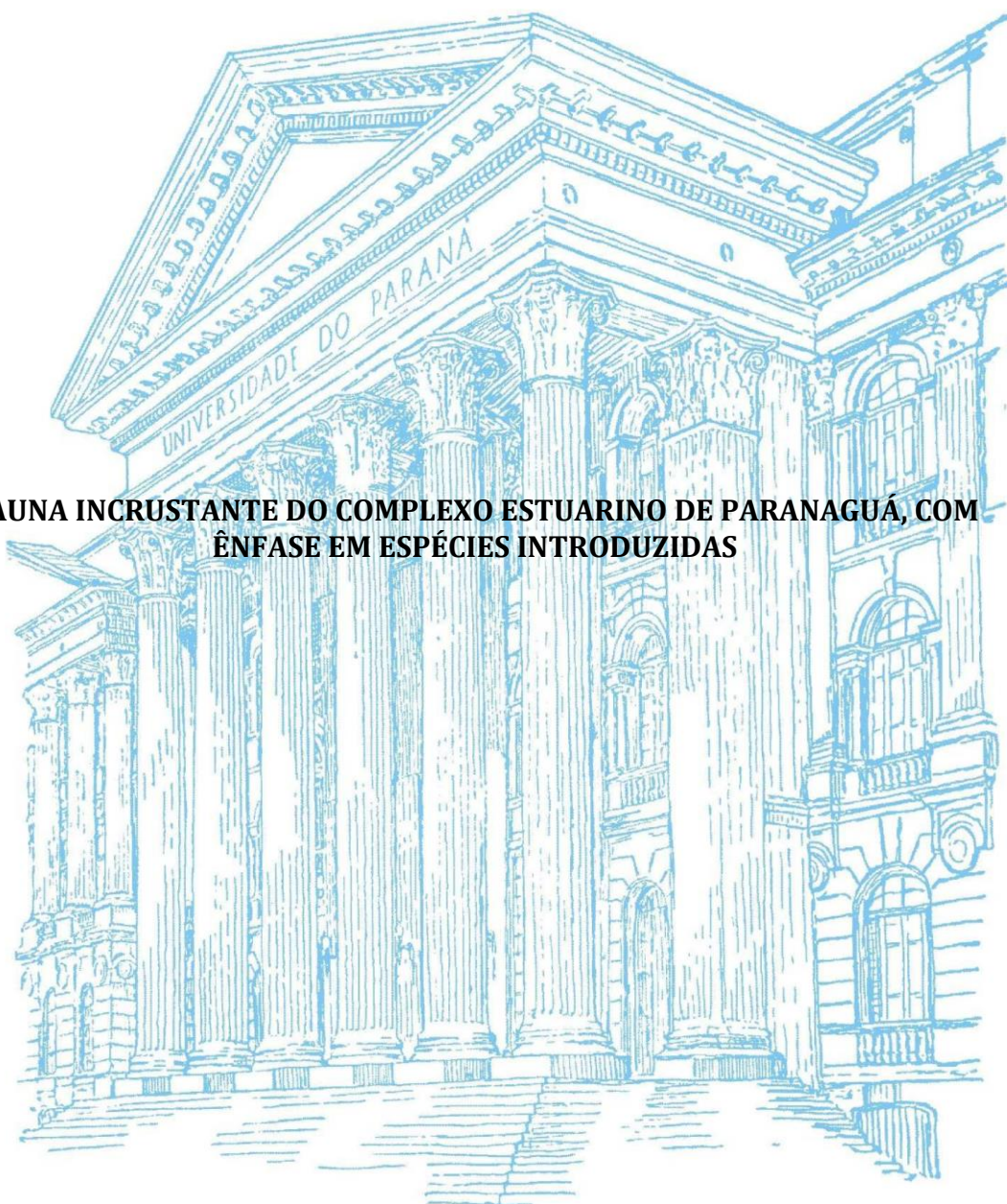


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**CAMILLA FELIPPE**

**FAUNA INCRUSTANTE DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ, COM  
ÊNFASE EM ESPÉCIES INTRODUZIDAS**



**CURITIBA  
2016**

**CAMILLA FELIPPE**

**FAUNA INCRUSTANTE DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ, COM  
ÊNFASE EM ESPÉCIES INTRODUZIDAS**


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas área de concentração Zoologia.  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Maria Angélica Haddad

**CURITIBA  
2016**

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **CAMILLA FELIPPE**, intitulada: "**Fauna incrustante da região entremarés em áreas portuárias da Baía de Paranaguá, Paraná, com ênfase em espécies introduzidas**", após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO.

Curitiba, 03 de Março de 2016.



Prof MARIA ANGÉLICA HADDAD (UFPR)  
(Presidente da Banca Examinadora)



Prof ILANA ROSENTAL ZALMON (UENF)



Prof LAURA PIOLI KREMER (IFSC)

À minha avó, Julieta Stawicki Kwiatkowski (*in memoriam*).

## **Agradecimentos**

Quando decidi cursar o mestrado, eu sabia que estaria iniciando um processo de contínuos desafios que durariam cerca de dois anos. Desafios despertam sentimentos e emoções como euforia, coragem, angústia, entusiasmo, medo, ansiedade... E eu passei por tudo isso, ri muito, fiz muitas amizades, aprendi, dei a “cara para bater”, briguei, chorei, ajudei, recebi ajuda... e, no final de tudo isso, me restou o mais lindo sentimento: **a gratidão!**

A gratidão me acompanhou durante todo o processo. Muitas vezes de manhã cedinho, com sono e frio, eu estava lá, no barco, olhando para aquele mar lindo, iluminado pelo sol que acabara de despontar no horizonte, rodeada pela vegetação do manguezal, sentindo o cheiro salgado do mar, ouvindo as aves que voavam ao redor e eu precisava agradecer:

“Meus Deus, obrigada por me colocar aqui neste momento. Obrigada pela minha vida, minha saúde e minha profissão que me proporciona viver e conhecer as coisas mais lindas deste mundo. Obrigada pela oportunidade que recebo todos os dias de aprender e me tornar uma pessoa melhor”.

E agora, eu quero agradecer a todas as pessoas e situações que facilitaram a minha chegada até aqui. Olhando este trabalho pronto, eu devo agradecer:

Ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Paraná, que me forneceu as ferramentas necessárias para eu me tornar Mestre em Zoologia com muita qualidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dra. Maria Angélica Haddad, que me acompanhou nos últimos quatro anos como muita parceria e que como mais do que uma orientadora, uma amiga que tem compartilhado com generosidade e paciência seus conhecimentos acadêmicos, profissionais e pessoais comigo.

À Marina Ponta do Poço, em Pontal do Paraná, na pessoa do seu Comodoro Sr. Daniel Lins e do seu gerente, Sr. Evaldo, ao Iate Clube de Paranaguá, pelo seu administrador Sr. Ozires Monteiro do Rosário Junior, e ao Clube Náutico de Antonina, na pessoa do Comodoro Dr. João Basílio Pereima Neto, por abrirem as portas das respectivas marinas para as amostragens, assim

como por muitas vezes disponibilizarem, barcos, combustível e funcionários para as coletas em diferentes pontos da Baía de Paranaguá.

À toda família do Laboratório de Estudos de Cnidaria. De modo particular devo agradecer à MSc. Ariane Lima Bettim, uma grande amiga, que me ajudou muito e com quem aprendi sobre tudo um pouco. Apesar de ser mais nova do que eu, foi como uma irmã mais velha desde que iniciei meus projetos no Laboratório em 2012. E sempre que necessário, mobilizou toda a família, seja para fazer as compras do Lab, ou para me levar às coletas... foi muito bom me sentir um pouquinho parte da sua família.

Agradeço também à Geisy Kelen Plodowski e Ely Vanessa Ferreira, que me ajudaram (e muito!) nas coletas e na triagem, identificação e organização do material coletado. Sempre com muita responsabilidade, comprometimento e amizade. Os frutos deste trabalho são tanto meus quando delas.

Sou muito grata ao meu namorado, o biólogo Guilherme Serenski de Oliveira, que esteve comigo e me apoiou desde a decisão em cursar o mestrado até o ponto final da Conclusão. Me fez companhia não só nas questões diretamente relacionadas a este trabalho, como participando em coletas, onde sua presença foi fundamental e sem ele eu não teria pelo menos 1/3 dos dados que consegui. Também esteve comigo nas questões indiretamente relacionadas ao mestrado: com muita resignação compreendeu meu cansaço e minhas dificuldades, com carinho secou minhas lágrimas, com compaixão cuidou de mim na doença, com entusiasmo me animou nos momentos difíceis, e sempre foi feliz comigo nos bons momentos, me incentivando a dar o melhor de mim. Tenho muito a agradecer à sua família que abriu as portas de seu coração e de sua casa todas as vezes que eu precisei de um carinho, uma companhia ou um pouso.

Recebi auxílio de muitos profissionais competentíssimos que atuaram principalmente na identificação dos animais, aos quais também devo os louros deste árduo trabalho: Dr. Leandro Vieira - UFPE (Bryozoa e Entoprocta); Equipe do Labimar - UFPR: Dra Rosana Moreira da Rocha, MSc. Livia Moura e graduanda Joyce Ana Teixeira (Ascidacea); MSc. Renata Scremin (anêmonas); Dra. Carla Menegola - UFRJ (Porifera); Dr. Marcos Veiga – UNESPAR (Cirripedia); Daniel Caracanhas Cavallari - MZUSP (Bivalvia). MSc. Janaína Bumber – UFPR pelo contato e

envio de minhas amostras a alguns dos especialistas. Dr. André Padial - UFPR por sua cordialidade e atenção aos meus problemas de Estatística.

À banca: Dra. Ilana Zalmon, Dra. Laura Pioli Kremer e Dr. Rafael Metri, por aceitarem o convite de participar da banca e se disponibilizarem a enriquecer o meu trabalho com seu conhecimento.

Agradeço aos demais amigos, parte fundamental da minha vida e da minha trajetória nos últimos anos: Josiane Nunes Delfino, Pricila de Lara e Vanessa Zulkiewicz, todas biólogas, que traçaram rumos diferentes, mas permanecemos unidas na amizade e apoio mútuo. À Rafaela Bobato, grande ecóloga e parceira para o que der e vier. Ao Lucas Katsumi, Bárbara Andrade, Fernanda Groth, Giselle Bonetti, MSc. Lívia Moura, Msc. Salise Brandt Martins, que foram uma das melhores partes e que muitas vezes me deram vontade de ir à Universidade. Obrigada pela corridinha matinal, pelos almoços, conversas no corredor, risadas... todas essas coisas que fazem a gente mais feliz.

A todos, meu muito obrigada!

**Sumário**

Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tabelas.....	x
Resumo.....	11
Abstract.....	12
Introdução.....	13
Material e Métodos.....	21
Área de estudo.....	21
Local de amostragem.....	23
Delineamento amostral.....	25
Procedimentos de campo.....	26
Procedimentos de laboratório.....	27
Análise dos dados.....	27
Resultados.....	30
Diversidade e composição das comunidades.....	30
Espécies Criptogênicas, Introduzidas e Nativas.....	36
Discussão.....	41
Diversidade e composição das comunidades.....	41
Espécies Criptogênicas, Introduzidas e Nativas.....	45
Considerações finais.....	50
Referências bibliográficas.....	53

## Lista de Figuras

- Figura 1:** Salinidade média (‰) e desvio padrão dos três setores de salinidade do Complexo Estuarino de Paranaguá durante o inverno de 2014.....**22**
- Figura 2:** Mapa do Complexo Estuarino de Paranaguá com os pontos de coleta. Os pontos em vermelho correspondem a substratos artificiais e os pontos em verde à substratos naturais.....**24**
- Figura 3:** Locais de amostragem do Complexo Estuarino de Paranaguá. Setor mesohalino: A – Clube Náutico de Antonina (1A); B – Baía de Antonina, com o Porto de Antonina ao fundo; C- Substrato natural na Baía de Antonina (2N). Setor Polihalino: D – Iate Clube de Paranaguá (4A); E – Baía de Paranaguá, com a Ilha da Cotinga ao fundo; F – Substrato natural da Ilha da Cotinga (5N). Setor Euhalino: G – Marina Ponta do Poço (7A); H – Substrato natural de Pontal do Paraná (7N); I – Trapiche de Encantadas (8A); J – Trapiche flutuante de Brasília (9A); K – Substrato natural da Ilha do Mel (9N) .....**25**
- Figura 4:** Esquema do delineamento amostral hierárquico.....**26**
- Figura 5:** Curva de acumulação de espécies para os três setores de salinidade. Linhas em: Vermelho = setor mesohalino; Verde = setor polihalino; Azul = setor euhalino.....**28**
- Figura 6:** Riqueza dos diferentes grupos taxonômicos nos três setores de salinidade. Barras em: Cinza = setor mesohalino; Preto = setor polihalino; Branco = setor euhalino.....**33**
- Figura 7:** Dispersão entre a Riqueza Específica (S) e Equitabilidade (J) nos três setores de salinidade do Complexo Estuarino de Paranaguá. O asterisco indica diferenças estatisticamente significativas (Tukey) entre o setor mesohalino e os demais setores.....**34**

- Figura 8:** Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) dos dados de presença/ausência das espécies nos diferentes pontos, substratos e setores de salinidade do Complexo Estuarino de Paranaguá.....**35**
- Figura 9:** Riqueza de espécies criptogênicas, introduzidas e nativas nos diferentes grupos taxonômicos. Barras em: Cinza = espécies criptogênicas; Preto = espécies introduzidas; Branco = espécies nativas.....**36**
- Figura 10:** Proporção (A) e Abundância Média (B) de espécies criptogênicas (barras cinza), introduzidas (barras pretas) e nativas (barras brancas) em substrato artificial e natural nos três setores de salinidade do Complexo Estuarino de Paranaguá. Linhas representam o desvio padrão..... **38**
- Figura 11:** Abundância média (Barras) e desvio padrão (Linhas) das espécies mais abundantes do Complexo Estuarino de Paranaguá. Aqui estão representadas as espécies com abundância média maior que 0,46. Barras em: Cinza = espécies criptogênicas; Preto = introduzidas; Branco = nativas.....**39**

## Lista de Tabelas

- Tabela 1:** Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem, obtidas pelo site GeoNames, disponível em: <http://www.geonames.org>.....**24**
- Tabela 2:** Invertebrados incrustantes encontrados no Complexo estuarino de Paranaguá, incluindo dados de: Abundância Média (AbM), Desvio padrão ( $\pm$ DP), Status, Setor de salinidade e Substrato em que se encontravam. Status: C = Criptogênica; I = Introduzida; N = Nativa. Setor: M = Mesohalino; P = Polihalino; E = Euhalino. Substrato: A = Artificial; N = Natural. \* = novos registros de espécies para o Paraná; \*\* = espécies com ocorrência de distribuição ampliada no gradiente de salinidade; (n. i.) = não identificada; (n. s.) = nova espécie; (? n. sp.) = provável espécie nova.....**30**
- Tabela 3:** Análise PERMANOVA da riqueza da comunidade incrustante nas distintas escalas espaciais amostradas ao longo do gradiente de salinidade do Complexo Estuarino de Paranaguá. Diferenças estatisticamente significativas estão marcadas em cinza. SQ = Soma dos Quadrados; QM = Quadrado Médio; F = Estatística F;  $p$  = valor de  $p$ .....**35**
- Tabela 4:** Análises hierárquicas (*Nested ANOVA*) da Abundância Média (AbM) das espécies criptogênicas, introduzidas e nativas da comunidade incrustante nas distintas escalas espaciais amostradas no Complexo Estuarino de Paranaguá. Diferenças estatisticamente significativas estão marcadas em cinza.....**38**
- Tabela 5:** Teste *a posteriori* de Tukey para Abundância Média (AbM) de espécies introduzidas nos diferentes setores de salinidade. Diferenças estatisticamente significativas estão marcadas em cinza.....**39**

## Resumo

As comunidades incrustantes estuarinas estão sujeitas às variações físico-químicas ao longo da extensão do estuário, sendo que a salinidade é o fator que mais afeta a distribuição dos organismos. Uma das principais ameaças aos ecossistemas estuarinos são as bioinvasões, causadas pelo transporte de espécies para locais fora de seus limites naturais de dispersão. A detecção e o controle de espécies invasoras estão conjugados a conhecimentos sobre a fauna local e à detecção precoce das espécies exóticas. Assim, os objetivos deste estudo foram: identificar as espécies da fauna incrustante dos grupos Porifera, Hydrozoa e Anthozoa (Cnidaria), Bryozoa, Entoprocta, Bivalvia (Mollusca), Balanomorpha (Crustacea, Cirripedia) e Ascidiacea (Tunicata); classificar as espécies em nativas, introduzidas e criptogênicas; averiguar se a riqueza e a composição da comunidade incrustante variam entre os diferentes setores de salinidade e tipos de substratos de modo particular para espécies nativas, introduzidas e criptogênicas. O estudo foi realizado no Complexo Estuarino de Paranaguá, dividido em três setores de acordo com a salinidade: mesohalino (0 a 15‰), polihalino (15 a 30‰), euhalino (acima de 30‰). Amostras de aproximadamente 100 cm<sup>2</sup> foram raspadas em três pontos de substrato natural e três de substrato artificial em cada setor de salinidade, na região entremarés. Em cada ponto foram raspadas três amostras dentro de um delineamento amostral hierárquico. Em laboratório as espécies de animais incrustantes foram triadas, identificadas e classificadas em introduzidas, nativas e criptogênicas. Foram encontradas 111 morfoespécies, 85 foram identificadas a nível específico, destas, 52 foram classificadas como criptogênicas, 12 introduzidas e 21 nativas. Os táxons com maior riqueza foram Bryozoa e Cnidaria. Ascidiacea e Entoprocta não ocorreram no setor mesohalino. Os setores mais ricos e diversos foram o poli e euhalino, e a composição da comunidade destes setores também foi semelhante. O setor mesohalino, proporcionalmente, apresentou maior riqueza e abundância de espécies introduzidas. O presente estudo atesta que a salinidade não restringiu a distribuição das espécies introduzidas, visto que metade dessas espécies ocorreram em pelo menos dois setores de salinidade, reforçando a hipótese de que muitas espécies introduzidas são eurihalinas. Espécies nativas, criptogênicas e exóticas foram encontradas em abundância e proporções semelhantes em substrato natural e artificial. Este estudo conclui que a principal barreira para o estabelecimento de espécies introduzidas é a competição com as espécies já estabelecidas nos locais de estudo. Ambientes perturbados, com comunidades menos diversas, com substratos artificiais limpos e regiões muitas espécies introduzidas e criptogênicas são encontradas, a exemplo do setor mesohalino, necessitam de monitoramento constante. Espécies criptogênicas, cosmopolitas e eurihalinas, que atingem alta abundância e que são facilmente transportáveis devem receber atenção especial.

**Palavras-chave:** Estuários, comunidades incrustantes, bioinvasão, salinidade, Complexo Estuarino de Paranaguá.

## Abstract

Estuarine incrusting communities are subject to physical and chemical changes along the length of the estuary, and the salinity is the factor that most affects the distribution of organisms. One of the main threats to this ecosystem is the bioinvasion, caused by the transport of species to locations outside its natural limits of dispersion. The detection and control of invasive species are combined the knowledge of local fauna and the early detection of exotic species. The objective of this study was: to identify the species of incrusting fauna of Porifera, Hydrozoa and Anthozoa (Cnidaria), Bryozoa, Entoprocta, Bivalvia (Mollusca), Balanomorpha (Crustacea, Cirripectida) and Ascidiacea (Tunicata) groups; classify the species in native, introduced and cryptogenic; investigate whether the richness and composition of the incrusting community vary between different sectors of salinity and substrates types, particularly for native, introduced and cryptogenic species. The study occurred in Estuarine Complex of Paranaguá, which is divided into three sectors according to salinity: mesohaline (0-15‰), polyhaline (15-30‰), euhaline (over 30‰). Samples of approximately 100 cm<sup>2</sup> were scraped in three points of natural substrate and three of artificial substrate in each salinity sector at the intertidal zone. At each point three samples were scraped, within a hierarchical sampling design. In laboratory the incrusting animal species were separated, identified and classified as introduced, native and cryptogenic. Were found 111 morphospecies, 85 were identified to species level, of these, 52 were classified as cryptogenic, 12 are introduced and 21 are native. The taxa with higher richness were Bryozoa and Cnidaria. Ascidiacea and Entoprocta not occurred in mesohaline sector. The richest and most diverse sectors were poly and euhalino, and the community composition of these sectors was also similar. The mesohaline sector proportionally showed greater richness and abundance of introduced species. This study attests that the salinity does not restricted the distribution of introduced species, since half of these species occurred in at least two salinity sectors, reinforcing the hypothesis that many introduced species are euryhaline. Native, criptogenic and exotic species were found in similar proportions and abundance in natural and artificial substrates. This study concludes that the main barrier to the establishment of introduced species is competition with species of study sites. Disturbed environments, with decrease in the community richness, with clean artificial substrates even as regions where are found many introduced and cryptogenic species, like the mesohaline sector, require constant monitoring. Cryptogenic, cosmopolitan and euryhaline species, which reach high abundance and are easily transportable should receive special attention.

**Keywords:** Estuary, incrusting community, bioinvasion, salinity, Estuarine Complexo of Paranaguá.

## Introdução

Os costões rochosos são considerados extremamente relevantes dentre os ecossistemas costeiros, por conterem uma ampla variedade de organismos de importância econômica e ecológica. A alta produção primária de microfitobentos e de macroalgas desse ecossistema torna-o um importante sítio de alimentação, crescimento e reprodução de espécies. Devido à sua complexidade física e biológica, o costão rochoso apresenta grande diversidade de espécies, mesmo em pequena escala espacial, e os organismos que compõem essas comunidades atuam também como elementos estruturais, favorecendo a colonização de outros seres vivos que buscam ali substrato, alimento e/ou abrigo (Coutinho & Zalmon, 2009; Barbiero, 2009; Nelson *et al.*, 1994).

As comunidades incrustantes são conhecidas também por sua importância econômica (Coutinho & Zalmon, 2009). Muitas espécies são utilizadas para alimentação de seres humanos, como é o caso de ostras, mexilhões, cracas e ascídias, e em muitas regiões há um grande investimento na criação dessas espécies comestíveis.

O estudo das comunidades incrustantes de costão rochoso tem sido realizado desde o século XIX, para desvendar padrões gerais de ecologia, como zonação, sucessão, predação e competição, sendo declarados verdadeiros “laboratórios vivos”. Posteriormente, a busca pelo conhecimento das comunidades incrustantes se voltou para estudos de cunho fisiológico, avaliação do efeito de perturbações físicas, recrutamento larval, entre outros (Moreno & Rocha, 2012). Atualmente existe uma procura por respostas a problemas concretos e urgentes, como é o caso de impactos ambientais de diferentes origens, como urbanização, poluição e invasão biológica (Barbiero, 2009). Muitos animais aquáticos sésseis são amplamente utilizados como bioindicadores ambientais ou ecológicos (Zalmon *et al.*, 2011), uma vez que, ao assentarem em um determinado substrato, devem conviver com suas particularidades ou não sobreviverão, enquanto organismos mais adaptados a determinadas condições, além de sobreviver, apresentarão maior abundância (Goodsell *et al.*, 2009).

Animais invertebrados comuns das comunidades incrustantes são espécies de Porifera, as formas polipoides de Cnidaria, Bryozoa, Entoprocta, alguns Polichaeta tubícolas, moluscos da Classe Bivalvia, artrópodes da Infra-classe Cirripedia e cordados da Classe Ascidiacea. A grande maioria das espécies é filtradora (Barbiero, 2009; Moreno & Rocha, 2012). As espécies incrustantes são coloniais ou solitárias e a comunidade pode ser constituída por uma ou mais camadas de organismos. Espécies que recrutam em substratos naturais são classificadas como epifíticas, epilíticas ou epibiontes. Muitas espécies podem recrutar em substratos artificiais, formando o *biofouling* (Gama *et al.*, 2009).

Organismos incrustantes têm uma fase larval planctônica livre natante ou outros tipos de propágulos que facilitam a dispersão das espécies (Skinner & Coutinho, 2005; Underwood, 1979). Após a fixação da larva a um substrato, há o recrutamento desse indivíduo na comunidade (Caley *et al.*, 1996). A fixação depende de diversos fatores como o tipo e inclinação do substrato, salinidade, luminosidade, sedimentação, grau de exposição, interações bióticas, dentre outros (Karlson & Osman, 2012; Moreno & Rocha, 2012; Maughan, 2001). A composição das comunidades pode variar em um mesmo local, devido a mudanças de estação, idade da comunidade, ou perturbações de origem natural ou antrópica (Altvater, 2009; Connell & Slatyer, 1977; Pacheco *et al.*, 2010).

As comunidades incrustantes que compõe áreas estuarinas estão sujeitas às variações temporais, espaciais e físico-químicas que um estuário sofre ao longo de sua extensão, tais como oscilações de salinidade, substratos, correntes, nutrientes, turbidez, aporte continental, temperatura e interações biológicas (Gunter, 1961). Todos esses fatores interferem na composição das comunidades incrustantes, mas é a salinidade que mais afeta a distribuição dos organismos (Paavola *et al.*, 2005). A salinidade é um fator determinante para o assentamento larval e interfere diretamente na sobrevivência de muitos animais. Diferenças de salinidade induzem a alterações osmóticas dos líquidos extracelulares e como consequência ocorre a variações do volume celular, o que provoca a perda das funções celulares em eventos extremos (Veiga, 2013). Observa-se uma correlação direta entre salinidade e concentração de sólidos totais suspensos, de nutrientes como Nitrogênio e Fósforo, de clorofila - *a*, e a distribuição de fito e zooplâncton (Bouvier & Giorgio, 2002).

Estuários são considerados ambientes de transição devido a sua comunicação com o mar e à grande influência fluvial, havendo, portanto, uma alteração morfológica e dinâmica entre os dois ecossistemas adjacentes. São locais de migração trófica e funcionam como áreas intermediárias para o material de descarga do continente. Os estuários carregam recursos e nutrientes para o mar e, ao mesmo tempo, são beneficiados pela ação das águas marinhas que apresentam temperatura regular, íons balanceados e oxigenação. Como são ambientes protegidos, a ação das ondas é menor, por isso a sedimentação em estuários é bastante acentuada, seja ela de origem marinha ou terrestre. Essas peculiaridades das regiões estuarinas favorecem o assentamento de organismos que usualmente vivem em substrato duro no mar (Cognetti & Maltagliati, 2000).

Os estuários podem ser divididos em três setores ou zonas de acordo com o gradiente horizontal de salinidade: 1) estuário inferior ou marinho, que têm ligação com o oceano; 2) estuário médio, onde ocorre a mistura de água oceânica e fluvial e 3) estuário superior ou fluvial, onde há grande influência dos rios e das marés (Dionne, 1963). As espécies também podem ser classificadas de acordo com a sua tolerância fisiológica às diferentes salinidades: a) Organismos oligohalinos normalmente vivem em água doce, mas podem sobreviver à salinidade de até 5‰; b) Organismos verdadeiramente estuarinos têm afinidade marinha, mas costumam ocorrer na região intermediária do estuário, pois outros fatores abióticos, que não a salinidade, como o hidrodinamismo de áreas mais abertas ou competição biológica acabam por excluí-los de locais com maior salinidade; esses organismos ocorrem em salinidade de 5 a 18‰; c) Marinhos eurihalinos são os principais constituintes da fauna estuarina, desde a embocadura até as regiões intermediárias, e normalmente não ocorrem em locais onde a salinidade é menor que 18‰; em casos raros podem tolerar redução de salinidade até 5‰; d) Marinhos estenohalinos vivem em salinidade acima de 25‰; e) Migrantes são organismos pelágicos eurihalinos que completam uma parte do ciclo de vida no estuário, ou que o utilizam como via de comunicação entre o rio e o mar (Carriker, 1967).

As comunidades de estuários são compostas basicamente por espécies marinhas, fluviais e salobras, com tolerâncias fisiológicas diferenciadas (Boyton

& Kemp, 1985). Estas comunidades dependem de espécies que resistam as variações de diferentes parâmetros ambientais tais com temperatura, concentração de oxigênio e natureza do substrato, entre outros (Cognetti & Maltagliati, 2000).

Dentre as principais ameaças reconhecidas para os ecossistemas costeiros, principalmente os estuarinos, estão as invasões biológicas. A invasão biológica, ou bioinvasão, está entre as maiores causas responsáveis pela perda da biodiversidade marinha e está associada a grandes perdas ecológicas e econômicas (Bax *et al.*, 2001). Os danos ecológicos causados incluem a adição de doenças, exclusão (extinção) de espécies, alterações de processos ecossistêmicos, modificação de habitats e da dinâmica das populações, alterações da abundância ou da estrutura genética das espécies (Carlton, 2009). Com relação à economia, a invasão biológica tem sido responsável por efeitos dramáticos na produtividade marinha e costeira relacionadas à pesca, ao comércio e turismo (Carlton, 1999; Bax *et al.*, 2001). Apesar de todos esses efeitos, a bioinvasão marinha é menos estudada nos ambientes estuarinos do que nos ambientes terrestres e de água doce (Carlton, 1989; Grosholz 2002; Lenz *et al.*, 2011).

As invasões biológicas são caracterizadas pelo transporte intencional ou acidental de espécies, para além de seus limites naturais de dispersão ou distribuição potencial (Carlton, 1996). Espécies transportadas através de grandes barreiras geográficas por atividades humanas são denominadas de alienígenas, não-indígenas, ou mais comumente, exóticas ou introduzidas, (Mineur *et al.*, 2012). As espécies consideradas nativas são aquelas que ocorrem dentro da sua faixa natural de distribuição e as espécies chamadas de criptogênicas são aquelas que não têm sua origem biogeográfica reconhecida, não sendo possível, portanto, concluir se são introduzidas ou nativas (Carlton, 1985). A partir do momento em que a espécie introduzida passa a impactar a comunidade local, ela é chamada de invasora.

O processo de globalização facilitou o transporte de espécies e seu estabelecimento em lugares onde teria sido improvável ocorrerem sem intervenção humana. As bioinvasões em ambiente marinho estão relacionadas a

atividades econômicas essenciais, tais como comércio e turismo (Carlton, 1989 e 1996; Ruiz *et al.*, 2000). São estimadas cerca de quinze categorias de vetores que podem transportar espécies marinhas ou estuarinas de águas rasas, dentre elas se destacam: navios comerciais e barcos de recreio, atividades de aquicultura e pesca, plataformas de perfuração, construção de canais, aquariofilia e práticas de mergulho. Dentre todas as categorias, os navios são apontados como os principais responsáveis pelo transporte de espécies incrustantes a longas distâncias, pois podem levar espécies incrustadas no casco e propágulos na água de lastro (Bax *et al.*, 2003). Assim, regiões portuárias são áreas de grande risco a constantes invasões. Estima-se que, por semana, mais de 10.000 espécies marinhas são transportadas ao redor do mundo na água de lastro dos navios (Carlton, 1999). Embora não exista o conhecimento de cifras para o Brasil, nos Estados Unidos, por exemplo, se aplicam anualmente US\$ 130 bilhões na prevenção e manejo de espécies invasoras (Pimentel *et al.*, 2000).

Áreas estuarinas estão mais propensas à bioinvasões do que os demais ambientes, devido a três fatores principais propostos por Lee II *et al.* (2003) : 1) suas características geomorfológicas e hidrográficas são ideais para a construção de portos e marinas; 2) a amplitude do gradiente de salinidade encontrado no estuário pode permitir um maior leque de oportunidades para o estabelecimento de espécies introduzidas com diferentes tolerâncias fisiológicas; 3) as áreas de baixa salinidade teriam um número menor de espécies e, por consequência, mais nichos desocupados que podem ser invadidos por espécies oportunistas.

Marinas e portos nos estuários são os principais responsáveis por perturbações neste ambiente, sujeitando-o à troca restrita das marés, estresse salino e poluição (Bax *et al.*, 2003). As construções artificiais também modificam a paisagem, adicionando novos habitats e favorecendo o recrutamento e a colonização de organismos incrustantes introduzidos (Arenas *et al.*, 2006; Masi *et al.*, 2009). Espécies nativas teriam maior tendência em colonizar substratos naturais, o que disponibiliza mais espaço para espécies introduzidas. Essas quase sempre são transportadas em superfícies artificiais e assim podem estar mais adaptadas a essa condição (Tyrrel & Byers, 2007).

A detecção de espécies e linhagens invasoras e o conhecimento de suas

taxas de invasão estão conjugados a um conhecimento adequado sobre a fauna nativa e sua distribuição espacial e temporal. Este conhecimento inclui primeiramente os níveis taxonômico, genético, biológico, ecológico e da história natural. Frequentemente, a invasão e o estabelecimento de uma espécie/linhagem não são detectados e podem continuar invisíveis por tempo indefinido (Cohen *et al.*, 2005). Colaboram ainda para a complexidade do problema, os organismos considerados criptogênicos. Desta forma, a composição faunística de determinada área e a comparação com áreas próximas permitem a caracterização de indicadores de invasão, inclusive no nível gênico (Carlton, 1996). O controle de espécies exóticas é tão mais eficiente quanto mais precocemente essas espécies forem detectadas, em especial agindo sobre os momentos de adaptação, quando suas populações são ainda pequenas e passíveis de erradicação ou controle (Bax *et al.*, 2001).

O processo de controle das invasões biológicas envolve o reconhecimento da espécie invasora, aliado a estudos sobre sua abundância e os vetores que a transporta e o monitoramento das áreas adjacentes. Em seguida, é necessário estabelecer objetivos e um plano de ação para cada espécie invasora, considerando todos os riscos que as medidas adotadas possam trazer à comunidade em geral. O passo seguinte é conduzir um programa de monitoramento na região para prevenir futuras invasões (Carlton, 1989; Bax *et al.*, 2001; Lockwood *et al.*, 2005; Piola *et al.*, 2009). Cada uma destas fases deve embasar-se em conhecimentos básicos e aplicados, tais como identificação taxonômica, caracterização de restrições ecofisiológicas das espécies/linhagens, prevenção, manejo, erradicação e conservação, entre outros.

Estratégias de monitoramento de espécies em áreas portuárias incluem os “RAS” (Rapid Assessment Survey) (*e.g.*, Cohen *et al.*, 2005; Pederson *et al.*, 2005), que são levantamentos faunísticos conjuntos, normatizados em termos de esforço amostral em que o máximo possível de táxons é representado. No Brasil, destaca-se o RAS realizado na área portuária de São Sebastião (SP), em dezembro de 2010 (Marques *et al.*, 2013). Levantamentos extensos dos componentes bênticos ainda são raros no Brasil (Migotto & Marques, 2006).

Na Baía de Paranaguá, o primeiro levantamento da comunidade

incrustante foi feito por Correia & Silva (1990), que estudaram recrutamento e sucessão da fauna incrustante em placas de acrílico em três pontos da Baía de Paranaguá. A prospecção de espécies exóticas incrustantes em substrato natural, teve início com o trabalho de Rocha & Kremer (2005), que tratou exclusivamente de ascídias. Depois, Neves & Rocha (2008), ampliaram a pesquisa para os diferentes filos que compõe as comunidades incrustantes, com amostras dos piers e flutuadores das marinas do Iate Clube de Paranaguá. Situado na cidade de Paranaguá, nas margens do Rio Itiberê, o Iate Clube tem sido um local de experimentação e estudo de espécies introduzidas, principalmente devido à sua proximidade ao Porto de Paranaguá (cerca de 3 km). Estudos com placas de recrutamento foram realizados nesta região, na busca de espécies invasoras, por Rocha *et al.* (2010) e Cangussu *et al.* (2010).

Um extenso projeto de monitoramento de espécies introduzidas, com acompanhamento de placas de recrutamento na região do Iate Clube, intitulado “Bentos em regiões portuárias ao longo da costa brasileira: biodiversidade, filogeografia e aspectos de bioinvasão por biofouling”, teve início em 2009 e término em 2013. Doze espécies introduzidas foram identificadas nestes estudos, são elas as cracas: *Amphibalanus reticulatus*, *Megabalanus coccopoma*, *Megabalanus tininabulum* e *Striatobalanus amarylis*; os poliquetos: *Hydroides sanctaecrucis* e *Polydora* cf. *cornuta*; os hidroides: *Garveia franciscana* e *Podocoryna loyola*; os octocorais: *Carijoa riisei* e *Stragulum bicolor*; o mexilhão: *Perna perna*; e a ascídia: *Styela plicata*.

Estudos em substratos artificiais que abrigam comunidades incrustantes antigas foram realizados apenas uma vez, na região do Iate Clube de Paranaguá, por Neves & Rocha (2008). Sobre a fauna incrustante de substrato natural rochoso de Paranaguá há somente estudo de Rocha & Kremer (2005) que se atém à pesquisa com ascídias. Também não há estudos sobre comunidades de substrato natural ou artificial, da região entremarés em outros pontos do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), de modo particular nas regiões mais internas do estuário.

Tentando suprir essa lacuna, este estudo tem o objetivo de continuar o monitoramento de espécies introduzidas incrustantes na região de Paranaguá e

ampliar a pesquisa para outras regiões do CEP, incluindo substratos artificiais e naturais na região entremarés, ao longo de um gradiente de salinidade, no eixo leste-oeste do estuário. Os objetivos específicos do trabalho foram:

1. Identificar as espécies da fauna incrustante dos grupos Porifera, Hydrozoa e Anthozoa (Cnidaria), Bryozoa, Entoprocta, Bivalvia (Mollusca), Balanomorpha (Crustacea, Cirripedia) e Ascidiacea (Tunicata);
2. Classificar as espécies em nativas, introduzidas e criptogênicas;
3. Averiguar se a riqueza e a composição da comunidade incrustante variam entre os diferentes setores de salinidade;
4. Verificar se há variação da riqueza e abundância de espécies nativas, introduzidas e criptogênicas entre substrato natural e artificial e entre os setores de salinidade.
5. Verificar o limite de ocorrência e abundância das espécies nativas, introduzidas e criptogênicas em relação ao gradiente de salinidade (setores);

Foram propostas as seguintes hipóteses para este estudo:

a) se a salinidade interfere na composição das comunidades incrustantes, espera-se encontrar comunidades diferentes nos diferentes setores de salinidade;

b) se as espécies introduzidas têm maior capacidade de se adaptar a ambientes diversificados do que espécies nativas, espera-se que as introduzidas sejam capazes de suportar maiores variações de salinidade e sejam encontradas em pelo menos dois ou mais setores salinos do Complexo Estuarino de Paranaguá;

c) se espécies introduzidas são mais adaptadas a substratos artificiais do que espécies nativas, espera-se encontrar maior riqueza de espécies introduzidas neste tipo de substrato.

## Material e Métodos

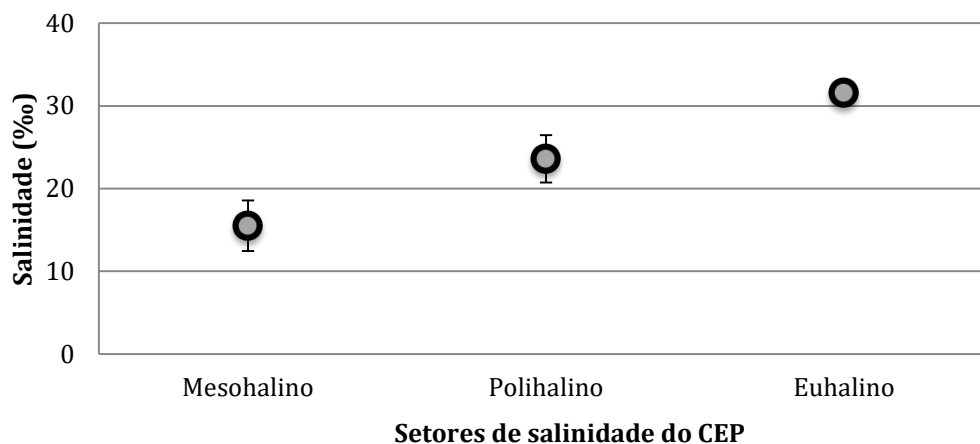
### Área de estudo

A Baía de Paranaguá está localizada na planície litorânea do Estado do Paraná, região sul do Brasil (48°25'W, 25°30'S), e faz parte de um grande complexo estuarino subtropical, que inclui o sistema Cananéia – Iguape, abrangendo também a costa do estado de São Paulo. A Baía de Paranaguá encerra ao todo 612 km<sup>2</sup> e é melhor definida como um sistema estuarino que compreende dois grandes corpos d'água, um deles contempla as baías de Paranaguá e Antonina, e o outro, as baías de Laranjeiras e Pinheiros. O sistema é conectado ao oceano por três canais, sendo o canal principal o que se encontra ao lado da Ilha do Mel (Lana *et al.*, 2001).

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) é classificado como um estuário parcialmente misto (tipo B), com heterogeneidade lateral (Knoppers *et al.*, 1987). Os padrões de circulação e estratificação variam entre as estações. Estudos atuais classificam o clima da região como temperado chuvoso e moderadamente quente, ou seja, úmido em todas as estações e com verão quente, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (Vanhoni & Mendonça, 2008). Tais características influenciam a salinidade e a temperatura da água. Este estuário é composto por costões rochosos, praias, ilhas restingas, manguezais, bancos areno-argilosos, sambaquis, mangrovitos, aluviões e dunas eólicas. Contém, portanto, uma grande gama de substratos naturais para organismos incrustantes além dos substratos artificiais referentes aos portos, marinas e piers às margens deste estuário (Bigarella, 2001).

O grande corpo d'água que inclui as baías de Paranaguá e Antonina tem 260 km<sup>2</sup> e pode ser dividido em três setores conforme as variações de salinidade. De acordo com Lana *et al.* (2001), a região mais interna, onde se encontra a Baía de Antonina, é considerada mesohalina (salinidade varia entre 0 e 15). A porção entre a Baía de Antonina até o final da Ilha da Cotinha é a polihalina (salinidade de 15 a 30). A desembocadura da Baía, que abrange a região da Ilha do Mel, é denominada euhalina (salinidade acima de 30). Tais valores de salinidade para cada setor foram confirmados por meio de medições realizadas no período das coletas (inverno de 2014). Em cada data e ponto de coleta a salinidade foi

medida com um refratômetro manual. As médias dos valores de salinidade obtidos para os três setores podem ser visualizados na **Figura 1**.



**Figura 1:** Salinidade média (‰) e desvio padrão dos três setores de salinidade do Complexo Estuarino de Paranaguá durante o inverno de 2014.

O setor mesohalino contém sedimento lodoso, alto conteúdo de matéria orgânica (mais que 25%) e baixa energia (Netto & Lana, 1996). É altamente influenciado pela drenagem dos rios que leva a matéria orgânica para o estuário. É neste setor que se encontram os maiores valores de clorofila-*a* e nutrientes inorgânicos dissolvidos, durante os períodos chuvosos e mais frios (Knoppers *et al.*, 1987; Brandini *et al.*, 1988). É também nas regiões mais internas da Baía, próximo ao Porto de Antonina, que as maiores taxas de carbono orgânico e sedimento tóxico foram registradas (Choueri *et al.*, 2009). O Porto de Antonina, situado nesse setor, é um porto complementar ao Porto de Paranaguá e conta com três terminais: Matarazzo, Barão de Tefé e Ponta do Félix. O primeiro é um terminal privado que atualmente se encontra inoperante. O terminal Barão de Tefé é público, recebe barcas e importa fertilizantes para o interior do Paraná e Mato Grosso. O terminal ponta do Félix é privado, movimenta cargas de fertilizantes, congelados e minérios de ferro (Portos do Paraná, 2015; ONG Ademadan, 2015). Este terminal recebe cerca de 130 toneladas de resíduos por dia, sem qualquer tratamento. Ao seu redor ocorre a descarga de águas residuais não tratadas e de agrotóxicos provenientes da agricultura (Choueri *et al.*, 2009).

Na região polihalina, o sedimento é composto por areia fina e o conteúdo de matéria orgânica varia de 5 a 15% (Netto & Lana, 1996). Neste setor, são encontradas as áreas com as mais altas concentrações de esteroides

fecais, provenientes do descarte de esgoto doméstico da cidade de Paranaguá (Martins *et al.*, 2011). Um dos mais importantes portos do Brasil e o maior exportador de grãos da América do Sul está na cidade de Paranaguá. Este porto também recebe e envia fertilizantes, minerais e derivados de petróleo (Choueri *et al.*, 2009; Marone *et al.*, 2005; Portos do Paraná, 2015). No ano de 2014, foram movimentadas 45.548.423 toneladas de produtos, nos portos de Antonina e Paranaguá, e cerca de 7.300 navios atracaram nestes portos (Portos do Paraná, 2015).

O setor euhalino é um setor com alta energia, o fundo é composto por areia sortida e a porcentagem de matéria orgânica é de 1,5% (Netto & Lana, 1996). A maioria dos compostos orgânicos presentes nessa área são principalmente de origem marinha, mas pode haver compostos também de origem terrestre (Martins *et al.*, 2011). Neste setor está o Balneário de Pontal do Sul e a Ilha do Mel. A Ilha do Mel, um dos mais importantes terminais turísticos do litoral do Paraná, tem cerca de 2.760 hectares, dos quais parte é Parque Estadual e parte é Estação Ecológica. O acesso à ilha é feito exclusivamente por barcos, portanto, há uma grande movimentação de embarcações particulares e de turismo que aportam ali todos os dias, nos trapiches de Encantadas e de Brasília (IAP, 2015).

#### Local de amostragem

A coleta dos organismos incrustantes do setor mesohalino, em substrato artificial, se deu em flutuadores e pilastras de PVC do Clube Náutico de Antonina (Ponto Artificial 1A), em uma boia de sinalização da Marinha, feita de polietileno, próximo ao Porto de Antonina (Ponta da Pita) (2A) e nas pilastras do próprio porto (3A). Em substrato natural foram amostradas rochas de duas ilhotas localizadas entre o porto e o Clube Náutico (Ponto Natural 1N e 2N) e em rochas ao lado do porto (3N) (**Figura 2**) (**Figura 3, A – C**).

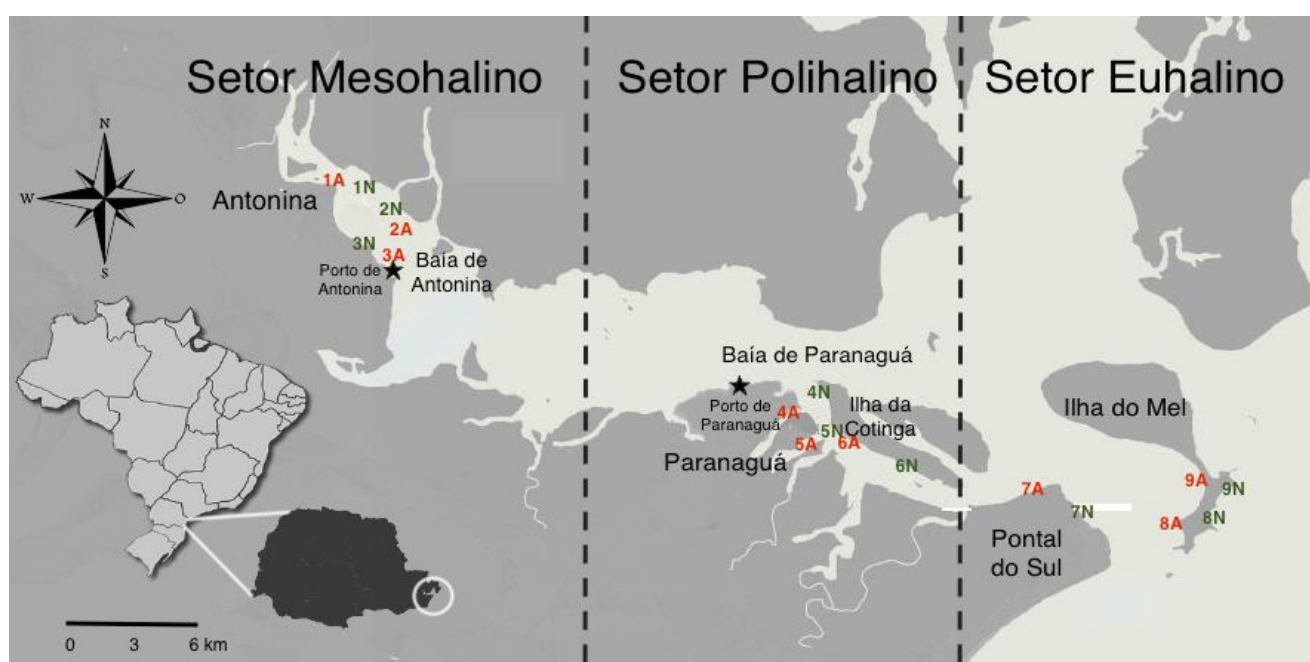
No setor polihalino, foram coletadas amostras de substrato artificial em pilastras de concreto do Iate Clube de Paranaguá (4A), localizado na foz do rio Itiberê, em uma boia de sinalização de polietileno (5A), instalada na foz do Rio dos Correias e em uma rampa de concreto na Ilha da Cotinga (6A). As amostras

de substrato natural foram coletadas em matacões, em três locais (centro sul, oeste e leste nas margens da Ilha da Cotinga (4N, 5N, 6N) (**Figura 2**) (**Figura 3, D – F**).

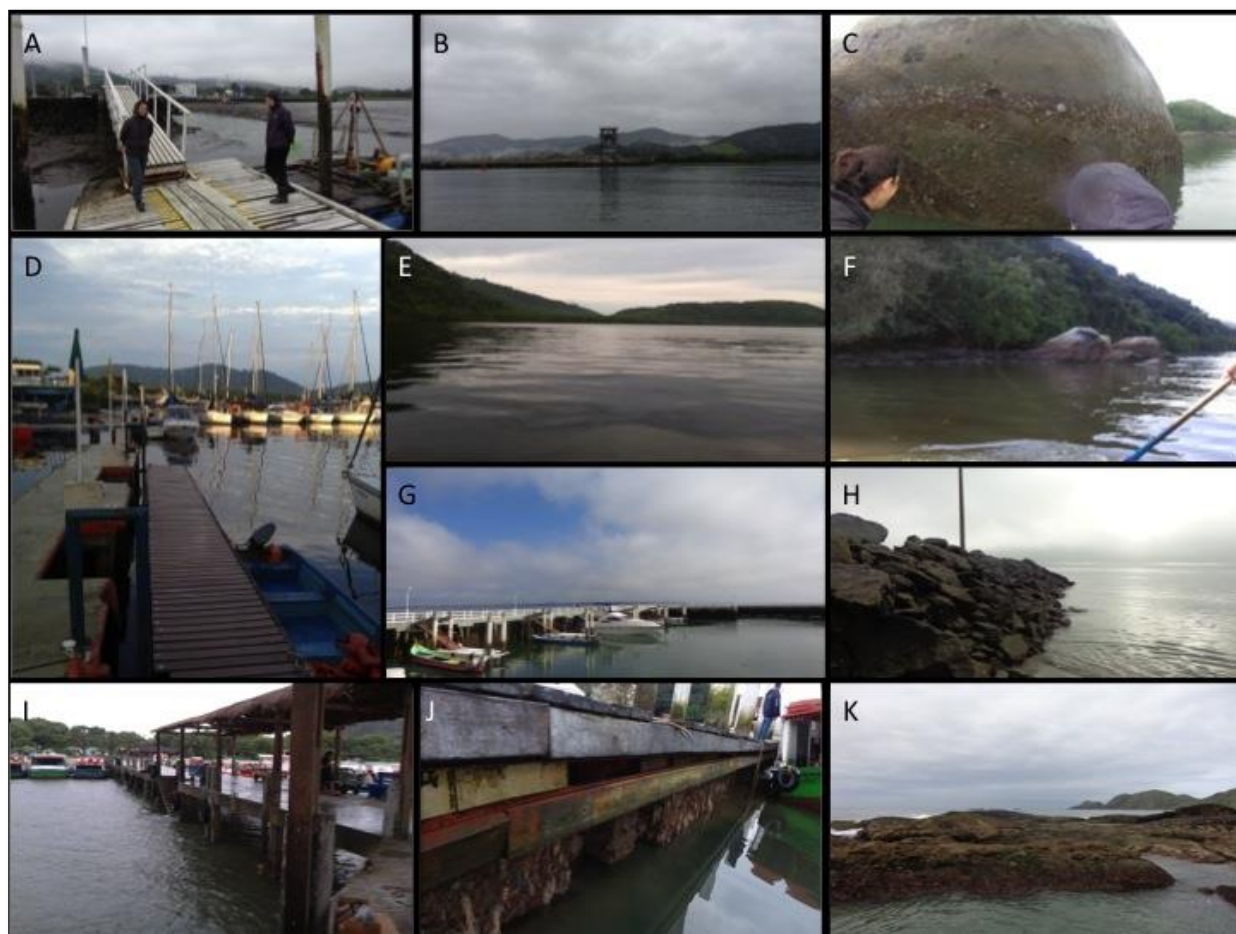
No setor euhalino, os organismos de substrato artificial foram amostrados em flutuadores de PVC e madeira e em paredes de concreto na Marina Ponta do Poço, em Pontal do Sul (7A), e na Ilha do Mel, nas colunas de concreto do trapiche da praia de Encantadas (8A) e nas estruturas de madeira e PVC do trapiche flutuante da praia de Brasília (9A). Em substrato natural, foram amostradas rochas em Pontal do Sul (7N) e no lado externo da Ilha do Mel, nos costões Nhá Pina (8N) e Pedra do Meio (9N) (**Figura 2**) (**Figura 3, G – K**).

**Tabela 1:** Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem, obtidas pelo site GeoNames disponível em: <http://www.geonames.org>.

Setor Mesohalino		Setor Polihalino		Setor Euhalino	
Ponto	Coordenadas	Ponto	Coordenadas	Ponto	Coordenadas
1A	S25°26'8" W48°42'18"	4A	S25°30'36" W48°29'58"	7A	S25°32'82" W48°23'28"
2A	S25°27'6" W48°40'57"	5A	S25°31'24" W48°29'17"	8A	S25°34'12" W48°18'58"
3A	S25°26'36" W48°41'34"	6A	S25°31'11" W48°28'45"	9A	S25°32'32" W48°18'17"
1N	S25°26'31" W48°41'22"	4N	S25°30'05" W48°29'14"	7N	S25°33'50" W48°21'16"
2N	S25°26'15" W48°40'50"	5N	S25°30'05" W48°29'14"	8N	S25°34'0" W48°17'56"
3N	S25°26'41" W48°41'28"	6N	S25°31'28" W48°28'25"	9N	S25°32'49" W48°17'32"



**Figura 2:** Mapa do Complexo Estuarino de Paranaguá com os pontos de coleta. Os pontos em vermelho correspondem a substratos artificiais e os pontos em verde à substratos naturais.



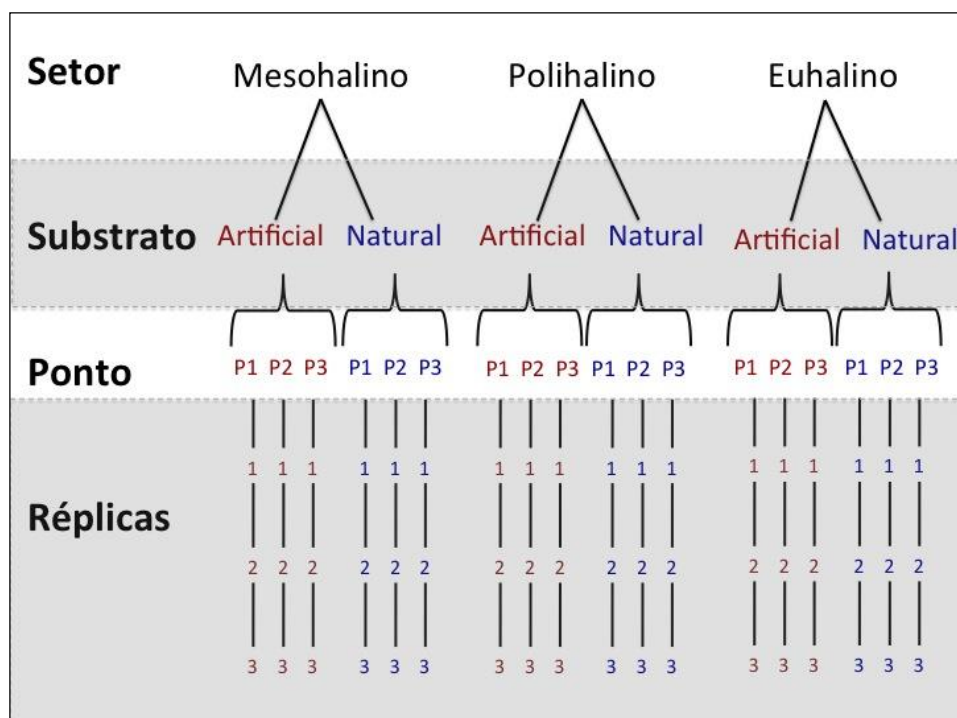
**Figura 3:** Locais de amostragem do Complexo Estuarino de Paranaguá. Setor mesohalino: A – Clube Náutico de Antonina (1A); B – Baía de Antonina, com o Porto de Antonina ao fundo; C- Substrato natural na Baía de Antonina (2N). Setor Polihalino: D – Iate Clube de Paranaguá (4A); E – Baía de Paranaguá, com a Ilha da Cotonga ao fundo; F – Substrato natural da Ilha da Cotonga (5N). Setor Euhalino: G – Marina Ponta do Poço (7A); H – Substrato natural de Pontal do Paraná (7N); I – Trapiche de Encantadas (8A); J – Trapiche flutuante de Brasília (9A); K – Substrato natural da Ilha do Mel (9N).

#### *Delineamento amostral*

Foi adotado um delineamento amostral hierárquico. Este tipo de delineamento permite testar diferentes escalas de variação de dados contínuos e tem se consolidado como um instrumento sólido na investigação de padrões de distribuição da macrofauna bentônica (Underwood, 1997; Barboza, 2010). O delineamento amostral hierárquico foi aplicado com o objetivo de verificar a importância de cada setor de salinidade na distribuição das espécies incrustantes do entremarés.

Os três setores do estuário estudado foram definidos de acordo com as

médias de salinidade descritas por Lana *et al.* (2001) e observadas em campo: setor Mesohalino (Baía de Antonina), Polihalino (ao entorno da Ilha da Cotonga e cidade de Paranaguá) e Euhalino (Ilha do Mel e Pontal do Sul). Em cada setor foram aleatorizados três pontos (P) em substrato natural e três pontos em substrato artificial. Os pontos distanciavam-se entre si na escala de centenas de metros. Cada ponto contou com três réplicas (amostras) distantes entre si na escala de unidades de metros (**Figura 4**).



**Figura 4:** Esquema do delineamento amostral hierárquico.

#### Procedimentos de campo

As amostras dos invertebrados incrustantes foram coletadas por raspagens na região entremarés, na altura da linha d'água, com variação de  $\pm 20$  cm para cima ou  $\pm 5$  cm para baixo da água, sempre nas datas em que o nível da maré alcançava seu mínimo. A área raspada foi de aproximadamente  $100 \text{ cm}^2$ . Cada raspagem/amostra corresponde a uma réplica do delineamento amostral descrito acima. Logo após a raspagem, os organismos foram acondicionados em sacos plásticos com água do mar e mentol 10% por duas horas e em seguida fixados em formaldeído 4%. Todas as amostras foram coletadas no período de inverno, entre 14 de julho a 11 de agosto de 2014.

Dados de salinidade e temperatura superficial da água foram coletados em cada data e ponto de coleta. A salinidade foi medida com um refratômetro manual e a temperatura com um termômetro digital tipo espeto. Não houve variação na temperatura da água entre os pontos amostrados durante o período das coletas. Diferenças de salinidade são exibidas na **Figura 1**.

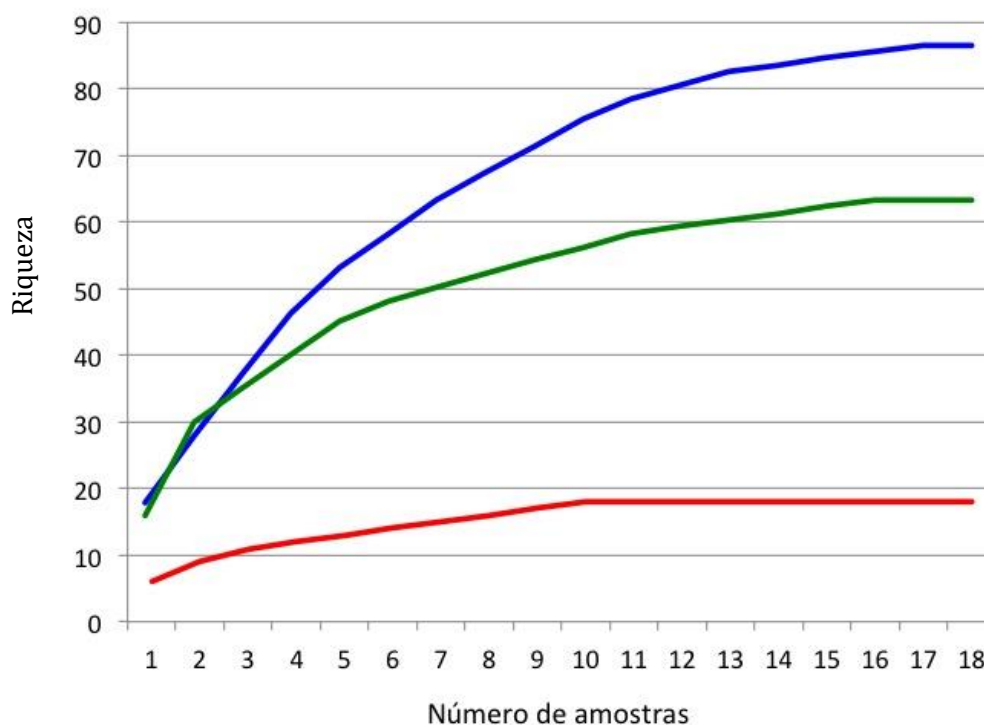
#### *Procedimentos de laboratório*

Em laboratório as amostras foram lavadas em uma peneira de tecido e os organismos foram triados sob microscópio estereoscópico. Os animais foram separados primeiramente por Filo e depois por morfoespécies. A identificação se deu com auxílio de microscópios estereoscópico e óptico e de bibliografia especializada. Todos os morfotipos não identificados foram enviados a especialistas dos respectivos grupos: Cnidaria Anthozoa: MSc. Renata Scremim; Bryozoa: Dr. Leandro Manzoni Vieira; Ascidiacea: Dra. Rosana Moreira da Rocha; Porifera: Dra. Carla Menegola; Mollusca: Daniel Caracanhas Cavallari; Cirripedia: Dr. Marcos Veiga. Algumas espécies já identificadas foram também enviadas aos especialistas para confirmação.

Após a identificação e extensa pesquisa bibliográfica de estudos publicados ou não (teses, dissertações e monografias) para cada espécie foram encontrados novos registros de ocorrência de diferentes espécies para o Estado do Paraná, assim como novas ocorrências de distribuição das espécies no gradiente de salinidade. Todas as espécies foram classificadas em nativas, criptogênicas e exóticas, de acordo com os critérios propostos por Chapman e Carlton (1991).

#### *Análise dos dados*

A curva de acumulação de espécies para cada setor mostrou que a amostragem foi suficiente para os três setores. No setor mesohalino, a curva se estabilizou em dez amostras, no setor polihalino em dezesseis e no euhalino em dezessete amostras (**Figura 5**).



**Figura 5:** Curva de acumulação de espécies para os três setores de salinidade. Linhas em: Vermelho = setor mesohalino; Verde = setor polihalino; Azul = setor euhalino.

Para cada amostra (réplica) foram obtidos dados de frequência (presença/ausência), abundância média e desvio padrão de todas as morfoespécies encontradas. Para estimar a abundância, as morfoespécies de cada amostra foram categorizadas entre 0 e 4, seguindo a metodologia proposta por Murray (2002): 0 = ausente; 1 = rara (compôs até 10% da amostra); 2 = pouco abundante (de 10 a 30%); 3 = abundante (de 30 a 60%); 4 = muito abundante (acima de 60% da amostra). Para o cálculo de abundância média os valores de abundância das morfoespécies para cada amostra foram somados, a soma foi dividida pelo número total de amostras de cada setor (18 amostras para cada setor, 9 para cada substrato) e para o CEP (54 amostras).

Para a determinação da frequência de ocorrência de cada espécie foram somadas as amostras em que elas estiveram presentes, seja em um determinado substrato, setor ou no CEP. A proporção (%) de espécies criptogênicas, introduzidas e nativas para cada substrato, dos três setores, foi obtida por meio da frequência de ocorrência das espécies de cada status, multiplicada por 100 e

dividida pelo número total de espécies daquele substrato.

Gráficos de barras foram construídos com o intento de visualizar: a) A riqueza de espécies de cada táxon presente nos diferentes setores; b) A riqueza de espécies criptogênicas, introduzidas e nativas para cada grupo taxonômico; c) A proporção (%) e a abundância média das espécies criptogênicas, introduzidas e nativas para cada tipo de substrato dos diferentes setores de salinidade; d) As 15 espécies mais abundantes do CEP.

Foram calculados os índices de Riqueza Específica (S), de Dominância (D) e de Equitabilidade (J). O índice de Equitabilidade (J) é inversamente proporcional à Dominância e indica se as diferentes espécies apresentam abundância (número de indivíduos) semelhantes ou divergentes, portanto já incorpora em seu cálculo a Diversidade de Shannon-Wiener (H). Com os índices de Riqueza Específica e Equitabilidade para cada setor de salinidade foi construído um gráfico de dispersão. Com o intuito de verificar se esses índices variaram entre os diferentes setores foi aplicada uma Análise de Variância (ANOVA). O teste *a posteriori* de Tukey revelou quais setores apresentaram valores estatisticamente diferentes para estes índices.

Para verificar graficamente se as diferentes zonas formam grupos de acordo com a composição (presença/ausência) das espécies, foi construído um gráfico de Escalonamento Multidimensional não-métrico (nMDS). Como os dados seguiam o padrão 0 = ausente / 1 = presente, foram transformados pela raiz quadrada e então foi calculada uma matriz de similaridade de Jaccard, que serviu de base para o nMDS. Com o objetivo de testar os padrões de agrupamento observados no gráfico nMDS, assim como testar possíveis diferenças na composição faunística entre e dentro dos grupos, nas diferentes escalas de amostragem, foi realizado o teste PERMANOVA.

Para testar as diferenças entre a abundância média das espécies criptogênicas, introduzidas e nativas em cada nível (setor, substrato e pontos) foi feito um teste ANOVA hierárquica ou *nested* ANOVA. No caso de variação significativa das médias a nível de setor, foi realizado o teste *a posteriori* de

Tukey, para detectar em qual dos setores havia maior variação. Para o Tukey as espécies criptogênicas foram desconsideradas.

Índices de Diversidade (S, J e D) foram obtidos por meio do executável PAST(disponível no endereço: <http://nhm2.uio.no/norlex/past/download.html>). Os gráficos nMDS foram construídos a partir do software Primer, versão 6.1.6. e as análises PERMANOVA, *nested* ANOVA e Tukey foram realizada no software “RStudio” (versão 0.96.331). O nível de significância considerado para todos os testes foi de  $\alpha = 0,05$ .

## Resultados

### Diversidade e composição das comunidades

Foram encontradas 111 morfoespécies distribuídas entre 54 famílias de sete diferentes filos de invertebrados incrustantes marinhos. Trinta e nove espécies são novos registros para a costa paranaense e vinte e duas, já conhecidas para a Baía de Paranaguá, têm sua distribuição ampliada de acordo com o gradiente de salinidade (**Tabela2**).

**Tabela 2:** Invertebrados incrustantes encontrados no Complexo Estuarino de Paranaguá, incluindo os dados de: Abundância Média (AbM), Desvio padrão ( $\pm$ DP), Status, Setor de salinidade e Substrato em que se encontravam. Status: C = Criptogênica; I = Introduzida; N = Nativa. Setor: M = Mesohalino; P = Polihalino; E = Euhalino. Substrato: A = Artificial; N = Natural. \* = novos registros de espécies para o Paraná; \*\* = espécies com ocorrência de distribuição ampliada no gradiente de salinidade; (n. i.) = não identificada; (n. s.) = nova espécie; (? n. sp.) = provável espécie nova.

	Espécies	AbM	$\pm$ DP	Status	Setor	Substrato
<b>Filo Porifera</b>						
Classe Demospongiae						
	Demospongiae (n. i.)	0,15	0,66	-----	M/P	A
Ordem Axinellida	Axinellida (n. i.)	0,11	0,46	-----	E	A/N
Ordem Halichondrida	Halichondrida (n. i.)	0,15	0,76	-----	P	A
Ordem Haplosclerida	Haplosclerida (n. i.)	0,07	0,54	-----	P	N
Família Chalinidae	<i>Haliclona</i> sp.	0,05	0,30	-----	P	A/N
Ordem Poecilosclerida	Poecilosclerida (n. i.)	0,05	0,22	-----	P/E	A/N
Família Coelosphaeridae	<i>Lissodendorix isodictyalis</i> (Carter, 1882)*	0,13	0,47	C <sup>13</sup>	E	A/N
Família Mycalide	<i>Mycale</i> sp.	0,07	0,54	-----	P	N
	<i>Mycale angulosa</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)*	0,03	0,27	C <sup>12</sup>	E	A
Família Tedaniidae	<i>Tedania</i> sp.	0,15	0,76	-----	P	A/N
	<i>Tedania ignis</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)	0,35	1,0	C <sup>12</sup>	P/E	A/N
Ordem Suberitida	Suberitida (n. i.)	0,07	0,33	-----	P/E	A/N

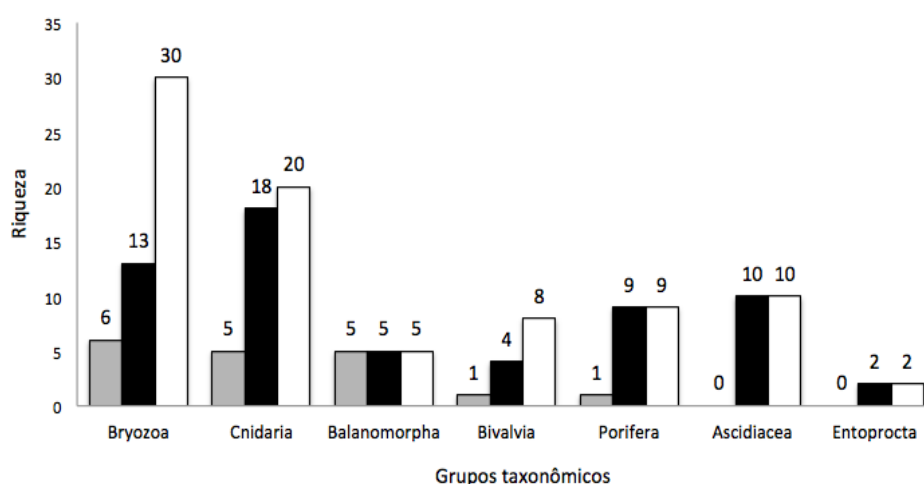
Família Halichondriidae	<i>Halichondria</i> sp.	0,37	0,27	-----	E	A
Ordem Tethyida						
	Tethyida (n. i.)*	0,37	0,27	-----	E	N
Família Timeidae	<i>Timea</i> sp.*	0,37	0,27	-----	E	N
<b>Filo Cnidaria</b>						
Classe Hydrozoa						
Ordem Lepthotecata						
Família Plumulariidae	<i>Plumularia floridana</i> Nutting, 1900	0,35	1,03	C <sup>2</sup>	P/E**	A/N
Família Haleciidae	<i>Halecium nanum</i> Alder, 1859*	0,02	0,13	C <sup>13</sup>	P	A
	<i>Halecium dyssymetrum</i> Billard, 1929*	0,18	0,64	C <sup>13</sup>	P	A/N
Família Campanulariidae	<i>Clytia gracilis</i> (Sars, 1850)	0,75	0,21	C <sup>1,2</sup>	M/P/ E**	A/N
	<i>Clytia linearis</i> (Thorneley, 1900)	0,37	0,89	C <sup>1,2</sup>	M/P/ E**	A/N
	<i>Obelia dichotoma</i> (Linnaeus, 1758)	1,0	1,63	C <sup>1,2,3</sup>	P/E	A/N
	<i>Obelia bidentata</i> Clark, 1875	0,33	1,0	C <sup>1,2,3</sup>	P/E	A/N
Subordem Conica	Conica sp. (n. i.)	0,26	0,82	-----	P/E	A/N
Família Cirrholoveniidae	<i>Cirrholovenia tetranema</i> Kramp, 1959	0,37	1	C <sup>4,5</sup>	P	A/N
Família Kirchenpaueriidae	<i>Kirchenpaueria halecioides</i> (Alder, 1859)	0,15	0,86	C <sup>1</sup>	E	A
Família Sertulariidae	<i>Dynamena crisioides</i> Lamouroux, 1824	0,11	0,57	C <sup>11</sup>	E	N
Ordem Anthoathecata						
Família Bougaiviliidae	<i>Garveia franciscana</i> (Torrey, 1902)	0,53	1,14	I <sup>2,3,4</sup>	M**	A/N
	<i>Bougaivillia muscus</i> (Allman, 1863)	0,22	0,53	C <sup>1,5</sup>	P/E	A/N
Família Corynidae	<i>Stauridiosarsia reesi</i> (Vannucci, 1956)*	0,16	0,54	C <sup>13</sup>	P/E	A/N
Família Eudendriidae	<i>Eudendrium carneum</i> Clarke, 1882	0,24	0,82	C <sup>1,2</sup>	P/E	N
Família Oceaniidae	<i>Corydendrium parasiticum</i> (Linnaeus, 1767)	0,24	0,86	C <sup>4</sup>	P/E**	A/N
Família Tubulariidae	<i>Ectopleura crocea</i> (Agassiz, 1862)	0,12	0,	C <sup>1,4</sup>	P/E	A/N
			57			
Família Pennariidae	<i>Pennaria disticha</i> Goldfuss, 1820	0,11	0,50	C <sup>1</sup>	P/E	A/N
Família Pandeidae	<i>Amphinema</i> sp.*	0,03	0,19	-----	E	A
Classe Anthozoa						
Ordem Actiniaria						
Família Actiniidae						
	<i>Actinia bermudensis</i> (McMurrich, 1889)	0,16	0,50	N <sup>13</sup>	P/E**	A/N
	<i>Anemonia sargassensis</i> Hargitt, 1908	0,13	0,39	C <sup>13</sup>	M**	A/N
	Anêmona (n. i.)	0,02	0,13	-----	E	N
	<i>Anthopleura cascaia</i> Corrêa, 1973	0,07	0,43	N <sup>10</sup>	E	N
Família Diadumenidae	<i>Diadumene paranaensis</i> Beneti <i>et al.</i> 2015	0,03	0,19	I <sup>11</sup>	M**	A
Ordem Alcyonacea						
Família Clavulariidae	<i>Stragulum bicolor</i> van Ofwegen & Haddad, 2011	0,45	0,94	I <sup>4,6</sup>	P/E	A/N
	<i>Carijoa riisei</i> (Duchassaing & Michelotti, 1860)	0,15	0,65	I <sup>4</sup>	P/E	A/N
<b>Filo Bryozoa</b>						
Classe Gymnolaemata						
Ordem Cheilostomata						
Família Aeteidae	<i>Aetea anguina</i> (Linnaeus, 1758)	0,18	0,70	C <sup>7</sup>	P/E**	A/N
Família Electriidae	<i>Arbocuspis bicornis</i> (Hincks, 1881)*	0,05	0,30	C <sup>7</sup>	E	N
	<i>Conopeum reticulum</i> (Linnaeus, 1767)	0,18	0,43	C <sup>7</sup>	M	A/N
	<i>Electra tenella</i> (Hincks, 1880)	0,15	0,85	C <sup>7</sup>	M	N
Família Membraniporidae	<i>Biflustra arborescens</i> (Canu & Bassler, 1928)	0,05	0,40	C <sup>7</sup>	E	N
	<i>Biflustra</i> sp. ( <i>sarvartii</i> sensu Marcus, 1937, not Audouin, 1826)	0,11	0,37	C <sup>7</sup>	E	A
Família Buskiidae	<i>Buskia socialis</i> Hincks, 1887*	0,02	0,13	C <sup>7</sup>	E	A
Família Catenicellidae	<i>Catenicella</i> sp.*	0,05	0,30	-----	E	N
Família Candidae	<i>Aspiscellaria</i> sp. (n. sp.)*	0,30	0,95	N <sup>7</sup>	E	A/N
	<i>Cradoscrupocellaria</i> sp. (n. sp.)*	0,03	0,27	-----	E	A
Família Beaniidae	<i>Beania klugei</i> Cook, 1968*	0,33	0,80	C <sup>7</sup>	P/E	A/N
	<i>Beania mirabilissima</i> Vieira, Migotto & Winston, 2010*	0,11	0,56	N <sup>7</sup>	E	A
Família Bugulidae	<i>Bicelliarella edentata</i> (Marcus, 1955)*	0,07	0,42	N <sup>7</sup>	E	N
	<i>Bugula neritina</i> (Linnaeus, 1758)	0,02	1,53	C <sup>7</sup>	P/E	A/N
	<i>Bugulina stolonifera</i> (Ryland, 1960)	0,87	1,34	C <sup>7</sup>	P/E	A/N
	<i>Caulibugula dendrograpta</i> (Waters, 1903)*	0,07	0,42	C <sup>7</sup>	P/E	N
	<i>Crisularia bowiei</i> (Vieira, Winston & Fehlauer-Ale, 2012)*	0,02	0,13	N <sup>7</sup>	E	N

Família Hippopodidae	<i>Hippopodina feegeensis</i> (Busk, 1884)*	0,33	1,0	C7	P/E	A/N
	<i>Hippoporina indica</i> Pillai, 1978	0,26	0,52	C7	P/E	A/N
Família Savignyellidae	<i>Savignyella lafontii</i> (Audouin, 1826)*	0,57	1,12	C7	P/E	A/N
Família Schizoporellidae	<i>Schizoporella errata</i> (Waters, 1878)*	0,20	0,62	C7	E	N
Família Epistomiidae	<i>Synotum aegyptiacum</i> (Audouin, 1826)	0,38	1,00	C7	P/E	A/N
Família Watersiporidae	<i>Watersipora subtorquata</i> (d'Orbigny, 1852)*	0,20	0,73	C7	E	A/N
Ordem Ctenostomata						
Família Aeverrillidae	<i>Aeverrilla setigera</i> (Hinks, 1887)	0,48	1,11	C7	P/E**	A/N
Família Alcyonidiidae	<i>Alcyonidium hauffi</i> Marcus, 1939*	0,02	1,13	N7	E	A
	<i>Alcyonidium pulvinatum</i> Vieira, Migotto & Winston, 2014*	0,22	0,46	N7	M	A/N
Família Vesiculariidae	<i>Amathia cf. ernsti</i> (Vieira, Migotto & Winston, 2014)*	0,58	1,15	C7	M/P/ E	A/N
	<i>Amathia evelinae</i> (Vieira, Migotto & Winston, 2014)*	0,05	0,41	N7	E	N
	<i>Amathia</i> sp. (?n. sp.)*	0,20	0,62	-----	P/E	A/N
	<i>Amathia</i> sp.	0,16	0,50	-----	M	A/N
	<i>Amathia verticillata</i> (delle Chiaje, 1822)*	0,15	0,76	C7	E	A
	<i>Amathia vidovici</i> (Heller, 1867)*	0,18	0,61	C7	P/E	A/N
Família Arachnidiidae	<i>Arachnoidella evelinae</i> (Marcus, 1937)*	0,03	0,27	N7	M	A
Família Nolellidae	<i>Nolella alta</i> (Kirkpatrick, 1888)*	0,52	0,24	C7	P/E**	A/N
Ordem Stenolaemata						
Família Crisiidae	<i>Crisia</i> sp.	0,02	0,13	-----	E	N
<b>Filo Entoprocta</b>						
Ordem Coloniales						
Família Pedicellinidae	<i>Pedicellina nannoda</i> Marcus, 1937*	0,15	0,60	N7	P/E	A/N
	<i>Sangavella vineta</i> du-Bois-Reymond Marcus, 1957*	0,05	0,30	N7	P	N
	<i>Entoprocta</i> (n. i.)	0,04	0,20	-----	E	A
<b>Filo Mollusca</b>						
Classe Bivalvia						
Ordem Pectinoidea						
Família Pectinidae	<i>Paraleptopecten bavayi</i> (Dautzenberg, 1900)	0,02	0,13	N4	P**	N
Família Anomiidae	<i>Anomia simplex</i> d'Orbigny, 1853*	0,05	0,30	I12	P/E	A/N
Ordem Ostreoida						
Família Ostreidae	<i>Crassostrea brasiliiana</i> (Lamarck, 1819)	0,09	0,29	N5	P/E**	A/N
	<i>Ostrea puelchana</i> d'Orbigny, 1842	0,16	0,60	N2	P/E**	A/N
Ordem Myoida						
Família Myidae	<i>Sphenia fragilis</i> (H. Adams & A. Adams, 1854)	0,29	0,85	N4	E	A
Ordem Mytiloida						
Família Mytilidae	<i>Brachidontes darwinianus</i> (d'Orbigny, 1842) *	0,02	0,13	N12	E	A
	<i>Modiolus carvalhoi</i> Klappenbach, 1966 *	0,09	0,40	N12	E	N
	<i>Musculus lateralis</i> (Say, 1822)	0,02	0,13	C2	E**	N
	<i>Mytella guyanensis</i> (Lamarck, 1819)	1,09	1,68	N4	M**	A/N
	<i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758)	0,24	0,70	I2	E**	A/N
<b>Filo Arthropoda</b>						
Classe Maxilopoda						
Ordem Sessilia						
Família Balanidae	<i>Amphibalanus eburneus</i> (Gould, 1841)	0,87	1,41	C4,5	M/P* *	A/N
	<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1845)	0,38	0,78	C2,3,4,5	M/P/ E**	A/N
	<i>Amphibalanus reticulatus</i> (Utinomi, 1967)	0,37	0,90	I2,3,4,5	M/P/ E**	A/N
	<i>Amphibalanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)	0,61	1,12	I2,3,4	M**	A/N
	<i>Balanus trigonus</i> Darwin, 1854	0,37	0,19	I2,4	P/E	A
	<i>Fistulobalanus citerosum</i> (Henry, 1973)	0,35	0,75	N2,3,5	M/P/ E**	A/N
	<i>Megabalanus coccopoma</i> (Darwin, 1845)	0,07	0,33	I2,5	E	A/N
<b>Filo Chordata</b>						
Classe Ascidiacea						
Ordem Aplousobranchia						
Família Polyclidae	<i>Aplidium accareense</i> (Millar, 1953)*	0,07	0,54	C9	E	A
	<i>Polyclinum constellatum</i> Savigny, 1816*	0,44	1,14	I9	P/E	A
Família Didemnidae	<i>Diplosoma listerianum</i> (Milne Edwards, 1841)	0,83	1,34	C2,4,5,8	P/E	A/N

Família Polycitoridae	<i>Eudistoma carolinense</i> Van Name, 1945	0,02	0,13	N <sup>8</sup>	E	A
Família Clavelinidae	<i>Clavelina oblonga</i> Herdman, 1880	0,02	0,13	C <sup>8</sup>	P	N
Ordem Stolidobranchia						
Família Styelidae	<i>Botrylloides nigrum</i> Herdman, 1886	0,29	0,90	C <sup>8</sup>	P/E	A/N
	<i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823)	0,09	0,40	I <sup>2,8</sup>	E	A
	<i>Styela canopus</i> (Savigny, 1816)	0,07	0,42	C <sup>5,8</sup>	P/E	A/N
	<i>Symplegma rubra</i> Monniot, 1972	0,68	1,35	C <sup>2,8</sup>	P/E	A/N
	<i>Polyandrocarpa</i> sp. (?n. sp.)*	0,03	0,27	-----	P/E	A/N
	Styelidae (n. i.)	0,03	0,19	-----	P	N
Família Pyuridae	<i>Microcosmus exasperatus</i> Heller, 1878	0,16	0,37	C <sup>2,5,8</sup>	P/E	A/N
Ordem Phlebobranchia						
Família Perophoridae	<i>Perophora</i> sp.	0,26	0,85	-----	P	A/N

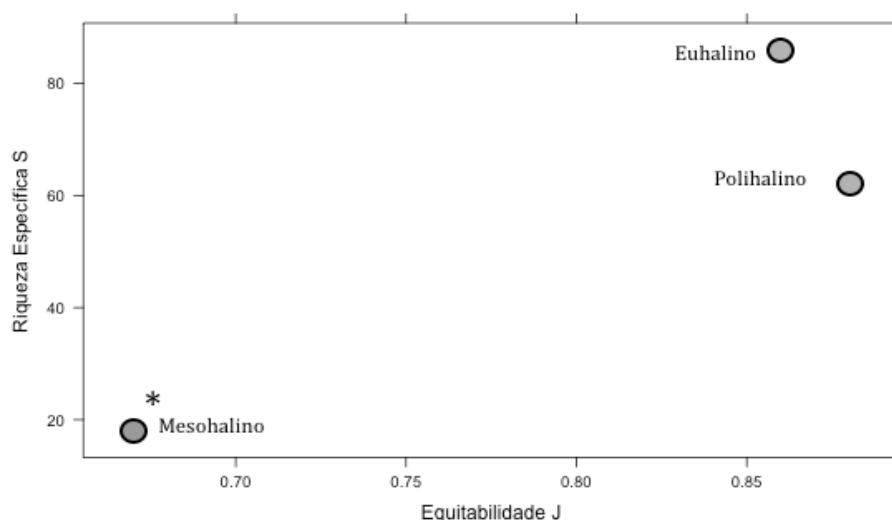
Referências: <sup>1</sup>Bardi, 2011; <sup>2</sup>Cangussu et al., 2010; <sup>3</sup>Neves & Rocha, 2008; <sup>4</sup>Bumbeer & Rocha, 2012; <sup>5</sup>Schaedler, 2013; <sup>6</sup>van Ofwegen & Haddad, 2011; <sup>7</sup>Leandro Vieira, comunicação pessoal; <sup>8</sup>Rocha & Kremer, 2005; <sup>9</sup>Rocha et al., 2009; <sup>10</sup>Scremin, 2013; <sup>11</sup>Beneti et al., 2015; <sup>12</sup>SeaLifeBase; <sup>13</sup>Pesquisa pessoal – várias fontes.

Representantes de 7 filós de invertebrados incrustantes foram avaliados nos setores poli e eusalino. No setor mesohalino foram encontrados cinco filós, sendo Bryozoa o de maior riqueza (6 espécies), seguido por Cnidaria (5), Arthropoda (Balanomorpha) (5), Mollusca (Bivalvia) (1) e Porifera (1). Não houve registro de Chordata (Ascidiacea) e Entoprocta para o setor mesohalino. Cnidários apresentaram maior riqueza no setor polihalino, com 18 espécies, logo depois estão os briozoários (13), esponjas (9), ascídias (10), cracas (5), bivalves (4) e entoproctos (2). No setor eusalino, houve maior riqueza de Bryozoa (30 espécies), seguido de Cnidaria (20), Ascidiacea (10), Bivalvia (8), Porifera (9), Balanomorpha (5) e Entoprocta (2). Balanomorpha foi o único táxon que apresentou número de espécies igual para os três setores de salinidade, todos os outros filós exibiram menor riqueza no setor mesohalino. Porifera, Ascidiacea e Entoprocta tiveram riqueza igual ou semelhante entre os setores poli e eusalino (**Figura 6**).



**Figura 6:** Riqueza dos diferentes grupos taxonômicos nos três setores de salinidade. Barras em: Cinza = setor mesohalino; Preto = setor polihalino; Branco = setor eusalino.

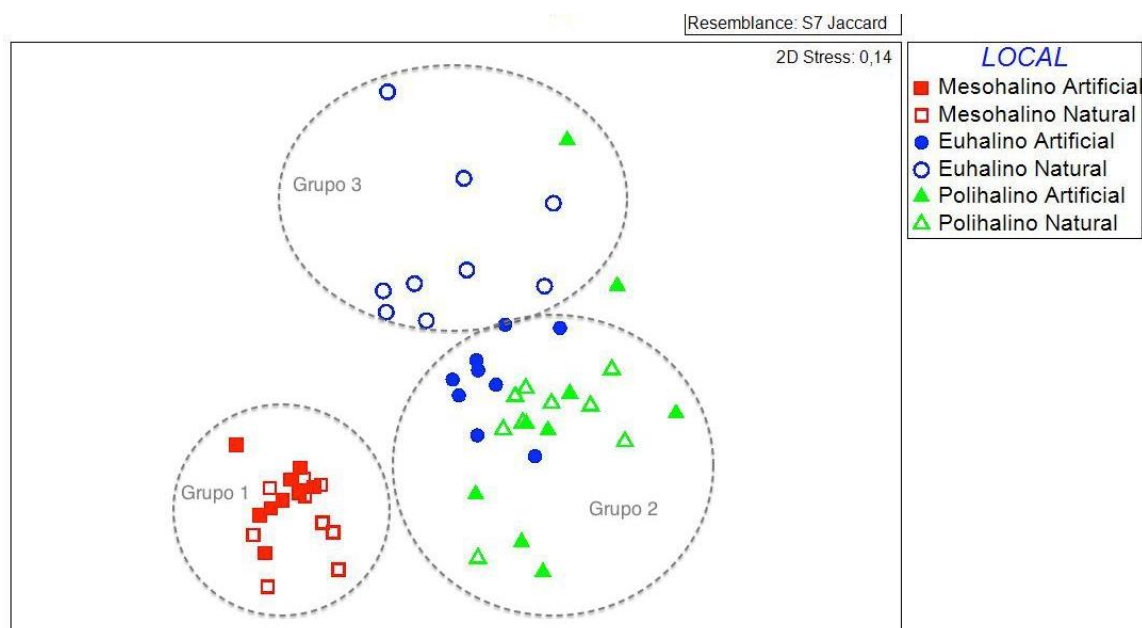
O setor euhalino apresentou maior Riqueza Específica ( $S = 84$ ), menor Dominância ( $D = 0,030$ ) e o índice de Equitabilidade ( $J$ ) entre as amostras foi de  $0,86$ . O setor polihalino apresentou alta Riqueza Específica, porém menor que a do setor euhalino ( $S = 62$ ), o índice de Dominância deste setor foi maior que o do setor euhalino ( $D = 0,036$ ) e a Equitabilidade entre as amostras foi a maior dentre todos os setores ( $J = 0,88$ ). Por último o setor mesohalino apresentou os menores valores de Riqueza Específica e Equitabilidade, e alto valor de Dominância ( $S = 18$ ,  $J = 0,67$ ,  $D = 0,2$ ). Ao se testar a diferença entre os três índices para as amostras de cada um dos três setores, foi atestado estatisticamente pelo teste *a posteriori* de Tukey que o setor euhalino e polihalino são semelhantes entre si e o setor mesohalino difere dos demais (**Figura 7**).



**Figura 7:** Dispersão entre a Riqueza Específica ( $S$ ) e Equitabilidade ( $J$ ) nos três setores de salinidade do Complexo Estuarino de Paranaguá. O asterisco indica diferenças estatisticamente significativas (Tukey) entre o setor mesohalino e os demais setores.

O gráfico de escalonamento multidimensional não-métrico mostrou que a comunidade incrustante da Baía de Paranaguá pode ser dividida em três grupos, de acordo com a sua composição de espécies. Um agrupamento (Grupo 1) foi criado entre as espécies que ocorreram no setor mesohalino, não havendo distinção entre os diferentes substratos dessa zona. Outro grupo foi formado entre a comunidade de substrato natural e artificial do setor polihalino e a comunidade de substrato artificial do setor euhalino (Grupo 2). O terceiro grupo

é constituído pelas espécies de substrato natural do setor euhalino (Grupo 3) (Figura 8).



**Figura 8:** Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) dos dados de presença/ausência das espécies nos diferentes pontos, substratos e setores de salinidade do Complexo Estuarino de Paranaguá.

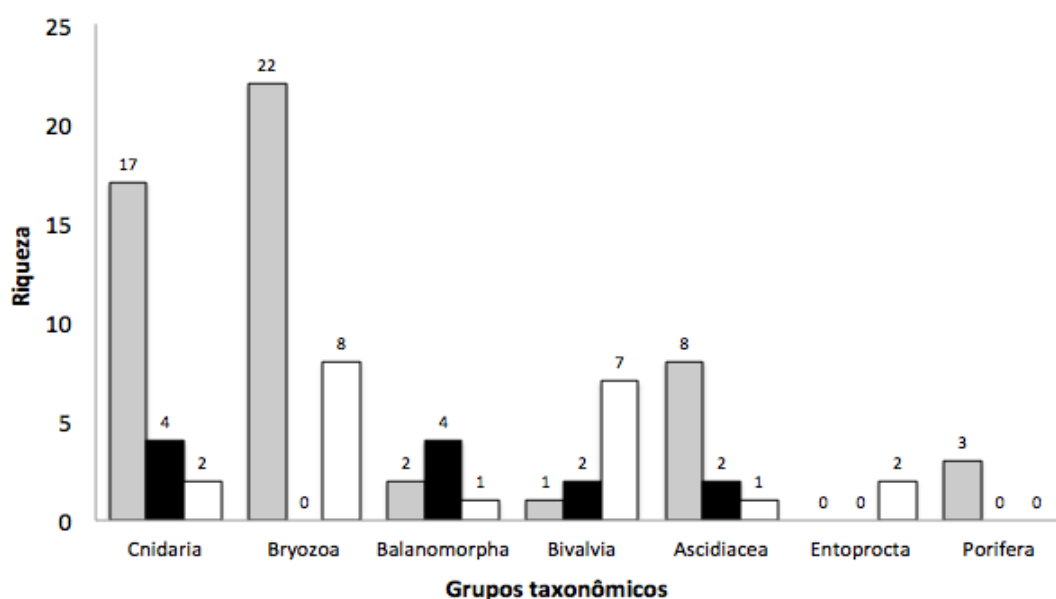
O teste PERMANOVA comprovou que os três setores de salinidade realmente diferem entre si, mas, apesar da separação dos grupos 2 e 3 no gráfico nMDS, a composição da comunidade em substrato artificial e natural dentro dos setores não diferiu significativamente. Apesar disso, existe variação das réplicas dos pontos dentro de cada substrato de um mesmo setor (Tabela 3). As morfoespécies que compõem as comunidades de cada setor e o substrato que colonizam estão listados na Tabela 2.

**Tabela 3:** Análise PERMANOVA da riqueza da comunidade incrustante nas distintas escalas espaciais amostradas ao longo do gradiente de salinidade do Complexo Estuarino de Paranaguá. Diferenças estatisticamente significativas estão marcadas em cinza. SQ = Soma dos Quadrados; QM = Quadrado Médio; F = Estatística F;  $p$  = valor de  $p$ .

Fatores	SQ	QM	F	$p$
Setor	0,997	0,996	28,36	<b>0,001</b>
Setor : Substrato	0,016	0,015	0,45	<b>0,06</b>
Setor : Substrato : Réplica	0,274	0,274	7,80	<b>0,003</b>

Espécies Criptogênicas, Introduzidas e Nativas.

Das 85 morfoespécies identificadas em nível específico 52 foram consideradas criptogênicas, 12 introduzidas e 21 nativas (**Tabela 2**). O Filo que apresentou maior número de espécies criptogênicas foi Bryozoa, com 22 espécies, seguido por Cnidaria, com 17, Chordata (Ascidiacea), com 8, Porifera, 3, Arthropoda (Balanomorpha), 2, e por fim Mollusca (Bivalvia) com uma espécie criptogênica. Espécies introduzidas tiveram maior número entre os cnidários e cracas, com quatro espécies para cada grupo, seguido por ascídias e bivalves (duas espécies cada). Não foram identificadas espécies introduzidas entre os briozoários. Entre as espécies nativas, a maior riqueza foi encontrada entre os Bryozoa, com 8 espécies, depois Bivalvia (7), Cnidaria e Entoprocta, com 2 espécies cada um e então Balanomorpha e Ascidiacea, com 1 espécie nativa para cada táxon. Dentre os entoproctos identificados, todas as espécies são nativas e para as esponjas, as espécies identificadas são criptogênicas (**Figura 9**).



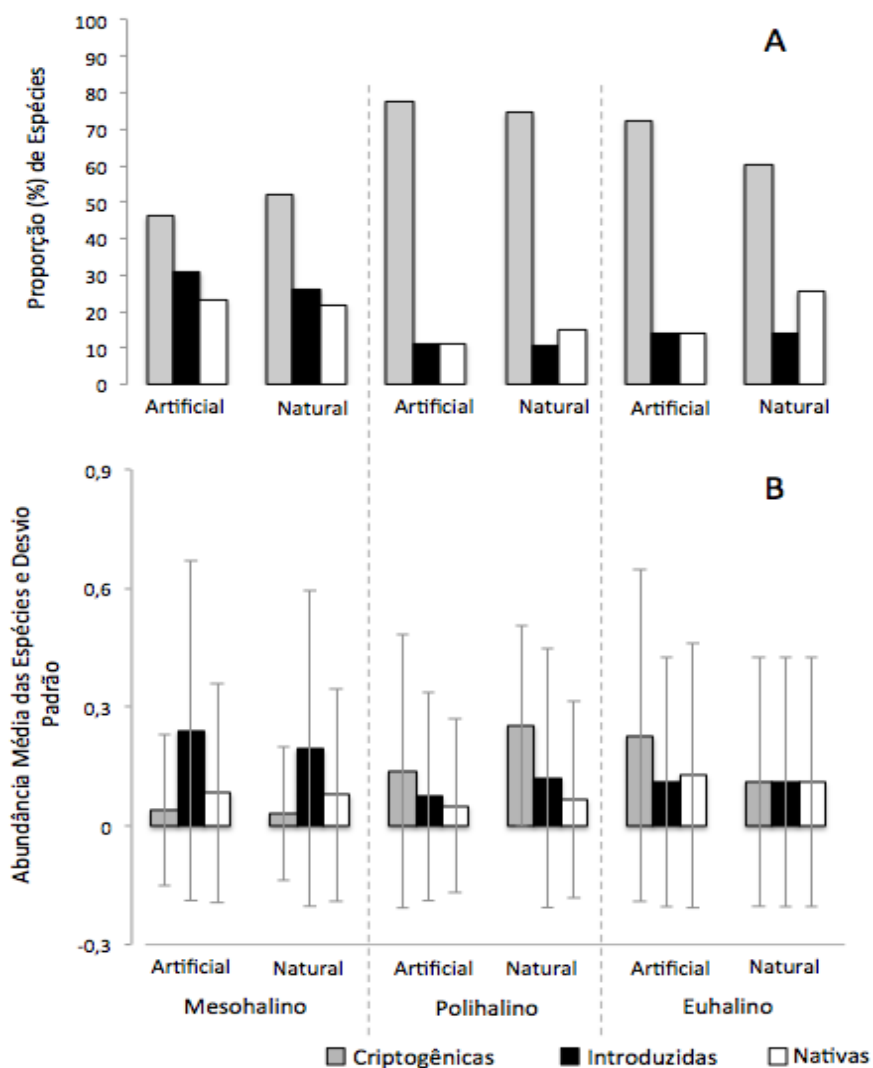
**Figura 9:** Riqueza de espécies criptogênicas, introduzidas e nativas nos diferentes grupos taxonômicos. Barras em: Cinza = espécies criptogênicas; Preto = espécies introduzidas; Branco = espécies nativas.

Ao se examinar o conjunto das espécies criptogênicas, introduzidas e nativas, nota-se que a proporção das espécies criptogênicas foi mais alta do que a das espécies nativas e introduzidas em todos os setores e substratos amostrados, mas essa desigualdade foi menor no setor mesohalino (**Figura 10**). A

comunidade do setor mesohalino contabilizou 18 espécies, sendo que 16 foram identificadas a nível específico. Destas 16, 9 são criptogênicas, o que corresponde a 56% das espécies, 4 (25%) introduzidas e 3 (19%) nativas. Embora o setor mesohalino tenha apresentado maior proporção (%) de espécies criptogênicas, a abundância das introduzidas foi maior neste setor. No setor polihalino ocorreram 62 espécies no total e 48 foram identificadas a nível de espécie. Trinta e cinco espécies do setor polihalino são criptogênicas, que equivalem a 73% das espécies identificadas, 6 (12%) são introduzidas e 7 (15%) são nativas. Das 84 espécies do setor euhalino, 67 receberam status: 44 (65% das 67 espécies) são criptogênicas, 7 (11%) são introduzidas e 16 (24%) são nativas (**Figura 10**).

Nas amostras de substrato natural foram identificadas 86 morfoespécies e do artificial, 84. Destas, 70 e 67, respectivamente, foram identificadas a nível de espécie. Quarenta e quatro espécies criptogênicas ocorreram em ambos os substratos. Em substrato artificial ocorreram duas espécies introduzidas a mais (11) do que no natural (9), e em substrato natural ocorreram cinco espécies nativas a mais (17) do que no artificial (12).

A partir da **Figura 10** é possível observar que houve pouca diferença na proporção e abundância das espécies criptogênicas, nativas e introduzidas entre substrato natural e artificial, dentro de um mesmo setor. Pode-se perceber também que o gráfico da abundância (B) segue um padrão semelhante ao da proporção (A) em seus substratos e setores correspondentes, exceto no setor mesohalino. Neste setor, a proporção das criptogênicas foi maior em ambos os substratos, mas as introduzidas se destacaram com os maiores valores de abundância. No substrato natural do setor euhalino, os três grupos de espécies apresentaram abundâncias iguais, mas as proporções são diferentes.



**Figura 10:** Proporção (A) e Abundância Média (B) de espécies criptogênicas (barras cinza), introduzidas (barras pretas) e nativas (barras brancas) em substrato artificial e natural nos três setores de salinidade do Complexo Estuarino de Paranaguá. Linhas representam o desvio padrão.

A análise hierárquica da abundância média mostrou que houve variação de espécies criptogênicas para todos os fatores testados, enquanto que as introduzidas variaram somente entre os setores de salinidade. Não houve variação estatisticamente significativa para a abundância média de espécies nativas em quaisquer escalas amostradas (**Tabela 4**).

**Tabela 4:** Análises hierárquicas (*Nested ANOVA*) da Abundância Média (AbM) das espécies criptogênicas, introduzidas e nativas da comunidade incrustante nas distintas escalas espaciais amostradas no Complexo Estuarino de Paranaguá. Diferenças estatisticamente significativas estão marcadas em cinza.

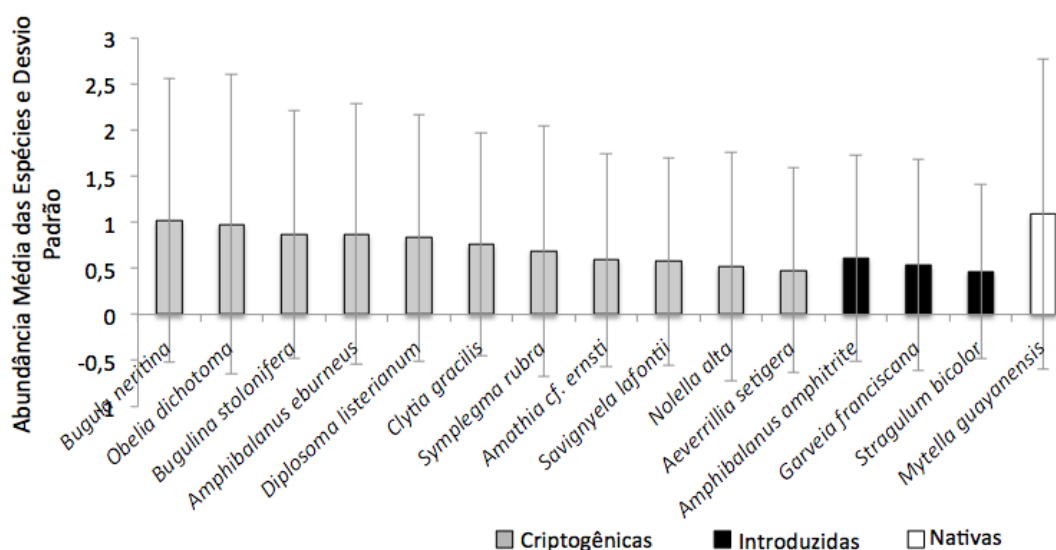
Fatores	Criptogênicas ( <i>p</i> )	Introduzidas ( <i>p</i> )	Nativas ( <i>p</i> )
Setor	<b>2.6e<sup>-07</sup></b>	<b>9.7e<sup>-06</sup></b>	0,24
Setor (Substrato)	<b>0,02</b>	0,06	0,55
Setor (Substrato (Ponto))	<b>0,01</b>	0,12	0,76

O teste *a posteriori* de Tukey mostrou que no setor mesohalino foram identificadas variações significativas com relação à riqueza das espécies introduzidas, visto que essas espécies são mais frequentes no setor mesohalino (Tabela 5).

**Tabela 5:** Teste *a posteriori* de Tukey para Abundância Média (AbM) de espécies introduzidas nos diferentes setores de salinidade. Diferenças estatisticamente significativas estão marcadas em cinza.

Tukey (setores)		<i>p</i>
AbM Introduzidas	Mesohalino - Polihalino	<b>0,0002</b>
	Polihalino - Euhalino	0,83
	Mesohalino - Euhalino	<b>0,0001</b>

Onze espécies criptogênicas, 3 introduzidas e 1 nativa estão entre as 15 espécies com maior abundância média do CEP. Apesar de *Mytella guayanensis* ser a única nativa deste rol, ela aparece como uma das mais abundantes, juntamente com as espécies criptogênicas *Bugula neritina* e *Obelia dichotoma* (Figura 11).



**Figura 11:** Abundância média (Barras) e desvio padrão (Linhas) das espécies mais abundantes do Complexo Estuarino de Paranaguá. Aqui estão representadas as espécies com abundância média maior que 0,46. Barras em: Cinza = espécies criptogênicas; Preto = introduzidas; Branco = nativas.

No setor mesohalino as espécies atingiram abundâncias médias entre 0,05 a 3,27. As espécies mais abundantes foram o bivalve nativo *Mytella*

*guayanensis* (3,27), a craca criptogênica *Amphibalanus eburneus* (2,25) e as espécies introduzidas *Amphibalanus amphitrite* e *Garveia franciscana*, com 0,77 de abundância cada uma. No setor polihalino os valores de abundância média foram de 0,05 a 1,72. As espécies mais abundantes nesse setor foram as criptogênicas *Symplegma rubra* (1,72), *Nolella alta* (1,38) e *Diplosoma listerianum* (1,38). A espécie introduzida mais abundante foi *Stragulum bicolor*, (0,55). As espécies nativas foram pouco abundantes no setor polihalino, onde nenhuma ultrapassou 0,33. No setor eusalino, a abundância média das espécies variou entre 0,05 e 2,22. As espécies nativas mais abundantes do setor eusalino foram *Aspicellaria* sp. nov. e *Sphenia fragilis*, com 0,88 cada uma. As espécies criptogênicas mais abundantes foram *Amathia* cf. *ernsti* (1,22), *Clytia gracilis* (1,16) e *Diplosoma listerianum* (1,11). No setor eusohalino, as espécies introduzidas tiveram, separadamente, baixa abundância (menos de 0,44).

Das 12 espécies introduzidas no CEP, apenas a craca *Amphibalanus reticulatus* ocorreu em todos os setores. As outras três espécies introduzidas do setor mesohalino (*Garveia franciscana*, *Diadumene paranaensis* e *Amphibalanus amphitrite*) foram exclusivas deste setor. Nenhuma espécie introduzida ocorreu somente no setor polihalino, por outro lado, no setor eusalino a presença das introduzidas *Megabalanus coccopoma*, *Styela plicata* e *Perna perna* não se repetiu em outros setores. Cinco espécies introduzidas ocorreram tanto no setor polihalino quanto no eusalino: os octocorais *Stragulum bicolor* e *Carijoa riisei*, a craca *Balanus trigonus*, a ascídia *Polyclinum constellatum* e o bivalve *Anomia simplex*. Todas essas espécies foram encontradas nos dois tipos de substratos, exceto *Balanus trigonus*. *Styela plicata* e *B. trigonus* foram as únicas espécies introduzidas exclusivas do substrato artificial.

Das espécies introduzidas no CEP, *Amphibalanus amphitrite*, *G. franciscana*, *S. bicolor* e *P. constellatum* tiveram valores de abundância média acima de 0,4. *Garveia franciscana*, *A. amphitrite* e *A. reticulatus* se destacaram em abundância no setor mesohalino. No setor polihalino, as espécies mais abundantes foram *S. bicolor* e *P. constellatum* enquanto que o molusco *P. perna* e a craca *A. reticulatus* foram as espécies introduzidas mais abundantes do setor eusalino.

## Discussão

### *Diversidade e composição das comunidades*

Ao todo foram encontrados 111 morfoespécies de animais incrustantes, das quais 39 são novos registros para o litoral do Paraná, duas ainda não foram descritas e outras duas são prováveis espécies novas. Vinte e duas espécies já conhecidas para o litoral paranaense tiveram sua ocorrência de distribuição ampliada de acordo com o gradiente de salinidade. Todos esses dados levam em consideração estudos feitos na região publicados ou não.

A grande quantidade de novas espécies, novos registros e a ampliação da distribuição de ocorrências de muitas espécies no gradiente de salinidade se deu, principalmente, pelo fato de que a maioria dos estudos anteriores da comunidade incrustante do Complexo Estuarino de Paranaguá foram realizados na região da cidade de Paranaguá. Esses estudos trataram somente da comunidade de substratos artificiais, como marinas e placas de recrutamento (Correia & Silva, 1990; Neves *et al.*, 2007; Neves & Rocha, 2008; Altvater, 2009; Cangussu *et al.*, 2010; Bettim, 2013; Shaedler, 2013), ou focaram em grupos específicos (Boehs *et al.* 2004 e 2008; Rocha & Kremer, 2005; Bardi, 2011; Scremim, 2013; Felipe, 2013).

Este é o primeiro trabalho sobre a fauna incrustante que explorou vários pontos do CEP, particularmente a Baía de Antonina e a Ilha do Mel, com raspagens tanto em substratos artificiais quanto em naturais, o que propiciou uma amostragem mais ampla da fauna bentônica incrustante. Ainda assim, houve diferenças significativas entre a riqueza das amostras de um mesmo ponto, enfatizando que todos os substratos de um mesmo local devem ser bem explorados, mesmo em pequena escala, pois podem formar agrupamentos de espécies diferentes.

Invertebrados incrustantes de sete filos primordialmente marinhos foram analisados neste estudo: Porifera, Cnidaria, Bryozoa, Entoprocta, Mollusca (Bivalvia), Arthropoda (Balanomorpha) e Chordata (Ascidiacea). Cinco destes táxons tiveram espécies representantes nos três setores de salinidade, enquanto Ascidiacea e Entoprocta não foram encontrados no setor mesohalino. Neste

mesmo setor, apenas uma espécie de Bivalvia e de Porifera foram registradas, sendo que Porifera (*Demospongiae* sp. n. i.) foi em baixíssima abundância. Para Bryozoa, Cnidaria e Bivalvia, quanto mais alta a salinidade, maior a riqueza.

Bryozoa e Cnidaria são os filos que apresentaram maior número de espécies, estiveram em todas as zonas de salinidade e muitas de suas espécies se repetiram em diferentes zonas. A maioria dos briozoários e cnidários são animais coloniais, que apresentam várias formas e podem crescer sobre diferentes substratos, incluindo outros seres vivos (Ramalho, 2006; Bettim, 2013). A maioria das espécies desses táxons é marinha, mas há representantes em água doce e salobra e muitas são habitantes comuns de áreas estuarinas. Várias das espécies que vivem em estuários são consideradas oportunistas (Ramalho, 2006; Brusca & Brusca, 2011; Bardi, 2011), característica que facilita a compreensão sobre o grande número de espécies encontradas em diferentes salinidades.

O número de espécies nos setores poli e euhalino foi igual para Porifera, Ascidiacea e Entoprocta, inclusive, Porifera e Ascidiacea se assemelharam em termos de riqueza. Ascídias e entoproctos são exclusivamente marinhos, exceto por um gênero de Entoprocta que vive em ambiente dulcícola. Todas as espécies de Porifera deste estudo são da Classe *Demospongiae*, a única que contém representantes em águas marinha, salobra e doce (Brusca & Brusca, 2011). No setor mesohalino, somente uma espécie de Porifera (*Demospongiae* n.i.) foi encontrada e ainda assim em baixa abundância.

Moluscos da Classe Bivalvia (ostras e mexilhões) e artrópodes da Infraclasse Cirripedia, Subordem Balanomorpha (cracas), foram o quarto e quinto grupos com maior riqueza, respectivamente, e estiveram em todos os setores. Esses animais apresentam características morfológicas e comportamentais diferenciadas, que facilitam a sua distribuição em diversas salinidades, como a presença de valvas ou “conchas” que se fecham, protegendo o animal do meio em condições ambientais estressantes (Veiga, 2009 e 2013). Os moluscos ainda exibem adaptações fisiológicas para melhor sobreviver em ambientes com diferentes salinidades, já que existem espécies marinhas e outras dulcícolas (Veiga, 2013). Os cirripédios são, de modo geral, osmoconformadores

e em situação extrema, tendem a fechar suas conchas garantindo seu isolamento do meio circundante (Veiga, 2009). Essa característica provavelmente explica a riqueza de cracas igual em todos os setores de salinidade e a presença e a alta abundância de três das cinco espécies, *Amphibalanus reticulatus*, *A. improvisus* e *Fistulobalanus citerosum*, nos três setores de salinidade.

A salinidade dos estuários varia consideravelmente entre as estações do ano, dependendo das condições ambientais como regime de pluviosidade. Variações diárias na salinidade também podem ocorrer de acordo com as marés (Cognetti & Maltagliati, 2000). Assim como a salinidade, outros fatores físicos e químicos que interferem nos organismos estuarinos também variam dentro de um estuário, como turbidez, clorofila, nutrientes, produtividade e características do sedimento (Cloern, 1984; Boyton & Kemp, 1985). Entretanto, dentre todos os fatores que influenciam a distribuição dos organismos nesse ambiente, sejam eles bióticos ou abióticos, a salinidade é apontada por diversos estudos como a variável que mais se correlaciona à composição e abundância das espécies (Paavola *et al.*, 2005; Lee II *et al.*, 2003; Cognetti & Maltagliati, 2000; Bulger *et al.*, 1993). De acordo com Cognetti & Maltagliati (2000), a riqueza aumenta com o aumento da salinidade, sendo encontrado um ecótono crítico quando a salinidade está muito baixa, se aproximando dos valores de água doce. Nosso estudo mostra claramente que a riqueza aumentou conforme houve um aumento da salinidade. O setor euhalino foi o mais rico e diverso, enquanto que o polihalino, apresentou números intermediários de espécies e o mesohalino, em que a salinidade se aproxima de zero, teve riqueza inferior de organismos. Nas regiões de menor salinidade tanto espécies marinhas quanto dulcícolas apresentam baixa tolerância. Quanto mais próximo da água doce, o número de espécies tende a aumentar, neste caso as espécies dulcícolas estão colonizando o ambiente (Cognetti & Maltagliati 2000).

Ao se comparar os índices de riqueza e diversidade entre os três setores, o polihalino e euhalino se assemelham em riqueza, uma vez que 44 morfoespécies ocorrem nos dois setores. Isso pode ocorrer porque oscilações na salinidade entre 15 e 30‰, como observado no polihalino, não influenciam necessariamente sobre a distribuição dos organismos, tornando este ambiente semelhante ao euhalino na composição de espécies. Nessas condições, a

distribuição das espécies pode ser mais afetada pela concentração de oxigênio, temperatura e tipo de substrato (Cognetti & Maltagliati, 2000). O setor mesohalino é significativamente diferente dos demais, por apresentar menor riqueza e diversidade (**Tabela 3**). Essas variações na composição das comunidades ao longo do gradiente horizontal de um estuário são tão nítidas que Bulger *et al.* (1993) afirmam que as diferentes zonas de um estuário podem ser definidas não só a partir de características hidrográficas, espaciais e físico-químicas, mas por meio também da distribuição espacial e temporal das espécies que as compõe.

Os grupos formados no gráfico nMDS (**Figura 7**), a partir dos dados de presença/ausência das diferentes espécies, foram condizentes com os índices de diversidade e com a riqueza dos diferentes setores de salinidade, revelando que a comunidade da zona polihalina é semelhante à zona euhalina e ambas diferentes da mesohalina. A região euhalina é a região mais estável, está em contato direto com o oceano, portanto, sofre menor influência do aporte continental e a variação de temperatura, salinidade e demais variáveis físicas e químicas é também menor (Knoppers *et al.*, 1987; Brandini *et al.*, 1988; Netto & Lana, 1996; Lana *et al.*, 2001; Bigarella, 2001; Noernberg, 2004; Choueri *et al.*, 2009; Martins *et al.*, 2011). Assim, os organismos que vivem no setor euhalino, e que são primordialmente marinhos estenohalinos ou eurihalinos, não precisam lidar em termos comportamentais ou fisiológicos com grandes variações ambientais. Os pontos amostrados na zona polihalina, apesar de receberem muita influência dos rios da região, apresentaram salinidades mais altas, que se aproximaram das encontradas na zona euhalina. A riqueza e a diversidade da comunidade foram menores do que as do setor euhalino, porém, mais próximas deste do que do setor mesohalino. Muitos dos animais encontrados no setor polihalino podem ser verdadeiramente estuarinos, marinhos estenohalinos ou ainda eurihalinos, sendo capazes de tolerar as variações de salinidade que ocorrem nesse setor. A zona mesohalina diferenciou-se das demais formando o Grupo 1 no gráfico nMDS. Essa região sofre grande influência das marés e do aporte fluvial e terrestre e, neste setor, também são encontradas as maiores taxas de carbono orgânico e sedimento tóxico (Choueri *et al.*, 2009). A salinidade pode variar de 5 a 15‰ em um mesmo dia (observação pessoal) e isso exige

uma grande habilidade fisiológica ou comportamental dos seres vivos que ali vivem. Os animais desta zona são oligohalinos, verdadeiramente estuarinos ou marinhos eurihalinos, conforme a definição usada por Carriker (1967). Os eurialinos seriam aqueles encontrados nas três zonas: *Clytia gracilis*, *Clytia linearis*, *Amathia* cf. *ernsti*, *Amphibalanus improvisus*, *Amphibalanus reticulatus* e *Fistulobalanus citerosum*. Não houve diferença visual no nMDS entre os substratos nas zonas meso e polihalina.

O teste PERMANOVA não identificou diferenças estatisticamente significativas entre os substratos em cada um dos setores (**Tabela 4**), mas a separação visual que o gráfico nMDS mostrou entre o substrato natural e artificial do setor euhalino, pode ser atribuída à diferentes graus de exposição a que as comunidades estão susceptíveis. A amostragem em substrato artificial da Ilha do Mel se deu na face voltada para o continente e em uma marina em Pontal do Paraná, enquanto que duas das raspagens em substrato natural foram feitas na face da ilha voltada para o oceano, exposta à ação constante das ondas, um ambiente com mais características marinhas do que estuarinas. Este pode ser um fator importante para a composição da comunidade, selecionando as espécies adaptadas à sobrevivência em áreas com perturbação de ondas. As características da zona euhalina, associada às amostragens em zona mais e menos expostas, podem explicar a maior riqueza e diversidade neste setor do CEP.

Espécies Criptogênicas, Introduzidas e Nativas.

Oitenta e cinco morfoespécies foram identificadas em nível específico. Destas, 12 foram classificadas como introduzidas, 52 como criptogênicas e 21 nativas, que correspondem, respectivamente, a 14%, 61% e 25% das espécies identificadas.

Algumas introduções são consideradas históricas: o octocoral *Carijoa riisei*, o bivalve *Perna perna* e as cracas *Amphibalanus amphitrite*, *Amphibalanus reticulatus*, *Balanus trigonus* e *Megabalanus coccopoma*, havendo registros de algumas dessas espécies desde 1887 (Bumbeer & Rocha, 2012). Espécies criptogênicas também apresentam registros históricos como é o caso do hidroide *Corydendrium parasiticum* (Bumbeer & Rocha, 2012). É difícil conhecer os danos

ou benefícios que as introduções históricas causaram na comunidade. O que sabemos é que essas populações estão bem estabelecidas no CEP.

Estudos recentes têm encontrado novas espécies introduzidas, como é o caso do octocoral *Stragulum bicolor* e do hidroide *Podocoryna loyola*. Ambas as espécies têm sido encontradas em grande abundância em placas de recrutamento, na região de Paranaguá e na Ilha da Cotinga, no setor polihalino (van Ofwegen & Haddad, 2011; Haddad *et al.*, 2014; Altvater & Coutinho, 2014). *Stragulum bicolor* é encontrado desde o ano 2000 e neste estudo foi identificada sua presença nos setores poli e eupalino, em substrato natural e artificial. *Podocoryna loyola* foi detectada pela primeira vez em 2007, mas sua presença não foi registrada em nenhuma amostra deste estudo, embora durante o período de coleta tenha ocorrido recrutamento da espécie em placas de polietileno, referentes a experimentos de outro projeto na região de Paranaguá (observação pessoal). Medusas desta espécie também têm sido encontradas em abundâncias razoáveis no CEP (Miodeli Nogueira Júnior, 2016, comunicação pessoal). O fato de *P. loyola* não aparecer nas raspagens mostra que esta espécie mesmo estando presente no ambiente, não está conseguindo se estabelecer nas comunidades mais antigas, ao menos no entremarés.

Cinco espécies introduzidas já detectadas em estudos anteriores não foram encontradas neste estudo: *Schizoporella unicornis* (Bryozoa), *Pinctata imbricata* (Bivalvia), *Striatobalanus amaryllis* (Cirripedia), *Megabalanus tintinnabulum* (Cirripedia) e *Podocoryna loyola* (Hydrozoa). Outras vinte espécies criptogênicas e dez nativas também foram identificadas na região de Paranaguá, mas não neste estudo. A ausência de algumas espécies no presente estudo pode ter ocorrido devido a diferenças na metodologia. Na maioria dos trabalhos anteriores, foram usadas placas de recrutamento, ou seja, um substrato artificial limpo, com características peculiares de formato, cor e rugosidade. Essas placas ficavam submersas a 2 m de profundidade (Correia & Silva, 1990; Altvater, 2009; Cangussu *et al.*, 2010; Bettim, 2013; Felipe, 2013; Shaedler, 2013). As raspagens do presente estudo, mesmo as de substrato artificial, não foram feitas em substratos iguais aos das placas e todas as amostragens se deram na região entremarés. As raspagens recolhem espécies de

uma comunidade que está estabelecida a mais tempo, ao passo que as placas oferecem espaço para recrutamentos pioneiros e a formação de uma comunidade recente. Muitas das espécies que colonizam placas de recrutamento podem ser consideradas oportunistas, ou seja, seus propágulos estão presentes no ambiente, elas conseguem recrutar sob condições variadas, mas muitas delas não conseguem competir com uma comunidade bem estabelecida. Assim, essas espécies predominam em substratos limpos ou comunidades novas (Bardi, 2011). A sazonalidade também pode interferir na composição das espécies. Estudos feitos a longo prazo, abrangendo diferentes estações, tendem a identificar espécies diferentes para cada período. O presente estudo amostrou apenas a comunidade do inverno, o que pode ter reduzido as chances de amostrar todas as espécies incrustantes que possam ocorrer na região.

O maior número de espécies criptogênicas está entre os briozoários e cnidários, coincidindo com a maior riqueza registrada nestes grupos. Não foram identificadas espécies introduzidas entre os briozoários, por outro lado, este foi o Filo com o maior número de espécies nativas, seguido pelos bivalves. Dois dos três entoproctos indentificados em nível de espécie são nativos e as três esponjas identificadas em nível específico são criptogênicas (**Figura 8**).

Dentre os Balanomorpha houve mais espécies introduzidas do que nativas e criptogênicas. As cracas também se destacam por sua presença nos três setores. Cracas são capazes de se fixarem fortemente aos substratos, e podem fechar suas conchas, protegendo-se de condições adversas até estarem em um ambiente adequado. Isso faz desses animais organismos altamente transportáveis e com maiores condições de sobreviver em um ambiente novo, com grande variação de salinidade

A maior riqueza e diversidade de espécies está nos setores poli e euhalinos e o maior número de espécies criptogênicas, nativas e introduzidas está ali também. Apesar disto, ao contabilizar as 111 morfoespécies encontradas no CEP, o setor mesohalino apresentou maior porcentagem de espécies introduzidas, igual a 16,6%, contra 8% do polihalino e 10,7% do euhalino. No setor mesohalino, a abundância das espécies introduzidas também foi significativamente maior do que nos outros setores. Para Paavola *et al.* (2005), espécies exóticas não seguem a mesma tendência de distribuição das espécies

nativas no gradiente de salinidade. De modo geral, as espécies exóticas são eurihalinas e apresentam essa característica tanto em seu ambiente nativo como no novo habitat. Desta forma, a salinidade, que seria a barreira física fundamental, não restringe a dispersão durante o transporte dessas espécies e o seu estabelecimento em uma nova região.

Neste estudo, somente uma espécie introduzida ocorreu em todos os setores, a craca *Amphibalanus reticulatus*, inclusive com valores de abundância relativamente altos em cada setor. Cinco espécies introduzidas ocorreram nos dois setores de maior salinidade, *Styela plicata*, *Megabalanus coccopoma* e *Perna perna* foram exclusivas do setor euhalino e *Garveia franciscana*, *Amphibalanus amphitrite* e *Diadumene paranaensis* foram exclusivas do setor mesohalino, sendo que as duas primeiras atingiram altos valores de abundância. No setor polihalino não houve espécie introduzida exclusiva. Todas as espécies introduzidas deste estudo já foram encontradas anteriormente em placas de recrutamento, na região polihalina, mas quase sempre baixa abundância.

A presença de metade das espécies introduzidas em mais de um setor e o fato de outros estudos terem encontrado *Styela plicata*, *Megabalanus coccopoma* e *Perna perna*, *Garveia franciscana*, *Amphibalanus amphitrite* e *Diadumene paranaensis* em placas de recrutamento, no setor polihalino, ressaltam a característica eurihalina das espécies exóticas, como proposto por Paavola *et al* (2005). Esses resultados também corroboram a hipótese testada neste estudo, de que espécies introduzidas têm maior capacidade de se adaptar a ambientes diversificados, inclusive diferentes salinidades, e por isso podem ocorrer em mais de uma zona de salinidade. Desta forma, outras variáveis, que não a salinidade, estão relacionadas a distribuição dessas espécies. As espécies exóticas parecem enfrentar uma barreira ecológica para o seu estabelecimento, a competição com as espécies nativas. Esse conjunto (tolerância à diferentes salinidades + competição) favorece o estabelecimento de espécies exóticas com caráter oportunista e que são capazes de dominar em ambientes menos disputados como as áreas de salinidades baixas, que têm menor riqueza e diversidade de espécies (Calder & Maÿal, 1998; Paavola *et al.*, 2005). A semelhança entre a composição das comunidades e dos fatores abióticos entre as zonas poli e euhalina, é uma explicação para o número elevado de espécies

introduzidas que se repetem em ambos os setores.

Estruturas artificiais são conhecidas como pontos focais de invasões marinhas e os estudos mostram que as espécies introduzidas são muitas vezes mais prevalentes do que as nativas nesses ambientes artificiais (Simkanim et al., 2012), tanto que a associação com tais estruturas é um dos critérios utilizados para classificar uma espécie como exótica (Chapman 1988; Chapman & Carlton 1991). No presente estudo, espécies criptogênicas, introduzidas e nativas foram encontradas em ambos os substratos, nos três setores de salinidade. A proporção de espécies de cada “status” em substrato natural assemelhou-se às proporções registradas no substrato artificial. Em substrato artificial ocorreram duas espécies introduzidas a mais do que no natural. Das 12 espécies introduzidas, apenas a craca *Balanus trigonus* e a ascídia *Styela plicata* foram encontradas somente em substrato artificial, as outras 10 espécies ocorreram nos dois substratos. Em substrato natural ocorreram cinco espécies nativas a mais do que no artificial. Das 52 espécies criptogênicas, 8 foram encontradas somente em substrato natural, 7 somente no artificial e as demais em ambos os substratos. Essas diferenças entre os grupos de espécies, em cada tipo de superfície, não foram significativas, demonstrando que espécies nativas e introduzidas conseguem ocupar ambos os substratos quando estes já têm uma comunidade estabelecida por um tempo desconhecido. Megina *et al.* (2013), compararam a presença e a abundância de hidroides nativos, exóticos e criptogênicos em comunidades antigas, tanto em substrato natural quanto artificial, e concluíram que as comunidades não variaram nos diferentes substratos. Cangussu *et al.* (2010) utilizaram substratos limpos de granito na Baía de Paranaguá, demonstrando que neste substrato das rochas do local, tanto espécies nativas quanto introduzidas foram capazes de colonização nas mesmas proporções. Os autores concluem que o granito por si só foi ineficiente como fator limitante ao recrutamento de espécies introduzidas, sendo a maioria das espécies capazes de estabelecer-se sobre o granito quando este se apresentou sem cobertura de espécies (Cangussu *et al.*, 2010). Entretanto, outros estudos em que a fauna incrustante de substrato natural e artificial foram analisadas, um número maior de espécies introduzidas foi identificado em substrato artificial. Nestes trabalhos, foram feitas amostragem da comunidade estabelecida em substrato natural

contra amostragem de substratos artificiais recentes, pouco colonizados, ou até mesmo nus como placas de recrutamento (Glasby et al., 2007; Tyrrell & Byers 2007).

De acordo com o exposto acima, as introduções de espécies exóticas em um ambiente se relacionaram fortemente à presença de substratos nus, corroborando com as investigações de Clarke & Johnston (2005) e indicando que a limitação no assentamento larval pode ocorrer pela utilização do substrato por espécies residentes e não pela natureza do substrato (Osman & Whitlatch, 1995). Impactos que diminuem a riqueza de espécies nativas disponibilizando substratos vazios e a adição de substratos limpos ao ambiente, como acontece em construções de portos e marinas, favorecem o estabelecimento de espécies exóticas. Não apenas a presença de substrato vago pode facilitar a introdução de espécies incrustantes, mas a existência de nichos vagos, como por exemplo, modos de alimentação e outras funções que as espécies nativas não realizam nas comunidades locais (Paavola *et al.*, 2005).

Se espécies introduzidas são capazes de colonizar substratos naturais nas mesmas proporções das espécies nativas, a presença de substratos artificiais de diferentes origens, que facilitem o estabelecimento das espécies introduzidas em uma nova região, podem funcionar como trampolins para que essas espécies, com o passar do tempo, cheguem aos substratos naturais e passem a competir com as espécies nativas (Tyrrell & Byers, 2007)

### **Considerações finais**

As comunidades de invertebrados incrustantes de ambiente marinho e estuarino são compostas por diversos grupos taxonômicos, dentre os quais se destacam Porifera, Hydrozoa e Anthozoa (Cnidaria), Balanomorpha (Crustacea, Cirripedia), Bryozoa, Entoprocta, Bivalvia (Mollusca) e Ascidiacea (Tunicata). Neste estudo, representantes desses grupos foram encontrados em diferentes substratos e salinidades. Bryozoa e Cnidaria se sobressaíram entre os outros grupos por seus altos valores de riqueza e abundância e Balanomorpha se

destacou pela presença e alta abundância de três espécies, *Amphibalanus reticulatus*, *Amphibalanus improvisus* e *Fistulobalanus citerosum*, nos três setores de salinidade.

O esforço amostral em diferentes habitats revelou uma riqueza e diversidade de espécies até então desconhecida para o CEP. Trinta e nove espécies constituem novos registros para o litoral paranaense, duas são espécies novas para a ciência e outras duas são também prováveis espécies novas. Esses números tendem a aumentar se outras áreas do CEP, habitats de diferentes profundidades, diferentes substratos e graus de exposição passarem a ser explorados.

A hipótese de que a salinidade interfere na composição das comunidades incrustantes é aceita e corroborada neste estudo. A riqueza e diversidade da comunidade incrustante aumentou, conforme aumentou a salinidade. A composição das comunidades também mudou, sendo que quase todas as espécies do setor de menor salinidade não ocorreram em outros setores. Os setores poli e euhalino compartilham características ambientais semelhantes e a diferença de salinidade é menor nestes setores, o que favorece o grande número de espécies em comum nestes dois setores.

Este estudo atesta que a salinidade não restringiu a distribuição das espécies introduzidas, visto que metade das espécies ocorreram em pelo menos dois setores de salinidade: das 9 espécies introduzidas do setor euhalino, 6 ocorreram no polihalino também, sendo que a craca *Amphibalanus reticulatus* ocorreu em todos os setores e com alta abundância. Estudos anteriores realizados no setor polihalino já identificaram as mesmas espécies introduzidas que foram encontradas no presente estudo, até mesmo aquelas que foram exclusivas dos setores meso e euhalino. Essa diferença provavelmente se deve ao fato de que nos outros estudos foram usados substratos limpos, que podem ser mais facilmente colonizados por espécies oportunistas. Esses dados reforçam a hipótese de que espécies introduzidas muitas vezes são eurihalinas e estão adaptadas a variações de salinidade, mas podem não resistir à competição inicial e se estabelecerem somente nas comunidades de menor riqueza.

Vários estudos afirmam que espécies introduzidas “demonstram preferência” por substratos artificiais ao recrutarem, porém, esses estudos se

baseiam em experimentos com substratos novos e não avaliam a presença dessas espécies em comunidades já estabelecidas em substrato artificial e natural. No presente estudo, espécies nativas, criptogênicas e exóticas foram encontradas em abundância e em proporções semelhantes em substratos natural e artificial, assim a hipótese de que espécies introduzidas são mais adaptadas a substratos artificiais é refutada pelos nossos resultados.

Concluimos neste estudo que a principal barreira para o estabelecimento de espécies introduzidas é a barreira ecológica. Uma comunidade com maior riqueza e diversidade de espécies tem menos chances de sofrer impactos causados por espécies invasoras. O setor euhalino, mais rico e diverso, teve uma alta proporção de espécies criptogênicas, como todos os outros setores, mas não houve grande diferença na abundância das espécies criptogênicas, nativas e introduzidas. Já no mesohalino, onde a riqueza e a diversidade foram baixas, as espécies introduzidas foram muito abundantes. Por mais adaptadas a diferentes salinidades e substratos que as espécies exóticas sejam, elas podem não resistir à competição com uma comunidade rica. Uma espécie recém-chegada necessita de espaço para recrutamento e de nichos disponíveis e com o mínimo possível de competição.

Áreas com intenso tráfego de embarcações, com muitos substratos artificiais limpos e com muitas perturbações ambientais de diversas ordens (alterações de salinidade, poluição, entre outras), que afetem a composição e principalmente a riqueza das comunidades naturais, são áreas mais vulneráveis e propícias ao estabelecimento de espécies exóticas. Ao mesmo tempo, as regiões onde a proporção e a abundância de espécies introduzidas e criptogênicas é alta, como foi detectado no setor mesohalino, necessitam de um monitoramento mais cuidadoso. Essas regiões são potencialmente doadoras de espécies introduzidas a áreas adjacentes e a outras comunidades naturais, num processo chamado de introdução regional, ou até mesmo podem facilitar a chegada dessas espécies a outros lugares mais distantes, onde não chegariam naturalmente.

Estudos complementares em nível taxonômico, genético, biológico, ecológico e de história natural são necessários quando se trata de espécies criptogênicas, cosmopolitas, abundantes e com características eurihalinas, pois essas espécies podem significar invasões mascaradas ou incipientes. Deve-se

dispensar atenção especial a espécies com características que as fazem ser altamente transportáveis, como espécies solitárias (duras ou flexíveis), com crescimento horizontal rente ao substrato e/ou com maior flexibilidade (coloniais ou não) (Kauano, 2014) e com adaptações morfofisiológicas para diferentes condições ambientais.

### Referências bibliográficas

- Altvater L. 2009. Composição e sazonalidade de cnidários em substrato artificial, na Foz do Rio Itiberê, Baía de Paranaguá, Paraná. Dissertação de Mestrado em Zoologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba:151 pp.
- Altvater L. & Coutinho R. 2014. Colonization, competitive ability and influence of *Stragulum bicolor* van Ofwegen and Haddad, 2011 (Cnidaria, Anthozoa) on the fouling community in Paranaguá Bay, Southern Brazil. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 462: 55–61.
- Arenas F.; Bishop J.D.D.; Carlton J.T.; Dyrinda P.J.; Farnham W.F.; Gonzalez D.J.; Jacobs M.W.; Lambert C.; Lambert G.; Nielsen S.E.; Pederson J.A.; Porter J.S.; Ward S. & Wood C.A. 2006. Alien species and other notable records from a rapid assessment survey of marinas on the south coast of England. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86: 1329-1337.
- Barbiero D.C. 2009. Determinação de tamanho amostral e aplicação na sucessão ecológica da comunidade bentônica do entre – mares rochoso na costa norte do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro: 130 pp.
- Barboza C.A.M. 2010. Variabilidade espacial das associações de ofiuróides ao longo de um gradiente de contaminação no Canal da Cotinga, Baía de Paranaguá, Paraná. Dissertação de Mestrado em Zoologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba: 55 pp.
- Bardi, J. 2011. Comunidades de hidrozoários (Cnidaria) estuarinos do sudeste e sul do Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo: 188 p.
- Bax N.; Carlton J. T.; Mathews-Amos A.; Haedrichs R. L.; Howarth F. G.; Purcell J. E.; Rieser A. & Gray A. 2001. The control of biological invasions in the world's oceans. *Conservation Biology*, 15(5):1234-1246.

- Bax N.; Williamson A.; Agüero M.; Gonzalez E. & Geeves W. 2003. Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy*, 27:313–323.
- Beneti J.S.; Stampar S.N.; Maronna M.M.; Morandini A.C. & Silveira F.L., 2015. A new specie of *Diadumene* (Actiniaria: Diadumenidae) from the subtropical coast of Brazil. *Zootaxa*, 4021 (1): 156-168.
- Bettim A.L. 2013. Colonização e capacidade competitiva de *Podocoryna* sp. nov. (Cnidaria, Hydrozoa, Hydractiniidae) na comunidade de substratos artificiais da Baía de Paranaguá. Dissertação de Mestrado em Zoologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba:64 pp.
- Bigarella J.J. 2001. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Jubilee Vo (1): 65–110.
- Boehs G.; Absher T.M. & Cruz-Kaled A. 2004. Composition and distribution of benthic molluscs on intertidal flats of Paranaguá Bay (Paraná, Brazil). *Scientia Marina*, (68): 537-543.
- Boehs G.; Absher T.M. & Cruz-Kaled A. 2008. Ecologia populacional de *Anomalocardia brasiliensis* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, Veneridae) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, (34): 259-270.
- Bouvier T.C. & Giorgio P.A., 2002. Compositional changes in free-living bacterial communities along a salinity gradient in two temperate estuaries. *American Society of Limnology and Oceanography*, 47(2): 453-470.
- Boyton W. & Kemp W., 1985. Nutrient regeneration and oxygen consumption by sediments along an estuarine salinity gradient. *Marine Ecology Progress Series*, 23: 45-55.
- Brandini F.P.; Thamm C.A. & Ventura I. 1988. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. III. Seasonal and spatial variations of nutrients and chlorophyll-a. *Nerítica*, 3(1):1-30.
- Brusca R.C. & Brusca G.J., 2011. Invertebrados. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2ed. 968 pp.
- Bulger A.J.; Hayden B.P.; Monaco M.E.; Nelson D.M. & McCormick-Ray M.G, 1993. Biologically-based estuarine salinity zones derived from a multivariate analysis. *Estuaries*, 16(2): 311-322.
- Bumber J.A. & Rocha R.M. 2012. Detection of introduced sessile species on the near shore continental shelf in southern Brazil. *Zoologia*, 29 (2): 126-134.
- Calder D.R. & Mañal E.M., 1998. Dry seasonal distribution of hydroids in a small tropical estuary, Pernambuco, Brazil. *Zoologische Verhandlungen*, 323 (6): 69-78.

- Caley M.J.; Carr M.H.; Hixon M. A.; Hughes T. P.; Jones G.P ; Menge B. A., 1996. Recruitment and the local dynamics of open marine populations. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27: 477-500.
- Cangussu L.C.; Altvater L.; Haddad M.A.; Cabral A.C.; Heyse H.L. & Rocha R.M. 2010. Substrate type as a selective tool against colonization by non-native sessile invertebrates. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58: 219–231.
- Carlton J.T., 1985. Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 23: 13-171
- Carlton J.T. 1989. Man's role in changing the face of the ocean: biological invasions and implications for of conservation environments. *Conservation Biology*, 3: 265–273.
- Carlton J.T. 1996. Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. *Biological Conservation*, 78: 97–106.
- Carlton J.T, 1999. Mollusca invasion in marine and estuarine communities. *Malacologia*, 41 (2): 439-454.
- Carlton, J.T., 2009. Deep invasion ecology and the assembly of communities is historical time. In: Rilov, G. & Crooks J.A. *Biological Invasion in Marine Ecosystems*. Springer Verlag Berlin Heidelberg: Ecological Studies. 43:13-56.
- Carriker M.R., 1967. Ecology of estuarine benthic invertebrates: a perspective. In: G. H. Lauff (ed.). *Estuaries American Association for the Advancement of Science*, 442-487.
- Chapman, J.W. & Carlton J.T., 1991. A test of criteria for introduced species: the global invasion by the isopod *Synidotea Laevidorsalis* (Miers, 1881). *Journal of Crustacean Biology*, 11 (3): 386-400.
- Chapman J.W., 1988. Invasion of the northeast Pacific by Asian and Atlantic gammaridean amphipod crustaceans, including a new species of *Corophium*. *Journal of Crustacean Biology*, 8: 362-382.
- Choueri R.B.; Cesar A.; Torres R.J.; Abessa D.M.S.; Morais R.D.; Pereira C.D.S.; Nascimento M.R.L.; Mozeto A.A.; Riba I. & Delvalls. T.A. 2009. Integrated sediment quality assessment in Paranaguá Estuarine System, Southern Brazil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, (72): 1824 – 1831.
- Clarke G.F. & Johnston E.L., 2005. Manipulating larval supply in the field: a controlled study of marine invasibility. *Marine Ecology progress series*, 298: 9-19.

- Cloern J.E., 1984. Temporal dynamics and ecological significance of salinity stratification in an estuary (South San Francisco Bay, USA). *Oceanologica Acta*, 7 (1): 137-141.
- Cognetti G. & Maltagliati F, 2000. Biodiversity and Adaptive Mechanisms in Brackish Water Fauna. *Marine Pollution Bulletin*. 40(1): 7-14.
- Cohen A.N.; Harris L.H.; Bingham B.L.; Carlton J.T.; Chapman J.W.; Lambert C.C.; Lambert G.; Ljubenkov J.C.; Murray S.N.; Rao L.C.; Reardon K. & Schwindt E. 2005. Rapid assessment survey for exotic organisms in Southern California Bays and harbors, and abundance in port and non-port areas. *Biological Invasions*, 7:995–1002.
- Connell J.H & Slatyer R.O., 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist*, 111: 1119-1144.
- Correia M.D. & Silva J.L. 1990. Caracterização das comunidades incrustantes e a fauna associada em painéis experimentais na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. In: *Academia de Ciências do Estado de São Paulo (Ed.)*. II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo. São Paulo: 498pp.
- Coutinho R. & Zalmon I.R.. 2009. O bentos de costões rochosos. In: R.C. Pereira & A. Soares-Gomes (eds.). *Biologia Marinha. Interciência*, Rio de Janeiro: 147-158 pp.
- Dionne J.C. 1963. Towards a more adequate definition of the St. Lawrence Estuary. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 7: 36-44.
- Felippe C. 2013. Variação sazonal de briozoários em substrato artificial na foz do rio Itiberê, Baía de Paranaguá, Paraná. Monografia. Universidade Federal do Paraná. Curitiba: 42 pp
- Gama B.A.P; Pereira R.C. & Coutinho R.A., 2009. Bioincrustação Marinha. In Pereira R.C. & Soares-gomes A. *Biologia Marinha*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 299-318 pp.
- GeoNames. Disponível em: <[http:// www.geonames.org](http://www.geonames.org)> Último acesso em: 17 de janeiro de 2106.
- Glasby T.M.; Connel S.D.; Holloway M.G. & Hewitt C.L., 2007. Nonindigenous biota on artificial structures: could habitat creation facilitate biological invasions? *Marine Biology*, 151: 887-895.
- Goodsell P.J.; Underwood A.J. & Chapman M.G., 2009. Evidence necessary for taxa reliable indicators of environmental conditions or impacts. *Marine Pollution Bulletin*, 58: 323-331.

- Grosholz E. 2002. Ecological and evolutionary consequences of coastal invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, 17:22–27.
- Gunter G., 1961. Some relations of stuarine organisms to salinity, *Limnology and Oceanography*, 6(2):182-190.
- Haddad, M.A., Bettim, A.L., Miglietta, M.P., 2014. Podocoryna loyola, n. sp. (Hydrozoa, Hydractiniidae): a probably introduced species on artificial substrate from southern Brazil. *Zootaxa*: (3796): 494–506.
- IAP. Instituto Ambiental do Paraná. Disponível em:  
<<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=655>> Último acesso em: 20 de julho de 2015.
- Karlson R.H. & Osman R.W, 2012. Species composition and geographic distribution of invertebrates in fouling communities along the east coast of the USA: a regional perspective. *Marine Ecology Progress Series*, 458: 255-268.
- Kauano R.V., 2014. Pequenas embarcações como vetores de transporte regional da macrofauna incrustante. Dissertação de Mestrado em Zoologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba: 59 pp.
- Knoppers B.A.; Brandini F.P. & Thamm C.A. 1987. Ecological studies in the bay of Paranaguá. Some physical and chemical characteristics. *Nerítica*, (2):1–36.
- Lana P.C.; Marone E.; Lopes R.M. & Machado E.C. 2001. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. *Ecological Studies*, (144): 131–145.
- Lee II H.; Thompson B. & Lowe S., 2003. Estuarine and scalar patterns of invasion in the soft bottom benthic communities of the San Francisco Estuary. *Biological Invasions*, 5: 82-102.
- Lenz M.; Gama B.A.P.; Gerner N. V.; Gobin J.; Gröner F.; Harry A.; Jenkins S.R.; Kraufvelin P.; Mummelthei C.; Sareyka J.; Xavier E.A. & Wahl M. 2011. Non-native marine invertebrates are more tolerant towards environmental stress than taxonomically related native species: results from a globally replicated study. *Environmental Research*, (111): 943–952.
- Lockwood J.L.; Cassey P. & Blackburn T.M. 2005. The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, (20): 223–228.
- Marone E.; Machado E.C.; Lopes R.M.; Silva E.T. 2005. Land – oceans fluxes in the Paranaguá Bay, estuarine system, southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 53(3/4):169-181.
- Marques A.C.; Klôh A.S.; Migotto A.E; Cabral A.C.; Rigo A.P.R.; Bettim A.L.; Razzolini E.L.; Cascon H.M.; Bardi J.; Kremer L.P.;Vieira L. M; Bezerra

- L.E.A.; Haddad M.A.; Oliveira Filho R.R.; Gutierrez S.M.M.; Miranda T.P.; Franklin Jr. W. & Rocha R.M. 2013. Rapid assessment survey for exotic benthic species in the São Sebastião Channel, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(2): 265-285.
- Martins C.C.; Seyffert B.H.; Braun J.A.F. & Fillmann G. 2011. Input of organic matter in a large south american tropical estuary (Paranaguá Estuarine System, Brazil) indicated by sedimentary sterols and multivariate statistical approach. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 22:1585-1594.
- Masi B.P.; Macedo I.M. & Zalmon I.R.. 2009. Annual and spatial variation of intertidal benthic community zonation in a breakwater off Rio de Janeiro coast, southeastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(2): 225-234.
- Maughan B.C., 2001. The effects of sedimentation and light on the recruitment and development of a temperate, subtidal, epifaunal community. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology*, 256: 59-71.
- Megina C.; Gónzales-Duarte M.M.; Lopes-Gónzales P.J. & Piraino S., 2013. Harbours as marine habitats: hydroid assemblages on sea-walls compared with natural habitats. *Marine Biology*, 160: 371-381.
- Migotto, A.E. & Marques, A.C. 2006. Invertebrados Marinhos. Pp. 147-202. In: *Avaliação do estado do conhecimento da diversidade brasileira*. Série Biodiversidade 15. Volumes 1 e 2. MMA, Brasília. 520pp.
- Mineur F.; Le Roux A.; Stegenga H.; Verlaque M. & Maggs C.A., 2012. Four new exotic red seaweeds on European shores. *Biological Invasions*, 14(8): 1635-1641.
- Moreno T.R. & Rocha R.M. 2012. Ecologia de costões rochosos. *Estudos de Biologia: Ambiente e Diversidade*, 34(83): 191-201.
- Murray S.N. 2002. Quantifying Abundance: Density and Cover. Cap. 6, pp. 123-154, In: Murray S.N.; Ambrose R.F.; Dethier M.N. *Methods for performing monitoring, impact, and ecological studies on rocky shores*. Department of the Interior, Minerals Management Service, Pacific OCS Region. 70:217.
- Nelson W.G.; Savercool D.M.; Neth T.E. & Rodda J.R. 1994. A comparison of the fouling community development on stabilized oil-ash and concrete reefs. *Bulletin of Marine Science*, 55 (2-3): 1303-1315.
- Netto S.A & Lana P.C., 1996. Influence of *Spartina alterniflora* in superficial sediment characteristics of tidal flats in Paranaguá Bay (South-eastern Brazil). *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 44: 641-648.

- Neves C.S.; Rocha R.M.; Pitombo F.B. & Roper J.J. 2007. Use of artificial substrata by introduced and cryptogenic marine species in Paranaguá Bay, southern Brazil. *Biofouling*, 23:319–30.
- Neves C.M. & Rocha R.M. 2008. Introduced and cryptogenic species and their management in Paranaguá bay, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51(3): 623-633.
- Noernberg M.A.; Lautert L.F.C.; Araújo A.D.; Marone E.; Angelotti R. & Netto Jr J.P.B. 2004. Remote Sensing and GIS Integration for Modelling the Paranaguá Estuarine Complex -Brazil. *Journal of Coastal Research*, 39(SI): 1627–1631.
- ONG Ademadan. Dragagem portuária e Resolução do Conama. Disponível em: <<http://web.ademadan.org.br/projetos/dragagem-portuaria-e-a-resolucao-conama-34404/>> Último acesso em 20/08/2015.
- Osman R.W. & Whitlatch R.B., 1995. The influence of residente adults on recruitment: a comparison to settlement. *Journal of experimental amrine Biology and Ecology*, 190: 169-198.
- Paavola M.; Olenin S. & Leppäkoski E., 2005. Are invasive species most successful in habitats of low native species richness across European brackish water seas? *Estuarine coastal and Shelf Science* 64: 738-750.
- Pacheco A.S.; Laudien J.; Thiel M.; Oliva M. & Heilmayer O., 2010. Succesional and seasonal onset of colonization in the subtidal hard-bottom community off northern Chile. *Marine Ecology*, 1-13.
- Pederson J.; Bullock R.; Carlton J.; Dijkstra J.; Dobroski N.; Dyrzynda P.; Fisher R.; Harris L.; Hobbs N.; Lambert G.; Lazo-Wasem E.; Mathieson A.; Miglietta M.; Smith J.; Smith III J. & Tyrrell M. 2005. Marine invaders in the northeast: Rapid assessment survey of non-native and native marine species of floating dock communities. *Sea Grant College Program Publication*, 05-03: 40 pp.
- Pimentel D.; Lach L.; Zuniga R. & Morrison D. 2000. Environmental and economic costs associated with nonindigenous species in the United States. *BioScience*, 50: 53–65.
- Piola R.F.; Dafforn K.A. & Johnston E.L. 2009. The influence of antifouling practices on marine invasions. *Biofouling*, 25: 633–644.
- Portos do Paraná. Disponível em: <<http://www.portosdoparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=26>> Último acesso em: 15/08/2015.
- Ramalho L.V. 2006. Taxonomia, distribuição e introdução de espécies de briozoários marinhos (Ordens Cheilostomatida e Cyclostomata) do

Estado do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Zoologia) - Departamento de Invertebrados do Museu Nacional, Universidade federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ e departamento de Zoologia e Paleontologia do Natural History Museum, Londres, 467 pp.

Rocha R.M. & Kremer L.P. 2005. Introduced Ascidians in Paranaguá Bay, Paraná, southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4): 1170-1184.

Rocha R.M.; Kremer L.P.; Baptista M.S. & Metri R., 2009. Bivalve cultures provide habitats to exotic tunicates in southern Brazil. *Aquatic invasions*, 4(1): 195-205.

Rocha R.M.; Cangussu L.C & Braga M.P., 2010. Stationary substrates facilitate bioinvasion in Paranaguá Bay in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58: 23-28

Ruiz G.M.; Fofonoff P.W.; Carlton J.T.; Wonham M.J. & Hines A.H. 2000. Invasion of coastal marine communities in North America: apparent patterns, processes, and biases. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31:481-531.

Scremim R. 2013. Anêmonas – do – Mar (Cnidaria, Anthozoa) da Ilha do Mel: Levantamento taxonômico e distribuição. Dissertação de Mestrado em Zoologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba: 137 pp.

SeaLifeBase. Disponível em < <http://www.sealifebase.org>> Último acesso em: 10 de janeiro de 2016.

Shaedler T. 2013. Sazonalidade da fauna incrustante em substrato artificial na Baía de Paranaguá, com ênfase em espécies introduzidas. Monografia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba: 39 pp.

Sinkanim C.; Davidson I.C.; Dower J.F.; Jamieson G. & Therriault T.W., 2012. Anthropogenic structures and the infiltration of natural benthos by invasive ascidians. *Marine ecology*, 33: 499-511.

Skinner L.F. & Coutinho R., 2005. Effect of microhabitat distribution an substrate roughness on barnacle *Tetraclita stalactifera* (Lamarck, 1818) settlement. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48: 109-113.

Tyrrell M.C. & Byers J.E., 2007. Do artificial substrates favor nonindigenous fouling species over native species? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 342: 54-60.

Underwood A.J., 1979. The ecology of intertidal gastropods. *Advances in Marine Biology*, 19: 111-120.

- Underwood A.J., 1997. *Experiments in Ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge, Cambridge University Press.
- van Ofwegen L.P. & Haddad M.A., 2011. A probably invasive new genus and new species of soft coral (Octocorallia: Alcyonacea: Clavulariidae) from Brazil. *Zootaxa*, 3107: 38–46.
- Vanhoni F. & Mendonça F., 2008. O clima do litoral do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Climatologia*, 3: 49-63.
- Veiga M.P.T., 2009. Comparação da tolerância fisiológica (temperatura e salinidade) entre as cracas (Crustacea, Cirripedia) *Fistulobalanus citerosum* Henry, 1974 (espécies nativa) e *Amphibalanus reticulatus* Utinomi, 1967 (espécies invasora). Dissertação de Mestrado em Zoologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba:67 pp.
- Veiga M.P.T., 2013. Fisiologia Osmorregulatória em Mollusca: *Perna perna*, *Crassostrea gigas* e *Stramonita brasiliensis*. Tese de Doutorado em Zoologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba:164 pp.
- Zalmon, I.R.; Krohling W. & Ferreira C.E.L., 2011. Abundance and diversity patterns of the sessile macrobenthic community associated with environmental gradients in Vitória Harbor, southeastern Brazil. *Zoologia*, 28 (5): 641-652.