

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TUAN DUARTE PARIZOTTI

UTILIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA COMO FERRAMENTA PARA AVALIAR
IMPACTO CAUSADO POR DRAGAGEM NO COMPLEXO ESTUARINO DE
PARANAGUÁ, PARANÁ, BR.

PONTAL DO PARANÁ

2014

TUAN DUARTE PARIZOTTI

UTILIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA COMO FERRAMENTA PARA AVALIAR
IMPACTO CAUSADO POR DRAGAGEM NO COMPLEXO ESTUARINO DE
PARANAGUÁ, PARANÁ, BR.

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos, no Curso de Pós-Graduação do Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Henry Louis Spach

PONTAL DO PARANÁ

2014

CATALOGAÇÃO NA FONTE:
UFPR / SIBI - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar

P234u Parizotti, Tuan Duarte
Utilização da ictiofauna como ferramenta para avaliar impacto causado por dragagem no Complexo Estuarino de Paranaguá, PR, BR. / Tuan Duarte Parizotti. – Pontal do Paraná, 2014.
85f.; 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Henry Louis Spach.

Dissertação (mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

1. Ictiofauna - Paranaguá. 2. Estuário. 3. Impacto ambiental - Avaliação. 4. Ecossistema. I. Título. II. Spach, Henry Louis. III. Universidade Federal do Paraná.

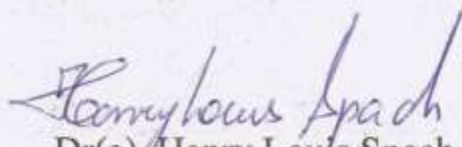
CDD 597

*“UTILIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA DEMERSAL COMO INDICADOR
DE QUALIDADE AMBIENTAL”*

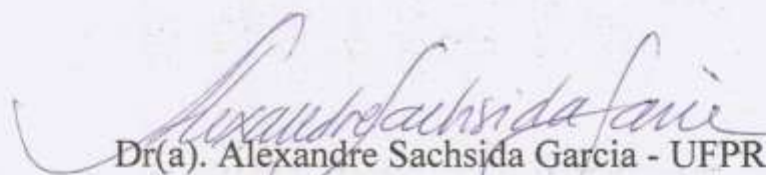
POR

Tuan Duarte Parizotti

Dissertação nº 121 aprovada como requisito parcial do grau de Mestre(a) no Curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Dr(a). Henry Louis Spach
Orientador(a) e Presidente(a)



Dr(a). Alexandre Sachside Garcia - UFPR
Membro Examinador(a)



Dr(a). Paulo Ricardo Shwinguel - UNIVALI
Membro Examinador(a)

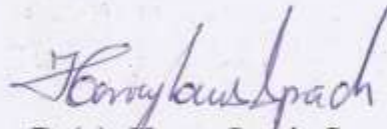
Pontal do Paraná, 27/03/2014.

TERMO DE APROVAÇÃO

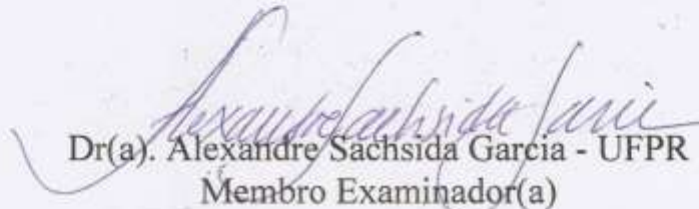
Tuan Duarte Parizotti

UTILIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA DEMERSAL COMO INDICADOR DE QUALIDADE AMBIENTAL

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre(a) em Sistemas Costeiros e Oceânicos, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Henry Louis Spach".

Dr(a). Henry Louis Spach
Orientador(a) e Presidente(a)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Alexandre Sachsida Garcia".

Dr(a). Alexandre Sachsida Garcia - UFPR
Membro Examinador(a)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Paulo Ricardo Shwinguel".

Dr(a). Paulo Ricardo Shwinguel - UNIVALI
Membro Examinador(a)

Pontal do Paraná, 27/03/2014.

Dedico esse trabalho a meu filho, Théo, que é a razão da minha felicidade e me enche de razões para eu continuar no caminho, minha esposa, Tábata, que está ao meu lado sempre me dando amor e sendo a companheira perfeita, a minha mãe, Sheila, que sempre me apoiou e me deu suporte para todas as minhas realizações.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador, Henry Louis Spach. Pela oportunidade de realizar esse trabalho gratificante; por me aguentar e puxar minha orelha sempre que necessário.

Aos Colegas de laboratório. Lilyane e Fernanda pela paciência e por me ensinar a identificar e triar os peixes. André e Felipe pela ajuda com as análises estatísticas.

A todos que me ajudaram em campo. José Hugo, André, Gustavo, Gabriel, Felipe, Adrian, Lucas.

A minha mãe, Sheila Duarte Pereira. Pelo amor, carinho, apoio, suporte e incentivo. Obrigado mamãe, por me carregar por esses 27 anos e nove meses. Para não escrever um texto de varias páginas, resumo a duas palavras: TE AMO!

Ao meu pai, Cesar Parizotti. Pelo amor, carinho, paciência e muitos ensinamentos de vida.

A minha mulher, Tábata Larissa Ferreira. Amo-te muito, obrigado por estar ao meu lado e ser minha companheira em todos os momentos. Obrigado por me dar amor, carinho, compreensão, risos, sustos, e principalmente muitas alegrias. Sou o homem que sou por ter você ao meu lado. TE AMO!

Ao meu filho, Théo Ferreira Parizotti. Você é a alegria e razão da minha vida, te amo mais que tudo.

Aos meus amigos, Obrigado pelas festas, churrascos, viagens, fins de tarde no surf, mergulhos, ajuda nas coletas, ajuda com os dados, moradia, enfim, pela família que eu encontrei em Pontal e que fez esses anos muito felizes.

A todos os colegas e amigos do Curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos do Centro de Estudos do Mar de Universidade Federal do Paraná.

Aos barqueiros, Mota e Abraão, que tanto me ajudaram durante as coletas de campo.

A todos os professores e funcionários do CEM. Obrigado pelos anos de aprendizado e convivência.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

E quanto mais remo mais rezo
Pra nunca mais se acabar
Essa viagem que faz
O mar em torno do mar
Meu velho um dia falou
Com seu jeito de avisar:
- Olha, o mar não tem cabelos
Que a gente possa agarrar

Não sou eu quem me navega
Quem me navega é o mar
É ele quem me carrega
Como nem fosse levar

Paulinho da viola

RESUMO

Os estuários são ambientes que atuam como importante área de reprodução e berçário para diversas espécies de peixes. Estes ambientes estão sendo constantemente impactados por atividades antrópicas. A dragagem para aprofundamento do canal de acesso e a ampliação do pátio de obras da TECHINT S/A, localizada às margens do Complexo Estuarino da Paranaguá, se apresentam como atividades potencialmente impactantes ao ecossistema local e uma excelente oportunidade para avaliar a resposta da ictiofauna aos efeitos causados por essas atividades. Foram realizados arrastos utilizando rede com portas para a coleta de peixes em 18 pontos divididos em setor Impacto e setor Controle. As amostragens ocorreram uma vez por mês, entre março de 2012 e agosto de 2013, quando também foram coletados dados de salinidade e temperatura da água. Foram capturados 3283 peixes pertencentes a 27 famílias e 63 espécies. A espécie mais abundante foi *P. corvinaeformis*, que representou 46,5% da captura total, sendo capturados 1524 indivíduos no setor Controle e apenas 4 no setor Impacto. O setor Controle apresentou maiores valores de abundância (Ctr. = 2808; Imp. = 475), biomassa (Ctr. = 66 kg; Imp. = 27 kg), riqueza de espécies (Ctr. = 51; Imp. = 45) e dominância do que o setor Impacto. A análise das guildas tróficas indicou as espécies zoobentívoras como as principais responsáveis pelas diferenças entre os dois setores. Segundo os valores de distinção taxonômica o setor Impacto se apresenta mais impactado do que o setor controle, mesmo se comparados com dados anteriores à dragagem. A comparação entre abundância e biomassa indica que os dois setores são moderadamente impactados. Não foi possível afirmar se o empreendimento foi o responsável por alterar a comunidade de peixes no local, ou se as diferenças em relação ao setor controle já existiam mesmo antes das obras de dragagem, principalmente devido à falta de conhecimento sobre os padrões naturais da região.

Palavras-chave: ictiofauna, estuário, avaliação de impacto, dragagem

Abstract

The estuarine environment is an important reproduction and nursery area for many species of fish. This environment is under constant impact by human activities, dredging, harbors, fisheries, tourism, among others. The dredging of the harbor's access channel and TECHINT's plant augmentation, in Paranaguá Estuary (south Brazil), become an opportunity to evaluate the response of the ictiofauna to these disturbances. The ictiofauna were collected using bottom trawl net in two sectors, Control and Impact with nine sampling spots in each sector. The samplings occurred monthly from March 2012 to August 2013. Before each trawl, the salinity and temperature of superficial water were recorded. In total, 3283 fish – belonging to 63 species and 27 families – were collected. *P. corvinaeformis* was the most abundant species and represents 46,5% of the total capture. The Control sector presented higher values of abundance (Ctr. = 2808; Imp. = 475), biomass (Ctr. = 66 kg; Imp. = 27 kg), diversity (Ctr. = 51; Imp. = 45) and dominance than the Impact sector. The abundance and biomass comparison show that the two sectors have a moderated impact. The guilds analyses, the taxonomic similarity and the taxonomic distinction show differences between the two sectors. Despite of the differences, it was not possible to say whether the activities in TECHINT was responsible for altering the fish community locally, mainly due to the lack of knowledge about the natural patterns of the region.

Keywords: ictiofauna, estuary, impact assessment, dredging.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de interação entre variáveis ambientais e ictiológicas em estuários. (WHITFIELD & ELLIOTT, 2002).	22
Figura 2: Foto do pátio de obras da Techint no ano de 1984 (TECHINT, 2010).	24
Figura 3: Foto do pátio de obras da Techint no ano de 2007 (TECHINT, 2010).	25
Figura 4: Plataforma PRA1 sobre a balsa de transporte (TECHINT, 2010).	25
Figura 5: Plataforma PRA1 instalada na Bacia de Campos (TECHINT, 2010).	26
Figura 6: Mapa da Desembocadura Sul do Complexo Estuarino de Paranaguá, com a localização da área dragada e das unidades de conservação próximas ao empreendimento (Techint 2010).	27
Figura 7: Precipitação média mensal entre os anos de 2002 e 2009 (TECHINT, 2010).	28
Figura 8: Diagrama polar da variabilidade das correntes de mare em um fundeio a frente do píer da Techint a 9 metros de profundidade (TECHINT, 2010).	30
Figura 9: Variação temporal da salinidade em frente ao píer da Techint durante mais de meio ciclo das marés (~10 h) de sizígia em 11/2004. (TECHINT, 2010).	31
Figura 10: Mapa da distribuição dos valores de diâmetro médio na região do empreendimento (Techint 2010).	32
Figura 11: Mapa da área de estudo com a localização do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), dos setores (Impacto e Controle) e das áreas (a, b, c, d, e, f).	38

Figura 12: Gráfico de linha mostrando a variação na temperatura (a) e na salinidade (b) da água de superfície no setor Impacto e no setor Controle. 49

Figura 13: Gráfico DistLM dbRDA mostrando os agrupamentos das amostras em relação aos parâmetros de salinidade e temperatura..... 50

Figura 14: Histograma do número médio de indivíduos capturados por arrasto, com erro padrão, nos setores Impacto e Controle durante as quatro estações do ano. V – Verão, O – Outono, I – Inverno, P – Primavera. 57

Figura 15: Resultado gráfico da Análise Canônica das Coordenadas Principais (CAP). 58

Figura 16: Histograma da média da biomassa capturada por arrasto com erro padrão, nos setores Impacto e Controle durante as quatro estações do ano. V – Verão, O – Outono, I – Inverno, P – Primavera. 61

Figura 17: Histograma do número médio de espécies por arrasto e o erro padrão nos setores Impacto e Controle durante as quatro estações do ano. V – Verão, O – Outono, I – Inverno, P – Primavera..... 63

Figura 18: Curvas de k-dominância para os setores Impacto e Controle 64

Figura 19: a – Curva de comparação entre abundância e biomassa (ABC) para o setor controle. b – Curva de dominância parcial, que desconsidera a espécie mais importante ranqueada para o setor controle. c – Curva de comparação entre abundância e biomassa (ABC) para o setor Impacto. d – Curva de dominância parcial, que desconsidera a espécie mais importante ranqueada para o setor Impacto..... 65

Figura 20: Resultado das análises de ordenação MDS, juntamente com os resultados das análises ANOSIM e SIMPER para abundância de espécies em percentagem. 67

Figura 21: Resultado das análises de ordenação MDS, juntamente com os resultados da análise ANOSIM. a) Presença e ausência de espécies; b) Presença e ausência de famílias..... 68

Figura 22: Resultado das análises de ordenação MDS, juntamente com os resultados das análises ANOSIM e SIMPER. a) guildas de uso; b) guildas tróficas..... 70

Figura 23: a) Distinção Taxonômica Média $\Delta+$ e b) Variação da Distinção Taxonômica $\Lambda+$. Os índices foram calculados para os setores: Impacto pré-dragagem 2012, Impacto pós-dragagem 2012 e Controle pós-dragagem 2012. Para ambos os índices a média esperada é representada pela linha pontilhada central e o limite do intervalo de confiança de 95% é dado pela linha sólida do entorno em forma de funil..... 72

Figura 24: Distinção Taxonômica Média plotados contra os correspondentes valores da Variação da Distinção Taxonômica, para os setores: Impacto pré-dragagem 2012, Impacto pós-dragagem 2012 e Controle pós-dragagem 2012. Cada elipse representa o intervalo de confiança de 95% referente ao número de espécies "S", obtido a partir de 999 simulações independentes de subconjuntos randômicos. 73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: PERMANOVA da temperatura da água. ES = Estação do ano; Se = Setor; Ár = Área.....	46
Tabela 2: PERMANOVA da salinidade da água. ES = Estação do ano; Se = Setor; Ár = Área.....	47
Tabela 3: PERMANOVA PAIR-WISE da salinidade, para o termo Estação do ano.....	48
Tabela 4: PERMANOVA PAIR-WISE da salinidade, para o termo interação entre área e estação do ano referente à estação outono no setor controle.....	48
Tabela 5: Resultados dos parâmetros granulométricos.....	51
Tabela 6: Frequência absoluta e relativa por espécie, setor de coleta e estações do ano, listados por ordem alfabética de família (f.a. = frequência absoluta e % = frequência relativa).....	53
Tabela 7: PERMANOVA da abundância. ES = Estação do ano; Se = Setor; Ár = Área.....	55
Tabela 8: PERMANOVA PAIR-WISE da abundância, para o termo Estação do ano.....	56
Tabela 9: PERMANOVA PAIR-WISE da abundância, para o termo interação entre Setor e estação do ano.....	56
Tabela 10: PERMANOVA da Biomassa. ES = Estação do ano; Se = Setor; Ár = Área.....	59
Tabela 11: PERMANOVA PAIR-WISE da abundância, para o termo Estação do ano.....	60
Tabela 12: PERMANOVA PAIR-WISE da abundância, para o termo interação entre Setor e estação do ano.....	60

Tabela 13: PERMANOVA do nº de espécies. ES = Estação do ano; Se = Setor; Ár = Área 62

Tabela 14: PERMANOVA PAIR-WISE do nº de espécies, para o termo Estação do ano. 62

Tabela 15: PERMANOVA PAIR-WISE da abundância, para o termo interação entre Setor e estação do ano. 62

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	19
5.2.1 – PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL	28
5.2.1.1 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA	28
5.2.1.2 – HIDROGRAFIA	29
2 – JUSTIFICATIVA	34
3 – HIPÓTESES.....	35
4 – OBJETIVOS	36
4.1 – GERAL	36
4.2 – ESPECÍFICOS	36
5– ÁREA DE ESTUDO.....	37
6.1 – PROGRAMA DE AMOSTRAGEM.....	39
5.4 – PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS	40
5.5 – PROCESSAMENTO DOS DADOS	41
6 – RESULTADOS	46
6.1 – DADOS AMBIENTAIS.....	46
6.2 – ICTIOFAUNA.....	51
6.2.1 – ABUNDÂNCIA.....	55
6.2.2 – BIOMASSA.....	59
6.2.3 – NÚMERO DE ESPÉCIES	61
6.2.4 – DOMINÂNCIA	63
6.2.5 – COMPPARAÇÃO ENTRE ABUNDÂNCIA E BIOMASSA	64

6.2.6 – DISPERSÃO	65
6.2.7 – ANÁLISES DE SIMILARIDADE TAXONÔMICA.....	66
6.2.8 – ANÁLISE DAS GUILDAS FUNCIONAIS	69
7 – DISCUSSÃO	74
8 – CONCLUSÕES	80
9 – BIBLIOGRAFIA	82

1 – INTRODUÇÃO

Os estuários são ambientes de transição entre o continente e o oceano, formados pela descarga de águas fluviais no mar, onde existem gradientes de parâmetros geológicos, físicos e químicos, por exemplo: granulometria, salinidade, temperatura, correntes, turbidez e outros. (LAGLER *et al.*, 1977; DAY *et al.*, 1989; KUPSCHUS & TREMAIN, 2001). Nesse ambiente dinâmico, tais parâmetros são governados principalmente pela descarga de água doce, correntes de maré e energia dos ventos, podendo variar horizontal e verticalmente em diferentes escalas de espaço e tempo, influenciando na distribuição da biota associada (DAY *et al.*, 1989; AKIN *et al.*, 2003; MOYLE & CECH, 1982).

Ambientes estuarinos possuem grande importância ecológica, devido à alta produtividade primária que resulta da rápida regeneração de nutrientes e aporte externo de nutrientes dos rios (RICKLEFS, 2003), formando a base da cadeia trófica, que é alimento para diversos organismos fluviais, estuarinos e marinhos (PASSAVANTE & KOENING, 1984). São ambientes que fornecem alimento e proteção contra predadores, pois são áreas rasas, com alta turbidez e elevada produção primária. Desta forma, favorecem o crescimento e a sobrevivência de larvas e juvenis, atuando assim como berçário e criadouro para diversas espécies de peixes, muitas destas com grande importância econômica para a pesca. (FLORES-VERDUGO *et al.*, 1990; PATERSON & WHITFIELD, 2000; MANDERSON *et al.*, 2004). Estes ambientes também contribuem com a produtividade primária dos oceanos devido à exportação de nutrientes (ODUM, 2004).

As espécies de peixes presentes no estuário podem ser classificadas em estuarino-residentes, as quais completam o ciclo de vida estuário; estuarino-transientes, as quais usam o estuário em alguma fase do desenvolvimento, geralmente na fase larval e juvenil, devido à proteção contra predadores e alta disponibilidade de alimentos, o que não é necessariamente uma dependência do ambiente estuarino, mas uma utilização oportunista; e visitantes-ocasionais, geralmente adultos que adentram no estuário para se alimentar (BLABER &

BLABER, 1980; DAY et al., 1989; POTTER et al., 1998; GREENWOOD & HILL, 2003; LOBRY et al., 2003).

A distribuição das espécies de peixes nos estuários é influenciada principalmente pelos gradientes físicos e químicos (MAES *et. al.*, 1998), profundidade (HYNDES *et. al.*, 1999), distância da desembocadura do estuário, obstruções na passagem dos fluxos de maré, velocidades das correntes (LONERAGAN *et. al.*, 1987; LONERAGAN *et. al.*, 1989), tolerância à salinidade (MARSHALL & ELLIOTT, 1998; WHITFIELD, 1999), temperatura (PETERSON & ROSS, 1991; JAUREGUIZAR *et. al.*, 2003; JAUREGUIZAR *et. al.*, 2004), turbidez (BLABER & BLABER, 1980; CYRUS & BLABER, 1992) e outras variações ambientais. Fatores ecológicos como relações interespecíficas e disponibilidade de alimento também influenciam na distribuição da ictiofauna (MACPHERSON & ROEL, 1987; GORDON *et. al.*, 1995; BARRY *et. al.*, 1996; AKIN *et. al.*, 2003). Os fatores ecológicos contribuem pra a formação ou eliminação de nichos nos estuários, mas são principalmente as variáveis ambientais que determinam a distribuição da ictiofauna. (Green, 1968; Blaber, 1997).

Os estuários ao redor do mundo são utilizados para atividades humanas como a pesca, turismo, atividades portuárias, atividade industrial e aquicultura, que implicam em construções de barragens e píeres, dragagens de canais para navegação, descarga de efluentes, aterramento de mangues e marismas, engorda de praias, entre outras atividades potencialmente impactantes para os peixes e outros organismos da biota associada (BLABER, 2000). As intervenções antrópicas no ambiente podem causar impactos tanto nos componentes bióticos (ex. abundância e biomassa de peixes) como nos abióticos (ex. correntes e turbidez) do ecossistema (WHITFIELD & ELLIOTT, 2002). Tais ações podem causar alterações nos recursos alimentares, distribuição, diversidade, reprodução, recrutamento, abundância, crescimento, sobrevivência e comportamento tanto das espécies de peixes residentes quanto das migratórias (Mc Dowall, 1988).

A integridade biológica de uma região ou ecossistema pode ser definida como “a capacidade de sustentação e manutenção de uma

comunidade de organismos balanceada, integrada e adaptada, tendo uma composição de espécies, diversidade e organização funcional, comparáveis àquelas de ambientes sem influência antrópica” (ANGERMEIER & KARR, 1994). O uso de indicadores ambientais tem se mostrado uma importante ferramenta para avaliar a qualidade ambiental de ecossistemas sem a necessidade de uma descrição complexa de sua estrutura. Tais indicadores podem ser definidos como medidas físicas, químicas e biológicas que melhor representam elementos chaves de um ecossistema (WARD *et al.*, 1998). Neste sentido existem diversas comunidades biológicas que vem sendo usadas como indicadores de qualidade de ambientes aquáticos, principalmente o macrobentos (SCHAEFFER *et al.*, 1985; KARR *et al.*, 1986; SIMON, 2000).

Recentemente, a ictiofauna tem recebido maior atenção como ferramenta para o biomonitoramento, sendo utilizada como importante indicador para a avaliação da condição ambiental. A relação direta e indireta entre as comunidades ictiofaunísticas e os impactos humanos nos estuários reforçam a escolha deste grupo taxonômico como um indicador biológico que pode auxiliar na formulação de objetivos de qualidade ambiental e ecológica, e estabelecer padrões de qualidade ambiental e ecológica para esses sistemas (FAUSCH *et al.*, 1990; DENNISON *et al.*, 1993). Na figura 1 pode-se observar um modelo de como os fatores ambientais influenciam nas variáveis ictiológicas.

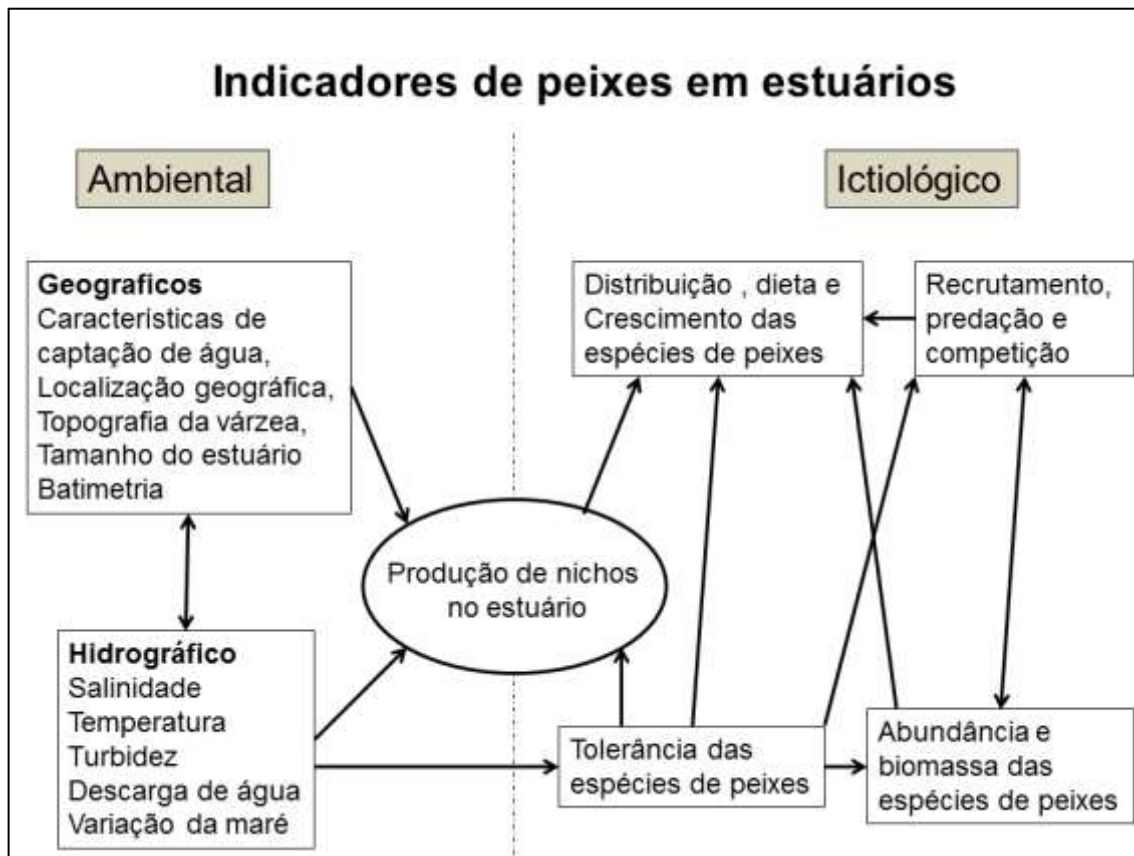


Figura 1: Modelo de interação entre variáveis ambientais e ictiológicas em estuários. (WHITFIELD & ELLIOTT, 2002).

A ictiofauna tem sido utilizada também como parte essencial na caracterização do meio biológico em estudos de impacto ambiental, relatórios de impacto ao meio ambiente (EIA-RIMA) e planos de controle ambiental (PCA). Estudos exigidos em processos de licenciamento ambiental para implantação de empreendimentos em ambientes aquáticos, como disposto na resolução CONAMA 1 (1986). Esta resolução também dispõe que: “ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental, o órgão estadual competente; ou a SEMA (Secretaria do Meio Ambiente) ou quando couber, o Município, fornecerá as instruções adicionais que se fizerem necessárias, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área”. Por outro lado, grande parte dos termos de referencia , quando existem, não deixam claro qual a metodologia que deve ser adotada em relação a como amostrar, quando

amostrar e por quanto tempo amostrar (IAP, 2011; IAP, 2013; IBAMA, 2006) Desse modo, não existe uma metodologia padrão para esses estudos, o que abre espaço para a escolha de metodologias pouco indicadas.

Na maioria dos casos, os processos de licenciamento são demorados e o custo dos estudos é pago pelo empreendedor que tem urgência em realizar o empreendimento. Desta forma, em alguns casos, as metodologias podem ser escolhidas devido ao baixo custo e pouco tempo de execução, o que pode levar a resultados inconclusivos, que muitas vezes não refletem a realidade.

No Paraná, o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) publicou em 2011 um termo de referencia contendo as diretrizes gerais para elaboração de EIA-RIMA, onde consta a necessidade da obtenção de dados primários e secundários. A única diretriz específica para a ictiofauna é apresentar uma tabela com família, espécie, origem e ocorrência (IAP, 2011). Desta forma, os procedimentos metodológicos para obtenção destes dados ficam a cargo do empreendedor e da equipe técnica, salvo em casos que sejam definidas diretrizes específicas.

Em outro termo de referencia, específico para o empreendimento “Novo Porto Terminais Portuários e Logística”, o IAP exige que para os dados biológicos sejam utilizadas metodologias de acordo com práticas científicas consagradas, mas não especifica que metodologias seriam essas. Também exige que a sazonalidade seja contemplada com a realização de no mínimo duas campanhas (inverno e verão) (IAP, 2013). Na natureza existem ciclos complexos e com diferentes escalas temporais e, com apenas duas campanhas, não é possível caracterizar uma comunidade de organismos e muito menos contemplar variações sazonais, principalmente em relação à ictiofauna. Para a obtenção de resultados mais confiáveis, contemplando a sazonalidade da ictiofauna de uma região, é ideal que seja tomada uma série temporal de dados mensais, por mais de um ano, para evitar anos com eventos estocásticos, como EL-Ninho por exemplo. Quanto maior a serie de dados, mais confiáveisl serão os resultados.

1.2 - Problematização

Na década de 1980, a empresa Techint, que atua na área de construção de plataformas continentais para a exploração do petróleo, veio a se instalar na porção norte do Balneário Pontal do Sul, município de Pontal do Paraná, em um local conhecido como Ponta do Poço, às margens da Baía de Paranaguá, juntamente com as empresas FEM e Tenenge (fig. 2). Devido a uma mudança na política industrial nas décadas seguintes essas empresas tiveram suas atividades paralisadas em Pontal do Paraná.



Figura 2: Foto do pátio de obras da Techint no ano de 1984 (TECHINT, 2010)

A partir do ano de 2003 a Techint retornou as suas atividades em Pontal do Paraná, quando houve uma obra para manutenção e reforços dos dolphins de amarração e do píer entre 2004 e 2005 para que até 2007 fosse construída uma plataforma PRA1, para exploração de petróleo (figs. 3, 4 e 5).



Figura 3: Foto do pátio de obras da Techint no ano de 2007 (TECHINT, 2010).



Figura 4: Plataforma PRA1 sobre a balsa de transporte (TECHINT, 2010).



Figura 5: Plataforma PRA1 instalada na Bacia de Campos (TECHINT, 2010).

No ano de 2012, as operações foram retomadas no pátio de obras de Techint para a construção de novas plataformas. Para possibilitar o desenvolvimento das atividades em Pontal do Paraná, foi necessário realizar uma dragagem em uma área de 724.310,77 m², entre o canteiro de obras até o canal da Galheta para que os navios de transporte das plataformas pudessem atracar no píer junto ao canteiro de obras. Essa dragagem ocorreu entre fevereiro e setembro de 2012, resultando em um volume de 279.681,79 m³ de sedimentos dragados que foram dispostos em terra e usados para ampliar o canteiro de obras (TECHINT, 2010, fig. 6).

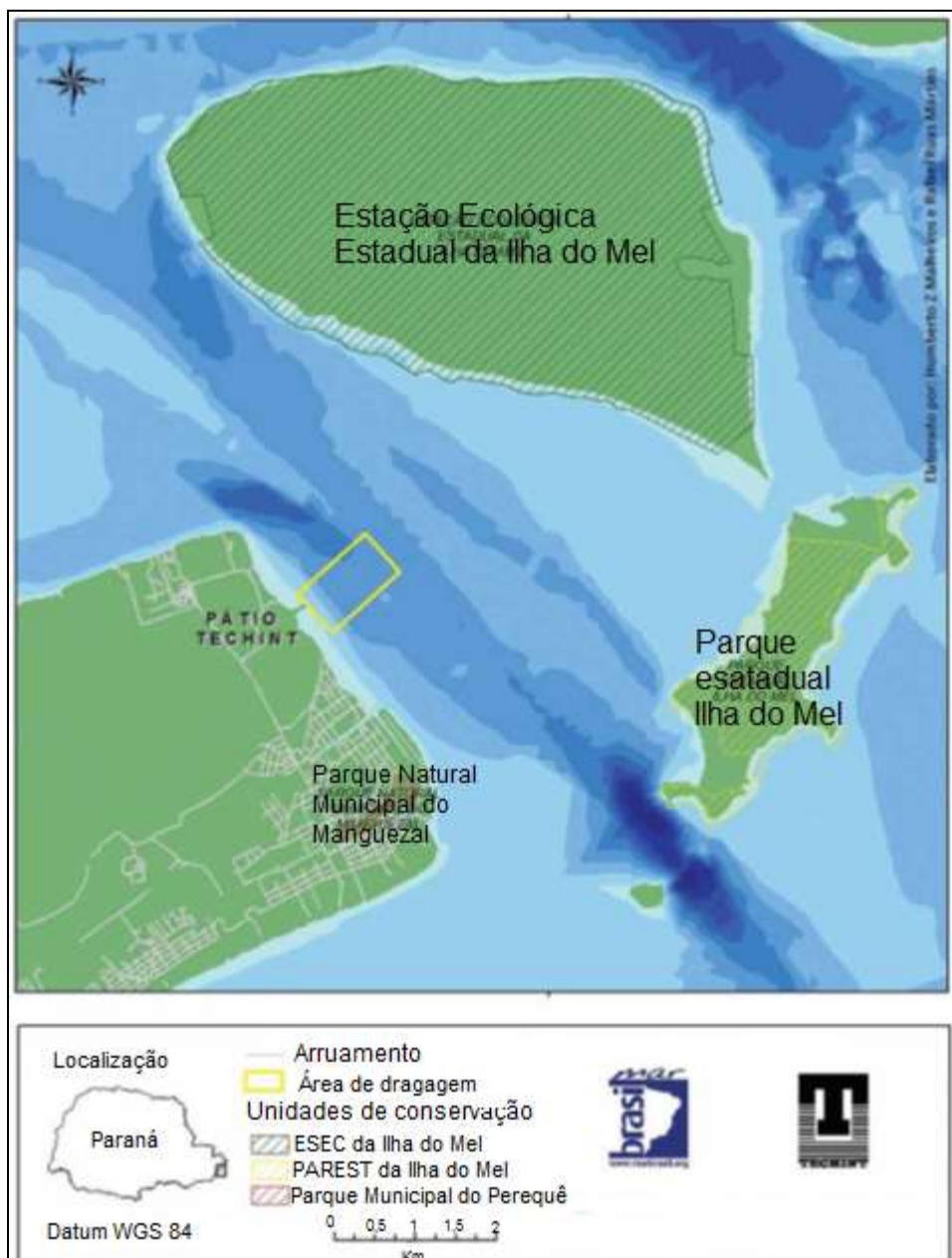


Figura 6: Mapa da Desembocadura Sul do Complexo Estuarino de Paranaguá, com a localização da área dragada e das unidades de conservação próximas ao empreendimento (Techint 2010).

Devido à atividade em questão causar alterações em habitats específicos, trazendo consequências diretas e indiretas aos ecossistemas e às comunidades locais. Foi elaborado um Plano de Controle Ambiental (PCA),

onde foram realizados os levantamentos das principais variáveis ambientais e biológicas na área afetada pelo empreendimento.

5.2.1 – PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL

Os dados apresentados a seguir, pertencem ao Plano de Controle Ambiental elaborado pela Techint S/A

5.2.1.1 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA

Segundo os dados obtidos entre 2002 e 2009, representados na figura 7, a maior média de pluviosidade ocorre no mês de janeiro, chegando a aproximadamente 450 mm e a menor média, em torno de 120 mm, ocorre no mês de junho. Esta variação está ligada à maior atividade de sistemas convectivos de mesoescala nos meses de verão, que são responsáveis por grande parte da pluviosidade no sul do Brasil (TECHINT, 2010).

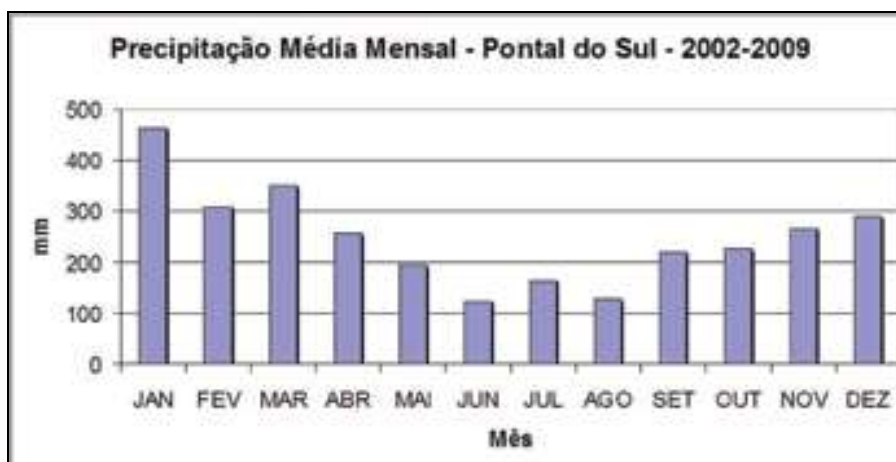


Figura 7: Precipitação média mensal entre os anos de 2002 e 2009 (TECHINT, 2010).

5.2.1.2 – HIDROGRAFIA

A variação de maré no CEP apresenta uma amplitude média de 1,5 m próxima à desembocadura e 2,2 m nos setores mais internos (Marone & Camargo, 1994).

Na Ponta do Poço, as velocidades máximas de correntes de maré alcançam 141 cm/s nos períodos de maré enchente (direção 270°) e 119 cm/s nos períodos de maré vazante (direção 75°). Neste local, as correntes de vazante tendem para sul, junto ao canal da Cotinga, concentrando o fluxo próximo à Ponta do Poço. Na enchente o fluxo tende para norte, concentrando o fluxo próximo canal da Galheta. As correntes de vazante são, em média, 10 a 15 % superiores às de enchente (Techint, 2010, fig. 8).

Pode-se dizer que existe um potencial erosivo neste local já que as correntes encontradas superam o limiar de ressuspensão para os sedimentos da baía de Paranaguá que se encontra entre 15 e 25 cm/s. Apesar desta constatação, o tema erosão deve ser tratado com cuidado nessa região, pois se tratam de processos complexos. Por outro lado, o nome Ponta do Poço foi dado a esse local devido à grande profundidade do local que sofre pouca variação ao longo do tempo (Techint 2010).

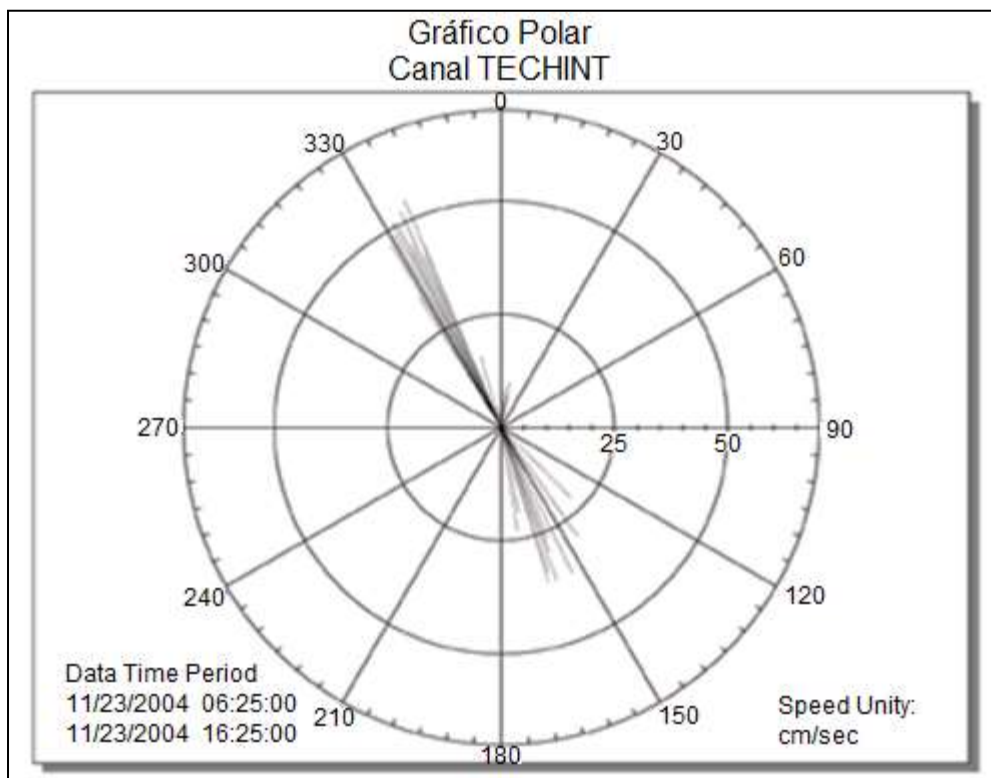


Figura 8: Diagrama polar da variabilidade das correntes de mare em um fundeio a frente do píer da Techint a 9 metros de profundidade (TECHINT, 2010).

No interior do CEP temperatura da água varia de acordo com as estações do ano, onde as maiores temperaturas ocorrem no verão e as menores no inverno. Por outro lado, a salinidade é fortemente influenciada pelos períodos de chuvas (entre novembro e março) e de secas (entre abril e outubro). O pequeno aporte médio de água doce dos rios apresenta variações de até duas ordens de grandeza entre as épocas de estiagem e as de chuva (Techint 2010).

Na Área próxima ao píer, a variação da salinidade acompanha a variação da maré (fig. 9), porém os valores mínimos de salinidade na região são sempre superiores a 22.

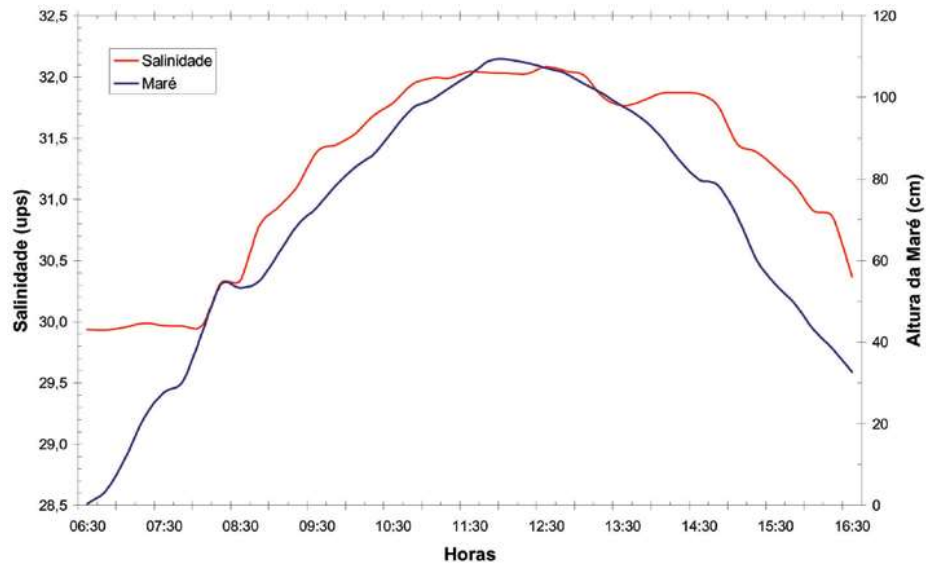


Figura 9: Variação temporal da salinidade em frente ao píer da Techint durante mais de meio ciclo das marés (~10 h) de sizígia em 11/2004. (TECHINT, 2010).

Os parâmetros granulométricos revelam que o substrato em torno do empreendimento é composto por areia fina, com ocorrência importante de areia média e, ao sul, ocorrência de areia muito fina e silte grosso (Techint 2010, fig. 10).

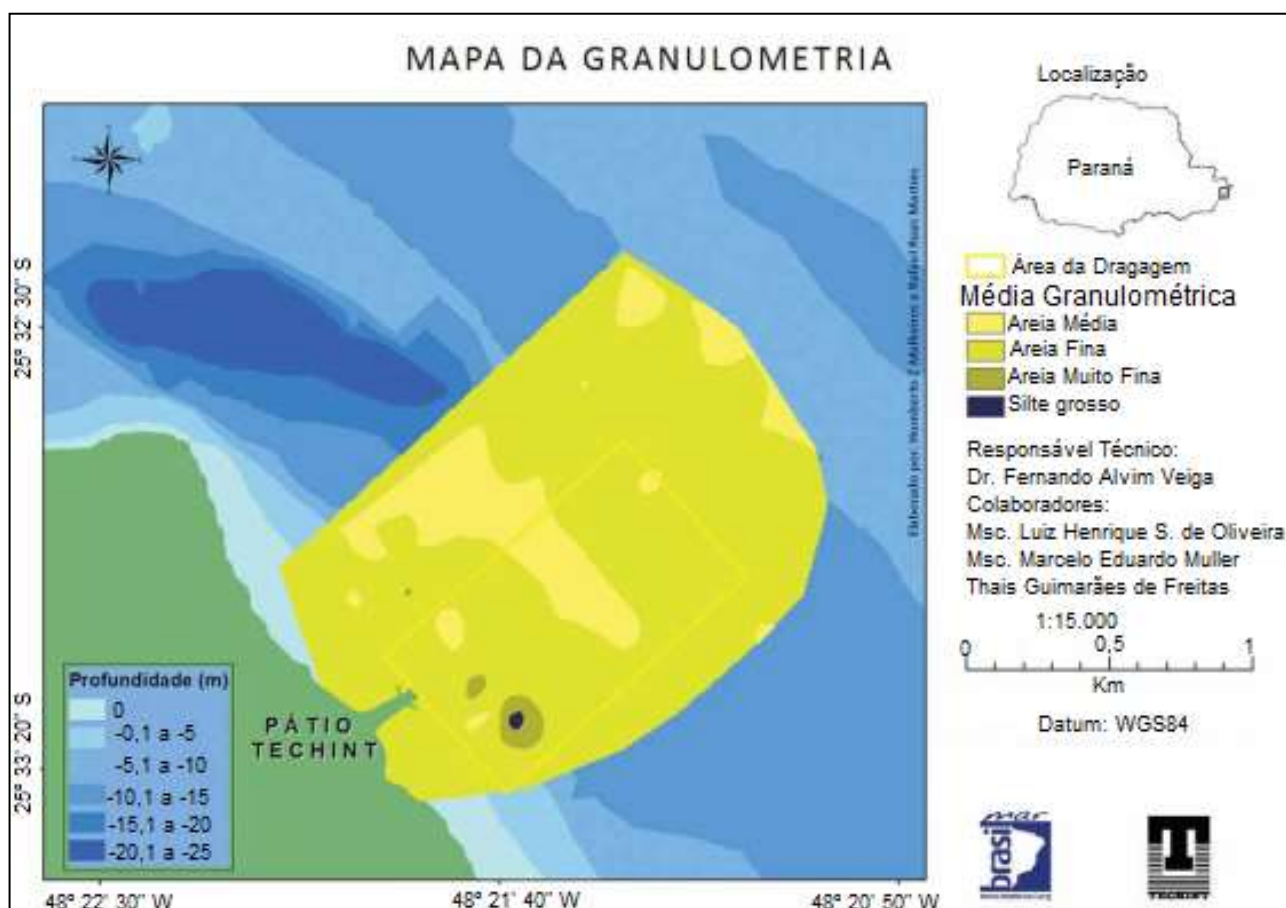


Figura 10: Mapa da distribuição dos valores de diâmetro médio na região do empreendimento (Techint 2010).

Os sedimentos das camadas mais profundas revelam que a grande parte destas camadas sedimentares são compostas de areias finas a médias, mas com ocorrência de uma fina camada entre 6,0 m a 7,0 m constituída por siltes arenosos acinzentados. Essas variações nas camadas sedimentares provavelmente estão relacionadas às variações pretéritas no nível médio do mar (Techint 2010).

Durante o processo de sedimentação, é comum que muitos elementos químicos poluentes sejam aprisionados junto à camada sedimentar, o que faz com que a concentração destes compostos seja maior no sedimento do que na coluna d'água. Durante as operações de dragagem pode ocorrer a liberação desses compostos para coluna d'água. Outra consequência do processo de dragagem para a coluna d'água é a ressuspensão de sedimentos que gera

aumento na turbidez e reduz a produção primária. Os sedimentos retirados durante a dragagem foram confinados e isolados em terra, o que evitou maior dispersão dos contaminantes na coluna d'água. Mas durante o processo de confinamento é necessária a criação de dutos para escorrer a água e secar o material. Essa água proveniente do material dragado também pode atuar como fonte de poluentes para a coluna d'água da região adjacente ao empreendimento. Neste contexto, os resultados obtidos na análise do material dragado revelaram que o único potencial poluente que apresentou concentrações acima do nível 1 da resolução CONAMA 344/04 foi o arsênio. Desta forma, o impacto gerado pela ressuspensão do material durante a dragagem deve ter sido local e de curto prazo (Techint 2010).

2 – JUSTIFICATIVA

A intensificação do processo de ocupação das margens do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) por empresas com atividades potencialmente impactantes, exige o desenvolvimento e aferição de protocolos simples e confiáveis para monitorar possíveis impactos na área do empreendimento. Os protocolos para a utilização da ictiofauna como indicador de qualidade ambiental foram desenvolvidos para regiões do hemisfério norte, existindo poucas tentativas com critérios científicos para avaliar e adequar os procedimentos descritos nestes protocolos na região objeto desse estudo. A utilização da ictiofauna como indicadora de qualidade ambiental é uma prática recente, porém promissora.

Os órgãos ambientais exigem que sejam feitos EIAs-RIMAs e PCAs para licenciar empreendimentos impactantes ao meio ambiente. Sendo assim é importante desenvolver protocolos para que esses estudos realmente possam identificar impactos ao meio ambiente e não sejam feitos apenas para cumprir as exigências.

A dragagem para aprofundamento do canal de acesso e a ampliação do pátio de obras da TECHINT S/A, localizado próximo à Ponta do Poço, na margem sul da desembocadura do CEP, se apresentam como atividades impactantes ao ecossistema local e também uma ótima oportunidade para avaliar a resposta da ictiofauna demersal aos efeitos causados por esses empreendimentos.

3 – HIPÓTESES

Hipótese de nulidade (H0) - Se a ictiofauna sofre influência da dragagem do canal de acesso, da construção e do funcionamento do píer da TECHINT, então espero encontrar diferenças significativas na composição da estrutura da fauna de peixes entre a área próxima ao píer e uma área sem obras de engenharia.

Hipótese alternativa (H1) - Se a ictiofauna não sofre influência da dragagem do canal de acesso, da construção e do funcionamento do píer da TECHINT, então não espero encontrar diferenças significativas na composição da estrutura da fauna de peixes entre a área próxima ao píer e uma área sem obras de engenharia.

4 – OBJETIVOS

4.1 – GERAL

Avaliar alterações na qualidade ambiental na área de influência da dragagem do canal de acesso e ampliação do píer da TECHINT S/A situado em Pontal do Sul, Pontal do Paraná-PR, utilizando a ictiofauna como indicador.

4.2 – ESPECÍFICOS

- a) Realizar inventário ictiofaunístico nas áreas do empreendimento e controle;
- b) Descrever as variações espaciais e temporais na estrutura da assembleia de peixes, quanto à abundância, riqueza e equitabilidade na área de impacto e na área controle;
- c) Identificar possíveis alterações que possam estar associadas a diferenças na qualidade ambiental;
- d) Identificar diferenças entre resultados obtidos com coletas mensais e resultados obtidos com coletas inverno / verão.

5– ÁREA DE ESTUDO

O complexo de Estuarino de Paranaguá está localizado na região centro norte do litoral paranaense, região subtropical do Brasil. É um sistema com extensão de 612 km² (ANGULO, 1992), composto por cinco corpos principais de água, as baías de Antonina, Paranaguá, das Laranjeiras, de Guaraqueçaba e de Pinheiros (LANA *et al.* 2001). A desembocadura é dividida em duas pela presença da Ilha do Mel que é de grande importância ecológica e turística para a região.

O clima da local pode ser classificado como subtropical úmido mesotérmico, o verão é quente e não existe uma estação seca definida. A umidade média é de 85% e a precipitação média anual é de 2500 mm. A estação chuvosa se inicia no fim da primavera, estendendo-se até o final do verão e começo do outono, quando se inicia a estação seca (LANA *et al.* 2001).

Neste presente trabalho foram utilizados os mesmos pontos amostrais dos Plano de Controle Ambiental da TECHINT S/A. Os arrastos foram realizados em dois setores amostrais (fig. 11), na porção médio-externa da baía de Paranaguá. O setor Impacto, onde será avaliado o impacto causado pelas obras de aprofundamento do canal de acesso, ampliação do píer e operação da unidade off-shore TECHINT S/A, está localizado na Ponta do Poço, em frente ao empreendimento, em Pontal do Sul, Pontal do Paraná. O setor Controle está localizado na margem nordeste da Ilha da Cotinga, a aproximadamente 4000 m do setor Impacto em direção ao interior do estuário.

Segundo LAMOUR (2007) os sedimentos que compõe o substrato dos setores Impacto e Controle possuem diâmetro médio variando entre areia fina e areia muito fina, com a quantidade de carbonato variando de 0 a 10%.

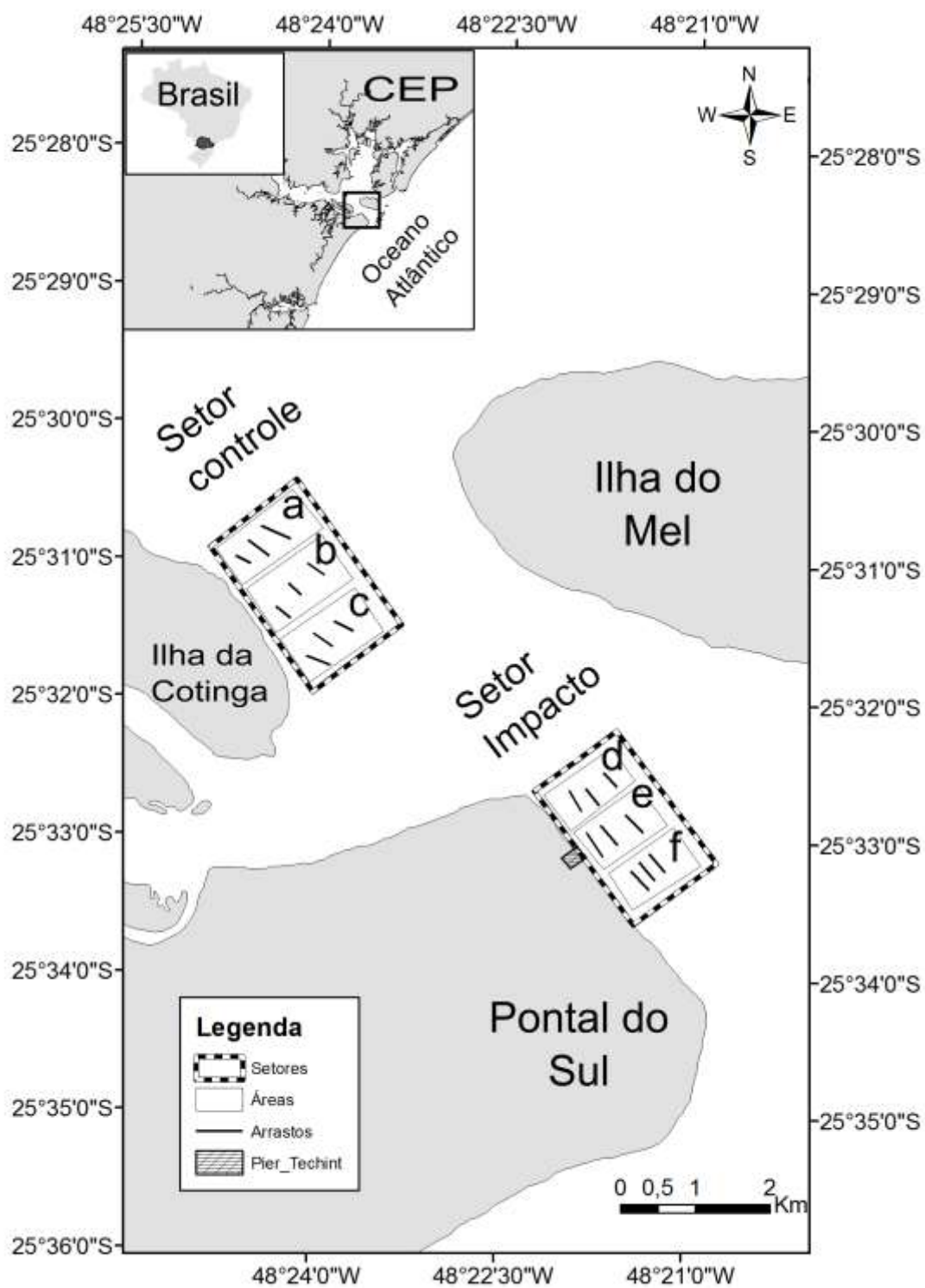


Figura 11: Mapa da área de estudo com a localização do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), dos setores (Impacto e Controle) e das áreas (a, b, c, d, e, f).

6 – MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 – PROGRAMA DE AMOSTRAGEM

Para o monitoramento da ictiofauna foram realizadas campanhas amostrais mensais durante 18 meses, iniciadas em março de 2012 e finalizadas agosto de 2013. Em cada campanha foram realizados 18 arrastos de fundo, sendo nove em frente ao píer da Techint S/A (área impacto) distribuídos igualmente nas adjacências e na área frontal do píer e outros nove arrastos na região frontal à Ilha da Cotinga (área controle) distribuídos em três áreas (fig.2).

Cada arrasto de fundo foi realizado durante 5 minutos em período diurno e durante a maré de quadratura. Cada campanha amostral resultou em 18 amostras da ictiofauna, totalizando 324 amostras ao final dos 18 meses. Simultaneamente aos arrastos de fundo, foram tomadas medidas de salinidade e temperatura da água de superfície e coordenadas geográficas dos pontos iniciais e finais de cada arrasto.

Na campanha amostral do mês de junho de 2013, foram realizadas coletas de sedimento de fundo utilizando uma draga busca fundo do tipo petite ponar. Os sedimentos foram coletados em seis pontos dentro de cada setor, sendo dois em cada área, onde os pontos foram escolhidos aleatoriamente, no intervalo entre cada arrasto. O ponto de coleta de cada amostra de sedimentos foi anotado no GPS para posterior inserção em software de geoprocessamento. Na mesma campanha amostral foram tomadas as medidas de profundidade a cada um minuto durante os arrastos utilizando um ecobatímetro.

Para os arrastos de fundo, foi utilizada uma rede com portas, modelo WingTrawl com as seguintes dimensões: tralha superior PES 5 mm, 8,62m de comprimento; tralha inferior PES 8mm, 10,43m de comprimento; peso do chumbo 27 unidades de 60 gramas = 1,62 kg; malha 13 mm, fio 210/09 nas

mangas e barriga; Malha 5 mm fio 210/12 no saco; duas portas retangulares de madeira vazada com 70 cm x 42 cm e 9,3 Kg cada. Essa rede foi tracionada com a canoa Coriollis do Centro de Estudos do Mar – UFPR, que possui 8 m de comprimento e 22 Hp de potencia.

5.4 – PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

Ainda em campo, os peixes capturados nos arrastos foram acondicionados em sacos plásticos e conservados em gelo. A identificação taxonômica a nível específico foi realizada, utilizando-se para isto os trabalhos de FIGUEIREDO (1977), FIGUEIREDO & MENEZES (1978, 1980, 2000), MENEZES & FIGUEIREDO (1980,1985) e BARLETTA & CORRÊA (1992). De cada exemplar (até no máximo 30 exemplares por espécie, por amostra) foram obtidos: o comprimento total (em mm - da ponta do focinho até a parte posterior da nadadeira caudal), comprimento padrão (em mm - da ponta do focinho até o final da coluna vertebral), peso (em g) e através de uma abertura longitudinal na região ventral foi feita a identificação macroscópica do sexo e do estágio de maturidade das gônadas, seguindo-se a escala de VAZZOLER (1996). Um exemplar de cada espécie identificada foi tombado na coleção do Laboratório de Ecologia de Peixes do Centro de Estudos do Mar - UFPR.

Em cada amostra de sedimentos foram feitas observações in situ, em relação à textura do sedimento, presença de matéria orgânica e presença de material carbonático. Em seguida foram feitas fotografias e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e mantidas sob refrigeração. No laboratório foram feitas análises granulométricas em um granulômetro laser *Microtrac, S3500 (Bluewave) SI Particle Size Analyzer Operation and Maintenance*, um módulo de análise a laser que visa classificar as partículas de uma amostra de sedimentos pelos seus respectivos tamanhos medindo as frações correspondentes a cada tamanho. As faixas de medição estão entre 0,02 e 2800 microns em fração laser. O granulômetro possui três feixes de

laser com ângulos distintos, onde os mesmos incidem nas partículas fazendo a leitura do diâmetro médio, desvio padrão, curtose e assimetria dos grãos. A recirculação dentro do aparelho pode ser feita a úmido ou a seco, variando de acordo com o tamanho das partículas e o resultado esperado. Esta recirculação dos grãos é realizada três vezes visando uma melhor leitura. O método de análise utilizado pelo Microtac S3500 (Bluewave) SI foi descrito por FOLK & WARD (1957). É utilizado o software Microtrac FLEX para as análises de tamanho de partículas (MICROTRAC, 2011).

Para determinar a porcentagem de carbonato e a porcentagem de matéria orgânica dos sedimentos cada amostra foi submetida ao ataque químico com ácido clorídrico (10%) e peróxido de hidrogênio (30%), respectivamente, por 12h à 24h (até que cessasse a reação) para eliminar todo carbonato e matéria orgânica. Em seguida os sedimentos foram lavados com água destilada, filtrados e colocados para secar novamente em estufa. Depois de secos os sedimentos foram pesados em uma balança com sensibilidade 10^{-3} para a obtenção do peso final. As porcentagens de carbonatos e matéria orgânica contida nos sedimentos foram calculadas pela diferença de peso das amostras antes e depois do ataque químico.

5.5 – PROCESSAMENTO DOS DADOS

Os dados biométricos foram introduzidos em matrizes para processamento nos programas estatísticos EXCEL, PRIMER-E e R. Foram aplicadas análises estatísticas para a interpretação dos dados da estrutura e composição da comunidade, índices ecológicos, riqueza e abundância de espécies, identificação de distúrbios na assembleia de peixes, nas escalas espaciais e temporais, buscando-se comparar a área impactada com a área controle.

As variações na abundância, na biomassa e no número de espécies foram analisadas com a PERMANOVA, uma análise multivariada, que utiliza

procedimentos de permutação com base em medidas de similaridade (ANDERSON *et al.*, 2008). Para tal, apenas os dados de abundância foram transformados por $\log(x + 1)$ e em seguida criada a matriz de similaridade utilizando Bray Curtis. O desenho amostral adotado foi um desenho misto com 3 fatores, sendo eles, 2 setores (fixo), 3 áreas aninhadas em cada setor (aleatório), e estações do ano (fixo). Em seguida foi executado a PERMANOVA Pair-wise, como análise a posteriori, utilizando os termos que apresentaram variação significativa (ANDERSON *et al.*, 2008).

Para que os resultados da PERMANOVA pudessem ser visualizados graficamente foi realizada uma Análise Canônica das Coordenadas Principais (CAP), resultando em agrupamentos gráficos através de permutações (ANDERSON *et al.*, 2008). Para O CAP, foram utilizadas as correlações de Sperman na determinação das principais espécies responsáveis pelos agrupamentos. Para selecionar essas espécies foi adotada, arbitrariamente, uma correlação acima de 0,4 ($p > 0,4$).

A variação dos parâmetros ambientais também foi analisada com a PERMANOVA. Os dados foram normalizados e a matriz de similaridade foi calculada utilizando a distância euclidiana. Foi utilizado o mesmo desenho amostral da análise dos parâmetros bióticos e também foi realizada a análise a posteriori PERMANOVA Pair-wise para os termos que apresentaram variação significativa (ANDERSON *et al.*, 2008). Para os parâmetros de salinidade e temperatura foram gerados gráficos comparativos entre os setores.

No intuito de visualizar agrupamentos formados com base nos parâmetros ambientais de salinidade e temperatura foi realizada a análise Distance-based linear models (DistLM) e Distance-based redundancy analysis (dbRDA) utilizando o procedimento Step-wise e com base no critério de AKAIKE. Essa análise permite fazer uma relação entre a matriz de abundância e um ou mais parâmetros ambientais. O gráfico DistLM apresenta a nuvem de amostras plotadas em relação aos vetores de salinidade e temperatura. As amostras que estão localizadas próximas à extremidade de um vetor estão relacionadas aos maiores valores dessa variável ambiental e as amostras opostas a esse vetor estão relacionadas aos menores valores desta mesma

variável. Ou seja, uma amostra que está próxima à extremidade do vetor de salinidade apresenta os maiores valores de salinidade (ANDERSON *et al.*, 2008).

Para avaliar se existe impacto nos setores amostrados foram plotadas as curvas de K-dominância comparando os dois setores, onde a curva mais elevada indica o setor com menor diversidade de espécies (CLARKE & WARWICK, 1994). Também foi plotada a curva de comparação entre abundância e biomassa (ABC), que determina o nível de impacto de uma área a partir do seguinte pressuposto:

Em uma área não impactada as espécies conservativas, de longo ciclo de vida e com grande tamanho de corpo raramente são dominantes numericamente, mas costumam ser dominantes em termos de biomassa. Por outro lado, as espécies oportunistas, com curto ciclo de vida, possuem um corpo pequeno e geralmente são dominantes numericamente, mas são pouco representativas para a biomassa da comunidade. Quando ocorre um impacto, as espécies conservativas são as mais afetadas, fazendo com que as espécies oportunistas se tornem dominantes também em relação à biomassa. Assim, uma área não impactada apresenta uma curva ABC com biomassa superior à abundância e, por outro lado, uma área com alto grau de impacto apresenta uma curva ABC com a abundância superior à biomassa. Quando o impacto é moderado os grandes competidores são eliminados, reduzindo assim diferença de tamanho entre as espécies dominantes em tamanho e as espécies dominantes em biomassa. Neste caso as curvas de biomassa e abundância ficam próximas e podem se cruzar uma ou mais vezes (CLARKE & WARWICK, 1994).

No gráfico da curva ABC o eixo x é formado pelo ranque das espécies em ordem de importância em termos de abundância ou biomassa em escala logarítmica e o eixo y pela porcentagem de dominância em escala acumulativa.

A curva ABC pode ser resumida na estatística W, onde:

$$W = \sum_{i=1}^s (B_i - A_i) / [50(S - 1)]$$

Assim a estatística W varia entre -1 e 1, onde os valores que se aproximam de -1 indicam grande impacto, os valores próximos a 1 indicam nenhum impacto e os valores próximos a 0 indicam impacto moderado. É importante ter cautela quando usar a estatística W , pois grande parte da informação pode ficar omitida devido a essa simplificação (CLARKE & WARWICK, 1994).

Um problema da curva ABC é o fato da informação presente depende fortemente da espécie dominante. A captura inesperada de um cardume com grande quantidade de juvenis de uma espécie, por exemplo, pode dar a falsa impressão de impacto. Em um impacto real a curva ABC não é afetada pela retirada de uma ou duas das espécies mais dominantes. Para solucionar esse problema é recomendado fazer uma curva de dominância parcial, que desconsidera a primeira espécie ranqueada. Se a área for realmente impactada a curva de dominância parcial de abundância e biomassa apresenta a linha da abundância acima da biomassa em grande parte do gráfico, mostrando que não só a espécie dominante, mas também toda a comunidade é afetada pelo impacto (CLARKE & WARWICK, 1994).

A análise MVDISP tem como resultado dois valores de dispersão, a dispersão relativa e o índice de dispersão multivariado (IMD). A dispersão relativa define a variabilidade relativa dentro de cada grupo, os maiores valores correspondem às maiores variações dentro do grupo. O IMD permite uma análise entre as similaridades das amostras de uma área controle com as similaridades de uma área impactada. O IMD possui valor máximo de +1 quando todas as similaridades entre as amostras da área impactada forem menores do que todas as similaridades das amostras da área controle. O caso inverso retorna um IMD próximo a -1 e os valores próximos a 0 implicam em nenhuma diferença entre as áreas.

A partir da tabela de abundância de espécies por ponto de coleta foi calculada uma matriz de porcentagem de indivíduos representantes de guildas de uso e guildas alimentares por ponto de coleta. Também foi gerada uma matriz de presença e ausência de espécies e famílias por ponto, através de combinação binária 0/1. A partir destas matrizes foram calculadas matrizes

individuais de similaridade com base no índice de similaridade de Bray-Curtis (CLARKE & WARWICK, 2001). Com base nessas matrizes, foram construídos escalonamentos métricos não paramétricos (nMDS) para verificar se há um agrupamento da fauna conforme os setores Controle e Impacto. No caso de verificação de agrupamentos, os grupos identificados em cada escalonamento foram testados através da análise de similaridade (ANOSIM). Além do nível de significância, o teste ANOSIM fornece o valor de R, que fornece o grau de separação entre os grupos. O valor de R varia de 0 a 1 (se $R > 0.75$, os grupos são claramente distintos; se $R > 0.5$, os grupos se sobrepõem, mas são claramente diferentes; se $R < 0.25$, os grupos são tipicamente indistinguíveis; CLARKE & GORLEY, 2006). A partir desta análise é possível verificar se os grupos formados pela fauna se agrupam e se são claramente distintos entre si conforme os setores Controle e Impacto. Nos casos de grupos distintos aplicou-se a análise de similaridade de percentagens (SIMPER) para identificar as famílias, espécies e guildas responsáveis por tais diferenças (CLARKE & WARWICK, 2001).

Para verificar se existem diferenças na estrutura taxonômica entre os setores Impacto pré-dragagem 2012, Impacto pós-dragagem 2012 e Controle pós-dragagem 2012 foram calculados os índices de Distinção Taxonômica Média ($AvTD, \Delta^+$) e da Variação na Distinção Taxonômica ($VarTD, \Lambda^+$). Esses índices são úteis por permitirem comparar dados com esforços amostrais distintos. Eles são calculados com base na presença e ausência de espécies e a distância taxonômica entre elas. Os dados coletados são comparados com uma lista de todas as espécies encontradas na região e plotados em um gráfico com um intervalo de confiança de 95%. As amostras que caírem fora desse intervalo de confiança indicam mudança na estrutura da comunidade (Clarke & Warwick, 2001). Os dados do setor Impacto pré-dragagem 2012 foram coletados entre outubro de 1999 e setembro de 2000 e fazem parte da base de dados do Laboratório de Ecologia de Peixes do Centro de Estudos do Mar da UFPR.

6 – RESULTADOS

6.1 – DADOS AMBIENTAIS

A temperatura da água variou de 15° C a 28°C, apresentando um padrão sazonal bem marcado, onde as menores temperaturas ocorreram no inverno e as maiores temperaturas ocorreram no verão. O resultado da PERMANOVA mostra que a temperatura não varia entre os setores e nem entre as áreas amostradas dentro de cada setor (tab. 1). A variação ocorre apenas entre as estações do ano, onde a primavera (média = 21,8 ± 1,7) e o outono (média = 22,3 ± 1,1) apresentaram temperaturas intermediárias e similares, o inverno (média = 17,8 ± 1,7) apresentou temperaturas mais baixas e o verão (média = 26 ± 1,3) apresentou as temperaturas mais elevadas, confirmando padrão de variação sazonal (fig. 12).

Tabela 1: PERMANOVA da temperatura da água. ES = Estação do ano; Se = Setor; Ár = Área.

Fonte	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Permutações únicas
Es	3	254,28	84,759	416,61	0,0001	9959
Se	1	4,00E-02	4,00E-02	0,28733	0,5955	119
Ár(Se)	4	0,55525	0,13881	0,67408	0,6029	9953
EsxSe	3	0,11636	3,88E-02	0,19065	0,901	9953
EsxÁr(Se)	12	2,4411	0,20342	0,98782	0,4633	9912
Res	300	61,779	0,20593			
Total	323	323				

A salinidade da água variou entre 21 e 35. A variação da salinidade parece não estar relacionada com as estações do ano, e sim refletir os períodos secos e chuvosos (fig. 12). No período seco, que ocorre entre o fim do outono e o começo da primavera, foram observados os maiores valores de salinidades e no período chuvoso, que ocorre entre o fim da primavera e o começo do outono, foram observados os menores valores de salinidade, o que era esperado por se tratar de um estuário que concentra o escoamento de água fluvial da região.

O resultado da PERMANOVA indica que existem diferenças significativas na salinidade entre as estações do ano, entre os setores e também na interação das estações com as áreas dentro de cada setor (Tab. 2). Em relação às estações do ano pode se observar que o outono (média = $29,9 \pm 2,4$) não difere do inverno (média = $31,3 \pm 1,2$) e nem do verão (média = $28,9 \pm 3,3$), enquanto o inverno é diferente do verão e a primavera (média = $32,4 \pm 1,0$) é diferente do outono, do inverno e do verão (tab. 3). Pode ser observado tanto no resultado da PERMANOVA, quanto no gráfico comparativo que o setor Impacto apresenta maior salinidade que o setor Controle (fig. 12). Na interação entre estação e área foram significativas as diferenças entre o controle jusante (média = $26,8 \pm 2,8$) e as outras duas áreas controle, controle montante (média = $29,1 \pm 1,3$) e controle central (média = $29,7 \pm 1,3$) apenas no outono (tab. 4).

Tabela 2: PERMANOVA da salinidade da água. ES = Estação do ano; Se = Setor; Ár = Área.

Fonte	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Permutações únicas
Es	3	86,525	28,842	18,024	0,0001	9937
Se	1	33,028	33,028	58,485	0,096	120
Ár(Se)	4	2,2586	0,56466	0,97321	0,4215	9961
EsxSe	3	3,4681	1,156	0,72243	0,5585	9960
EsxÁr(Se)	12	19,324	1,6103	2,7755	0,0014	9934
Res	300	174,06	0,5802			
Total	323	323				

Tabela 3: PERMANOVA PAIR-WISE da salinidade, para o termo Estação do ano.

Grupos	t	P(perm)	Permutações
			únicas
Outono, Inverno	2,4116	0,0699	9876
Outono, Primavera	3,994	0,0162	9915
Outono, Verão	2,5971	0,0599	9859
Inverno, Primavera	20,511	0,0009	9749
Inverno, Verão	10,314	0,0023	9776
Primavera, Verão	11,815	0,0016	9720

Tabela 4: PERMANOVA PAIR-WISE da salinidade, para o termo interação entre área e estação do ano referente à estação outono no setor controle.

Grupos	t	P(perm)	Permutações
			únicas
a,b	0,28928	0,8188	30
b, c	3,9022	0,0005	64
a, c	4,3243	0,0003	64

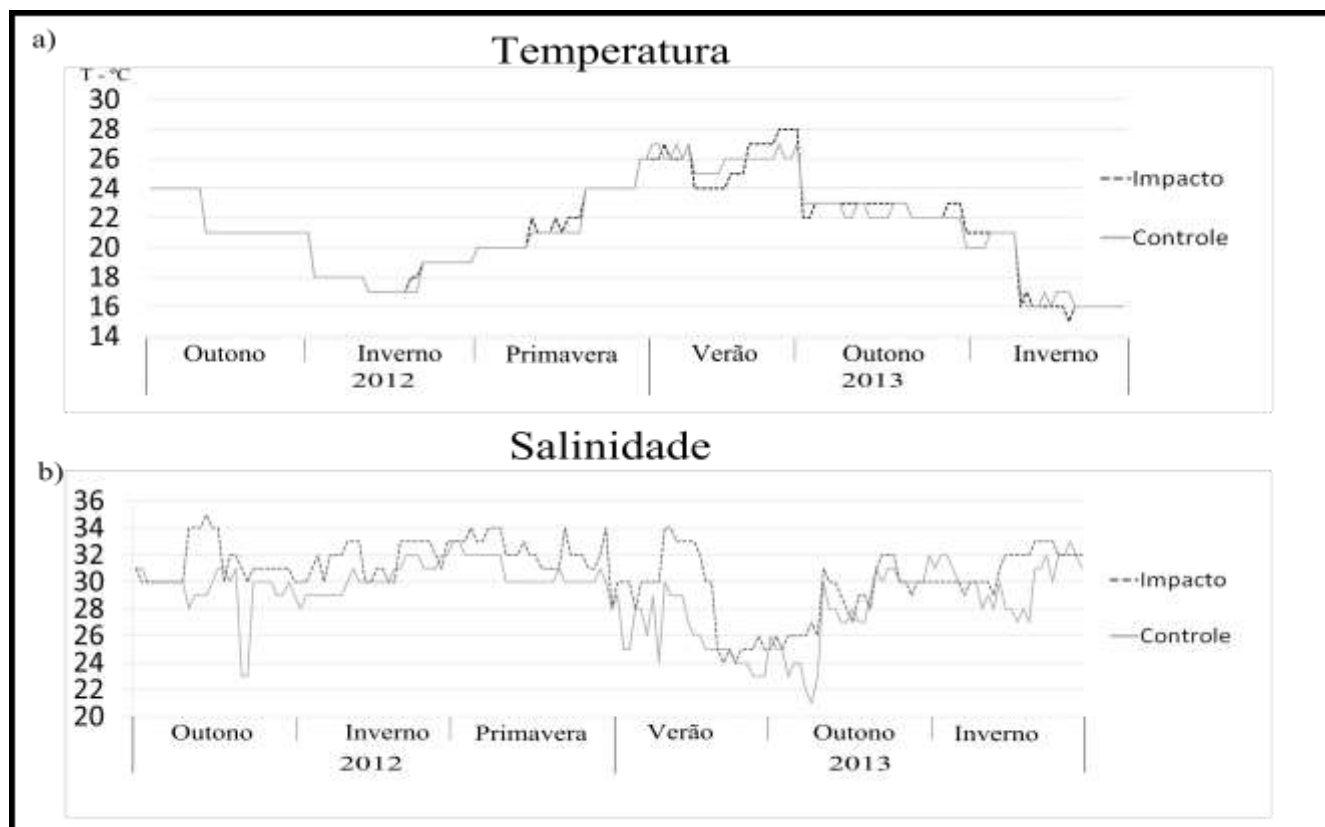


Figura 12: Gráfico de linha mostrando a variação na temperatura (a) e na salinidade (b) da água de superfície no setor Impacto e no setor Controle.

O gráfico DistLM mostra uma clara divisão das estações do ano em relação à temperatura, onde as amostras de verão estão na direção do vetor de temperatura, indicando as maiores temperaturas; as amostras de inverno estão opostas a esse vetor, indicando menores temperaturas e a primavera e o outono estão misturados próximo à raiz desse vetor, indicando temperaturas intermediárias. É possível perceber uma divisão dos setores em relação à salinidade, onde os pontos do setor Impacto estão mais próximos ao vetor da salinidade, indicando maiores valores de salinidade nesse setor e os pontos do Controle estão opostos a esse vetor, indicando menores valores de salinidade nesse setor (fig. 13).

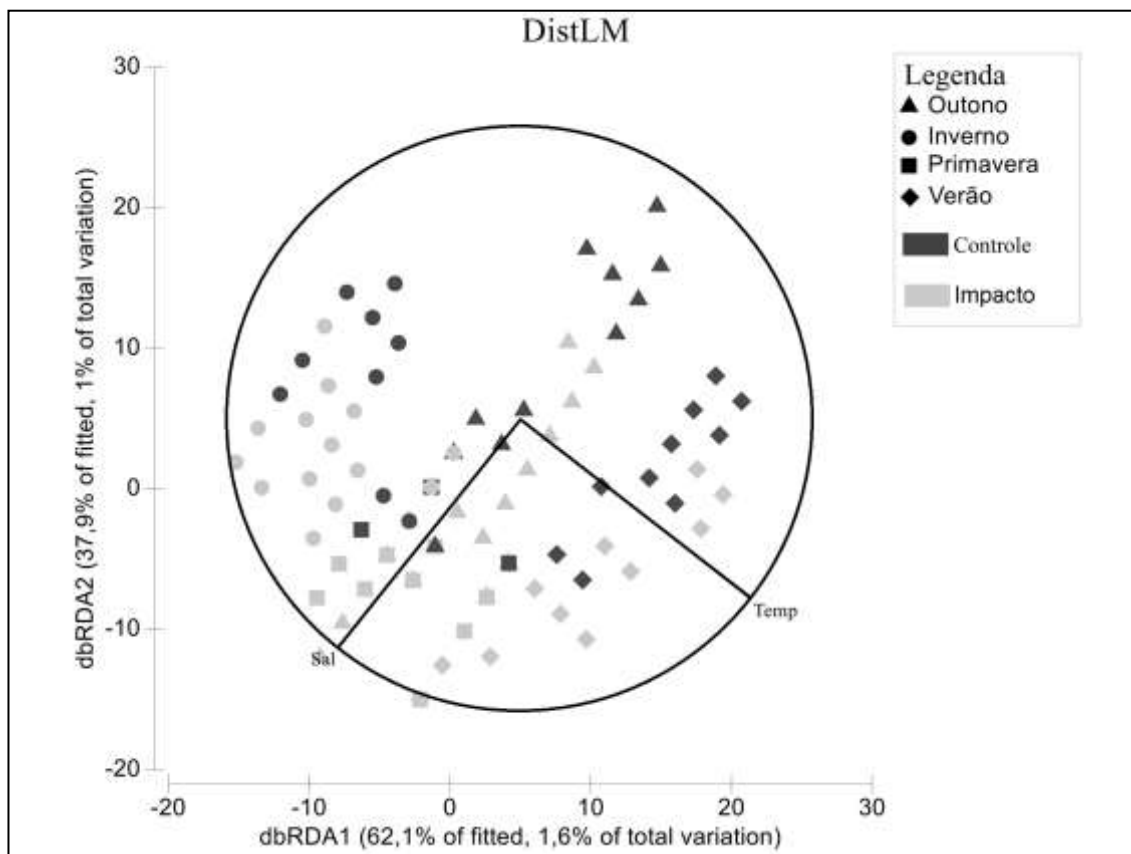


Figura 13: Gráfico DistLM dbRDA mostrando os agrupamentos das amostras em relação aos parâmetros de salinidade e temperatura.

Das 12 amostras de sedimentos coletadas 11 foram classificadas como areia fina e 1 amostra, coletada em frente ao píer da Techint, foi classificada como areia média. O grau de seleção de 10 das 12 amostras foi moderadamente selecionado e as outras 2 amostras, uma de cada setor, apresentaram grau de seleção bem selecionado. A matéria orgânica presente no sedimento variou de 0,7% a 2,16% e o carbonato de cálcio variou de 0,1% a 3,46% (tab. 5). Estes resultados mostram que o que o substrato dos dois setores é bastante similar. A única diferença encontrada foi constatada pela análise macroscópica, nas amostras coletadas no setor Impacto foram encontradas pelotas de lama variando de 0,5 cm a 5,0 cm aproximadamente, que também foram capturadas pelas redes de arrasto. Essas pelotas podem não ter sido analisadas pelo granulômetro devido aos procedimentos de aleatorização e também devido à pequena quantidade de sedimentos usada para fazer a análise.

Tabela 5: Resultados dos parâmetros granulométricos.

setor	área	Média	Grau de seleção	Assimetria	% finos	%M.O.	% CaCO ₃	
Controle	monrtante	areia fina	bem selecionado	positiva		0	1,56	0,49
Controle	montante	areia fina	moderadamente selecionado	positiva		0	1,24	1,06
Controle	centro	areia fina	moderadamente selecionado	positiva		3,63	0,88	0,89
Controle	centro	areia fina	moderadamente selecionado	aproximadamente simétrica		8,18	1,04	0,65
Controle	jusante	areia fina	moderadamente selecionado	aproximadamente simétrica		0	1,08	3,46
Controle	jusante	areia fina	moderadamente selecionado	aproximadamente simétrica		18,89	2,16	1,16
Impacto	monrtante	areia fina	bem selecionado	positiva		0	1,52	1,82
Impacto	montante	areia fina	moderadamente selecionado	positiva		3,37	0,92	0,1
Impacto	centro	areia fina	moderadamente selecionado	positiva		0	1,71	0,95
Impacto	centro	areia média	moderadamente selecionado	positiva		0	0,78	0,56
Impacto	jusante	areia fina	moderadamente selecionado	positiva		0	1,42	0,6
Impacto	jusante	areia fina	moderadamente selecionado	positiva		0	1,88	1,09

No setor Controle, as profundidades variaram de 3,7 m a 6,8 m, com média de 5,7 m, enquanto no setor Impacto as profundidades variaram de 4,9 m a 13 m com média de 10,3 m. No setor impacto os pontos mais rasos estavam mais afastados do píer, provavelmente onde não foi dragado.

6.2 – ICTIOFAUNA

Em 18 meses de coleta foram realizados 324 arrastos e capturados 3283 peixes pertencentes a 27 famílias e 63 espécies. Das famílias encontradas, 5 apresentaram o número de espécies acima de 3, foram elas Sciaenidae com 11 espécies, Paralichthyidae com 6 espécies, Haemulidae com 5 espécies, Carangidae e Ariidae com 4 espécies cada (Tabela 6). Em termos percentuais, 83,8% da captura foi composto pelas famílias Haemulidae (47%), Gerreidae (10,6%), Sciaenidae (10,2%), Paralichthyidae (6%), Tetraodontidae (5,7%) e Carangidae (4,2%).

No nível de espécies, 17 apresentaram abundância percentual maior que 1%, foram elas, *Pomadasys corvinaeformis* (46,5%), *Eucinostomus argenteus* (10,5%), *Etropus crossotus* (5,0%), *Chloroscombrus chrysurus* (4,2%), *Sphoeroides greeleyi* (3,6%), *Diplectrum radiale* (3,4%), *Prionotus punctatus* (2,9%), *Menticirrhus americanus* (2,7%), *Achirus lineatus* (1,9%), *Cynoscion leiarchus* (1,9%) *Chirocentrodon bleekermanus* (1,8%), *Menticirrhus littoralis* (1,6%), *Micropogonias furnieri* (1,5%), *Genidens genidens* (1,4%), *Stellifer rastrifer* (1,4%), *Chilomycterus spinosus* (1,2%), *Sphoeroides testudineus* (1,1%). Estas espécies representam 93% dos peixes amostrados. As outras 46 espécies, com ocorrência menor que 1% cada, podem ser consideradas ocasionais (Tabela 6).

Das 63 espécies capturadas, 51 foram capturadas no setor Controle e 45 no setor Impacto. Foram exclusivas no setor Controle as espécies *Albula vulpes*, *Anchoa tricolor*, *Citharichthys* sp, *Dasyatis guttata*, *Diplectrum formosum*, *Eucinostomus melanopterus*, *Haemulon steindachneri*, *Hippocampus reidi*, *Isopisthus parvipinnis*, *Microgobius meeki*, *Micropogonias furnieri*, *Oligoplites saurus*, *Paralichthys brasiliensis*, *Paralichthys orbignyana*, *Selene setapinnis*, *Stephanolepis hispidus*, *Syngnathus folletti*, *Synodus* sp. No Setor Impacto, foram exclusivas as espécies *Archosargus rhomboidalis*, *Astrocopus y-graecum*, *Cathorops spixii*, *Cynoscion jamaicensis*, *Cynoscion microlepidotus*, *Diapterus rhombeus*, *Macrodon ancylodon*, *Notarius grandicassis*, *Ogcocephalus vespertilio*, *Selene vômer*, *Syngnathus* sp. e *Urophycis brasiliensis* (Tabela 6).

Tabela 6: Frequência absoluta e relativa por espécie, setor de coleta e estações do ano, listados por ordem alfabética de família (f.a. = frequência absoluta e % = frequência relativa).

Família / Espécie	Controle								Con. Total	Impacto								Imp. Total	Total Geral			
	Inverno		Primavera		Verão		Outono			Inverno		Primavera		Outono		Verão			f.a.	%		
	f.a.	%	f.a.	%	f.a.	%	f.a.	%		f.a.	%	f.a.	%	f.a.	%	f.a.	%					
Achiridae																						
<i>Achirus declivis</i>	2	0,061							2	0,061							2	0,061	2	0,061	4	0,122
<i>Achirus lineatus</i>	15	0,457	9	0,274	20	0,609	14	0,426	58	1,767	1	0,03			4	0,122	1	0,03	6	0,183	64	1,949
Albulidae																						
<i>Albula vulpes</i>					1	0,03			1	0,03											1	0,03
Ariidae																						
<i>Aspistor luniscutis</i>							1	0,03	1	0,03							1	0,03	1	0,03	2	0,061
<i>Cathorops spixii</i>														3	0,091	1	0,03	4	0,122	4	0,122	
<i>Genidens genidens</i>	18	0,548	5	0,152	6	0,183	15	0,457	44	1,34	1	0,03					1	0,03	2	0,061	46	1,401
<i>Notarius grandicassis</i>														1	0,03			1	0,03	1	0,03	
Carangidae																						
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	1	0,03			3	0,091	97	2,955	101	3,076	7	0,213	5	0,152	19	0,579	4	0,122	35	1,066	136	4,143
<i>Oligoplites saurus</i>			1	0,03					1	0,03											1	0,03
<i>Selene setapinnis</i>	1	0,03							1	0,03											1	0,03
<i>Selene vomer</i>														2	0,061			2	0,061	2	0,061	
Clupeidae																						
<i>Chirocentrodon bleekermanus</i>			2	0,061	1	0,03	47	1,432	50	1,523					4	0,122	4	0,122	8	0,244	58	1,767
<i>Sardinella brasiliensis</i>					1	0,03			1	0,03		2	0,061					2	0,061	3	0,091	
Cynoglossidae																						
<i>Symphurus tessellatus</i>					6	0,183	1	0,03	7	0,213					1	0,03			1	0,03	8	0,244
Dasyatidae																						
<i>Dasyatis guttata</i>			1	0,03					1	0,03											1	0,03
Diodontidae																						
<i>Chilomycterus spinosus</i>	17	0,518	2	0,061	4	0,122	9	0,274	32	0,975	1	0,03	2	0,061	5	0,152			8	0,244	40	1,218
Engraulidae																						
<i>Anchoa sp.</i>	1	0,03			1	0,03			2	0,061							1	0,03	1	0,03	3	0,091
<i>Anchoa tricolor</i>					1	0,03			1	0,03											1	0,03
Ephippidae																						
<i>Chaetodipterus faber</i>			7	0,213	5	0,152	10	0,305	22	0,67	1	0,03	1	0,03	6	0,183	2	0,061	10	0,305	32	0,975
Gerreidae																						
<i>Diapterus rhombeus</i>											1	0,03							1	0,03	1	0,03
<i>Eucinostomus argenteus</i>	114	3,472	31	0,944	20	0,609	86	2,62	251	7,645	43	1,31	5	0,152	48	1,462			96	2,924	347	10,57
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	1	0,03							1	0,03											1	0,03
Gobiidae																						
<i>Microgobius meeki</i>	1	0,03			3	0,091			4	0,122											4	0,122
Haemulidae																						
<i>Conodon nobilis</i>					4	0,122			4	0,122					1	0,03			1	0,03	5	0,152
<i>Genyatremus luteus</i>					3	0,091			3	0,091	1	0,03							1	0,03	4	0,122
<i>Haemulon steindachneri</i>			1	0,03					1	0,03											1	0,03
<i>Orthopristis ruber</i>	1	0,03							1	0,03	1	0,03			1	0,03			2	0,061	3	0,091
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	762	23,21			27	0,822	735	22,39	1524	46,42	1	0,03			3	0,091			4	0,122	1528	46,54
Lutjanidae																						
<i>Lutjanus synagris</i>	2	0,061			2	0,061			4	0,122	1	0,03			3	0,091			4	0,122	8	0,244
Monacanthidae																						
<i>Stephanolepis hispidus</i>							1	0,03	1	0,03											1	0,03

Continua

TABELA 6: Frequência absoluta e relativa por espécie, setor de coleta e estações do ano, listados por ordem alfabética de família (f.a. = frequência absoluta e % = frequência relativa).

Continuação

Família / Espécie	Controle								Con. Total	Impacto								Imp. Total		Total Geral		
	Inverno		Primavera		Verão		Outono			Inverno		Primavera		Outono		Verão		f.a.	%	f.a.	%	
	f.a.	%	f.a.	%	f.a.	%	f.a.	%		f.a.	%	f.a.	%	f.a.	%							
Ogcocephalidae																						
<i>Ogcocephalus vespertilio</i>														1	0,03			1	0,03	1	0,03	
Paralichthyidae																						
<i>Citharichthys arenaceus</i>			4	0,122	3	0,091	1	0,03	8	0,244	2	0,061	1	0,03	4	0,122	1	0,03	8	0,244	16	0,487
<i>Citharichthys sp.</i>					1	0,03			1	0,03											1	0,03
<i>Citharichthys spilopterus</i>					8	0,244	1	0,03	9	0,274	1	0,03	1	0,03					2	0,061	11	0,335
<i>Etropus crossotus</i>	46	1,401			57	1,736	33	1,005	136	4,143	8	0,244	1	0,03	21	0,64			30	0,914	166	5,056
<i>Paralichthys brasiliensis</i>					1	0,03			1	0,03											1	0,03
<i>Paralichthys orbignyana</i>	1	0,03					2	0,061	3	0,091											3	0,091
Phycidae																						
<i>Urophysis brasiliensis</i>											1	0,03							1	0,03	1	0,03
Rhinobatidae																						
<i>Rhinobatos percellens</i>	1	0,03					1	0,03	2	0,061	2	0,061					1	0,03	3	0,091	5	0,152
Sciaenidae																						
<i>Ctenosciaena gracilicirrus</i>			9	0,274					9	0,274					1	0,03	2	0,061	3	0,091	12	0,366
<i>Cynoscion Jamaicensis</i>															1	0,03			1	0,03	1	0,03
<i>Cynoscion leiarchus</i>	8	0,244	8	0,244	19	0,579	12	0,366	47	1,432					13	0,396	2	0,061	15	0,457	62	1,889
<i>Cynoscion microlepidotus</i>															2	0,061			2	0,061	2	0,061
<i>Isopisthus parvipinnis</i>							7	0,213	7	0,213											7	0,213
<i>Macrodon ancylodon</i>																	1	0,03	1	0,03	1	0,03
<i>Menticirrus americanus</i>	9	0,274	5	0,152	14	0,426	24	0,731	52	1,584	19	0,579	2	0,061	10	0,305	4	0,122	35	1,066	87	2,65
<i>Menticirrus littoralis</i>	2	0,061	6	0,183	31	0,944	1	0,03	40	1,218	9	0,274	1	0,03	2	0,061	1	0,03	13	0,396	53	1,614
<i>Menticirrus sp.</i>	1	0,03	2	0,061	2	0,061	2	0,061	7	0,213	3	0,091			1	0,03	3	0,091	7	0,213	14	0,426
<i>Micropogonias furnieri</i>	1	0,03	46	1,401	2	0,061	1	0,03	50	1,523											50	1,523
<i>Stellifer rastrifer</i>					1	0,03			1	0,03					39	1,188	6	0,183	45	1,371	46	1,401
Serranidae																						
<i>Diplectrum formosum</i>					1	0,03			1	0,03											1	0,03
<i>Diplectrum radiale</i>	21	0,64			1	0,03	32	0,975	54	1,645	28	0,853	3	0,091	26	0,792	1	0,03	58	1,767	112	3,412
Sparidae																						
<i>Archosargus rhomboidalis</i>													1	0,03					1	0,03	1	0,03
Syngnathidae																						
<i>Hippocampus reidi</i>	2	0,061			1	0,03			3	0,091											3	0,091
<i>Syngnathus folletti</i>			1	0,03					1	0,03											1	0,03
<i>Syngnathus sp.</i>											1	0,03							1	0,03	1	0,03
Synodontidae																						
<i>Synodus foetens</i>	7	0,213			8	0,244	7	0,213	22	0,67	1	0,03			5	0,152			6	0,183	28	0,853
<i>Synodus sp.</i>	1	0,03							1	0,03											1	0,03
Tetraodontidae																						
<i>Sphoeroides greeleyi</i>	33	1,005	32	0,975	39	1,188	11	0,335	115	3,503			1	0,03	3	0,091			4	0,122	119	3,625
<i>Sphoeroides spengleri</i>	15	0,457	1	0,03	3	0,091	6	0,183	25	0,761	4	0,122			3	0,091			7	0,213	32	0,975
<i>Sphoeroides testudineus</i>	8	0,244	1	0,03	5	0,152	11	0,335	25	0,761	3	0,091	1	0,03	7	0,213	1	0,03	12	0,366	37	1,127
Triglidae																						
<i>Prionotus punctatus</i>	13	0,396	1	0,03	34	1,036	21	0,64	69	2,102	4	0,122	7	0,213	9	0,274	5	0,152	25	0,761	94	2,863
Uranoscopidae																						
<i>Astrocopus Y-graecum</i>															2	0,061			2	0,061	2	0,061
Total Geral	1105	33,66	175	5,33	339	10,33	1189	36,22	2808	85,53	145	4,417	34	1,036	251	7,645	45	1,371	475	14,47	3283	
Total Espécies	29	46,03	21	33,33	36	57,14	28	44,44	51	80,95	25	39,68	15	23,81	32	50,79	21	33,33	45	71,43	63	
Total Famílias	17	62,96	14	51,85	20	74,07	17	62,96	23	85,19	17	62,96	11	40,74	18	66,67	12	44,44	23	85,19	27	

6.2.1 – ABUNDÂNCIA

O número total de indivíduos capturados foi diferente entre os dois setores, no Controle foram capturados 2808 peixes (85,5%), enquanto no Impacto foram capturados 475 peixes (14,5%). Essa diferença foi evidenciada também pelo resultado da PERMANOVA que mostra diferenças significativas na comunidade de peixes entre as estações do ano, entre os setores e também na interação das estações com os setores. Não houve diferença significativa entre as áreas e nem na interação das estações com as áreas (tab. 7).

Quanto às estações do ano, a PERMANOVA Pair-wise mostrou não haver diferença significativa entre a primavera e o verão, porém nas comparações entre as demais estações do ano foram observadas diferenças significativas (tab. 8). Para a interação das estações com os setores, a análise mostrou haver diferenças significativas entre o setor Impacto e o setor Controle na primavera e no verão e não haver diferenças significativas no outono e no inverno (tab. 9). A média de captura de peixes por arrasto foi maior no outono para os dois setores, a segunda maior média se deu no verão para o Controle e no inverno para o Impacto e a menor média de captura ocorreu no inverno no controle e na primavera no Impacto (fig.14).

Tabela 7: PERMANOVA da abundância. ES = Estação do ano; Se = Setor; Ár = Área.

Fonte	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Permutações únicas
Es	3	40757	13586	3,0144	0,0005	9910
Se	1	31988	31988	6,7629	0,036	720
Ár(Se)	4	18968	4742	1,2275	0,1159	9838
EsxSe	3	27600	9200,1	2,0413	0,0069	9906
EsxÁr(Se)	12	54225	4518,7	1,1697	0,067	9731

Tabela 8: PERMANOVA PAIR-WISE da abundância, para o termo Estação do ano.

Grupos	t	P(perm)	Permutações únicas
Outono, Inverno	1,7175	0,048	9956
Outono, Primavera	1,9135	0,0144	9951
Outono, Verão	1,7352	0,0314	9946
Inverno, Primavera	1,8776	0,0196	9951
Inverno, Verão	1,7614	0,0378	9953
Primavera, Verão	1,1742	0,2919	9956

Tabela 9: PERMANOVA PAIR-WISE da abundância, para o termo interação entre Setor e estação do ano.

	Grupos	t	P(perm)	Permutações únicas
Outono	Con. / Imp.	1,8886	0,0927	360
Inverno	Con. / Imp.	2,4666	0,1001	719
Primavera	Con. / Imp.	1,6562	0,0242	720
Verão	Con. / Imp.	1,5741	0,018	360

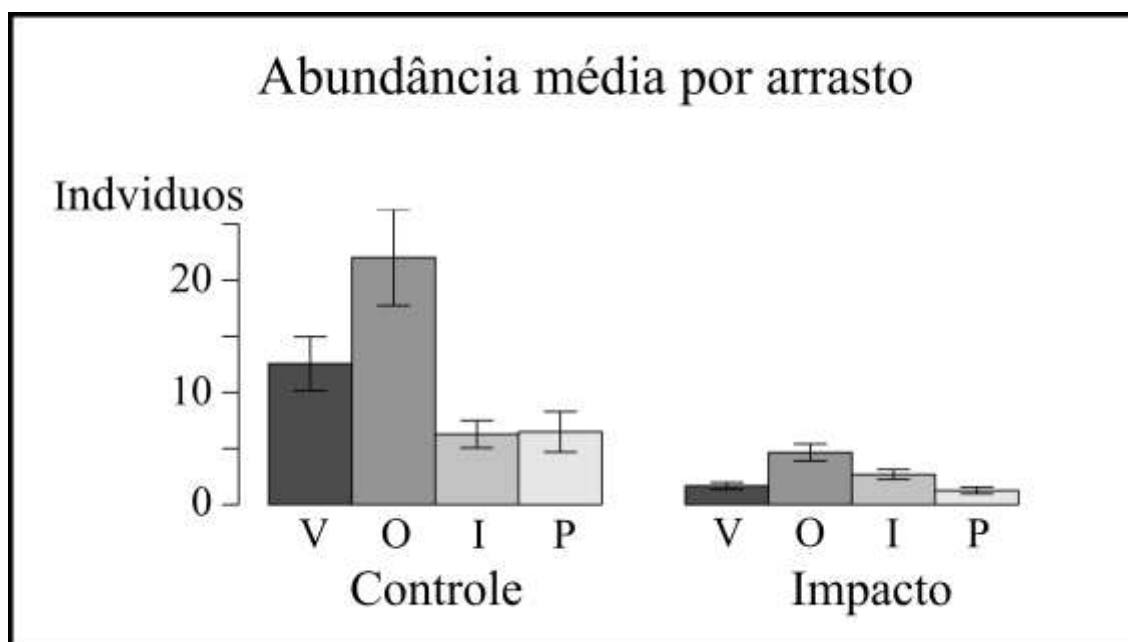


Figura 14: Histograma do número médio de indivíduos capturados por arrasto, com erro padrão, nos setores Impacto e Controle durante as quatro estações do ano. V – Verão, O – Outono, I – Inverno, P – Primavera.

A CAP não mostrou nenhum grande agrupamento, mas é possível perceber algumas relações. A ocorrência da espécie *P. corvinaeformis* está relacionada com o setor Controle onde houve a maior captura dessa espécie, no período de outono, quando foram capturados 735 indivíduos e em dois arrastos no inverno quando foram capturados 571 indivíduos. A presença de *D. radiale* está associada com o outono, quando foram capturados 32 indivíduos no controle e 26 indivíduos no Impacto e com o inverno quando foram capturados 21 indivíduos no Controle e 28 indivíduos no Impacto (Fig. 16).

Apesar de não ter ficado evidente na CAP, a espécie *S. greeleyi* está associada ao setor Controle onde foram capturados 115 de um total de 119 indivíduos, sendo 33 no inverno, 11 no outono, 32 na primavera e 39 no verão, enquanto que no setor Impacto foram capturados apenas quatro indivíduos. A espécie *C. chrysurus* foi mais abundante no outono, quando foram capturados 116 de um total de 136 indivíduos, dos quais 97 foram no setor Controle, sendo que em apenas dois arrastos foram capturados 53 e 23 indivíduos em cada um.

A ocorrência de *C. leiarchus* está associada ao outono, quando foram capturados 12 indivíduos no setor Controle e 13 indivíduos no Impacto. *C. leiarchus* também está associada ao verão, quando foram capturados 19 indivíduos no Controle e dois indivíduos no Impacto, de um total de 62 indivíduos (Fig. 15).

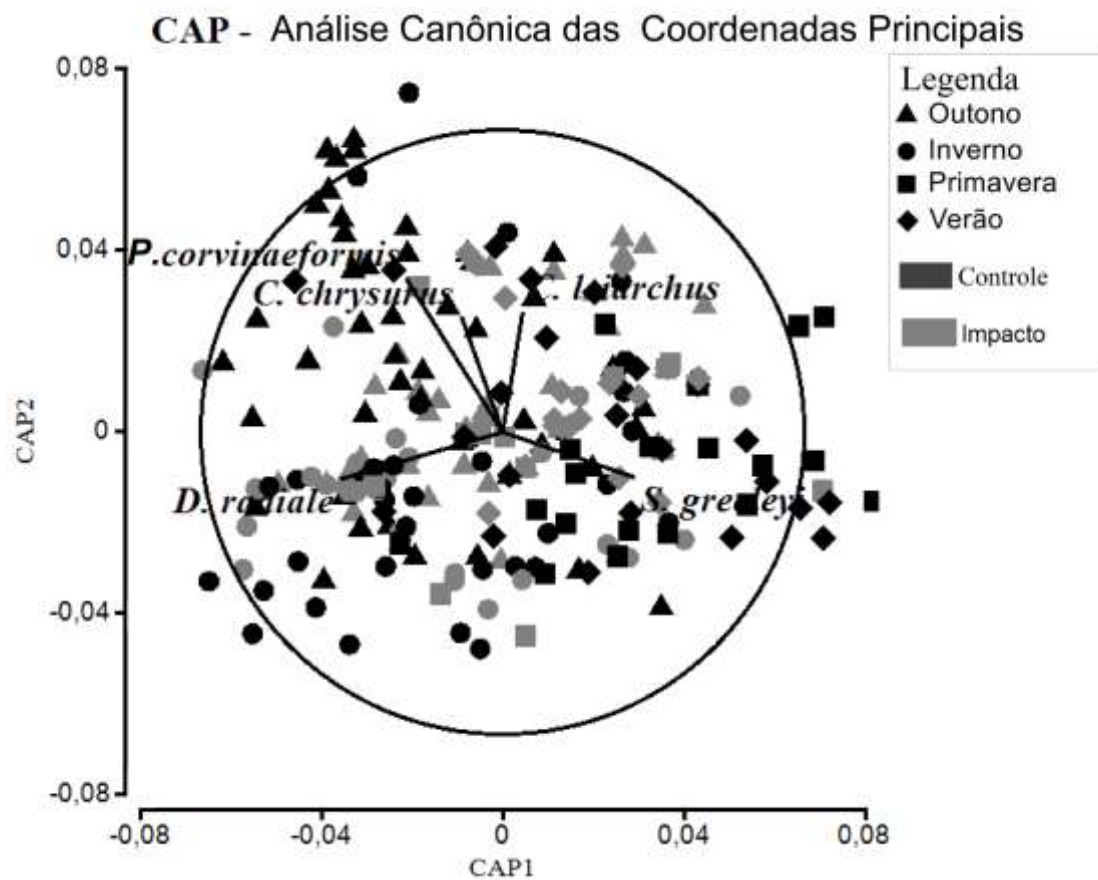


Figura 15: Resultado gráfico da Análise Canônica das Coordenadas Principais (CAP).

6.2.2 – BIOMASSA

A biomassa total de peixes capturada no controle foi de 65.902 g enquanto no Impacto foram capturados 27.211 g. A PERMANOVA mostra haver diferença na biomassa entre as estações do ano, entre os setores e também na interação das estações com os setores. Não foram constatadas diferenças significativas entre as áreas dentro dos setores e nem na interação das estações do ano com as áreas (tab. 10).

Tabela 10: PERMANOVA da Biomassa. ES = Estação do ano; Se = Setor; Ár = Área

Fonte	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Permutações únicas
Es	3	39198	13066	2,8761	0,0002	9890
Se	1	33086	33086	7,6191	0,0403	719
Ár(Se)	4	17397	4349,3	1,1264	0,2323	9846
EsxSe	3	29341	9780,4	2,1529	0,0018	9893
EsxÁr(Se)	12	54666	4555,5	1,1798	0,0592	9740

Em relação às estações do ano, a PERMANOVA Pair-wise mostrou que a primavera e o verão não diferem entre si, mas são diferentes do outono e do inverno e o inverno não é diferente do outono (tab. 11). Para a interação das estações do ano com os setores foi constatado que o Controle e Impacto são diferentes na primavera e no verão e não são diferentes no outono e no inverno (tab. 12).

Tabela 11: PERMANOVA PAIR-WISE da biomassa, para o termo Estação do ano.

Grupos	t	P(perm)	Permutações
			únicas
Outono, Inverno	1,633	0,0614	9964
Outono, Primavera	1,8519	0,0163	9955
Outono, Verão	1,6345	0,0477	9958
Inverno, Primavera	1,9272	0,0165	9951
Inverno, Verão	1,7614	0,0458	9948
Primavera, Verão	1,1709	0,292	9953

Tabela 12: PERMANOVA PAIR-WISE da biomassa, para o termo interação entre Setor e estação do ano.

Estação	Grupos	t	P(perm)	Permutações
				únicas
Outono	Con. / Imp.	1,8309	0,0993	359
Inverno	Con. / Imp.	2,4965	0,1029	720
Primavera	Con. / Imp.	1,6927	0,029	718
Verão	Con. / Imp.	1,6599	0,0212	360

No Controle, a biomassa média por arrasto foi maior no verão, seguido do outono e do inverno, com a menor média ocorrendo na primavera. No Impacto, a maior média de biomassa por arrasto foi no outono, seguido do verão e inverno, com a menor média presente na primavera (fig. 16).

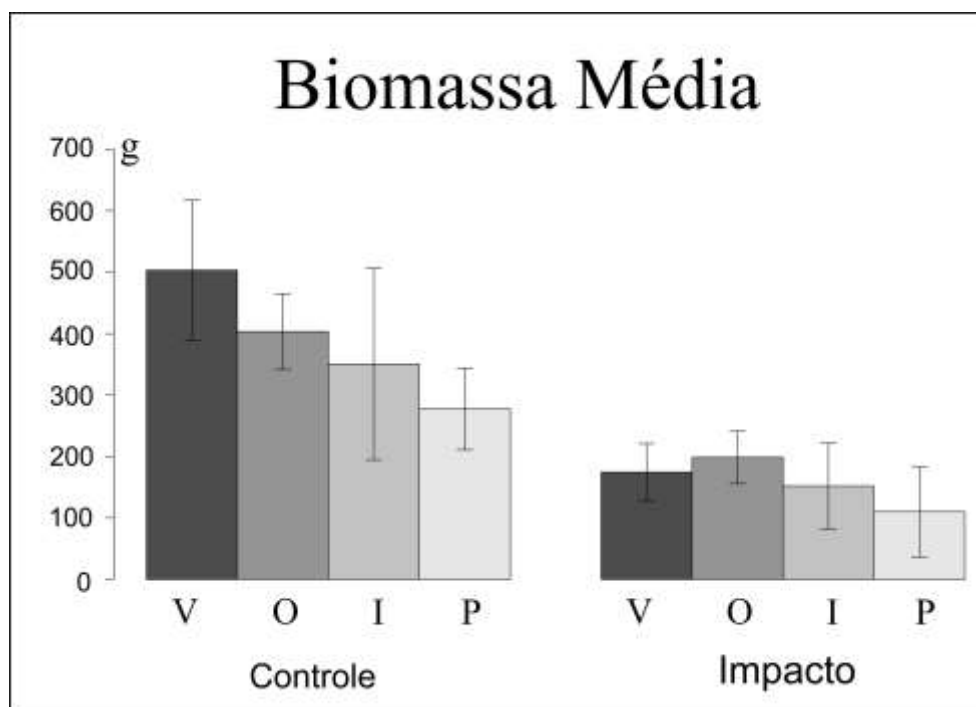


Figura 16: Histograma da média da biomassa capturada por arrasto com erro padrão, nos setores Impacto e Controle durante as quatro estações do ano. V – Verão, O – Outono, I – Inverno, P – Primavera.

6.2.3 – NÚMERO DE ESPÉCIES

Segundo os resultados da PERANOVA, existem diferenças significativas no número de espécies entre os setores, onde o Controle (51 espécies) apresenta um maior número de espécies do que o Impacto (45 espécies); entre as estações do ano, onde a primavera (27 espécies) é diferente do outono (40 espécies), do inverno (36 espécies) e do verão (42 espécies), e também na interação de setor com estação, onde no verão o controle (20 espécies) foi diferente do Impacto (12 espécies) (tab. 6, 13, 14 e 15).

Tabela 13: PERMANOVA do nº de espécies. ES = Estação do ano; Se = Setor; Ár = Área

Fonte	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Permutações
						únicas
Es	3	11352	3784	5,2916	0,0113	9951
Se	1	24258	24258	46,289	0,0462	720
Ár(Se)	4	2079,4	519,85	0,6299	0,6911	9941
EsxSe	3	5934,1	1978	2,7662	0,048	9957
EsxÁr(Se)	12	8556,6	713,05	0,86401	0,6115	9909

Tabela 14: PERMANOVA PAIR-WISE do nº de espécies, para o termo Estação do ano.

Grupos	t	P(perm)	Permutações
			únicas
Outono, Inverno	1,8522	0,1201	9912
Outono, Primavera	3,8363	0,0149	9945
Outono, Verão	1,1587	0,3084	9957
Inverno, Primavera	5,2437	0,0039	9937
Inverno, Verão	1,1725	0,3003	9938
Primavera, Verão	2,7127	0,048	9946

Tabela 15: PERMANOVA PAIR-WISE da abundância, para o termo interação entre Setor e estação do ano.

Estação	Grupos	t	P(perm)	Permutações
				únicas
Outono	Con. / Imp.	2,1973	0,153	331
Inverno	Con. / Imp.	1,5994	0,158	538
Primavera	Con. / Imp.	3,7057	0,068	541
Verão	Con. / Imp.	5,3426	0,032	327

No controle, a estação que apresentou a maior média de espécies por arrasto foi o verão, seguido do outono, inverno e a menor média ocorreu na primavera. No Impacto, o número médio de espécies por arrasto foi maior no outono, seguido do inverno, do verão e neste setor a menor média também foi na primavera (fig. 17).

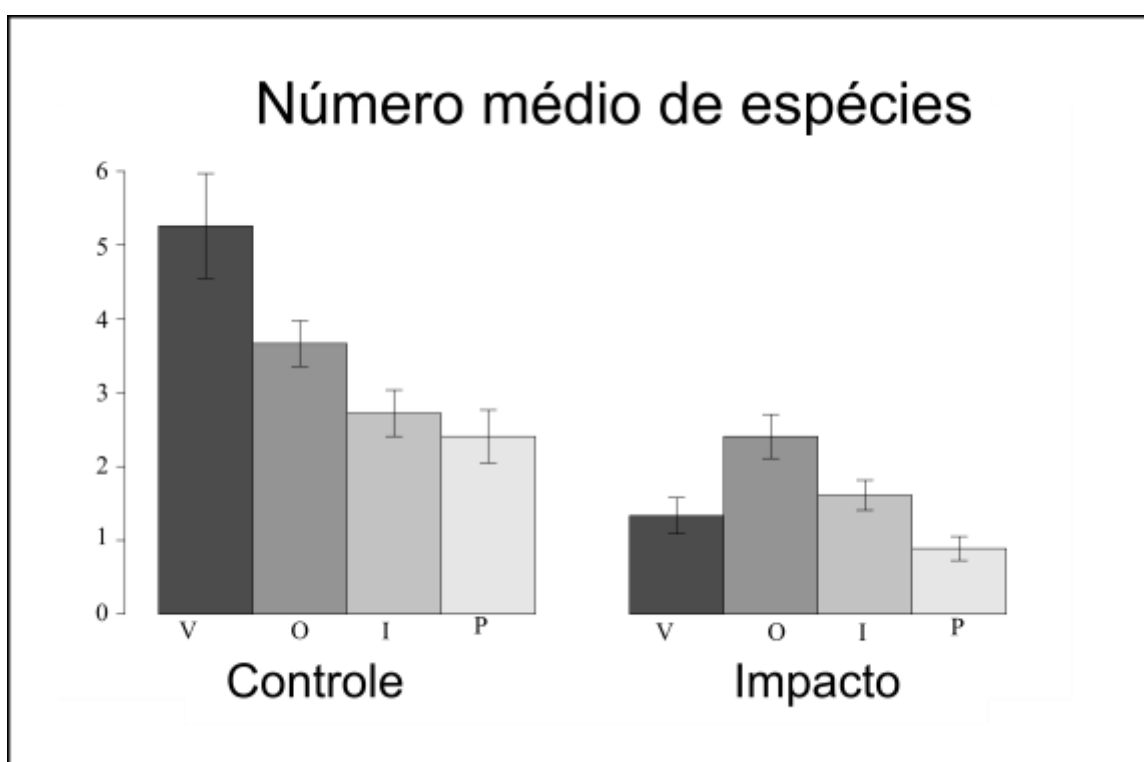


Figura 17: Histograma do número médio de espécies por arrasto e o erro padrão nos setores Impacto e Controle durante as quatro estações do ano. V – Verão, O – Outono, I – Inverno, P – Primavera.

6.2.4 – DOMINÂNCIA

O gráfico de k-dominância mostra a curva do setor Controle superior à curva do setor Impacto, o que segundo CLARKE & WARWICK (1994) remete a uma menor diversidade de espécies no Controle do que no Impacto (fig. 18).

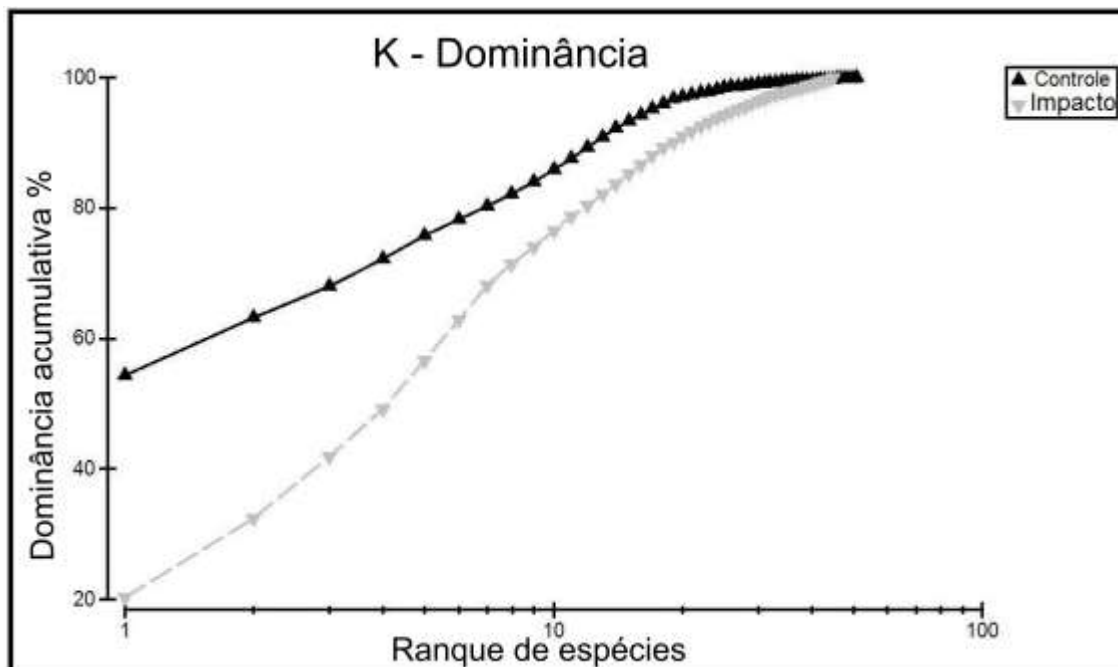


Figura 18: Curvas de k-dominância para os setores Impacto e Controle

6.2.5 – COMPARAÇÃO ENTRE ABUNDÂNCIA E BIOMASSA

A curva de comparação entre biomassa e abundância no setor Controle mostra as duas linhas bem próximas na parte superior do gráfico, com a abundância superando a biomassa na parte inferior do gráfico, a estatística W é negativa e próxima a 0, o que indica um impacto moderado (fig. 19-a). Na figura 19-b temos a curva de dominância parcial mostrando que as linhas continuam próximas, com a abundância abaixo, mas superando a biomassa na parte esquerda do gráfico. Esse também é um padrão de um ambiente com impacto moderado, mesmo quando a espécie mais importante é desconsiderada, confirmando o resultado mostrado pela curva ABC.

No setor Impacto a curva ABC também mostra um padrão de ambiente com impacto moderado. A biomassa supera a abundância, as duas linhas

estão próximas e se cruzam na parte esquerda do gráfico (fig. 19-c). A curva de dominância parcial mostra que a biomassa continua acima da abundância, as linhas continuam próximas e se cruzam na parte esquerda do gráfico, confirmando o padrão de um ambiente com impacto moderado (fig.19-d).

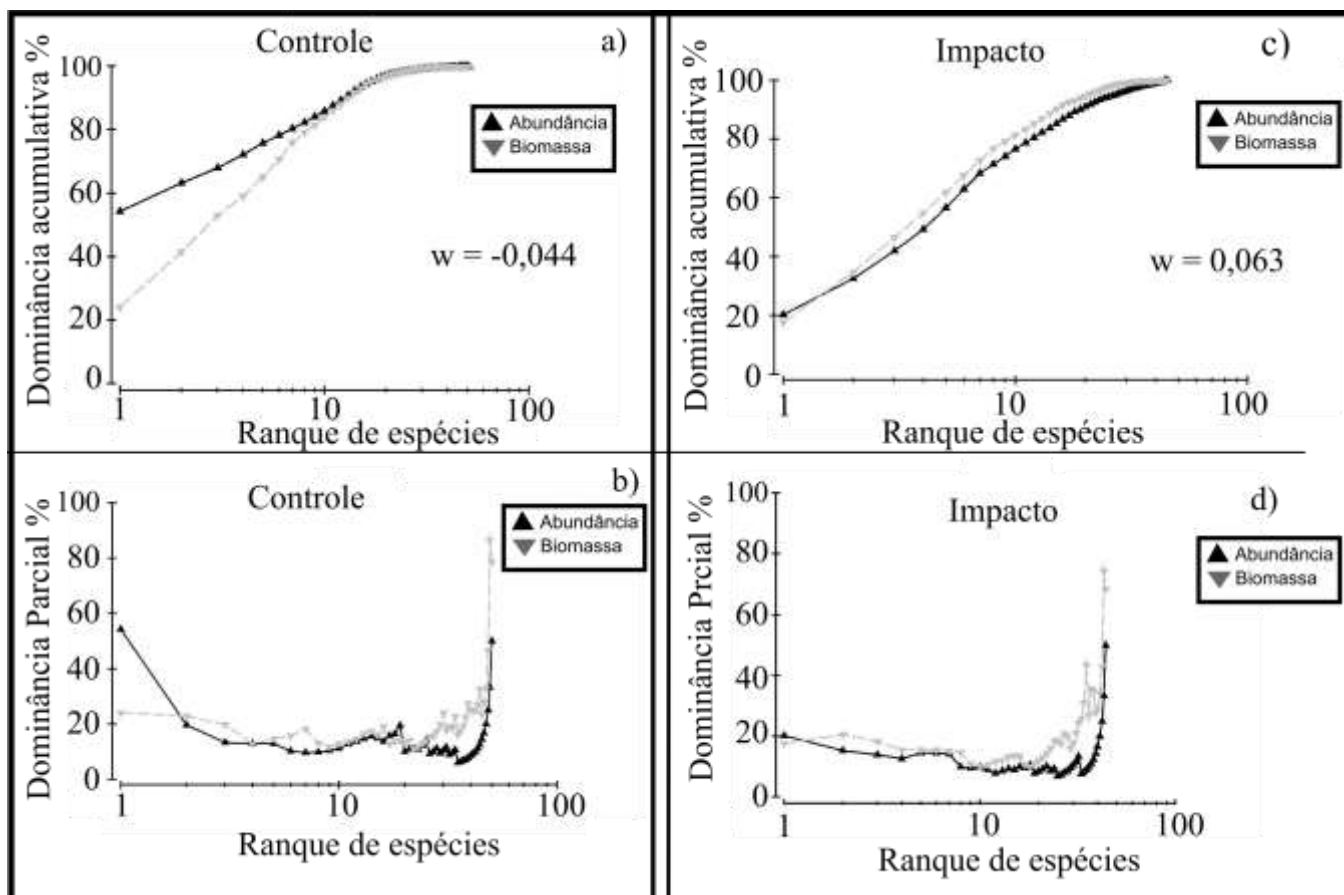


Figura 19: a – Curva de comparação entre abundância e biomassa (ABC) para o setor controle. b – Curva de dominância parcial, que desconsidera a espécie mais importante ranqueada para o setor controle. c – Curva de comparação entre abundância e biomassa (ABC) para o setor Impacto. d – Curva de dominância parcial, que desconsidera a espécie mais importante ranqueada para o setor Impacto.

6.2.6 – DISPERSÃO

A análise MVDISP retornou valores altos de dispersão, 0,928 para o Controle e 1,105 para o Impacto, o que indica grande variabilidade dentro de cada setor. O IMD foi 0,177, um valor próximo a 0, que indica nenhuma diferença entre os dois setores.

6.2.7 – ANÁLISES DE SIMILARIDADE TAXONÔMICA

O MDS e o ANOSIM para abundância de espécies por ponto de coleta mostram uma clara distinção entre os dois setores (R-Global = 0,92, $p < 0,01$). A análise de similaridade de percentagens (SIMPER) mostrou uma dissimilaridade entre os dois setores de 77,9%. As espécies que mais contribuíram para esta dissimilaridade foram *P. corvinaeformis* contribuindo com 49,8% da dissimilaridade, *Eucinostomus argenteus* (7,47%), *Sphoeroides greeleyi* (5,11%), *Etropus crossotus* (4,9%) e *Chloroscombrus chrysurus* (3,47%), juntas essas espécies somam 70,75% de toda a dissimilaridade. Estas espécies foram claramente mais abundantes no setor Controle (fig. 20).

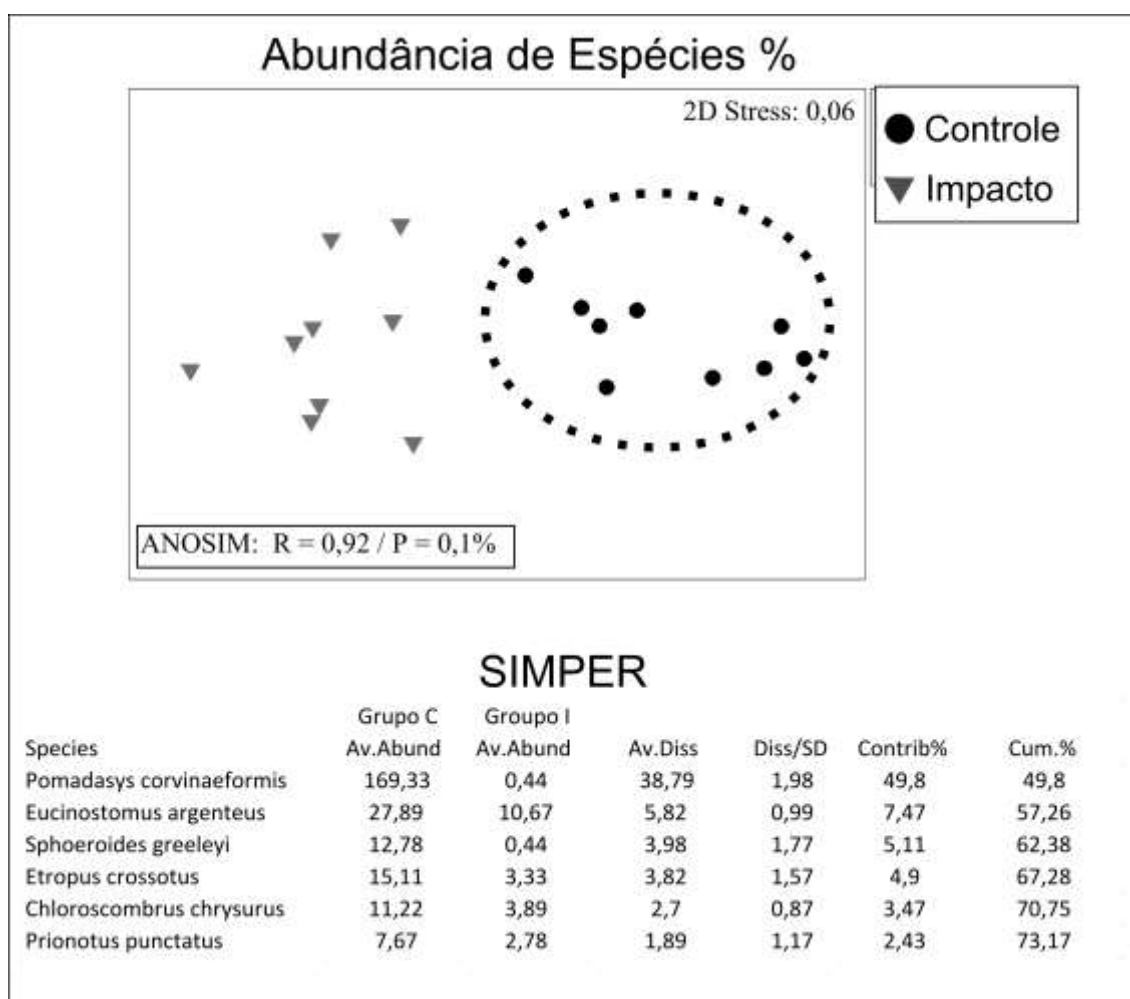


Figura 20: Resultado das análises de ordenação MDS, juntamente com os resultados das análises ANOSIM e SIMPER para abundância de espécies em percentagem.

Para os dados de presença/ausência de espécies (Figura 21-a), o ordenamento MDS mostra dois grupos relativamente distintos correspondendo aos setores Controle e Impacto. A análise de similaridade (ANOSIM) mostrou que grupos se sobrepõem, mas são claramente distintos ($R\text{-Global} = 0,43$, $p < 0,01$). O ordenamento MDS para os dados de presença/ausência de famílias (Figura 21-b) não mostrou separação de grupos. Os resultados da análise de similaridade (ANOSIM) confirmam que não existe separação de grupos ($R\text{-Global} = 0,15$, $p > 0,05$).

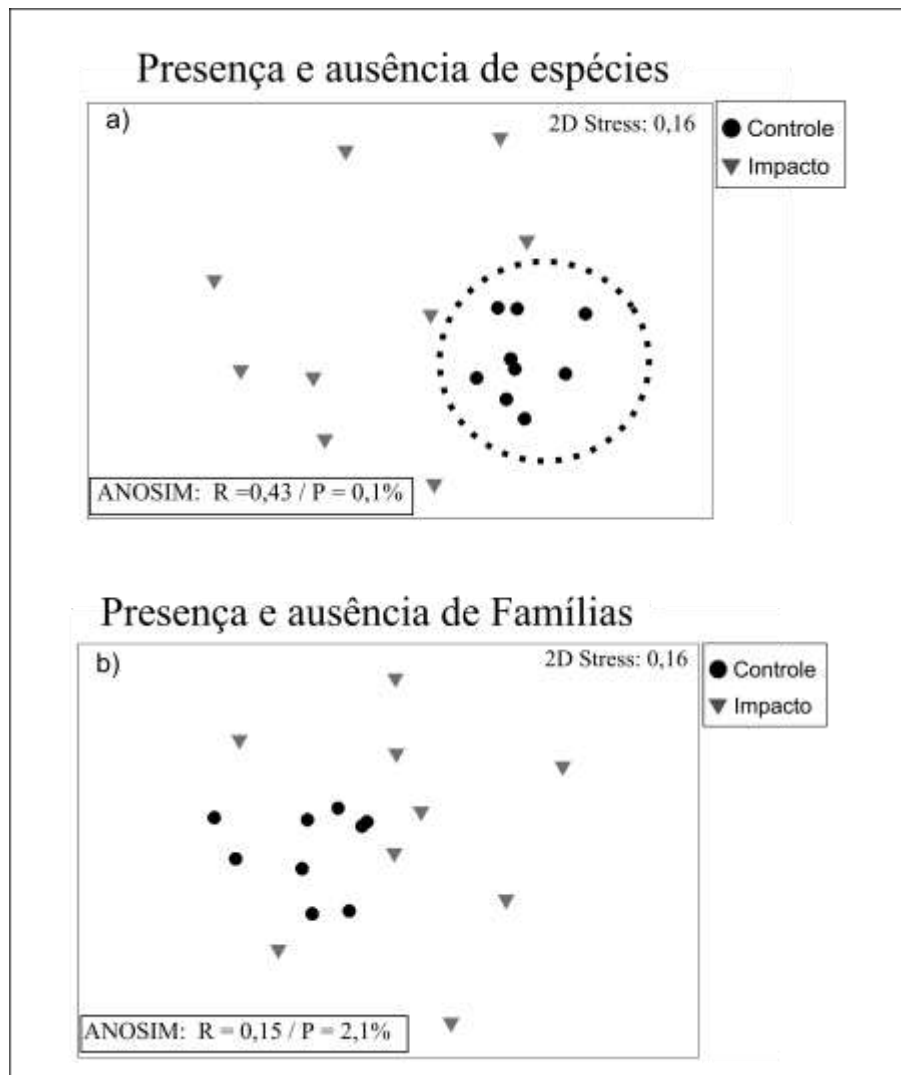


Figura 21: Resultado das análises de ordenação MDS, juntamente com os resultados da análise ANOSIM. a) Presença e ausência de espécies; b) Presença e ausência de famílias.

6.2.8 – ANÁLISE DAS GILDAS FUNCIONAIS

A classificação dos peixes quanto às guildas de uso do estuário evidencia uma dominância dos visitantes marinhos em número de espécies (53%, 31 espécies), seguido dos migrantes marinhos (34%, 20 espécies), estuarinos (10%, 6 espécies) e apenas uma espécie de anfídromo (*Albula vulpes*). Em termos de abundância relativa os migrantes marinhos dominam em número de indivíduos (72%), seguido dos visitantes marinhos (21%), dos estuarinos (7%) e apenas um indivíduo anfídromo (0,03%).

A ordenação (MDS), baseada na análise de percentagem das guildas do uso do estuário (Fig. 22-b) evidenciou a separação de dois grupos referentes aos dois setores, Controle e Impacto, o que foi confirmado pela análise de similaridade (R-Global = 0,88, $p < 0,01$). A análise de similaridade de percentagens (SIMPER) mostrou que a dissimilaridade entre os dois setores é de 66,2%, onde a guilda que mais contribuiu para essa dissimilaridade foi migrantes marinhos (77%), seguido pelos visitantes marinhos (14%). Estes dois grupos foram mais abundantes em média no setor Controle do que no setor Impacto.

A análise de percentagens de guildas tróficas revelou a dominância das espécies de zoobentívoros (74%), seguido por piscívoros (16%). As guildas de detritívoros, herbívoros, omnívoros, oportunistas e zooplantívoros foram representadas por apenas uma espécie cada (1,7%). Em termos de abundância relativa, os zooplantívoros também dominaram, representando 76% dos indivíduos, seguido pelos omnívoros (11%), piscívoros (8%) e oportunistas (4%). As guildas detritívoros e herbívoros representaram menos de 1% cada.

O MDS feito com base nas percentagens de guildas tróficas (fig. 22-a) mostraram uma clara divisão de dois grupos referentes aos setores Controle e Impacto, que foi confirmado pelo ANOSIM (R-Global = 0,93, $p < 0,01$). A análise SIMPER resultou em um valor de dissimilaridade de 68,6%. A guilda trófica que mais contribuiu para essa dissimilaridade foi a dos zoobentívoros com 82% de contribuição para o total de dissimilaridade, seguida

pelos omnívoros com 8% de contribuição. Os dois grupos foram em média mais abundantes no setor Controle.

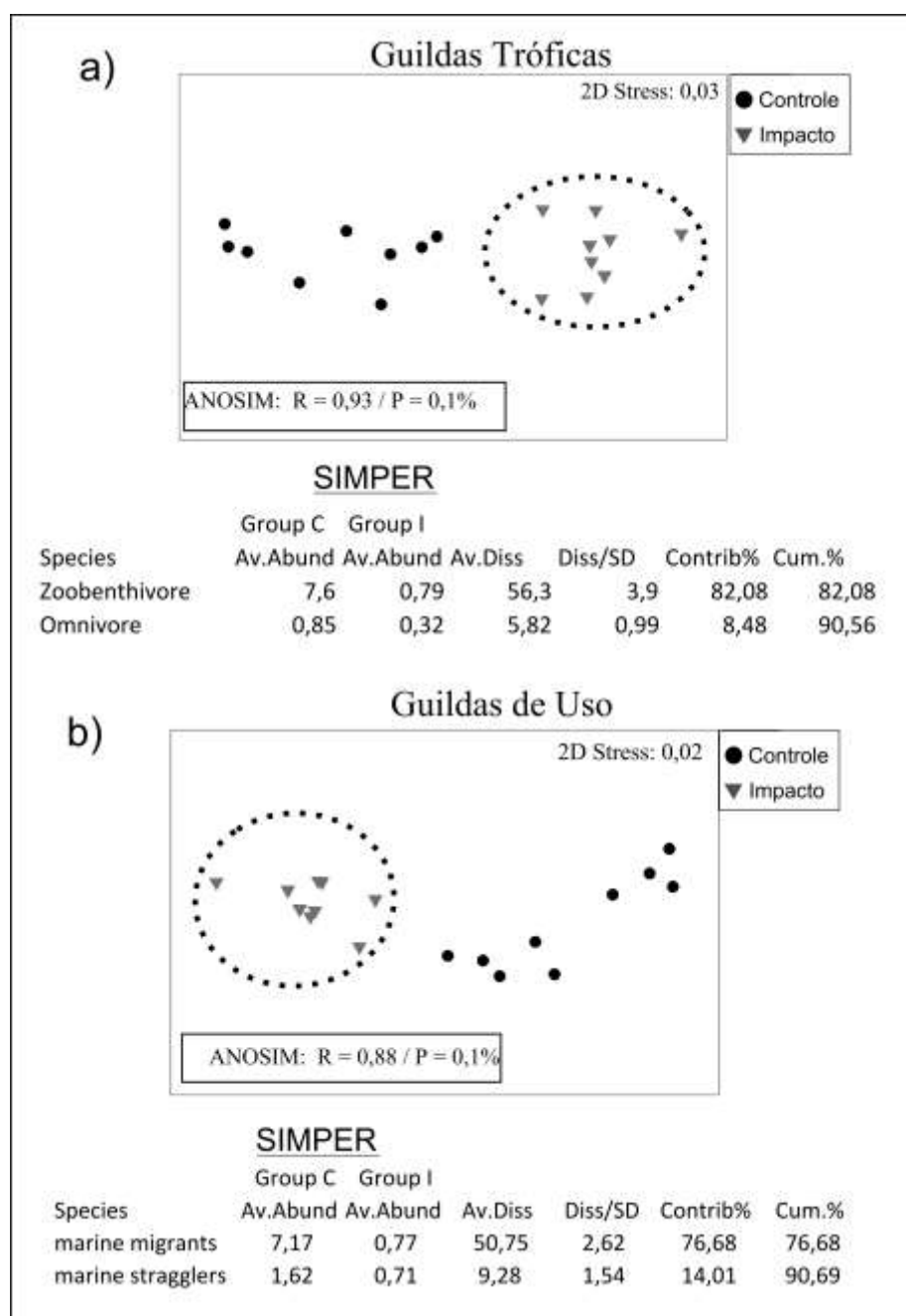


Figura 22: Resultado das análises de ordenação MDS, juntamente com os resultados das análises ANOSIM e SIMPER. a) guildas de uso; b) guildas tróficas.

6.2.9 – DISTINÇÃO TAXONÔMICA

Os resultados da Média da Distinção Taxonômica $\Delta+$ (AvTD) e da Variação da Distinção Taxonômica $\Lambda+$ (VarTD) mostraram que de todas as campanhas amostrais realizadas, apenas no setor Impacto nos meses de setembro de 2000 (pré-dragagem 2012), dezembro de 2012 e agosto de 2013 (pós-dragagem 2012), e no setor Controle em maio de 2012 (pós-dragagem 2012) os valores obtidos de $\Delta+$ e $\Lambda+$ estiveram fora do intervalo de confiança calculados em 999 simulações para cada índice (Fig. 23).

Apesar da maioria dos valores de $\Delta+$ e $\Lambda+$ estarem dentro do intervalo de confiança, existem variações dentro deste intervalo. De maneira geral, os valores do setor Impacto, tanto antes como depois do impacto estão localizados mais próximos aos limites do intervalo de confiança de 95%, enquanto os valores do setor Controle estão, em sua maioria, mais próximos da média esperada (Fig. 23).

Na elipse (fig. 24) podemos observar dois pontos fora do intervalo de confiança de 95%, eles são referentes ao setor Impacto nos meses de Setembro de 2000 (antes) e agosto de 2013 (depois). Esses pontos foram também os mais distantes do intervalo de confiança na figura 24. O formato da elipse e da distribuição dos objetos sugere uma maior variação em $\Lambda+$ do que em $\Delta+$.

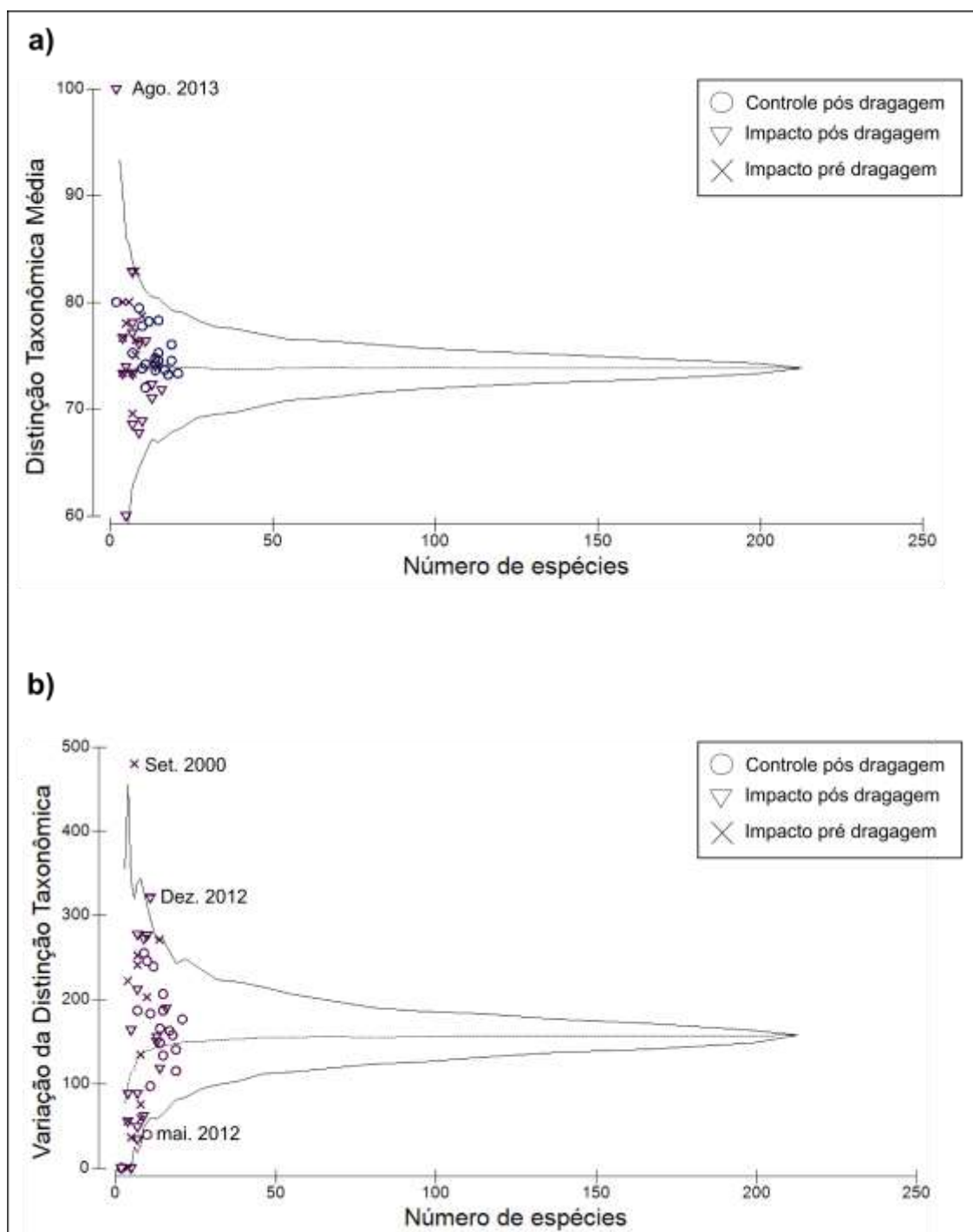


Figura 23: a) Distinção Taxonômica Média Δ^+ e b) Variação da Distinção Taxonômica Λ^+ . Os índices foram calculados para os setores: Impacto pré-dragagem 2012, Impacto pós-dragagem 2012 e Controle pós-dragagem 2012. Para ambos os índices a média esperada é representada pela linha pontilhada central e o limite do intervalo de confiança de 95% é dado pela linha sólida do entorno em forma de funil.

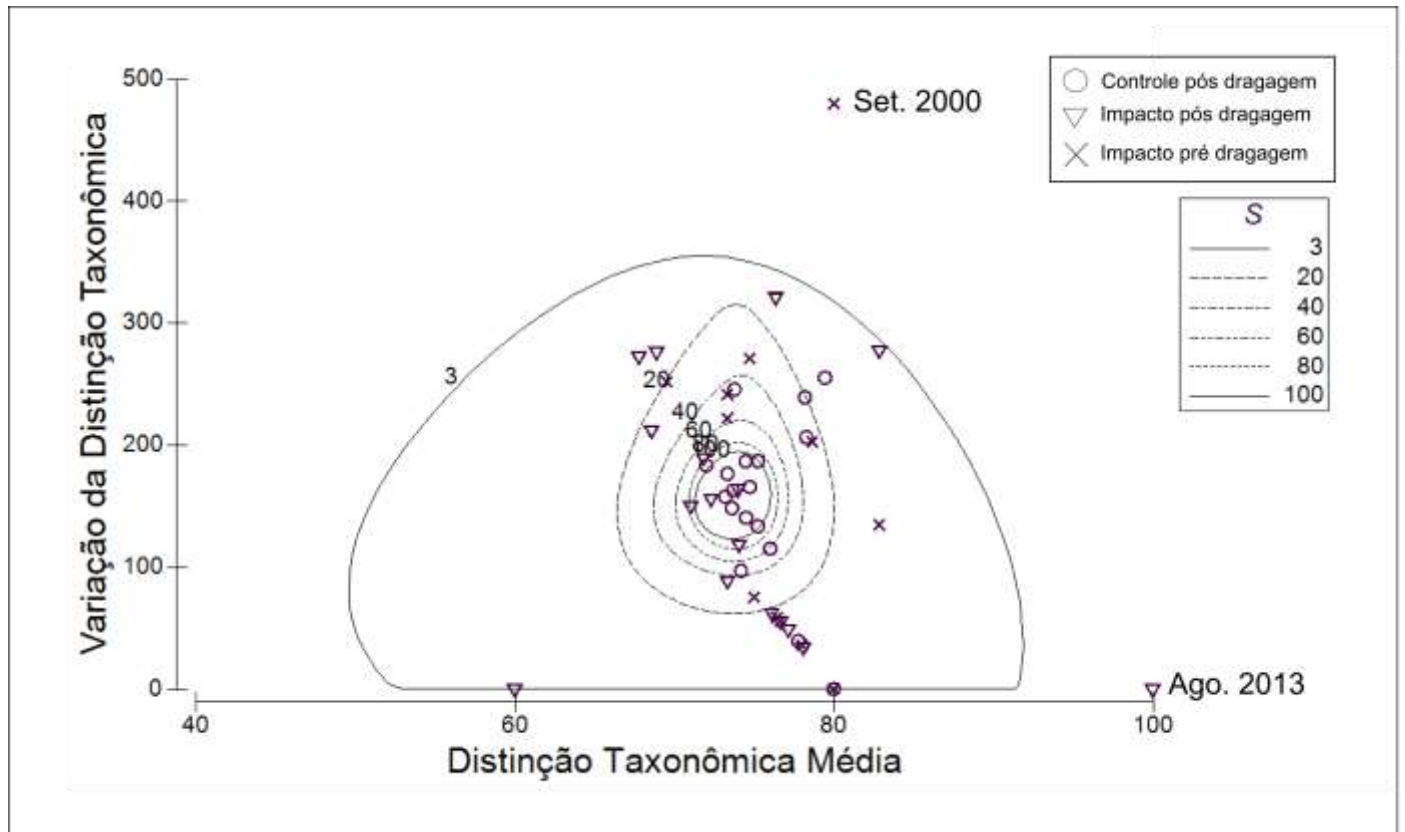


Figura 24: Distinção Taxonômica Média plotados contra os correspondentes valores da Variação da Distinção Taxonômica, para os setores: Impacto pré-dragagem 2012, Impacto pós-dragagem 2012 e Controle pós-dragagem 2012. Cada elipse representa o intervalo de confiança de 95% referente ao número de espécies “S”, obtido a partir de 999 simulações independentes de subconjuntos randômicos.

7 – DISCUSSÃO

Os estuários são locais com características singulares que propiciam a ocupação humana. São ambientes protegidos da ação das ondas que apresentam conexão com o mar, sendo assim, lugares ideais para a construção de centros urbanos com atividades portuárias, industriais e pesqueiras. No Complexo Estuarino de Paranaguá não é diferente. A presença de cidades e portos como em Paranaguá e Antonina vem ao longo de décadas gerando alterações na estrutura e funcionamento do ecossistema devido ao descarte de efluentes domésticos, industriais e constantes dragagens para aprofundamento do canal de acesso aos portos.

Um dos grandes desafios ao se fazer um estudo para avaliar impactos ambientais nestes ambientes é encontrar uma área controle, ou seja, uma área com as mesmas características ambientais da área onde está ocorrendo o impacto, mas que apresente condições prístinas. Os estuários, como o Complexo estuarino de Paranaguá, apresentam uma grande variação dos fatores ambientais e um longo histórico de ocupação, sendo extremamente difícil encontrar um local com tais características.

Segundo os resultados deste estudo, os dois setores, Controle e Impacto, apresentam algumas características oceanográficas distintas, apesar de terem sido escolhidas devido às aparentes semelhanças. Não foram encontradas variações na temperatura da água e nem na composição do sedimento de fundo entre o Controle e o Impacto. Por outro lado, o setor Impacto, que está mais próximo à desembocadura, apresenta maiores valores de salinidade do que o Setor Controle, localizado mais internamente. O setor controle é mais raso e com menor declividade, enquanto que o setor Impacto é mais profundo e apresenta declividade mais acentuada, principalmente na área que foi dragada. Essa diferença faz parte dos impactos causados pela dragagem do canal de acesso ao píer da Techint.

As correntes de maré também apresentam diferenças aparentes. Na Ponta do Poço, próximo ao setor Impacto, MARONE *et al.* (1997) constataram

um aumento nas velocidades das correntes chegando a 141 cm/s na maré enchente e 119 cm/s na maré vazante. Nesse local, as correntes são flexionadas em direção ao canal da Cotinha, concentrando os fluxos próximos à Ponta do Poço. Por outro lado, próximo à ilha da Cotinha, onde as áreas são mais rasas, os fluxos das correntes tendem a serem mais tênues. Nessa região os fluxos de maré se concentram no canal de navegação, onde são mais intensos.

Todas essas diferenças nos fatores ambientais também causam diferenças nos padrões de distribuição da ictiofauna. Foram encontradas diferenças entre os dois setores em relação à abundância de indivíduos, riqueza de espécies e biomassa. No setor Controle, foram capturados 2808 indivíduos, 51 espécies e 66 kg de biomassa, enquanto no setor Impacto foram capturados 475 indivíduos, 45 espécies e 27 kg de biomassa. Grande parte da diferença na abundância está relacionada com a captura de *P. corvinaeformis*. Foram capturados 1524 indivíduos dessa espécie, mais da metade dos peixes capturados no setor Controle. Enquanto no setor Impacto foram capturados 4 indivíduos dessa espécie. A presença de *P. corvinaeformis* está relacionada com a captura de grandes cardumes em poucos arrastos no outono e inverno de 2012, ou seja, foi uma ocorrência pontual e não constante ao longo dos 18 meses. A diferença na riqueza de espécies é pequena, apenas 6 espécies a mais no Controle do que no Impacto. Essa diferença se deu principalmente devido à presença de espécies ocasionais, com ocorrência menor que 1%. Não foram constatadas diferenças significativas entre as áreas dentro de cada setor para nenhuma das variáveis analisadas, ou seja, a variação ocorre na maior escala, entre os setores, e não dentro de cada setor.

A curva de dominância mostra que existe uma maior dominância no setor Controle, que está relacionada com a ocorrência de *P. corvinaeformis*. Mesmo com menor riqueza de espécies, essa análise indica que a diversidade é proporcionalmente maior no setor Impacto, levando em consideração o número de espécies em relação ao número de indivíduos capturados. A diversidade está relacionada com os níveis de impacto, mas não é uma relação direta (quanto maior impacto menor a diversidade). Um impacto moderado pode aumentar a diversidade, retirando as espécies dominantes e aumentando

a quantidade de nichos e assim abrir espaço para um maior número de espécies ocuparem a mesma área. Por outro lado, se o impacto é intenso ocorre uma grande redução no número de espécies (CONNELL, 1978).

As análises de similaridade taxonômica indicam grande dissimilaridade entre os dois setores, mais uma vez, consequência da ocorrência de *P. corvinaeformis*, responsável por 50% do total de 78% da dissimilaridade entre os dois setores. Por outro lado, foram apontadas poucas diferenças em relação à presença e ausência de espécies e nenhuma diferença ao nível de famílias.

A comparação entre biomassa e abundância mostra que os dois setores sofrem impacto moderado. Mesmo sem nenhuma obra de engenharia no setor Controle, o local provavelmente é afetado pelas dragagens constantes do canal de acesso ao porto de Paranaguá, pelo tráfego de navios e talvez até pela pluma de efluentes domésticos e industriais provenientes da cidade de Paranaguá. Aparentemente, as diferenças encontradas na comunidade de peixes não são resultantes do empreendimento, mas sim de variações nos fatores ambientais, naturais ou não, que tornam as duas áreas distintas. Mesmo utilizando dados pretéritos à dragagem do canal de acesso e à reforma do píer em 2012, para fazer a análise de distinção taxonômica não foi possível perceber diferenças entre os dados pré-dragagem 2012 e pós-dragagem 2012. Tanto os dados anteriores como posteriores às obras, apresentam comportamento semelhante e uma suave diferença dos dados do setor Controle, mais um indício que as diferenças não foram causadas pelas obras do empreendimento.

A retirada do substrato de fundo nas obras de dragagem pode afetar os peixes demersais devido à remoção dos organismos bentônicos que representam uma importante fonte de alimento (DAAN *et al.*, 1990). Por outro lado, os peixes são organismos vágeis e podem evitar distúrbios causados pela dragagem migrando para áreas adjacentes que não foram afetadas. Sob condições estressantes, a maioria das espécies tendem a se deslocar, ficando apenas as mais tolerantes (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.*, 2006). Após o término das obras a tendência é que os peixes retornem ao local. Segundo ELLIOT *et al.*, (2007) e BEMVENUTI *et al.*, (2005) a ictiofauna estuarina é composta por um

grande número de espécies oportunistas, que são responsáveis pela rápida recolonização de áreas impactadas, mitigando assim parte dos impactos causados pelas dragagens. Sendo assim, é possível afirmar que os impactos causados na assembleia de peixes por obras como dragagens são pontuais, localizadas nas áreas diretamente afetadas. O que está de acordo com as afirmações de SILVA JUNIOR *et al.*, (2012)

Os resultados deste estudo mostraram que existe variabilidade temporal, tanto nos fatores ambientais como na comunidade ictiológica. A temperatura da água apresentou uma variação sazonal bem marcada. A salinidade variou em consequência dos períodos chuvosos e secos.

A abundância de indivíduos apresentou variação entre todas as estações do ano, menos entre verão e primavera, que apresentaram os menores valores. Os maiores valores foram registrados no outono, seguido do inverno. Pode-se perceber também a ocorrência de algumas espécies associadas à determinados períodos, como por exemplo a captura dos grandes cardumes de *P. corvinaeformis*, *D. radiale* associadas ao outono e inverno e *C. chrysurus* associada apenas ao outono. A primavera apresentou o menor número de espécies, sendo diferente das outras 3 estações que não se diferenciaram entre si. Foram encontradas diferenças na biomassa em relação às estações do ano, onde a biomassa foi maior nos meses outono e inverno que nos meses de primavera e verão, provavelmente em decorrência da grande captura de *P. corvinaeformis*. O que difere dos resultados de CORRÊA (2001), que atribuiu a maior biomassa na primavera e verão devido época de reprodução de diversas espécies, com a ocorrência de indivíduos adultos, com maior tamanho corporal. Nos meses de outono e inverno, predominam os juvenis (resultado da época de reprodução), indivíduos com menor tamanho que resultam em uma menor biomassa.

A partir destes resultados é possível perceber a importância de se realizar desenhos amostrais com réplicas nas diferentes escalas de tempo e espaço. Os fatores que dominam a distribuição da comunidade de peixes são muito variáveis e podem ser diferente entre os anos, devido aos ciclos interanuais, como E-Niño, por exemplo.

Em estudos de impactos ambientais, normalmente são seguidas as diretrizes fornecidas pelos órgãos ambientais, em que na maioria dos casos são exigidas campanhas no inverno e no verão, mas não deixa claro quando, quantas vezes e nem em quantos locais se deve amostrar (IAP, 2011; IAP, 2013; IBAMA, 2006). Se forem seguidas apenas essas exigências, como ocorre na maioria dos EIAs, serão realizadas apenas duas campanhas, uma no inverno e outra no verão, para gastar o mínimo de dinheiro possível. No caso deste estudo, se fossem feitas apenas duas campanhas não teria sido possível perceber a existência das variações sazonais e nem a aparente importância das estações outono e primavera na composição da assembleia de peixes na região. No outono foram encontrados os maiores valores de abundância dos nos dois setores e os maiores valores de riqueza e biomassa no setor Impacto. Segundo SANTOS *et al.*, (2002) e SPACH *et al.*, (2004), do fim da primavera ao início do outono, período mais quente, é observada uma tendência de aumento na abundância, biomassa e diversidade em relação aos períodos mais frios. A primavera e o verão são as estações em que ocorre a reprodução e desova de muitas espécies que vão recrutar no início do outono, principalmente devido às condições ambientais favoráveis em relação à temperatura e a disponibilidade de alimentos (CORRÊA, 2001).

Mas por outro lado, como essa é a realidade dos estudos ambientais no Brasil, se for para amostrar apenas no inverno e no verão, o ideal é que se façam pelo menos amostragens mensais durante essas estações para que existam réplicas temporais e seja possível perceber variações dentro de estas estações.

Outra grande dificuldade para se avaliar o impacto de um acidente ambiental ou obra de engenharia costeira como uma dragagem é a inexistência de dados pretéritos. No Brasil não existe uma cultura de monitoramento, na maioria dos casos são levantados dados apenas após o impacto, na área impactada e em uma área controle. Desta forma, não se conhece o estado natural do local, o que dificulta avaliar se ocorreu uma real alteração do ambiente. Neste estudo não foi diferente, o levantamento de dados se deu após o início das obras de dragagem e na maioria das análises estatísticas foram comparados apenas o setor Impactado e o setor Controle.

Apenas na análise de distinção taxonômica, que permite analisar dados coletados com diferentes desenhos amostrais, foram utilizados dados de um estudo pretérito, realizado na mesma área que foi dragada. Os resultados desta análise mostram uma grande semelhança dos dados pré-dragagem 2012 com os dados pós-dragagem 2012, indicando que provavelmente as obras do empreendimento em 2012 causaram pouca alteração em relação à assembleia de peixes demersais do local e as diferenças encontradas em relação ao setor Controle também não são consequência destas obras.

8 – CONCLUSÕES

A partir dos resultados deste estudo, é possível concluir que os dois setores, Impacto e Controle, apresentaram diferenças em relação às variáveis ambientais e ictiológicas. Essas variáveis também apresentaram diferenças em relações às estações do ano, caracterizando variações sazonais.

A abundância, a biomassa, o número de espécies apresentaram maiores valores no setor Controle do que no setor Impacto. Essas diferenças foram causadas principalmente pela captura pontual de uma grande quantidade de *P. corvinaeformis* no setor Controle.

Os impactos das obras de dragagem e do funcionamento do píer sobre a ictiofauna são pontuais e de curta duração. Devido à capacidade de deslocamento dos peixes, eles podem deixar o local que está sobre pressão antrópica e retornar após o término das atividades. Por outro lado, a alteração do ambiente, como por exemplo, o aprofundamento do canal de acesso pode alterar o padrão de distribuição da assembleia de peixes.

Aparentemente as diferenças entre os dois setores não são consequências do empreendimento, mas sim uma diferença causada pelos fatores ambientais, que são naturais e anteriores às obras de dragagem do canal de acesso e funcionamento do píer da Techint S/A.

Existem inúmeras dificuldades em realizar estudos de impactos ambientais, principalmente em relação à ictiofauna. Nesse estudo não foi possível afirmar que as obras de dragagem e funcionamento do píer da Techint S/A causaram consequências diretas à comunidade de peixes do local. Pode ser que o impacto causado seja irrelevante, mas também é possível que os métodos utilizados não tenham sido os mais adequados para avaliar este nível de impacto.

O principal problema foi a falta de dados pretéritos e a consequente falta de informação sobre o estado natural da região. O ideal era que fossem realizadas diversas campanhas amostrais antes de qualquer interferência

humana neste ambiente, ou pelo menos antes destas obras, utilizando o mesmo desenho amostral. Desta forma poderiam ser feitas as devidas comparações entre o padrão natural e as consequências das intervenções antrópicas no ambiente.

Se neste estudo, realizado com 18 campanhas mensais não foi possível esclarecer se as diferenças na comunidade de peixes foram causadas pelas obras do empreendimento. É possível afirmar que um estudo com apenas duas campanhas (inverno e verão), como determinam os órgãos ambientais, é pouco indicada para caracterizar a comunidade de peixes em nenhum local e também para avaliar impactos ou variações sazonais.

Não foram avaliados por este trabalho os possíveis impactos causados pela iluminação durante a noite, devido à problemas logísticos em se coletar a noite; nem os possíveis impactos relacionados ao descarte efluentes (mesmo que tratado) produzidos pelos operários, que podem afetar os peixes e outros organismos; nem a alteração do substrato causada pelo aumento do píer, que criou um novo habitat vertical, introduzindo rochas onde havia apenas um fundo arenoso, o que pode atrair novas espécies (características de costões rochosos) para esta área.

Como sugestões para trabalhos futuros ressalta-se a importância de desenvolver desenhos amostrais que contemplem os períodos anteriores, concomitantes e posteriores à intervenção antrópica no ambiente. Que contemple também uma área controle, com as mesmas características da área a ser submetidas às alterações antrópicas. Para definição destas áreas é indispensável que seja feita uma detalhada caracterização dos fatores oceanográficos, com dados de correntes, turbidez, salinidade, temperatura, profundidade, sedimentologia e geomorfologia. É importante que se façam monitoramentos da comunidade ictiológica em diversas áreas do estuário, para quando umas dessas áreas sofrer um impacto existam dados pretéritos para comparação e detecção dos possíveis efeitos deste impacto.

9 – BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, M. J.; GORLEY, R. N.; CLARKE, K. R. **PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods**. PRIMER-E: Plymouth, UK. 2008.

ANGERMEIER, P. A. & KARR J. R. Biological integrity versus biological diversity as policy directives. **Bioscience**, 44- 690-697, 1994.

ANGULO, R. J. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná. São Paulo**. 334 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo 1992.

AKIN, S.; WINEMILLER, K.O. & GELWICK, F. P. Seasonal and spatial variations in fish and macro crustacean assemblage structure in Mad Island Marsh estuary, Texas. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. Elsevier Science B.V., [S.I.], v. 57, p. 269-282. 2003.

BARLETTA, M. & CORRÊA, M. F. M. **Guia para identificação de peixes da costa do Brasil**. Curitiba: UFPR, 1992.

BARRY, J. P.; YOKLAVICH, M. M.; CAILLIET, G. M.; AMBROSE, D. A. & ANTRIM, B. S. Trophic ecology of the dominant fishes in Elkhorn Slough, California, 1974-1980. **Estuaries**, [S.I.], v. 19, p. 115-118, 1996

BEMVENUTI, C. E.; ANGONESI, L. G.; GANDRA, M. S. Effects of dredging operations on soft bottom macrofauna in a harbor in the Patos Lagoon estuarine region of Southern Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 65, p. 573-581, 2005.

BLABER, S. J. M. & BLABER, T. G. Factors affecting the distribution of juvenile estuarinean dinshorefish. **Journal of Fish Biology**, [S.I.], v. 17, p. 143–162, 1980.

BLABER, S. J. M. **Fish and Fisheries of Tropical Estuaries**. London: Chapman & Hall. 1997.

BLABER S.J.M. Tropical Estuarine Fishes. Ecology, Exploitation and Conservation. **Fish and Aquatic Resources Series 7**, Blackwell Science, Oxford: 372 pp., 2000

CLARKE K.R.; GORLEY R.N. **PRIMER v6: user manual/tutorial**. PRIMER-E, Plymouth. 2006.

CLARKE, K. R. & WARWICK, R. W. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. [S.I.]: Plymouth Marine Laboratory, 859 p, 1994.

CLARKE, K. R. & WARWICK, R. W. **Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**, 2nd ed. *Primer-e*, Plymouth, 2001.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente: Resoluções 1984-1992, ed. 4, Brasília – DF, SEMAM/CONAMA/IBAMA.

CONNELL, J. H. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. **Science**, v. 199, p. 1302–1310. 1978

CORRÊA, M.F.M. **Ictiofauna demersal da Baía de Guaraqueçaba (Paraná, Brasil). Composição, estrutura distribuição espacial, variabilidade temporal e importância como recurso**. Curitiba. 160 f. Tese (Doutorado) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. 2001

CYRUS, D. P. & BLABER, S. J. M. Turbidity and salinity in a tropical Northern Australian estuary and their influence on fish distribution. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, [S.I.], v. 35, p. 545–563, 1992.

DAAN, N.; BROMLEY, P. J.; HISLOP, J. R. G.; NIELSEN, N. A. Ecology of North Sea fish. **Neth. J. Sea Res.**, v.26, p. 343-386, 1990.

DAY, J. W. JR; HALL, C. A. S.; KEMP, W. M. & YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. **Estuarine Ecology**. John Wiley & Sons, New York 558p, 1989.

DENNISON, W. C.; ORTH, R. J.; MOORE, K. A.; STEVENSON, J. C.; CARTER, V.; KOLLAR, S.; BERGSTROM, P. W. & BATIUK, R.A. Assessing water quality with submerged aquatic vegetation. **BioScience**, [S.I.], v. 43, p. 86-94, 1993.

ELLIOT, M.; WHITFIELD, A. K.; POTTER, I. C.; BLABER, S. J. M.; CYRUS, D. P.; NORDLIE, F. G.; HARINSON, T. D. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. **Fish and Fish.**, 8:241-268, 2007.

FAUSCH, K. D.; LYONS, J.; KARR, J. R. & ANGERMEIR, P. L. Fish communities as indicators of environmental degradation. In **Biological Indicators of Stress in Fish** (Marshall Adams, S., Ed.). Bethesda, MD: American Fisheries Society, 123 –144 p, 1990.

FIGUEIREDO, J. L. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raias e quimeras**. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 104p, 1977

FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – II. Teleostei (1)**. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 110 p, 1978

FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – III. Teleostei (2)**. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 90 p., 1980.

FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – VI. Teleostei (5)**. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 116 p., 2000

FLORES-VERDUGO, F.; GONZÁLEZ-FÁRIAS, F.; RAMÍREZ-FLORES, O.; AMESCUA-LINARES, F. & YAÑES-ARANCIBIO, A.; ALVAREZ-RUBIO, M. & DAY JR., J.W. Mangrove ecology, aquatic primary productivity and fish community dynamics in the Teacapán-agua brava lagoon-estuarine system (Mexican Pacific). **Estuaries** [s.i.], v.32, n.2, p.219-230, 1990.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River Bay: study of grain size parameters. **Journal of sedimentary petrology**, v. 27, p. 3 – 27, 1957.

GORDON, J. D. M.; MERRETT, N. R. & HAENDRICH, R. L. Environmental and biological aspects of slope dwelling fishes of the north Atlantic. In: Hopper A. G. (Ed.). **Deep water fisheries of the North Atlantic Oceanic Slope**: Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 1995.

GREEN, J. **The Biology of Estuarine Animals**. London: Sidgwick & Jackson. 1968

GREENWOOD, M. F. D. & HILL, A. S. Temporal, spatial and tidal influences on benthic and demersal fish abundance in the Forth Estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 58, p. 211-225, 2003.

HYNDES, G. A., POTTER, I. C., PLATELL, M. E. & LENANTON, R. C. J. Does the composition of the demersal fish assemblages in temperate coastal waters change with depth and undergo consistent seasonal changes? **Marine Biology**, New York, v. 134, p. 335–352, 1999.

IAP. Termo de Referência - Diretrizes gerais para elaboração de estudos de impacto ambiental e relatórios de impacto sobre o meio ambiente. Secretaria de Estado do meio ambiente e recursos hídricos, Instituto Ambiental do Paraná. Curitiba, 2011.

IAP. Termo de Referência para elaboração de estudo de impacto ambiental (EIA) e relatório de impacto ambiental (RIMA). Ofício nº176/2013 IAP/DIRAM/DLE. Curitiba, 2013.

IBAMA. Termo de referência para elaboração do estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental para o terminal portuário terpar - terminais portuários do Paraná s/a. Brasília-DF, 2006.

JAUREGUIZAR, A. J.; MENNI, R.; BREMEC, C.; MIANZAN, H. & LASTA, C. Fish assemblage and environmental patterns in the Río de La Plata estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**., London, v. 56, p. 921–933, 2003.

JAUREGUIZAR, A. J.; MENNI, R.; GUERRERO, R. & LASTA, C. Environmental factors structuring fish communities of the Río de La Plata estuary. **Fisheries Research**, [S.l.], v. 66, p. 195–211, 2004

KARR, J. R.; FAUSCH, K. D.; ANGERMEIER, P. L.; YANT, P. R. & SCHLOSSER, I. J.. Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale. **Illinois Natural History Survey Special Publication**, 5: 1-28, 1986

KUPSCHUS, S. & TREMAIN, D. Associations between fish assemblages and environmental factors in nearshore habitats of a subtropical estuary. **Journal of Fish Biology**, [S.l.], v. 58, p. 1383-1403, 2001.

LAGLER, K. F.; BARDACH, J. E.; MILLER, R. R.; PASSINO, D. R. M. **Ichthyology**. John Wiley & Sons, Inc., New York, 2nd Ed. 505 p. 1977.

LANA, P.C.; MARONE, E.; LOPES, R.M.; MACHADO, E.C. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. Pp: 131-145. In: SEELIGER U.; 118 KJERFRE B. (Eds.). **Coastal marine ecosystems of Latin America**. Berlin: Springer, 360p. 2001.

LAMOUR, M. R. **Morfodinâmica Sedimentar da Desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá – PR**. 161 p. Tese (doutorado em Geologia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

LOBRY, J.; MOURAND, L.; ROCHARD, E. & ELIE, P. Structure of the Gironde estuarine fish assemblages: a comparison of European estuaries perspective. **Aquatic Living Resources**, [S.l.], v. 16, p. 47–58, 2003.

LONERAGAN, N. R.; POTTER, I. C.; LENANTON, R. C. J. & CAPUTI, N. Influence of environmental variables on the fish fauna of the deeper waters of a large Australian estuary. **Marine Biology**, [S.l.], v. 94, p. 631-641, 1987.

LONERAGAN, N. R.; POTTER, I. C. & LENANTON, R. C. J. Influence of site, season and year on contributions made by marine, estuarine, diadromous and freshwater species to the fish fauna of a temperate Australian estuary. **Marine Biology**, [S.l.], v. 103, p. 575-586, 1989.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: BDT/UFPR/IBPT. 1981.

MACPHERSON, E. & ROEL, B. A. Trophic relationships in the demersal fish community off Namibia. In: PAYNE AIL, GOULARD A., BRINK K. H. (eds). The Bengala and comparable ecosystems. **South African Journal of Marine Science**, South Africa, v. 5, p. 585–596, 1987.

MAES, J.; VAN DAMME, P. A.; TAILLIEU, A. & OLLIVIER, F. Fish communities along an oxygen-poor salinity gradient (Zeeschelde Estuary, Belgium). **Journal of Fish Biology**, [S.l.], v. 52, p. 534-546, 1998.

MANDERSON, J.P.; PESSUTTI, J.; HILBERT, J.G. & JUANES, F. Shallow water predation risk for a juvenile flatfish (winter flounder; *Pseudopleuronectes americanus*, walbaum) in northwest Atlantic estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.304, p.137-157, 2004.

Manual Microtrac, S3500 (Bluewave) SI Particle Size Analyzer Operation and Maintenance. 2011

MARONE, E. & CAMARGO, R. Efeitos de maré meteorológica na Baía de Paranaguá, PR. *Neritica*, **8** (1-2):73-85. 1994.

MARONE, E.; MANTOVANELLI, A.; NOERNBERG, M.A.; KLINGENFUSS, M.S.; LAUTERT, L.F.C.; PRATA JUNIOR, V.P. Caracterização física do complexo estuarino da Baía de Paranaguá. Pontal do Sul. **Relatório consolidado do convênio APPA/CEM**. UFPR. v. 2. 1997.

MARSHALL, S. & ELLIOTT, M. Environmental influences on the fish assemblage of the Humber estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, London, v. 46, p. 175–184, 1998.

MC DOWALL, R.M. Diadromy in fishes, migrations between fresh water and marine environments. **Groom Helm Publications**, London, 1988.

MENEZES, N. & FIGUEIREDO, J.L. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – IV. Teleostei (3)**. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 96 p., 1980

MENEZES, N. & FIGUEIREDO, J.L. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil – V. Teleostei (4)**. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 105 p., 1985

MOYLE, P. B. & CECH JR, J. J. **Fishes: an introduction to ichthyology**. Englewood Cliffs, New Jersey, USA, Prentice-Hall, Inc., 593 p. 1982.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 7ª edição, editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 927 p. 2004.

PATTERSON, A.W. & WHITFIELD, A.K. Do the shallow-water habitats function as refuge for juveniles fishes? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, London, v.51, p.359-364, 2000.

PASSAVANTE, J. Z, O.; KOENING, M. L. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. XXVI. Clorofila a e material em suspensão no estuário do rio Botafogo. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 18, p. 207 - 230, 1984.

PÉREZ-RUZAFÁ, A.; GARCÍA-CHARTON, J. A.; BARCALA, E.; MARCOS, C. Changes in benthic assemblages as a consequence of coastal works in a coastal lagoon: The Mar Menor (Spain, Western Mediterranean). *Mar. Pollut. Bull.*, v. 53, p. 107-120, 2006.

PETERSON, M. S. & ROSS, S. T. Dynamics of littoral fishes and decapods along coastal river-estuarine gradient. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 33, p. 467–483, 1991.

POTTER, I. C.; CLARIDGE, P. N.; CLARKE, K. R. & HYNDES, G. A. Fish fauna of the Severn estuary. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, [S.l.], v.258, p. 15–37, 1998.

RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza: Um livro-texto em ecologia básica**. 5ª edição, editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 470p. 2003.

SANTOS, C.; SCHWARZ JR, R.; OLIVEIRA NETO, J. F. & SPACH, H. L. A ictiofauna em duas planícies de maré do setor euhalino da Baía de Paranaguá, PR. **Boletim do Instituto de Pesca**, 28 (1): 49-60, 2002.

SCHAEFFER, D. W.; ETTINGER, W. H.; TUCKER, W. J. & KERSTER, H. W. Evaluation of a community-based index using benthic-indicator organisms for classifying stream quality. **Journal of Water Pollution Control Federation**, 57: 167-171, 1985

SILVA JUNIOR, D. R.; SANTOS S. R.; TRAVASSOS, M.; VIANNA, M. Impact on a fish assemblage of the maintenance dredging of a navigation channel in a tropical coastal ecosystem. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 60, p. 25-32, 2012.

SIMON, T. P. The use of biological criteria as a tool for water resource management. **Environmental Science and Policy**, [s.l.], v. 3, p. 43-49, 2000.

SPACH, H. L.; GODEFROID, R. S.; SANTOS, C.; SCHWARZ JR, R. & QUEIROZ, G. M. L. Temporal variation in fish assemblage composition on a tidal flat. **Brazilian Journal of Oceanography**, 52 (1): 47-58, 2004.

TECHINT. **Plano de Controle Ambiental**. 294 p. Pontal do Paraná, PR. 2010.

VAZZOLER, A. E. de M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá, EDUEM, 169p., 1996.

WARD, T.; BUTLER, E.; HILL, B. Environmental Indicators for National State of the Environment Reporting – **Estuaries and the Sea**. Canberra: Department of the Environment, 1998

WHITFIELD, A. K. Ichthyofaunal assemblages in estuaries: a South African case study. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, [S.l.], v. 9,p.151–186, 1999.

WHITFIELD, A. K.; ELLIOTT, M. Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. **Journal of Fish Biology**, v. 61, p. 229–250, 2002