o efeito da variação temporal da salinidade entre as estações. A salinidade superficial foi medida *in situ* com auxílio de um refratômetro. Para a coleta da salinidade intersticial, foi cavado um buraco com 15 cm de profundidade nas mesmas estações onde foram coletadas as amostras da macrofauna. Após o acúmulo de água no buraco, foi introduzido no mesmo um tubo de PVC perfurado nas laterais inferiores e recoberto com uma malha de 500 μm , para evitar a entrada de sedimento junto com a água e assim dificultar posterior medição da salinidade. Com o preenchimento de parte do tubo pela água intersticial, a mesma foi extraída com o auxílio de uma seringa acoplada a uma mangueira fina e foi armazenada em frascos de vidros com tampas com alta capacidade de vedação (Anexo 1). Em seguida foram refrigeradas para posterior medição da salinidade em laboratório com o auxílio do refratômetro.

2.3. Procedimentos de laboratório

Em laboratório, as amostras de macrofauna foram lavadas com água corrente em peneira de 500 μm e acondicionadas em álcool a 70%. Com o auxílio de um microscópio estereoscópico foi realizada a triagem de toda a macrofauna. Os organismos foram

contados e identificados até o menor nível taxonômico possível. Alguns organismos, como Nemertina, foram tratados no nível de Filo devido a dificuldades taxonômicas.

Para a análise granulométrica, o sedimento foi analisado através dos procedimentos de pipetagem e peneiramento a seco (Suguo, 1973). O sedimento, após a lavagem para retirada do sal, foi lavado novamente em peneiras de 0,062 mm para a separação das frações lamosas e arenosas, a parte que ficou retida foi colocada em estufa a 60°C, para em seguida ser peneirada através de um agitador mecânico com peneiras de diferentes malhas (4; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,125 e 0,063 mm) seguindo a escala de Wentworth. As frações de cascalho (> 4 mm) foram agrupadas e as frações de silte e de argila (<0,062 mm) foram somadas e denominadas no presente trabalho como sedimentos finos.

Foram retiradas 10g das amostras de sedimento para obtenção da porcentagem de matéria orgânica (MO) e de carbonato de cálcio (CaCO₃). Primeiramente, as amostras foram colocadas para secar em estufa a 60°C. Após esse procedimento, a matéria orgânica e carbonato de cálcio foram obtidos pela combustão em forno mufla a 550°C e 1.000°C respectivamente, pelo período de uma hora (Dean, 1974).

2.4. Análise dos dados

Os dados do sedimento foram processados com o programa SYSGRAM (Camargo, 1999). O grau de similaridade entre as assembleias macrobentônicas foi calculado através do coeficiente de Bray-Curtis, transformado pela raiz quarta, para diminuir o peso das espécies dominantes, e foi usada a técnica de ligação média entre os grupos. Foram utilizadas técnicas de ordenação, Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (nMDS), para investigar os padrões na estrutura das assembleias da macrofauna. Foi utilizado o procedimento “*dummy*”, que adiciona um valor para as amostras sem organismos

coletados, para permitir que essas amostras fossem consideradas nas análises (Clarke e Warwick, 2001).

Para testar se as assembleias bentônicas de cada estuário apresentaria um padrão seriado, foram realizados testes de seriação, com 999 permutações, com as matrizes de similaridades geradas através do índice de correlação de Spearman (rotina *Relate*, Primer 6).

Para avaliar as diferenças nas características ambientais (salinidade, MO, CaCO₃ e granulometria) de cada estação, foram realizadas análises de componentes principais (PCAs) para cada estuário, onde os dados abióticos foram transformados para $\log(x+1)$ e normalizados, devido aos dados estarem em unidades distintas (Clarke e Gorley, 2006).

Os padrões de distribuição das assembleias macrobentônicas foram correlacionados com as variáveis ambientais utilizando a rotina *BIOENV* (Primer 6). Essas análises foram realizadas para cada estuário baseadas na correlação entre matrizes de dissimilaridade Bray-Curtis, considerando dados biológicos transformados pela raiz quarta, e com matrizes de distância Euclidiana, considerando os dados ambientais transformados por $\log(X+1)$. Devido à alta correlação dos dados de salinidade, apenas a salinidade superficial da água no período chuvoso foi incluída nas análises. Os organismos *Uca* spp. foram excluídos das análises pois o método de coleta empregado no presente estudo não é adequado para a captura desses organismos. O teste de permutação de Monte Carlo (999 permutações) foi aplicado para testar os efeitos de cada variável ambiental na explicação da variância total dos dados da macrofauna, assumindo $\alpha=0,05$.

3. Resultados

3.1. Variáveis abióticas

No estuário do Jaguaripe, a composição do sedimento foi dominada por sedimentos finos, com exceção das estações 1, 4 e 9, as quais apresentaram maior porcentagem de areia (Fig. 2). No Paraguaçu, os sedimentos foram compostos por relativamente maiores porcentagens de areia, sendo que as estações 4, 6 e 10 foram majoritariamente dominadas por sedimentos finos (Fig. 2). O estuário do Subaé também apresentou sedimentos finos, com exceção das estações 8 e 9, onde ocorreu uma maior presença de areia (Fig. 2). As frações de cascalhos foram pouco representativas para os três estuários.

No período seco, a salinidade superficial da água variou de 4 a 39 no Jaguaripe, de 6 a 36 no estuário do Paraguaçu e no estuário do Subaé de 0 a 38 (Fig. 3). No período chuvoso, a variação foi entre 0 a 34, 4 a 34 e 0 a 33, no Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé, respectivamente. A salinidade intersticial variou entre 2 a 34 no Jaguaripe, entre 19 a 39 no Paraguaçu e 20 a 40 no Subaé, no período seco (Fig. 3). No período chuvoso, a variação foi de 10 a 38, 7 a 35 e 11 a 35, no Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé, respectivamente.

As proporções de matéria orgânica foram maiores nas estações 6, 7 e 10 no estuário do Jaguaripe, ocorrendo uma variação entre 1,7% e 23,1%. No estuário do Paraguaçu, os teores de matéria orgânica variaram entre 0,3% e 16,2%, e as estações com maior teor de matéria orgânica foram as estações 4 e 6. No sistema estuarino do rio Subaé as estações 1, 5 e 7 apresentaram as maiores porcentagens de matéria orgânica, sendo sua variação entre 5,1% e 14,3% (Fig. 4).

A composição de carbonato de cálcio variou entre 2% e 19,8% no estuário do Jaguaripe, sendo que os maiores valores foram encontrados nas estações 3 e 8. No estuário do rio Paraguaçu, a variação encontrada foi de 2,4% e 12,7%, com as estação 9

apresentando o maior valor. O estuário do Subaé apresentou uma variação de 8,2% a 23,4%, sendo que a estação 3 apresentou um valor bem maior do que as demais (Fig. 4).

O PCA realizado com os dados abióticos do sistema estuarino do Jaguaripe apresentou 85,8% de explicação da variação total nos dois primeiros eixos (Fig. 5). O primeiro PC foi principalmente correlacionado com areia média ($r = 0,57$) e matéria orgânica ($r = -0,445$), já o segundo com salinidade superficial do período chuvoso ($r = 0,81$) e areia muito fina ($r = 0,35$). No estuário do Paraguaçu, a explicação da variação total dos dados ambientais foi de 82,2% (Fig. 5). O primeiro componente foi correlacionado primariamente com areia muito grossa ($r = -0,64$) e areia grossa ($r = -0,64$), e o segundo com areia fina e finos ($r = -0,61$, $r = 0,53$, respectivamente). Para o sistema estuarino do Subaé, a explicação da variação dos dados ambientais dos dois primeiros eixos do PCA foi de 78,6% (Fig. 5). O primeiro eixo apresentou correlação principalmente com cascalho e CaCO_3 ($r = 0,66$, $r = 0,51$, respectivamente), já o segundo eixo com areia muito fina ($r = -0,56$) e areia fina ($r = -0,45$).

3.2. Macrofauna Bentônica

O estuário do Jaguaripe apresentou um total de 1.435 indivíduos, distribuídos em um total de 26 táxons, sendo que 57% do número de indivíduos foram moluscos, 39% poliquetas e apenas 2% crustáceos. O sistema estuarino do rio Paraguaçu apresentou um total de 755 representantes, distribuídos em 28 táxons (i.e. poliquetas 76%, moluscos 14% e crustáceos 7%). Já no sistema do rio Subaé foram encontrados 1.760 organismos, representados por 28 táxons (i.e. poliquetas 92%, moluscos 4% e crustáceos 3%). As maiores abundâncias foram encontradas nas regiões de menor salinidade, com exceção da estação 10 do estuário do Paraguaçu (baixa abundância) (Fig. 6), e da estação 1 do estuário

do Jaguaripe (maior abundância, devido a alta ocorrência do gastrópode *Neritina virginea*). Os maiores valores de riqueza foram geralmente observados nas estações de maior influência marinha (Fig. 6). A tabela 1 apresenta todos os táxons amostrados nos três estuários. A Figura 7 representa a distribuição dos grupos mais abundantes (aqueles que somados contribuíram com 80% da abundância total) em cada sistema.

A ordenação nMDS no Jaguaripe apresentou uma maior dissimilaridade entre as estações 10 e 9, bem como entre a estação 1 e as demais estações (Fig.8). A região estuarina superior, caracterizada por baixa salinidade, apresentou na estação 10 dominância dos poliquetas das famílias Spionidae, Capitellidae e Nereididae, e na estação 9 a família Nereididae. A estação 1 (região com alta salinidade) foi dominada pelo gastrópode *Neritina virginea*. O poliqueta da família Pilargidae dominou as regiões intermediárias desse estuário.

A ordenação nMDS no estuário do Paraguaçu apresentou uma dissimilaridade entre as estações 1, 4 e as demais (Fig. 8). A estação 4 diferenciou-se pela baixíssima abundância de organismos e a menor riqueza do estuário, com apenas 3 táxons. Adicionalmente, a estação 1 foi dominada pelo *Excireolana* sp.. As estações 7 e 8 foram dominadas pelos poliquetas das famílias Pilargidae, Capitellidae e Spionidae, sendo as demais estações intermediárias dominadas pelas famílias Pilargidae e Goniadidae. No sistema estuarino do Rio Subaé a ordenação apresentou uma dissimilaridade das estações 8, 9, 10 e 11 (Fig. 8). Nas estações de 1 a 7, nas quais foram observados valores relativamente mais altos de salinidade, poliquetas da família Pilargidae foram dominantes. As demais estações foram dominadas pelos poliquetas das famílias Spionidae, Nereididae e Capitellidae.

Os três sistemas estuarinos apresentaram padrões de seriação significativos. O estuário do Rio Jaguaripe obteve um nível de significância de 0,001 e valor de Rho de 0,6, e nenhum dos valores das permutações foi semelhante ou maior do que o observado. Para o estuário do Paraguaçu o resultado do teste também foi significativo ($p=0,001$ e $Rho=0,406$) sendo que apenas nove valores das permutações foram maiores ou iguais ao Rho observado. O sistema do Rio Subaé apresentou um valor de Rho de 0,607, com um nível de significância de 0,003, sendo apenas dois valores das permutações iguais ou maiores que o valor de Rho observado.

No sistema estuarino do Jaguaripe, as análises BIOENV realizadas mostraram que a melhor correlação com a macrofauna bentônica foi com salinidade, matéria orgânica e areia fina ($\rho = 0,74$, $p = 0,001$). No estuário do Paraguaçu, quatro variáveis ambientais foram melhores correlacionadas com a macrofauna bentônica (e.g. $\rho = 0,64$ com salinidade, matéria orgânica, areia média e areia fina), e houve uma correlação significativa ($p = 0,02$). No sistema estuarino do Subaé, a salinidade apresentou a melhor correlação significativa com a macrofauna ($\rho = 0,76$, $p = 0,002$). A tabela 2 apresenta a síntese dos resultados encontrados.

4 – Discussão

De forma geral, as ordenações das estações baseadas nas variáveis ambientais dos estuários analisados indicaram diferenças entre estações devido a salinidade, ao conteúdo de matéria orgânica e de $CaCO_3$ e devido a várias frações do sedimento. Contudo, não se pôde evidenciar um padrão claro de frações sedimentares em diferentes regiões estuarinas, como encontrado em outros estudos em ambientes temperados (Yserbaert et al., 1998; Yserbaert et al., 2003; Giménez et al., 2005).

Lu et al. (2008), em um estuário canadense, observaram uma correlação positiva entre as frações de silte-argila e a riqueza e diversidade de espécies da macrofauna. Trush et al. (2010), em estuário australiano utilizando modelos de regressão logística, puderam prever a probabilidade de ocorrência de espécies da macrofauna sendo influenciada pelo conteúdo de lama nos habitats (e.g. gradiente de lama para areia), sugerindo ocorrências espécie-específicas. Ysebaert et al. (2002), em ambientes estuarinos europeus, sugeriram uma ocorrência de táxons em distintas faixas ao longo do gradiente de lama para areia. Sousa et al. (2006), em um sistema estuarino português, também observaram uma correlação positiva entre as frações de silte-argila com a macrofauna e adicionalmente sugeriram que a heterogeneidade de habitats seria responsável pela incremento de diversidade local. De fato, sedimentos heterogêneos quando comparados com os homogêneos podem apresentar maior diversidade, devido à formação de habitats mais complexos, os quais possibilitam uma maior variedade de nichos ecológicos (Gray, 1974).

No presente estudo não foi observado um claro gradiente de sedimentos (e.g. de lama à areia ao longo do gradiente estuarino) diferente do que foi observado no infralitoral desses mesmos sistemas (Hatje et al., 2006; Barros et al., 2008; Barros et al., 2009). Na região entremarés, em toda a extensão estuarina destes sistemas foi observada uma predominância de frações finas (lama e argila). Apesar da baixa relação dos sedimentos finos com a macrofauna, o presente trabalho identificou que outras frações, principalmente areia média e areia fina, apresentaram uma relação significativa com a estrutura das assembleias macrobentônicas. Todavia, nos sistemas estudados a salinidade parece exercer uma influência mais forte na estrutura das assembleias bentônicas. Adicionalmente, existem outras variáveis, não mensuradas no presente estudo, que variam com o sedimento (e.g.

nutrientes, clorofila *a* bentônica, teor de oxigênio) e podem influenciar as assembleias da macrofauna em ambientes estuarinos (Manino e Montagna, 1997; Dittmann, 2000; Yserbaert et al., 2003; Rodrigues et al., 2006; Fugii, 2007).

Os resultados indicaram que táxons abundantes apresentaram preferência por habitats distintos ao longo do gradiente de salinidade de forma similar nos três estuários. Poliquetas das famílias Spionidae, Capitellidae e Nereididae ocorreram preferencialmente em ambientes de baixa salinidade. Os indivíduos da família Pilargidae apresentaram uma maior amplitude de distribuição, apenas não tolerando habitats de baixa salinidade, visto que é um grupo característico de ambientes marinhos e de fundos inconsolidados (Salazar-Vallejo e Reyes-Barragán, 1990). A alta abundância do gastrópode *Neritina virginea* observada no sistema estuarino do Rio Jaguaripe ocorreu possivelmente devido à região de coleta ser arenosa, bem como pelos altos valores de salinidade, ideal para essa espécie eurihalina (Lana e Guiss, 1992). Além disso, *Neritina virginea* utiliza bancos de gramíneas para alimentação (Braga et al., 2009), e a presença de um banco próximo a estação amostral 1 pode ter contribuído para o valor da abundância no local. Apesar da estação 1 do sistema estuarino do Paraguaçu possuir características do sedimento e da salinidade similares a do estuário do Jaguaripe, o gastrópode *Neritina virginea* foi responsável apenas por cerca de 1% da abundância neste estuário, possivelmente pela ausência de bancos de gramíneas e por esta ser uma estação mais exposta, quando comparada com a região do estuário do rio Jaguaripe, entre outros possíveis fatores.

A substituição de espécies ao longo dos sistemas estuarinos foi observada em diversos estudos em zonas temperadas (Khedr, 1998; Yserbaert et al., 1998; Attrill e Rundle, 2002; Yserbaert et al., 2003; Giménez et al., 2005), onde a salinidade foi a

principal variável explicativa, enquanto outros fatores (e.g. frações do sedimento, profundidade) apresentaram influência secundária na estrutura das assembleias macrofaunais. A macrofauna bentônica do infralitoral dos estuários dos rios Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé também apresentaram um padrão de substituição, no qual picos de abundância de diferentes táxons foram encontrados em distintas regiões estuarinas (e.g. estuário superior, médio e inferior), padrão esse formado primariamente pela variação da salinidade (Barros et al., 2009). O padrão de substituição de táxons também foi encontrado no presente estudo, contudo, deve ser ressaltado que também foi verificada uma alta variabilidade.

O padrão de distribuição da abundância nos três estuários apresentou um aumento do número de indivíduos nas estações onde um maior aporte de água doce foi observado, contrariando estudos em outros sistemas estuarinos, nos quais foi verificado um padrão inverso (Yserbaert et al., 2003; Hatje et al., 2006; Fugii, 2007; Barros et al., 2008; Barros et al., 2009). O alto valor da abundância em regiões de menor salinidade ocorreu principalmente devido a presença de indivíduos das famílias Capitellidae e Spionidae, sendo que a dominância desses organismos pode indicar áreas organicamente enriquecidas (Yokoyama, 1995; Mendez et al., 2001; Dean, 2008; Venturini et al., 2008). De fato, as estações à montante apresentam fontes de contaminação orgânica, visto que, estas estações localizam-se próximas de áreas onde ocorre despejo de efluentes não tratados, especialmente no sistema estuarino do rio Subaé que possui um histórico de contaminação na região do estuário superior (Hatje et al., 2006; Hatje e Barros, 2012).

Em um estudo realizado em gradientes estuarinos de dois estuários europeus, Ysebaert et al. (1998) encontraram uma composição de espécies similar entre ambos os

sistemas, bem como sugeriram a ocorrência de três assembleias ao longo dos gradientes de salinidade. Ysebaert et al. (2003) corroboraram o estudo anterior, no qual a macrofauna estava primariamente correlacionada com a salinidade e secundariamente com as frações do sedimento, e identificaram quatro assembleias distintas. Adicionalmente, os autores ressaltaram que as assembleias descritas não devem ser consideradas como elementos estáticos, nem que a mudança de uma para outra ocorra de forma abrupta. No presente estudo, apesar das famílias mais abundantes apresentarem picos em regiões específicas do estuário, o que foi observado foi um contínuo de assembleias sem a formação de grupos bem definidos de assembleias. Attril e Rundle (2002) sugeriram que organismos marinhos e/ou de água doce ocupam regiões intermediárias dos estuários até o limite de sua tolerância fisiológica à variação da salinidade. Esses autores também sugeriram que a fauna em estuários consiste na sobreposição de dois gradientes estressores (i.e. duas ecoclinas), da região do rio em direção a região intermediária estuarina para os organismos adaptados aos ambientes de maior aporte de água doce, e do mar em direção à região intermediária para as espécies adaptadas aos ambientes de influência marinha. Entretanto, a ausência de organismos típicos de ambientes de água doce impossibilita que os ambientes entremarés do presente estudo sejam enquadrados nesse modelo (Attril e Rundle, 2002).

De forma geral, o número de espécies em ambientes entremarés tende a ser maior em zonas tropicais do que em zonas temperadas (Dittmann, 2002a). No entanto, o que se verificou no presente estudo foi uma baixa riqueza, quando comparado com estudos realizados em zonas tropicais, bem como com zonas temperadas (Dittmann, 2000; Dittmann, 2002b; Ysebaert et al., 2003; Hatje et al., 2006; Barros et al., 2008; Barros et al., 2009). A resolução taxonômica dos dados da macrofauna pode ter sido uma das causas para

este baixo valor encontrado, quando comparado com outros estudos. Adicionalmente, o presente estudo amostrou apenas a região imediatamente a frente da área vegetada dos habitats entremarés, sem considerar potenciais diferenças entre níveis (i.e. zonação) o que muito provavelmente influencia a riqueza (Dittmann, 2000; Dittmann, 2002a; Rodrigues et al., 2006).

As estações localizadas mais à jusante apresentaram uma maior quantidade de táxons e as estações mais à montante (sob maior influência da água doce) apresentaram um valor menor. Esses resultados não se enquadram no modelo de diversidade estuarina de Remane (Whitfield et al., 2012). Segundo este modelo, ocorre um decréscimo das espécies marinhas com a redução da salinidade, e das espécies da água doce com o aumento da salinidade. O modelo ainda prevê um ponto mínimo de riqueza em locais com valores de salinidades entre 5-8. Nos sistemas estuarinos dos rios Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé não foram observados maiores valores de riqueza nas regiões sob maior influência de água doce, tampouco um ponto mínimo de espécies entre 5-8 de salinidade. O padrão observado assemelhou-se aos encontrados em outros estudos em ambientes temperados por Ysebaert et al. (1998), Ysebaert et al. (2003), Giménez et al. 2005 e Fugii (2007) e em ambientes tropicais por Hatje et al. (2006), Barros et al. (2008) e Barros et al. (2009). Estes resultados reforçam a necessidade do desenvolvimento de novos modelos de distribuição de espécies ao longo de gradientes estuarinos.

As famílias de poliquetas nos três estuários foram predominantemente compostas por indivíduos móveis e que se alimentam de detritos, segundo a classificação funcional proposta por Fauchald e Jumars (1979) (Tab. 3). Poliquetas tentaculados e mandibulados foram observados ao longo dos gradientes, o que configura um resultado distinto ao

encontrado por Magalhães e Barros (2011). Estes autores, ao investigarem o infralitoral dos mesmos sistemas estuarinos amostrados no presente estudo, evidenciaram que ambientes de maior influência marinha eram compostos por tentaculados e ambientes de maior aporte de água doce por mandibulados.

No presente trabalho, os grupos funcionais formados pelas famílias de poliquetas mostraram poucos táxons desempenhando o mesmo papel funcional (Tab. 3). Assim, foi observada uma baixa sobreposição de táxons desempenhando uma mesma função ecológica (i.e. baixa redundância funcional, Walker, 1992). Dessa forma, os ambientes entremarés dos três estuários teriam uma baixa resiliência, ou seja, uma baixa capacidade de retomar a sua condição original após um período de perturbação, visto que, a ausência de organismos que desempenham papel funcional semelhante dificultaria a recuperação dos sistemas, condição semelhante à encontrada para as assembleias do infralitoral dos sistemas estuarinos do Jaguaripe e do Subaé (Magalhães e Barros, 2011). Apesar do agrupamento em guildas funcionais ser geralmente feito em nível específico, comparando as guildas em nível de espécie identificadas por Magalhães e Barros (2011) nos principais tributários da BTS, com as guildas em nível de família do presente estudo, percebe-se que mesmo elas sendo analisadas em níveis taxonômicos distintos, não há diferenciação no agrupamento das guildas.

Os resultados desse estudo remetem à necessidade de estudos com diferentes escalas espaciais em ambientes entremarés, com base em delineamentos hierárquicos, os quais considerem o gradiente estuarino e o gradiente entremarés. Adicionalmente, recomenda-se testar as influências das relações bióticas nos modelos de distribuição espacial, como as relações de presa-predador, já que a macrofauna bentônica de habitats entremarés é um

importante componente das cadeias tróficas costeiras e estuarinas (Laynan e Silliman, 2002; Lunardi et al., 2012), além de relações de facilitação da macrofauna (e.g. ação de bioengenheiros, bioturbação), as quais podem causar modificações na composição e estrutura das assembleias (Dittmann, 1996).

Referências

- Alves, O.F.S., Manso, C.L.C., Absalão, R.S.O, Paiva, P.C., 2004. Geocology of sublittoral benthic communities in Todos os Santos Bay (Bahia, Brazil): biotic and sedimentological diversity. *Journal of Coastal Research, Special Issue 39*, 1152-1155.
- Anderson, M., Ford, R., Feary, D., Honeywill, C., 2004. Quantitative measures of sedimentation in an estuarine system and its relationship with intertidal soft-sediment infauna. *Marine Ecology Progress Series 272*, 33-48.
- Attrill, M., 2002. A testable linear model for diversity trends in estuaries. *Journal of Animal Ecology 71*, 262-269.
- Attrill, M.J., Rundle, S.D., 2002. Ecotone or ecocline, ecological boundaries in estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science 55*, 929-936.
- Barnes, R.S.K., Ellwood, M.D.F., 2012. The critical scale of small-scale spatial variation in ecological patterns and processes in intertidal macrobenthic seagrass assemblages. *Estuarine, Coastal and Shelf Science 98*, 119-125.
- Barros, F., Hatje, V., Figueiredo, M.B., Magalhães, W.F., Dórea, H. S., Emídio, E.S., 2008. The structure of the benthic macrofaunal assemblages and sediments characteristics of the Paraguaçu estuarine system, NE, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science 78*, 735-762.
- Barros, F.C.R., Cruz, I.C.S., Kikuchi, R.K.P., Leão, Z.M.A.N., 2009. Ambiente Bentônico. In: Hatje, V., Andrade, J.B. (Orgs.), *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*. Editora da Universidade Federal da Bahia, Salvador, pp. 207-241.

- Beauchard, O., Ciutat, A., Gerino, M., Munoz, T., Jacobs, S., Tackx, M., Stora, G., Meire, P., 2012. Spatiotemporal bioturbation patterns in a tidal freshwater marsh. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 96, 159-169.
- Berke, S.K., 2012. Biogeographic variability in ecosystem engineering patterns in the abundance and behavior of the tube-building polychaete *Diopatra cuprea*. *Marine Ecology Progress Series* 447, 1-13.
- Bongers, T., 1990. The maturity index, an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia* 83, 14-19.
- Braga, C.F., Beasley, C.R., Isaac, V.J., 2009. Effects of plant cover on the macrofauna of *spartina* marshes in northern Brazil. *Brazilian Archives of biology and technology* 52 (6), 1409-1420.
- Camargo, M.G., 1999. SYSGRAN para Windows: Sistema de análises granulométricas.
- Celino, J.J., Queiroz, A.D.S., 2006. Fonte e grau da contaminação por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) de baixa massa molecular em sedimentos da Baía de Todos os Santos, Bahia. *Revista Escola de Minas* 59 (3), 265-270.
- Cirano, M., Lessa, C.L., 2007. Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. *Revista Brasileira de Geofísica* 25 (4), 363-387.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N., 2006. Primer v6: User manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001. Change in Marine Communities: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Second ed. PRIMER-E, Plymouth.
- De Lange, H.J., 2004. Sediment pollution and predation affect structure and production of benthic macroinvertebrate communities in the Rhine-Meuse delta, The Netherlands. *Journal of the North American Benthological Society* 23 (3), 557-579.
- Dean Jr., W.E., 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition, comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Petrology* 44, 242-248.
- Dean, H.K., 2008. The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution, a review. *Revista de Biología Tropical* 56 (4), 11-38.

- Dittmann, S., 1996. Effects of macrobenthic burrows on infaunal communities in tropical tidal flats. *Marine Ecology Progress Series* 134, 119-130.
- Dittmann, S., 2000. Zonation of benthic communities in a tropical tidal flat of northeast Australia. *Journal of Sea Research* 43, 33-51.
- Dittmann, S., 2002a. Benthic fauna in tropical tidal flats - a comparative perspective. *Wetlands Ecology and Management* 10, 189-195.
- Dittmann, S., 2002b. Benthic fauna in tropical tidal flats of Hinchinbrook Channel, NE Australia, abundance, distribution and temporal variation. *Wetlands Ecology and Management* 10, 323-333.
- Dyke, E.V., Wasson, K., 2005. Historical ecology of a central California estuary, 150 years of habitat change. *Estuaries* 28 (2), 173-189.
- Elliott, M., Quintino, V., 2007. The Estuarine Quality Paradox, Environmental Homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Marine Pollution Bulletin* 54, 640-645.
- Elliott, M., McLusky, D.S., 2002. The need for definitions in understanding estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55, 815-827.
- Fauchald, K., Jumars, P.A., 1979. The diet of worms, a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 17, 193-284.
- Flach, E., Muthumbi, A., Heip, C., 2002. Meiofauna and macrofauna community structure in relation to sediment composition at the Iberian margin compared to the Goban Spur (NE Atlantic). *Progress in Oceanography* 52, 433-457.
- Fugii, T., 2007. Spatial patterns of benthic macrofauna in relation to environmental variables in an intertidal habitat in the Humber estuary, UK, Developing a tool for estuarine shoreline management. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 75, 101-119.
- Genz, F., Lessa, G.C., Cirano, M., 2008. Vazão mínima para estuários, um estudo de caso no Rio Paraguaçu/BA. *Revista brasileira de recursos hídricos* 13 (3), 73-82.

- Giménez, L., Borthagaray, A.I., Rodríguez, M., Dimitriadis, A.B.C., 2005. Scale-dependent patterns of macrofaunal distribution in soft-sediment intertidal habitats along a large-scale estuarine gradient. *Helgoland Marine Research* 59, 224-236.
- Gray, J.S., 1974. Animal-sediment relationships. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 12, 223-261.
- Hadlich, G.M., Ucha, J.M., Celino, J.J., 2008. Apicuns na Baía de Todos os Santos: distribuição espacial, descrição e caracterização física e química. In: Queiroz, A.F.S., Celino, J.J. (Orgs.), *Avaliação de Ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos*. Recupetro-Proamb, Editora da Universidade Federal da Bahia, Bahia, pp. 59-72.
- Harvey, M., Gauthier, D., Munro, J., 1998. Temporal changes in the composition and abundance of the macrobenthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the Anse a Beaufile Bais Des Chaleurs, Eastern Canada. *Marine Pollution Bulletin* 36, 41-55.
- Hatje, V., Barros, F., Figueiredo, D.G., Santos, V.L.C.S., Peso-Aguiar, M.C., 2006. Trace metal contamination and benthic assemblages in Subaé estuarine system, Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 52, 969-987.
- Hatje, V., Barros, F., 2012. Overview of the 20th century impact of trace metal contamination in the estuaries of Todos os Santos Bay: Past, present and future scenarios. *Marine Pollution Bulletin*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.07.009> (acessado em agosto 2012).
- Kennish, M.J., 2002. Environmental threats and environmental future of estuaries. *Environmental Conservation* 29, 78-107.
- Khedr, A.H.A., 1998. Vegetation zonation and management in the Damietta estuary of the river Nilo. *Journal of Coastal Conservation* 4, 79-86.
- Lana, P.C., Guiss, C., 1992. Macrofauna - plant-biomass interactions in a euhaline salt marsh in Paranagua Bay (SE Brazil). *Marine Ecology Progress Series* 80, 57-64.

- Layman, C.A., Silliman, B.R., 2002. Preliminary survey and diet analysis of juvenile fishes of an estuarine creek on Andros island, Bahamas. *Bulletin of Marine Science* 70 (1), 199-210.
- Lu, L., Grant, J., Barrel, L., J., 2008. Macrofaunal Spatial Patterns in Relationship to Environmental Variables in the Richibucto Estuary, New Brunswick, Canada. *Estuaries and Coasts* 31, 994-1005.
- Lunardi, V.O., Macedo, R.H., Granadeiro, J.P., Palmeirim, J.M., 2012. Migratory flows and foraging habitat selection by shorebirds along the northeastern coast of Brazil, the case of Baía de Todos os Santos. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 96, 179-187.
- Magalhães, W.F., Barros, F., 2011. Structural and functional approaches to describe polychaete assemblages, ecological implications for estuarine ecosystems. *Marine and Freshwater Research* 62, 918-926.
- Manino, A., Montagna, P.A., 1997. Small-scale spatial variation of macrobenthic community structure. *Estuaries* 20, 159-173.
- Méndez, N., Linke-Gamenick, I., Forbes, V.E., Baird, D.J., 2001. Sediment processing in *Capitella* spp. (Polychaeta, Capitellidae), strain-specific differences and effects of the organic toxicant fluoranthene. *Marine Biology* 138, 311-319.
- McLusky, D.S., Elliot, M., 2004. Life in estuaries. In: McLUSKY, D.S., ELLIOT, M. (Eds.), *The Estuarine Ecosystem - ecology, threats, management*. Oxford University Press, Oxford, pp. 19-33.
- Nahmani, J., Lavelle, P., 2002. Effects of heavy metal pollution on soil macrofauna in a grassland of Northern France. *European Journal of Soil Biology* 38, 297-300.
- Nishida, A.K., Nordi, N., Alves, R.R.N., 2008. Aspectos socioeconômicos dos catadores de moluscos do litoral paraibano, Nordeste do Brasil. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 8, 207-215.
- Pagliosa, P.R., 2005. Another diet of worms, the applicability of polychaete feeding guilds as a useful conceptual framework and biological variable. *Marine Ecology* 26, 246-254.

- Potter, I.C., Chuwen, B.M., Hoeksema, S.D., Elliott, M., 2010. The concept of an estuary, a definition that incorporates systems which can become closed to the ocean and hypersaline. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 87, 497-500.
- Rondinelli, S.F., Barros, F., 2010. Evaluating shellfish gathering (*Lucina pectinata*) in a tropical mangrove system. *Journal of Sea Research* 64, 401-407.
- Rodrigues, A.M., Meireles, S., Pereira, T., Gama, A., Quitino, V., 2006. Spatial patterns of benthic macroinvertebrates in intertidal áreas of a Southern European estuary, the Tagus, Portugal. *Hydrobiologia* 555, 99-113.
- Salazar-Vallejo, S., Reyes-Barragán, M.P., 1990. *Parandalia vivianneae* n. sp. and *P. tricuspis* (Müller), two estuarine polychaetes (Polychaeta, Pilargidae) from Eastern Mexico. *Revista de Biología Tropical* 38 (1), 87-90.
- Sasekumar, A., 1974. Distribution of macrofauna on a Malayan mangrove shore. *Jornal of Animal Ecology* 43, 51-69.
- Sousa, R., Dias, S., Antunes, J.C., 2006. Spatial subtidal macrobenthic distribution to relation to abiotic conditions in the Lima estuary, NW of Portugal. *Hidrobiologia* 559, 135-148.
- Suguo, K., 1973. *Introdução à sedimentologia*. Edgar Blücher/ Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 317 pp.
- Thrush, S.F., Pridmore, R.D., Bell, R.G., Cummings, V.J., Dayton, P.K., Ford, R., Grant, J., Green, M.O., Hewitt, J.E., Hines, A.H., Hune, T.M., Lawrie, S.M., Legendre, P., Mcardle, B.H., Morrissey, D., Schneider, D.C., Turner, S.J., Walters, R.B., Whitlatch, R.B., Wilkinson, M.R., 1997. The sandflat habitat, scaling from experiments conclusions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 216, 1-9.
- Thrush, S.F., Hewitt, J.E., Norkko, A., Nicholls, P.E., Funnell, G.A., Ellis, J.I., 2010. Habitat change in estuaries, predicting broad-scale responses of intertidal macrofauna to sediment mud content, *Marine Ecology Progress Series* 263, 101-112.
- Walker, B.H., 1992. Biodiversity and Ecological Redundancy. *Conservation Biology* 6 (1), 18-23.

- Wijnsman, J.W.M., Herman, P.M.J., Gomoiu, M., 1999. Spatial distribution in sediment characteristics and benthic activity on the northwestern Black Sea shelf. *Marine Ecology Progress Series* 181, 25-39.
- Venturini, N., Muniz, P., Bicego, M.C., Martins, C.C., Tommasi, L.R., 2008. Petroleum contamination impact on macrobenthic communities under the influence of an oil refinery, Integrating chemical and biological multivariate data. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 78, 457- 467.
- Yokoyama, H., 1995. Occurrence of *Paraprionospio* sp. (Form A) Larvae (Polychaeta, Spionidae) in Hypoxic Water of an Enclosed Bay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 40, 9-19.
- Ysebaert, T., Meire, P., Coosen, J., Essink, K., 1998. Zonation of intertidal macrobenthos in the estuaries of Schelde and Ems. *Aquatic Ecology* 32, 53-71.
- Ysebaert, T., Meire, P., Herman, P.M.J., Verbeek, H., 2002. Macrobenthic species response surfaces along estuarine gradients, prediction by logistic regression. *Marine Ecology Progress Series* 225, 79-95.
- Ysebaert, T., Herman, P.M.J., 2002. Spatial and temporal variation in benthic macrofauna and relationships with environmental variables in an estuarine, intertidal soft-sediment environment. *Marine Ecology Progress Series* 244, 105-124.
- Ysebaert, T., Herman, P.M.J., Meire, P., Craeymeersch, J., Verbeek, H., Heip, C.H.R., 2003. Large-scale spatial patterns in estuaries, estuarine macrobenthic communities in the Schelde estuary, NW Europe. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 57, 335-355.

Tabela 1 – Táxons amostrados nos habitats entremarés nos estuários dos rios Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé.

Táxons	Jaguaripe	Paraguaçu	Subaé
Polychaeta			
Capitellidae morfo. 1	145	55	101
Capitellidae morfo. 2	-	-	75
Eunicidae	2	4	-
Goniadidae	15	42	19
Glyceridae	3	8	8
Magelonidae	3	-	2
Nereididae	77	176	724
Onuphidae	-	-	1
Orbiniidae	26	7	16
Phyladocidae	-	2	3
Pilargidae	68	250	149
Sternaspidae	15	1	4
Spionidae	202	30	517
Sylidae	2	-	3
Mollusca			
Donacidae	-	1	-
Gastropoda morfo. 1	-	11	22
Littorinidae	2	-	-
Lucinidae	1	4	1
Macritidae	-	-	1
Mytilidae	4	-	4
<i>Neretina virginea</i>	715	7	-
Nuculidae	23	14	6
Solecurtidae	9	7	23
Tellinidae	24	42	4
Veneridae	37	16	2
Crustacea			
Amphipoda morfo. 1	-	4	-
<i>Excirolana sp.</i>	-	29	-
Paguridae	7	1	-
Penaeidae	1	2	5
Stomatopoda	-	1	2
Tanaidacea	2	-	-
<i>Uca spp.</i>	15	9	45
Xanthidae	3	6	6
Nemertea			
Nemertea morfo. 1	31	13	6
Insecta			
Chironomidae	3	4	1
Larva de inseto	-	9	10
Abundância total	1.435	755	1.760
Número de Táxons	26	28	28

Tabela 2 - Resumo dos resultados da análise BIOENV para cada sistema estuarino. As melhores combinações de variáveis aparecem primeiro, seguido das demais combinações sem as variáveis utilizadas anteriormente. (*, $p < 0.05$; ns, não significativo; Sal, salinidades; MO, matéria orgânica; C, cascalho; AMG, areia muito grossa; AG, areia grossa; AM, areia média; AF, areia fina; AMF, areia muito fina; F, finos).

Nº de variáveis	Jaguaripe		Paraguaçu		Subaé	
	Variável	<i>p</i>	Variável	<i>p</i>	Variável	<i>p</i>
1	AF	0,54(ns)	AM	0,59*	Sal	0,74*
	Sal	0,53*	AF	0,47(ns)	AMF	0,13(ns)
2	Sal, AF	0,70*	AM, AF	0,60(ns)	Sal, AG	0,73*
	MO, AMG	0,48(ns)			AMG, AMF	0,15(ns)
3	Sal, MO, AF	0,74*	MO, AM, AF	0,63(ns)	Sal, AG, Am	0,73*
	C, AMG, AM	0,46(ns)			C, CaCO ₃ , AMF	0,11(ns)
4	Sal, MO, AF, C	0,73*	Sal, MO, AM, AF	0,64*	Sal, MO, AG, AM	0,71*
	CaCO ₃ , Ag, AM, F	0,35(ns)	AMG, AG, AMF, F	0,15(ns)	AMG, CaCO ₃ , AMF, F	0,09(ns)
5	Sal, C, AMG, AF, F	0,73*	Sal, MO, AM, AF, F	0,61(ns)	Sal, MO, AM, AF, F	0,51*
	MO, CaCO ₃ , AG, Am, AMF	0,35(ns)			CaCO ₃ , C, AMG, AG, AMF	0,10(ns)

Tabela 3 - Classificação de guildas tróficas de alguns poliquetas incluídos nas análises segundo Fauchald & Jumars, 1979, Pagliosa, 2005, Magalhães & Barros, 2011.

Táxons	Guildas Tróficas
Capitellidae	Depositívoro de sub-superfície, móvel e portador de probóscide
Glyceridae	Carnívoro, baixa mobilidade e portador de mandíbula
Goniadidae	Carnívoro, baixa mobilidade e portador de mandíbula
Magelonidae	Depositívoro de superfície, móvel e portador de tentáculo
Nereididae	Depositívoro de sub-superfície, móvel e portador de mandíbula
Onuphidae	Onívoro, baixa mobilidade e portador de mandíbula
Orbiniidae	Depositívoro de sub-superfície, móvel e portador de probóscide
Pilargidae	Carnívoro, móvel e portador de mandíbula
Spionidae	Depositívoro, baixa mobilidade e portador de tentáculo
Sternasphidae	Depositívoro de sub-superfície, móvel e portador de probóscide

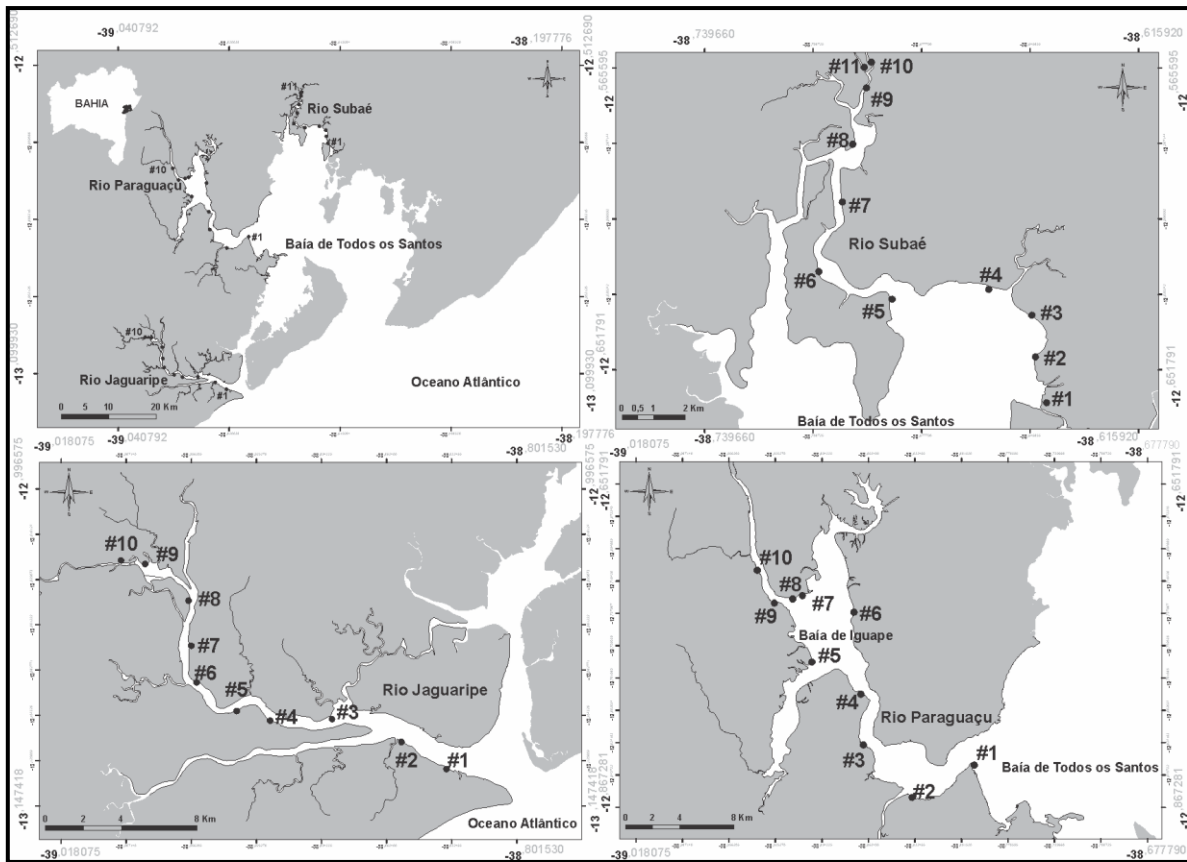


Figura 1 - Estações amostrais ao longo dos sistemas estuarinos do Jaguaripe (#1-#10), Paraguaçu (#1 - #10) e Subaé (#1-#11).

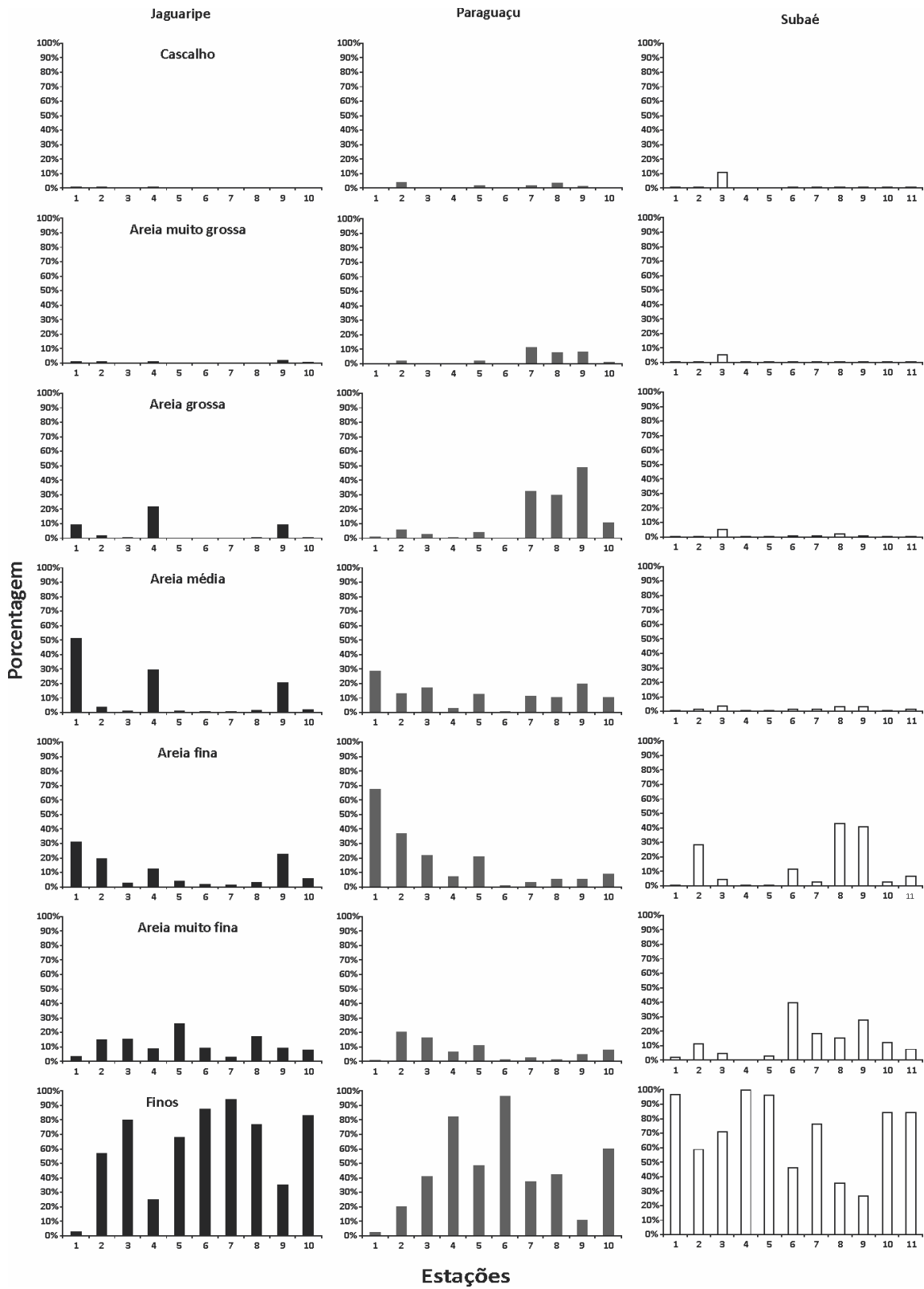


Figura 2 – Porcentagem de classes granulométricas das estações amostrais dos estuários do Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé.

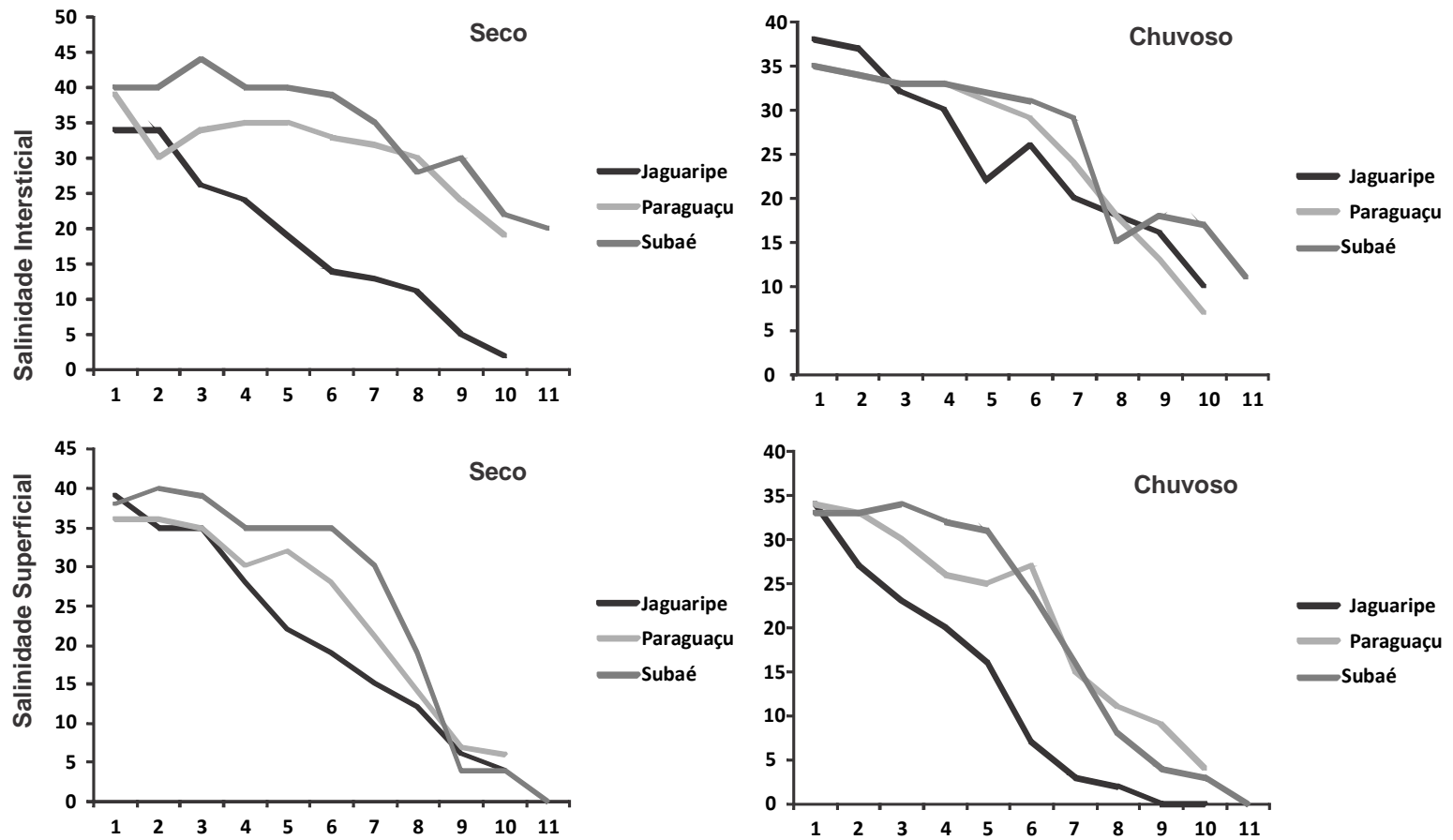


Figura 3 – Dados da salinidade intersticial e da salinidade superficial da água ao longo das estações amostrais dos estuários do Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé.

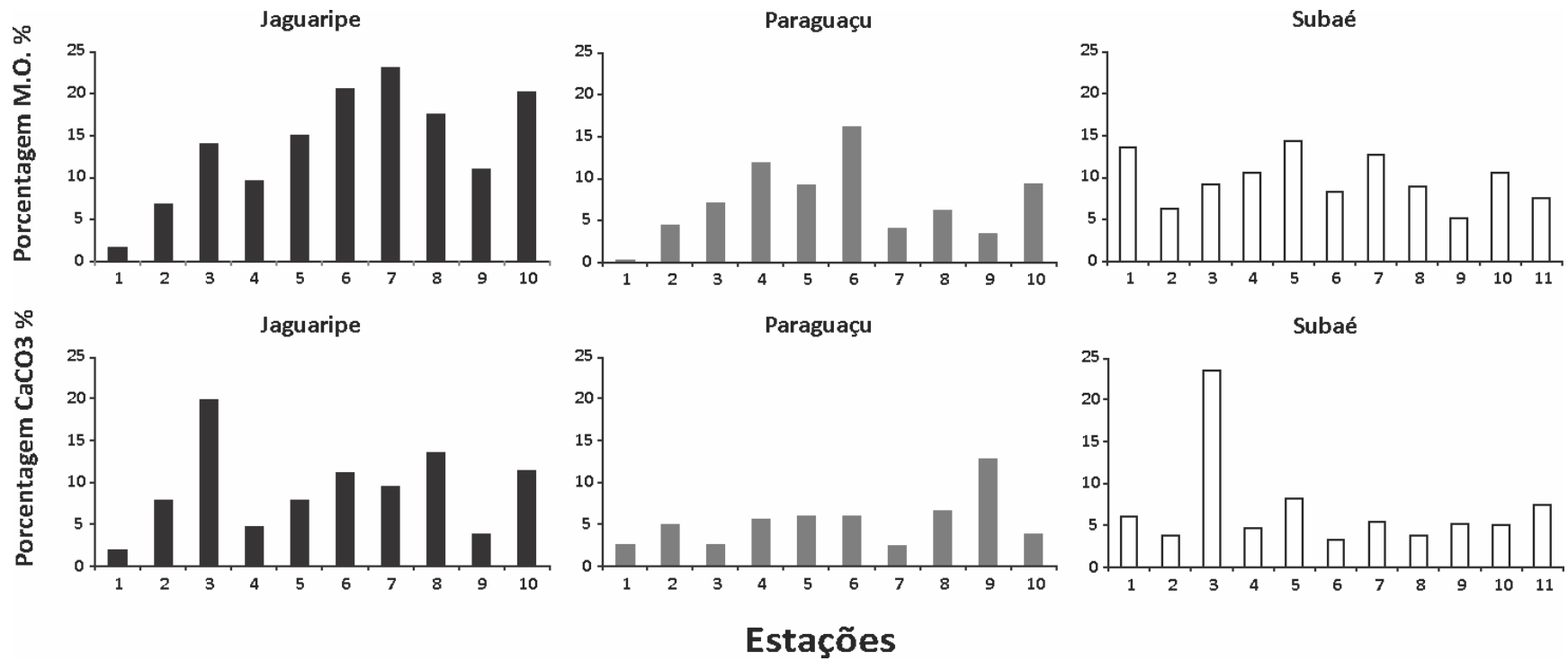


Figura 4 – Porcentagem de Matéria Orgânica e de CaCO₃ nas estações amostrais dos estuários Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé.

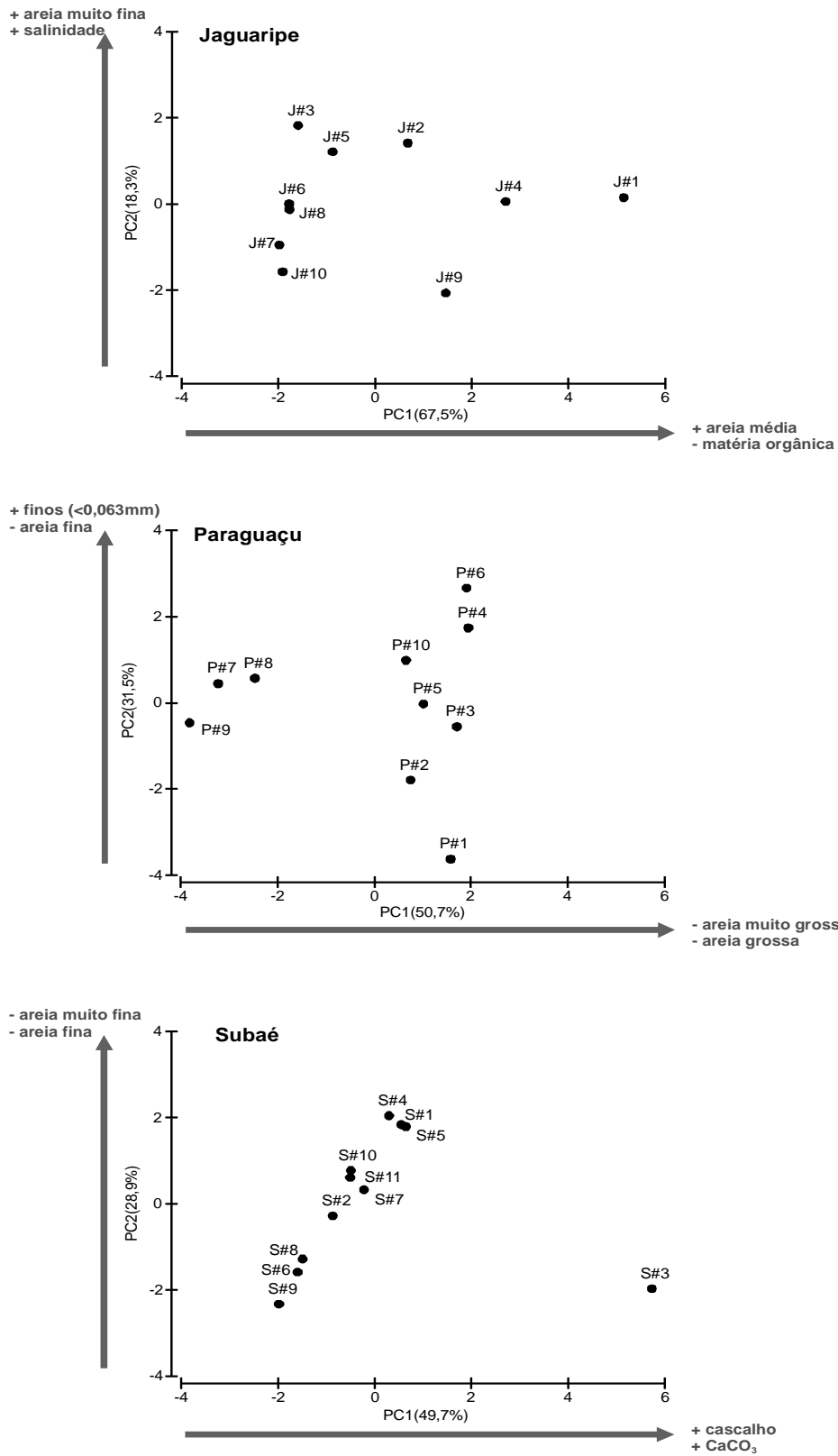


Figura 5 - Análises de componentes principais para os dados abióticos nas estações amostrais dos estuários do Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé.

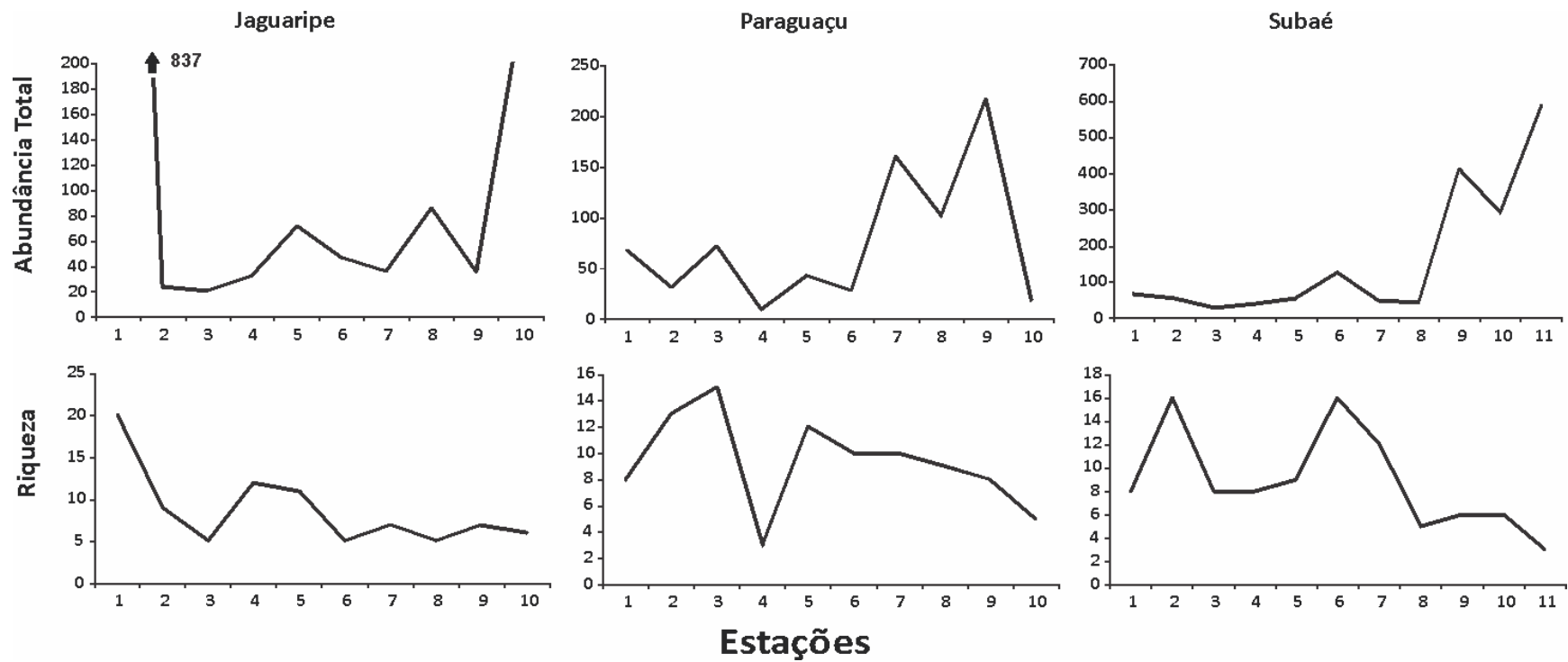


Figura 6 - Distribuição da abundância total (número de indivíduos) e da riqueza (ao nível de família) ao longo das estações amostrais dos estuários do Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé.

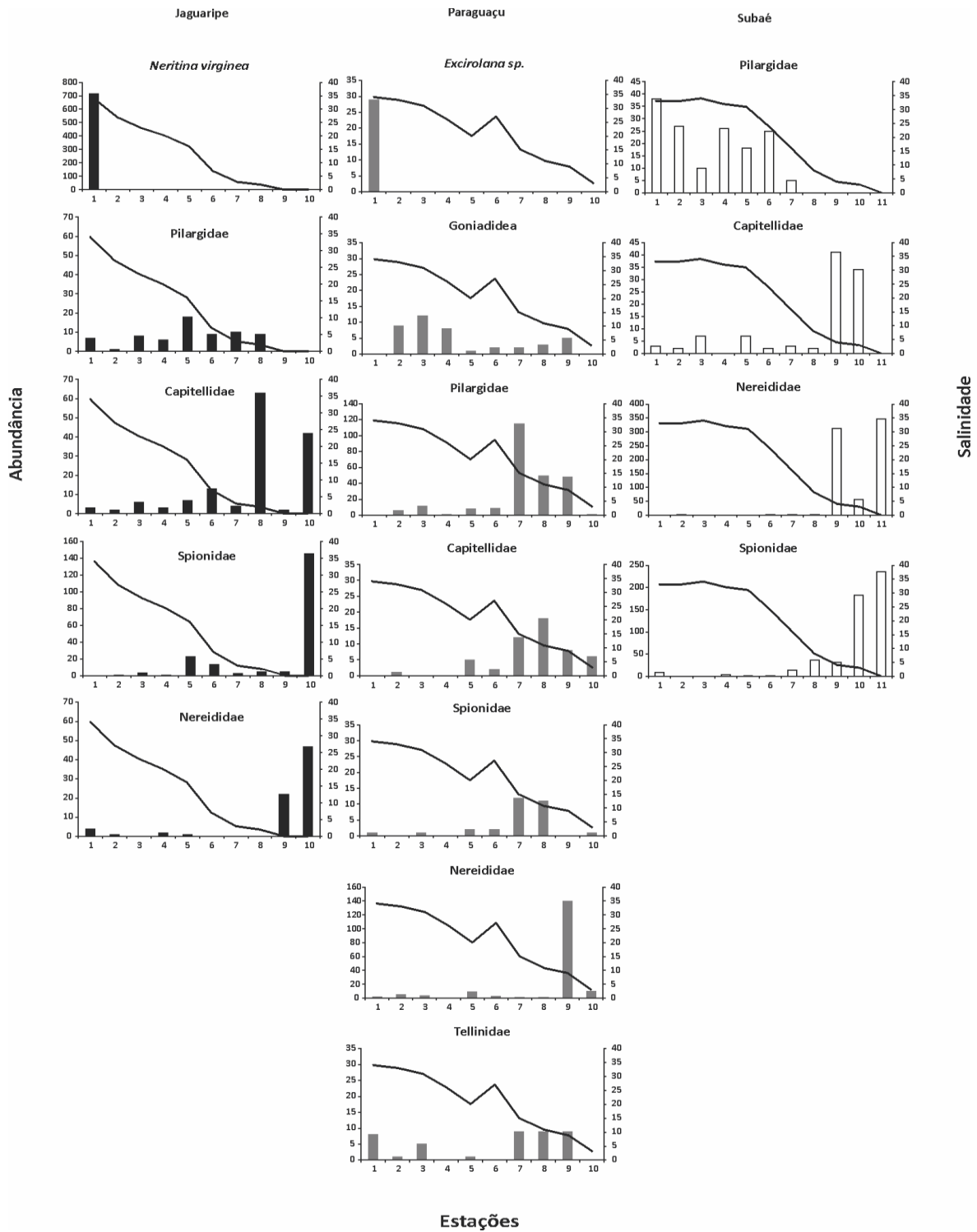


Figura 7 – Abundância (número de indivíduos, eixo y esquerdo) dos táxons mais abundantes (i.e. aqueles que contribuíram com 80% do número total de indivíduos de cada estuário) nas estações amostrais dos estuários do Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé. A linha preta representa a salinidade (eixo y direito) ao longo das estações amostrais.

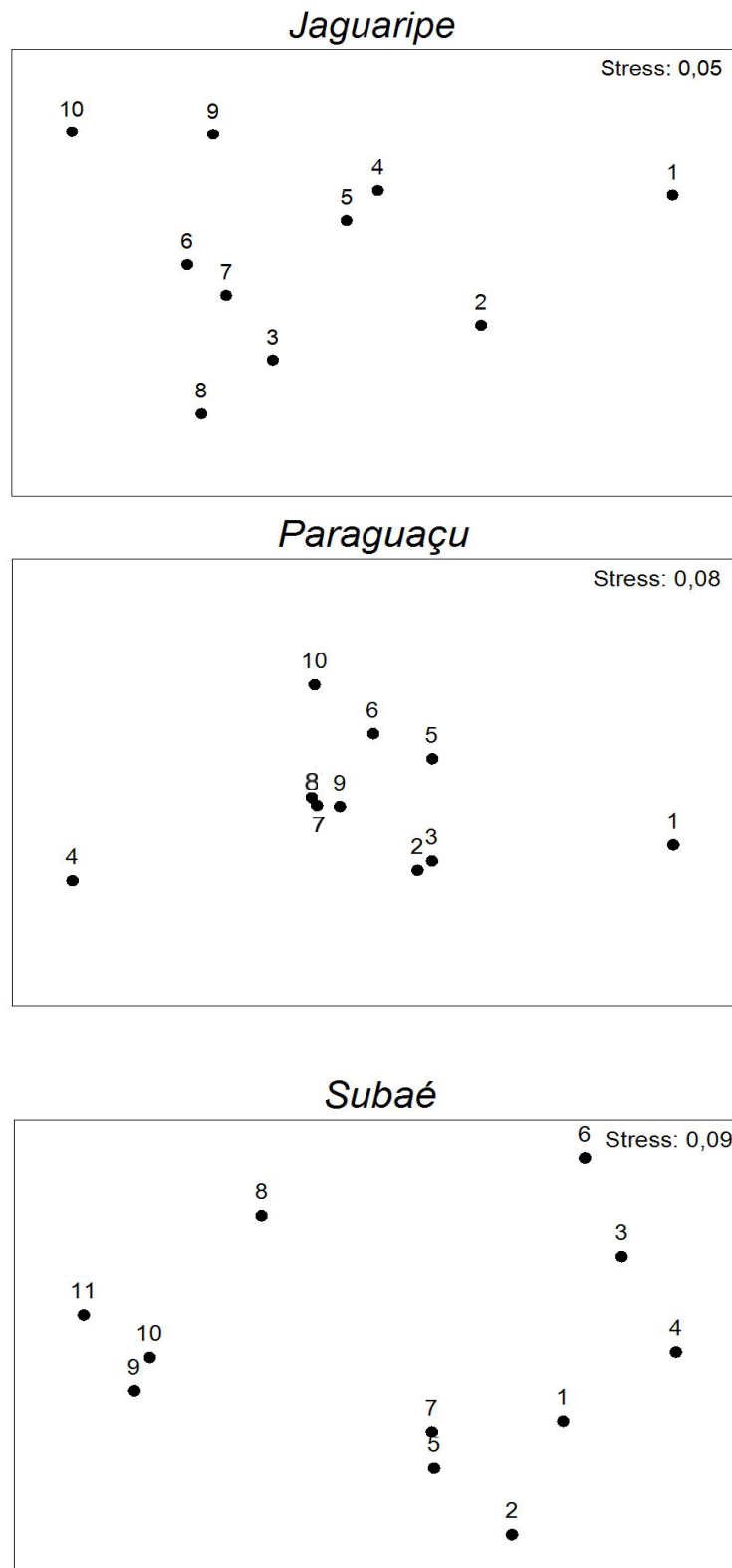


Figura 8 - Ordenação nMDS realizado com os dados da macrofauna bentônica ao longo das estações amostrais dos estuários do Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé.

ANEXOS



Anexo 1- Fotos do procedimento de coleta e processamento da água intersticial. A - extração em campo da água intersticial no habitat entremaré; B – Refrigeração das amostras em campo; C - início da decantação do sedimento da água intersticial e D - final da decantação.



Anexo 2 - Exemplo do procedimento de coleta nas estações amostrais nos estuários do Jaguaripe, Paraguaçu e Subaé. A - Estação 7 do Paraguaçu; B - Coleta da macrofauna na estação 7 do Jaguaripe; C - Estação 11 do Subaé; D - Estação 8 do Jaguaripe.

Apêndice

Estuarine, Coastal and Shelf Science

Informações disponíveis em,

http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/622823/authorinstructions#N10C71

Guide for Authors

Types of paper

Estuarine, Coastal and Shelf Science is an international multidisciplinary journal devoted to the analysis of saline water phenomena ranging from the outer edge of the continental shelf to the upper limits of the tidal zone. The journal provides a unique forum, unifying the multidisciplinary approaches to the study of the oceanography of estuaries, coastal zones, and continental shelf seas. It features original research papers, review papers and short communications treating such disciplines as zoology, botany, geology, sedimentology, physical oceanography. Data reports of mainly local interest are discouraged.

Research areas include, Numerical modelling of estuarine and coastal marine ecosystems, Species distribution in relation to varying environments, Effects of waste disposal, Groundwater runoff and Chemical processes, Estuarine and fjord circulation patterns, Meteorological and oceanic forcing of semi-enclosed and continental shelf water masses, Sea-surface and sea-bed processes, Estuarine and coastal sedimentary processes and geochemistry, Brackish water and lagoon phenomena, Transitional waters.

Up-front rejections of papers submitted to Estuarine, Coastal and Shelf Science

ECSS handles about 1000 papers per year and over 3000 reviewers are involved in assisting the journal each year.

As editors we follow the declared guidelines for the journal and we also receive advice and comments from the publishers, and members of the editorial board as well as reviewers. The consistent advice that we have received from everyone is that the editors should reject papers which are likely to be rejected at the beginning of the process rather than sending them out for review, knowing what the answer is likely to be. Over 25% of papers are now rejected at the editorial submission phase.

The papers are subject to an initial technical pre-screening process by the publisher. This process checks on submission format and examines matters such as the provision of suitable keywords and legible figures. It also tries to check up on the standard of English, as it is totally inappropriate to expect a reviewer to undertake linguistic revision.

The pre-screening process however makes no judgement on the suitability of the paper for ECSS. This judgement is made by one of the editors who will up-front reject a paper judged unsuitable without going to review. These up-front rejections are due to three principal reasons,

Firstly, we receive several papers each year that have been submitted to the "wrong journal". We have received, for example, papers on inland freshwater lakes or palaeontology, and other topics which are clearly beyond the scope of the journal. As a simple guide, if there is no mention of any previous ECSS paper in the reference list, it strongly suggests that the paper has been submitted to the wrong journal.

Secondly, papers that are "data reports" or "reports of local interest" will be rejected up-front. Papers in this category may describe a particular estuary in great detail, but fail to advance estuarine, coastal and shelf science. The overwhelming feeling when reading such a paper is "so-what!"

Thirdly, other reasons for up-front rejection can be a lack of a valid Discussion which integrates the study with the peer-reviewed literature or else relies on excessive self-citation, or a lack of appropriate statistical analysis, or purely statistical analyses without considering processes.

We at ECSS seek that all papers are based on hypothesis testing and that the hypotheses should be of general and international interest. We are interested in contributions that add to general knowledge, and move the field forward.

By up-front rejection we hope to give the authors a chance to quickly submit to a more appropriate journal. We do accept that we will sometimes make mistakes in this process, but we do this to protect the reviewers by offering them only relevant papers that are potentially publishable in ECSS. Up-front rejected papers will not be reconsidered for publication and we have a similar policy for papers rejected after review.



Before You Begin

Ethics in publishing

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/ethicalguidelines>.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was

carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection software iThenticate. See also <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

Contributors

Each author is required to declare his or her individual contribution to the article, all authors must have materially participated in the research and/or article preparation, so roles for all authors should be described. The statement that all authors have approved the final article should be true and included in the disclosure.

Changes to authorship

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts,

Before the accepted manuscript is published in an online issue, Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include, (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that, (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

After the accepted manuscript is published in an online issue, Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>). Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has pre-printed forms for use by authors in these cases, please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

Retained author rights

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights, for details you are referred to, <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design, in the collection, analysis and interpretation of data, in the writing of the report, and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Please see <http://www.elsevier.com/funding>.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Open access

This journal offers you the option of making your article freely available to all via the ScienceDirect platform. To prevent any conflict of interest, you can only make this choice after receiving notification that your article has been accepted for publication. The fee of \$3,000 excludes taxes and other potential author fees such as color charges. In some cases, institutions and funding bodies have entered into agreement with Elsevier to meet these fees on behalf of their authors. Details of these agreements are available at <http://www.elsevier.com/fundingbodies>. Authors of accepted articles, who wish to take advantage of this option, should complete and submit the order form (available at <http://www.elsevier.com/locate/openaccessform.pdf>). Whatever access option you choose, you retain many rights as an author, including the right to post a revised personal version of your article on your own website. More information can be found here, <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Language and language services

Manuscripts should be written in English. Authors who are unsure of correct English usage should have their manuscript checked by someone proficient in the language. Manuscripts in which the English is difficult to understand may be returned to the author for revision before scientific review.

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://www.elsevier.com/languagepolishing> or our customer support site at <http://epsupport.elsevier.com> for more information.

Please note Elsevier neither endorses nor takes responsibility for any products, goods or

services offered by outside vendors through our services or in any advertising. For more information please refer to our Terms & Conditions, <http://www.elsevier.com/termsandconditions>.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

In the case of Special Issues, manuscripts should be submitted to the Guest Editor(s). Authors should ensure that they submit manuscripts and meet any additional requirements in line with deadlines set by the Guest Editor(s) to ensure that the entire Special Issue can be published in a timely fashion.

The above represents a very brief outline of this type submission. It can be advantageous to print this "Guide for Authors" section from the site for reference in the subsequent stages of article preparation.

Note, electronic articles submitted for the review process may need to be edited after acceptance to follow journal standards. For this an "editable" file format is necessary. See the section on "Electronic format requirements for accepted articles" and the further general instructions on how to prepare your article below.

Please submit, with the manuscript, the names and addresses of 4 potential Referees. You may also mention persons who you would prefer not to review your paper.

After peer review, authors will have a 60 days period for submitting their revised manuscript.

Submit your article

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/ecss/>

Referees

Please submit, with the manuscript, the names and addresses of 4 potential Referees. You may also mention persons who you would prefer not to review your paper.



Preparation

Use of word-processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. Do not embed "graphically designed" equations or tables, but prepare these using the word processor's facility. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier, <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Do not import the figures into the text file but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic text and on the manuscript. See also the section on Electronic illustrations. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the "spell-check" and "grammar-check" functions of your word processor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2 ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing, do not just refer to "the text". Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference, only relevant modifications should be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature. However, if the paper reads better with a combined section and this prevents an undue amount of repetition then we allow a joint section.

Conclusions

A short Conclusions section can be presented at the end of the Discussion.

Place Acknowledgements, including information on grants received, before the references in a separate section, and not as a footnote on the title page. Figure captions, tables, figures and schemes should be presented in this order at the end of the article. They are described in more detail below.

Glossary

Please supply, as a separate list, the definitions of field-specific terms used in your article if applicable.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering, Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc., in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures, Table A.1, Fig. A.1, etc.

Paper length

The paper should not contain more than 8000 words, and not more than 8 figures and 3 tables.

Essential title page information

- ***Title.*** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- ***Author names and affiliations.*** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- ***Corresponding author.*** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.**
- ***Present/permanent address.*** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References

should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

A Graphical abstract is optional and should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the article. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size, Please provide an image with a minimum of 531×1328 pixels (h \times w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5×13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types, TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

Authors can make use of Elsevier's Illustration and Enhancement service to ensure the best presentation of their images also in accordance with all technical requirements, [↗](#)
[Illustration Service](#).

Highlights

Highlights are a short collection of bullet points that convey the core findings of the article. Highlights are optional and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <http://www.elsevier.com/highlights> for examples.

Keywords

Authors must provide 4 to 6 keywords plus regional index terms. At least four of the subject keywords should be selected from the Aquatic Science & Fisheries Thesaurus. An electronic version of the Thesaurus can be found at [↗](#)
<http://www.csa.com/csa/support/demo.shtml>. You may also find a paper version in your library. The Regional Terms should be provided as a hierarchical string (e.g., USA, California, Monterey Bay). Authors are also encouraged to submit geographic bounding coordinates at the end of the keyword string. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article if applicable.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or

otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Reporting of Salinity Measurements

In articles in ECSS, salinity should be reported using the Practical Salinity Scale. In the Practical Salinity Scale salinity is defined as a pure ratio, and has no dimensions or units. By decision of the Joint Panel of Oceanographic Tables and Standards it does not have any numerical symbol to indicate parts per thousand. Salinity should be reported as a number with no symbol or indicator of proportion after it. In particular, it is not correct to add the letters PSU, implying Practical Salinity Units, after the number.

An example of correct phrasing is as follows, 'The salinity of the water was 34.2'. It is reasonable to state at some point early in the paper that salinity was measured using the Practical Salinity Scale.

Nomenclature and units

Follow internationally accepted rules and conventions, use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult IUPAC, Nomenclature of Organic Chemistry, ⇨<http://www.iupac.org/> for further information.

Math formulae

Present simple formulae in the line of normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations, Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website,

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

You are urged to visit this site, some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below),

EPS, Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".

TIFF, color or grayscale photographs (halftones), always use a minimum of 300 dpi.

TIFF, Bitmapped line drawings, use a minimum of 1000 dpi.

TIFF, Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), a minimum of 500 dpi is required.

DOC, XLS or PPT, If your electronic artwork is created in any of these Microsoft Office applications please supply "as is".

Please do not,

- Supply embedded graphics in your word processor (spreadsheet, presentation) document,
- Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG), the resolution is too low,
- Supply files that are too low in resolution,
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note, Because of technical complications which can arise by converting color figures to "gray scale" (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

References

Citation in text

Responsibility for the accuracy of bibliographic citations lies entirely with the Author(s). Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text as "unpublished results" or "personal communication". Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication. Papers which have been submitted are not valid as references until accepted.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference style

All citations in the text should refer to,

1. 1. Single Author's name (without initials) and year of publication.
2. 2. Two Authors' names and the year of publication.
3. 3. Three or more Authors, first Author's name followed by "et al." and the year of publication.

In the list of references names of authors and all co-authors must be given in full.

References in the text should be arranged chronologically.

References in the Reference List should be arranged first alphabetically, and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same Author(s) in the same year must be identified by the letters "a", "b", "c", etc., placed after the year of publication.

Examples,

References to a journal publication,

Names and initials of all authors, year. Title of paper. Journal name (given in full), volume number, first and last page numbers of the paper.

Gooday, A.J., Bett, B.J., Shires, R., Lambshead, P.J.D., 1998. Deep-sea benthic foraminiferal species diversity in the NE Atlantic and NW Arabian sea, a synthesis. *Deep Sea Research Part II* 45, 165-201.

References to a book,

Names and initials of all authors, year. Title of the book. Publisher, location of publisher, total number of pages.

Fennel, W. and Neumann, T., 2004. *Introduction to the Modelling of Marine Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, 297 pp.

Reference to a chapter in an edited book,

Names and initials of all authors, year. Title of paper. Names and initials of the volume editors, title of the edited volume. Publisher, location of publisher, first and last page numbers of the paper.

Thomas, E., 1992. Middle Eocene-late Oligocene bathyal benthic foraminifera (Weddell Sea), faunal changes and implications for ocean circulation. In, Prothero, D.R., Berggren, W.A. (Eds.), *Eocene Oligocene Climatic and Biotic Evolution*. Princeton Univ. Press, Princeton, NJ, pp. 245-271.

Conference proceedings papers,

Names and initials of all authors, year. Title of paper. Name of the conference. Publisher, location of publisher, first and last page numbers of the paper.

Smith, M.W., 1988. The significance of climatic change for the permafrost environment. Final Proceedings International Conference on Permafrost. Tapir, Trondheim, Norway, pp. 18-23.

Unpublished theses, reports, etc., Use of unpublished theses and reports is strongly discouraged. If they are essential and the editors agree, you must supply,

Names and initials of all authors, year. Title of item. All other relevant information needed to identify the item (e.g., technical report, Ph.D. thesis, institute, current status i.e. in press/unpublished etc.).

Moustakas, N., 1990. Relationships of Morphological and Physiochemical Properties of Vertisols under Greek Climate Conditions. Ph.D. Thesis, Agricultural Univ. Athens, Greece, unpublished.

In the case of publications in any language other than English, the original title is to be retained. Titles of publications in non-Latin alphabets should be transliterated, and a note such as '(in Russian)' or '(in Japanese, with English Abstract)' should be added at the end of the reference.

The following provide examples of appropriate citation formats for non-text and electronic-only information. However, it is requested that a Web site address or list server message is given as a reference ONLY where the information is unavailable in a more permanent form. If such sources are given, then please give as complete information as possible.

Jones, P., 1996. Research activities at Smith Technology Institute. WWW Page, ☞ http://www.sti.com/about_us/research.

Smith, F., Peabody, A.N., 1997. Hydrographic data for the Sargasso Sea, July-September 1993, SarSea mission. (Deep-Sea Data Centre, Hull, UK), online, dataset, 740 MB, ☞ <http://www.dcdc.gov>.

Green, A., 1991. Deformations in *Acanthaster planci* from the Coral Sea, observed during UEA Special Project 7, July 1978. *Journal of Pollution Research* 14 (7) suppl., CD-ROM, photographic images, 240 MB.

James, Z., 1997. Ecological effects of sea wall construction during 1994 at Bridlington, UK. List server Message, Eco-list, 20 October 1995.

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect, <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files, you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note, since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary data

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect, <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Data at PANGAEA

Electronic archiving of supplementary data enables readers to replicate, verify and build upon the conclusions published in your paper. We recommend that data should be deposited in the data library PANGAEA (<http://www.pangaea.de>). Data are quality controlled and archived by an editor in standard machine-readable formats and are available via Open Access. After processing, the author receives an identifier (DOI) linking to the supplements for checking. As your data sets will be citable you might want to refer to them in your article. In any case, data supplements and the article will be automatically linked as in the following example, [doi,10.1016/0016-7037\(95\)00105-9](https://doi.org/10.1016/0016-7037(95)00105-9). Please use PANGAEA's web interface to submit your data (<http://www.pangaea.de/submit/>).

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present,

One author has been designated as the corresponding author with contact details,

- E-mail address
- Full postal address
- Telephone and fax numbers

All necessary files have been uploaded, and contain,

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print, or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print
- If only color on the Web is required, black-and-white versions of the figures are also supplied for printing purposes

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>

<http://support.elsevier.com>.



After Acceptance

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. The correct format for citing a DOI is shown as follows (example taken from a document in the journal *Physics Letters B*),

doi,10.1016/j.physletb.2010.09.059

When you use the DOI to create URL hyperlinks to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF proofs which can be annotated, for this you will need to download Adobe Reader version 7 (or higher) available free from <http://get.adobe.com/reader>

Instructions on how to annotate PDF files will accompany the

proofs (also given online). The exact system requirements are given at the Adobe site, <http://www.adobe.com/products/reader/tech-specs.html>.

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately – please let us have all your corrections within 48 hours. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication, please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use. Additional paper off-prints can be ordered by the authors. An order form with prices will be sent to the corresponding author.

Author's Discount

Contributors to Elsevier journals are entitled to a 30% discount on most Elsevier books, if ordered directly from Elsevier.



Author Inquiries

For inquiries relating to the submission of articles (including electronic submission where available) please visit this journal's homepage. You can track accepted articles at <http://www.elsevier.com/trackarticle> and set up e-mail alerts to inform you of when an article's status has changed. Also accessible from here is information on copyright, frequently asked questions and more. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, will be provided by the publisher.

Please contact the Journal Manager for any queries on manuscript, offprints and special issues. For technical help, please contact the support team at support@elsevier.com.