



EDITAL CIÊNCIA SEM FRONTEIRAS
Bolsa Pesquisador Visitante Especial
PROJETO n. 173/2012

**QUE LIÇÕES RETIRAR DO FUNCIONAMENTO ECOLÓGICO EM SISTEMAS
ESTUARINOS DA PARAÍBA?**

Análise do efeito de perturbações naturais e antrópicas

- RELATÓRIO FINAL -
DETALHADO

Fevereiro 2016

1. Identificação do Projeto

Referência do Projeto: n. 173/2012 (Edital Ciência Sem Fronteiras, PVE)

Investigador principal: Joana Mateus Patrício

Coordenação Técnica: Ana Lúcia Vendel

Solicitante: Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Data de Início: 17/04/2013

Data de Fim: 31/12/2015

2. Instituições que participaram no Projeto

Este projeto contou com o envolvimento e participação ativa de pesquisadores, alunos e técnicos das seguintes instituições: Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Brasil; Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil; Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil; IMAR – Instituto do Mar (agora designado por MARE), Portugal e DG JCR – Joint Research Centre, European Commission, Itália.

3. Equipe de Investigação

O projeto nº 173/2012 contou com a participação de 14 pesquisadores sêniores, sendo coordenado pela Pesquisadora Visitante Especial – Joana Mateus Patrício. A coordenação técnica foi assegurada por Ana Lúcia Vendel. Marina Paula Dolbeth foi bolsista PDJ financiada pelo projeto. Contou ainda com o envolvimento ativo de três pesquisadores doutorados, quatro doutorandos, quatro mestres, dois técnicos de laboratório, três mestrandos, onze alunos PIBIC e/ou Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e sete colaboradores. A Tabela 1 lista cada membro da equipe, a sua função e afiliação.

Tabela 1. Nome dos pesquisadores, alunos e técnicos de laboratório envolvidos no projeto 173/2012, suas funções e instituições.

Nome	Função	Instituição
Joana Mateus Patrício	Investigador principal - PVE	MARE & DG-JRC
Ana Lúcia Vendel	Coordenadora Técnica	UEPB
José Etham Lucena Barbosa	Pesquisador Sênior	UEPB
André Luiz Machado Pessanha	Pesquisador Sênior	UEPB
Joseline Molozzi	Pesquisadora Sênior	UEPB
Thelma Lúcia Pereira Dias	Pesquisadora Sênior	UEPB
Ênio Wocyli Dantas	Pesquisador Sênior	UEPB
Alexandra Sofia Baeta	Pesquisadora Sênior	MARE
Marina Paula Dolbeth	Pesquisadora Sênior e Bolsista PDJ	UEPB
Ana Marta M. Gonçalves	Pesquisadora Sênior	MARE
Ana Carolina Lacerda Sakamoto	Pesquisadora Sênior	UFPB
Alexandre Ramlo Torre Palma	Pesquisador Sênior	UFPB
João Carlos Marques	Pesquisador Sênior	MARE
Clêber Ibraim Salimon	Pesquisador Sênior	UEPB
Janiele França Vasconcelos	Pesquisadora	UEPB
Zara Fani Gonçalves Teixeira	Pesquisadora	MARE
Saulo R. O Vital	Pesquisador	UEPB
Rosa Maria da Costa Santana	Doutoranda	UEPB
Daniel Jovem	Doutoranda	UEPB
Pieter van der Linden	Doutorando	U. Coimbra & MARE
Patrícia Silva Cruz	Doutoranda	UEPB
Natalice Sales	Mestre	UEPB
Gustavo Correia de Moura	Mestre	UEPB
Climélia da Nóbrega Silva	Mestre e Técnica de Laboratório	UEPB
Juan D. L. Mendonça	Mestre	UEPB
André PorDeus	Técnico de Laboratório	UEPB
Jéssica Emília Sérgio de Aquino Golzio	Mestranda	UFPB
Carlinda Raílly Ferreira	Mestranda	PPGEC UEPB
Érica Gonçalves	Mestranda	PPGEC UEPB
Ana Luisa Araújo de Amorim	Bolsista PIBIC	UEPB
Vivianne Evelyn do Nascimento Alves	Bolsista PIBIC	UEPB
Anderson Kelvin Saraiva Macedo	Bolsista PIBIC	UEPB
Kelly Marcelle Cunha Silva Canuto	Bolsista PIBIC	UEPB
Jéssica de Oliveira Lima	Bolsista PIBIC	UEPB
Denise Oliveira Leal	Bolsista PIBIC	UEPB
Monalisa dos Santos Oimpio	Bolsista PIBIC	UEPB
Anderson da Silva Coutinho	Bolsista PIBIC	UFPB
Julia Martini Falkenberg	Bolsista PIBIC	UFPB
Amayana Pereira de Lucena Melo	Aluna TCC	UEPB
Nathalia Karoline Alves do Nascimento	Aluna TCC	UEPB
Jéssica Natylle Barros Faria	Colaboradora	UEPB
Rayssa Gomes Praxedes	Colaboradora	UFPB
Mylene Kesia	Colaboradora	UFPB
Bruna Caroline dos Santos	Colaboradora	UFPB
Genetton da Silva Gomes	Colaborador	UEPB
Jefferson Santos de Amorim	Colaborador	UEPB
Patrícia Helena Alves da Silva	Colaboradora	UEPB

4. Objetivos iniciais do projeto

- 1) Caracterização de dois estuários Paraibanos dos pontos de vista físico-químico e biológico (produtores primários, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos, ictiofauna) e constituição de uma base de dados georreferenciada.
- 2) Avaliação do funcionamento das comunidades de macroinvertebrados bentônicos e ictiofauna ao longo dos dois estuários com diferentes níveis de impacto humano, utilizando análise isotópica, análise de redes tróficas e análise da diversidade funcional.
- 3) Comparação entre a biodiversidade (*sensu* estrutural) e os atributos funcionais das comunidades biológicas de:
 - a) diferentes habitats subtidais do mesmo estuário;
 - b) dois estuários com diferentes níveis de impacto;
 - c) estuários tropicais e estuários temperados.

Estes diferentes níveis de comparação contribuirão para o esclarecimento de questões de relevância internacional centradas na clarificação da relação entre biodiversidade, funcionamento e provisão de serviços pelos ecossistemas estuarinos.

5. Descrição sumária das atividades desenvolvidas bem como dos desvios ocorridos durante a execução do projeto

Tarefa 1 – Caracterização físico-química (coluna de água e sedimento) dos estuários do Paraíba e do Mamanguape

Objetivos específicos:

- 1) Caracterização físico-química (coluna de água e sedimento) dos estuários do rio Paraíba do Norte e do rio Mamanguape;
- 2) Definição de habitats subtidais ao longo do gradiente estuarino de cada um dos sistemas de estudo;
- 3) Análise das alterações relativas aos parâmetros físico-químicos durante o tempo de estudo considerado.

Metodologia adotada:

Para atingir estes objetivos foram realizadas três campanhas de amostragem em cada um dos estuários Paraibanos:

- a) *Coleta piloto*: 6 a 8/agosto/13 no estuário do rio Mamanguape; e 17 a 19/agosto/13 no estuário do rio Paraíba do Norte.
- b) *Coleta da estação seca*: de 18 a 22 de novembro 2013.
- c) *Coleta da estação chuvosa*: de 30 de junho a 04 de julho/2014.

O objetivo da coleta piloto foi definir os habitats subtidais de cada um dos estuários a fim de definir uma rede de pontos de coleta que cobrisse a extensão total dos estuários. Para tal, foram demarcados e georeferenciados pontos ao longo do canal principal dos dois estuários. Em cada ponto foram medidos os parâmetros físico-químicos: profundidade, salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido e sólidos dissolvidos totais (TDS). Com uma draga van Veen de 0,1 m² (15 L) (adquirida no âmbito do projeto) foram obtidas amostras de sedimento para posterior análise granulométrica. Ao longo do gradiente estuarino, foram também coletadas amostras de água de superfície e fundo para caracterizar a coluna de água em situação de maré cheia (PO₄, NO₃, NO₂, NH₄, Clorofila *a*, Matéria Orgânica Particulada e Matéria Orgânica Dissolvida).

A organização da informação coletada e o mapeamento detalhado da área de cada estuário e dos usos do solo dos dois sistemas foram coordenados por Saulo Vital e por Zara Fani Teixeira. Ênio Dantas e Juan Mendonça coletaram material vegetal para a caracterização da vegetação que margeia os dois estuários Paraibanos.

Em ambos os estuários, em novembro 2013 foi realizada a campanha referente à estação seca, e em Junho/Julho 2014 realizou-se a campanha referente à estação chuvosa. Nestas duas ocasiões foram repetidas as medições e coletas referidas na 1ª campanha, com a diferença de que estas coletas foram apenas efetuadas em três pontos em cada setor dos estuários, segundo o gradiente de salinidade, profundidade e a composição do sedimento: Zona I, Zona II, Zona III e Zona IV, grosso modo correspondentes às zonas salinas Oligohalino, Mesohalino, Polihalino e Euhalino, respectivamente.

Resultados obtidos

1) Mapeamento detalhado dos dois estuários Paraibanos, incluindo as estações de amostragem selecionadas após a campanha piloto

A Figura 1, de autoria de Saulo Vital, é uma representação esquemática dos dois sistemas de estudo, na mesma escala. Nela se encontram georeferenciadas as estações de amostragem selecionadas após a campanha piloto de agosto 2013. Esta figura foi extensivamente utilizada nas comunicações, publicações e dissertações resultantes do projeto.

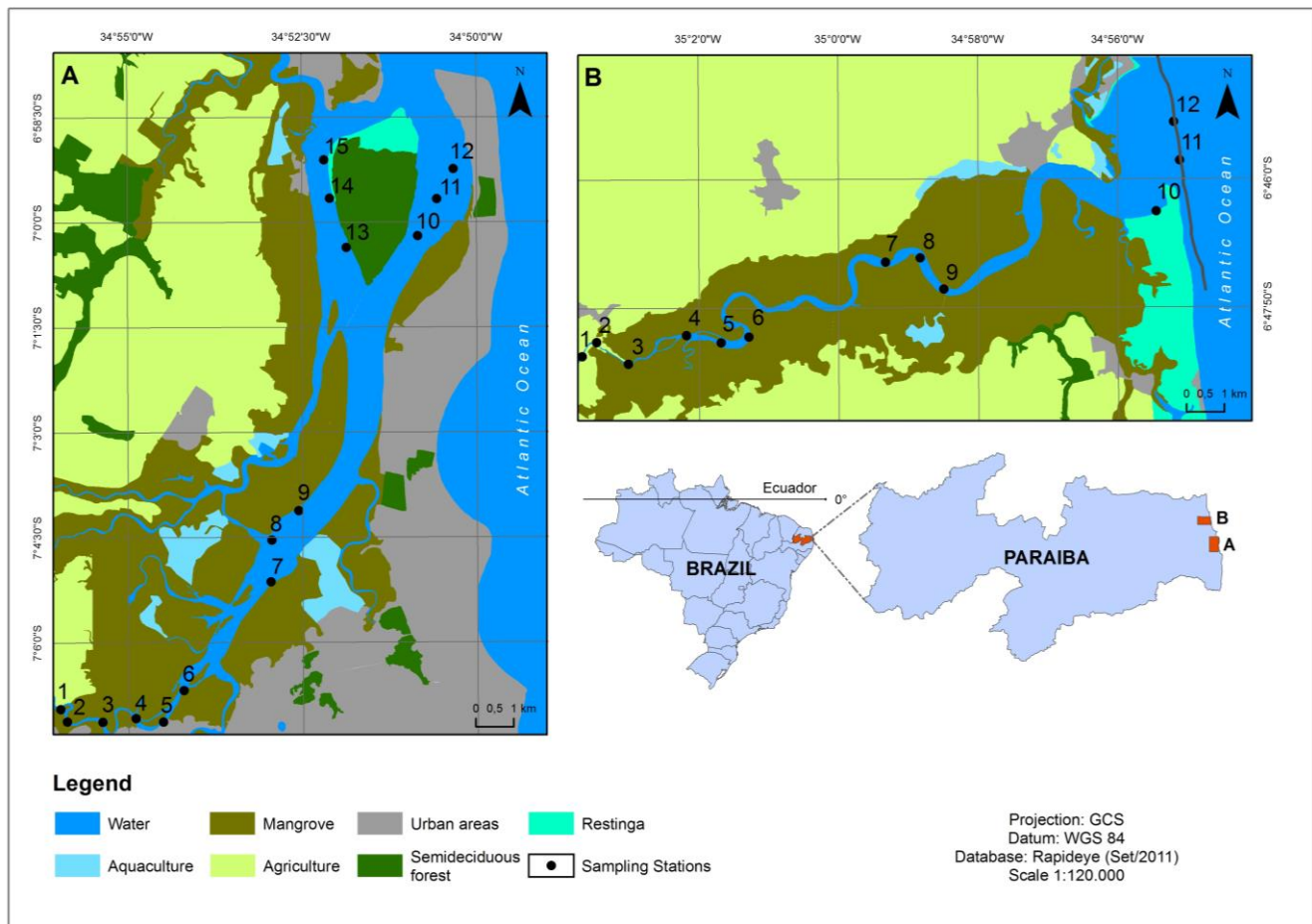


Figura 1. Estuários do Rio Paraíba do Norte e do Rio Mamanguape, Paraíba (Brasil) e localização dos pontos amostrais (Autoria do mapa georreferenciado: Saulo Vital).

2) Mapeamento e estimativa da área ocupada pelos principais usos de solo nas duas áreas de estudo

A equipe coordenada por Zara Fani Teixeira (do MARE, Portugal) estimou a área de cobertura das principais categorias de uso do solo das bacias hidrográficas dos dois estuários em estudo, fazendo uso de imagens RapidEye. Além de calcular as áreas, a equipe estimou igualmente o grau de precisão dos mapas de classificação obtidos (Figura 2).

Todos os detalhes se encontram no artigo *Teixeira et al. – Estimating land cover area of coastal watersheds. The case of two Brazilian estuaries with different conservation rules*, em fase final de submissão à revista *Estuaries and Coasts*. As shapefiles estão disponíveis para utilização pública, bastando para isso o envio de um email para joanamateuspatricio@gmail.com.

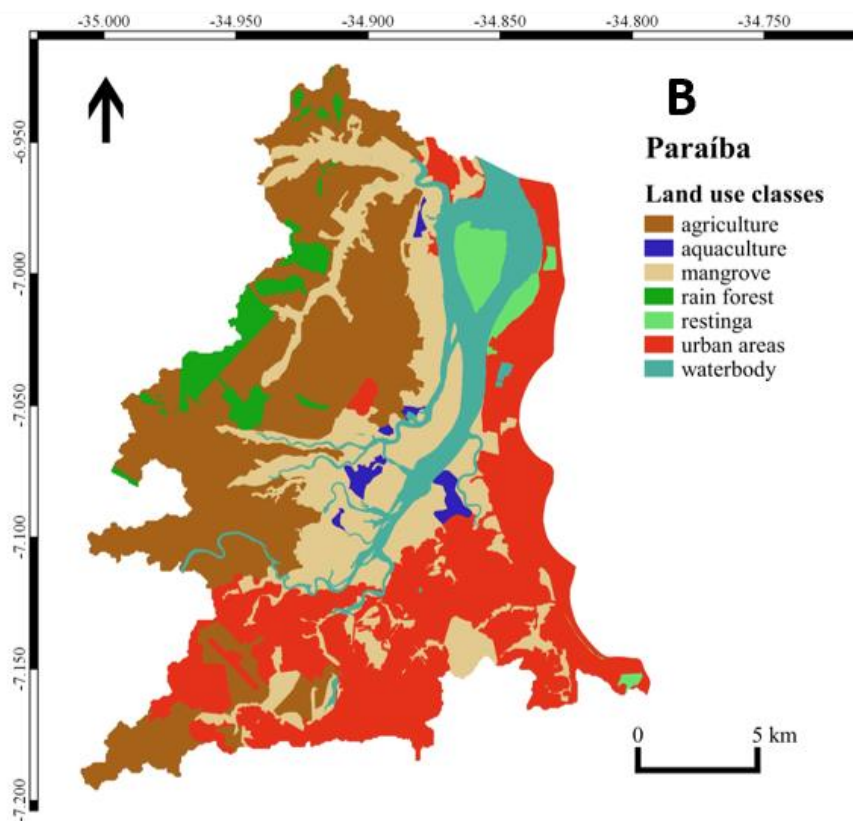
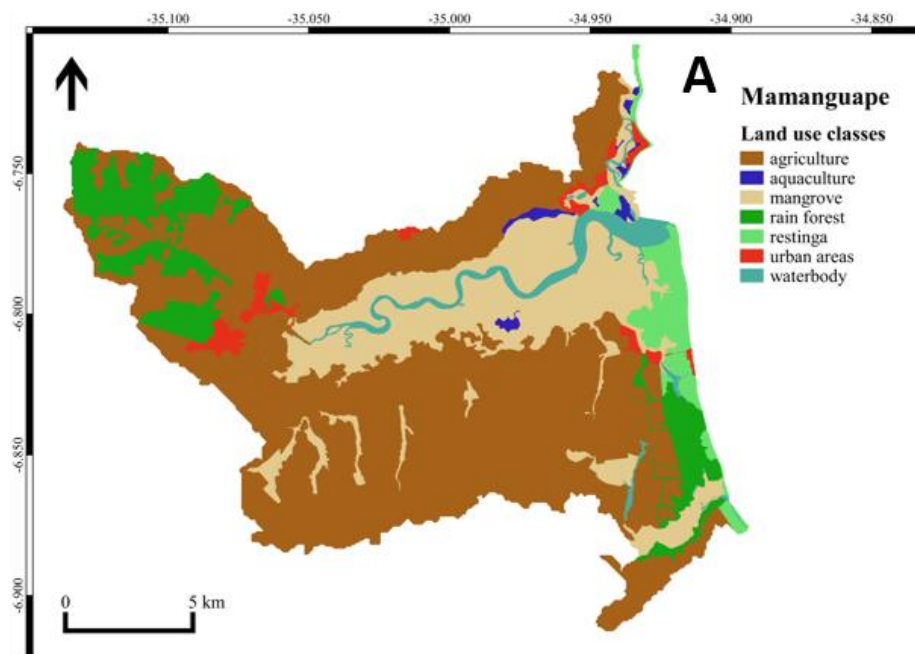


Figure 2. Mapeamento das principais categorias de usos do solo nas bacias hidrograficas do **A.** Rio Mamanguape e **B.** Rio Paraíba do Norte, Paraíba, Brasil (Fonte: *Teixeira et al. em preparação*).

3) Quantificação da porcentagem de cobertura de manguezal e identificação das principais espécies vegetais presentes nos dois estuários (ver Tabela 2)

Paralelamente ao trabalho de mapeamento dos usos do solo nas bacias hidrográficas dos estuários estudados, Ênio Dantas e Juan Mendonça foram responsáveis pelo levantamento *in loco* das principais espécies vegetais que margeiam os estuários do Mamanguape e Paraíba do Norte. Estas espécies encontram-se listadas na Tabela 2.

Tabela 2. Relação de espécies vegetais que margeiam os estuários do Mamanguape e Paraíba do Norte.

Grupo/Família	Espécies	Mamanguape	Paraíba
ANGIOSPERMAS			
Acanthaceae	<i>Avicennia schaueriana</i> Stapf & Leechm. ex Moldenke*	X	
	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.*	X	X
	<i>Dicliptera mucronifolia</i> Nees		X
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	X	X
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Radd.	X	
Apocynaceae	<i>Temnadenia odorifera</i> (Vell.) J.F.Morales.		X
Asteraceae	<i>Mikania</i> sp.		X
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i> L.	X	
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia elegans</i> Mast.	X	
Cactaceae	<i>Melocactus</i> sp.	X	
Chrysobalanus	<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	X	
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> L.*	X	X
	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F. Gaertn.*	X	X
Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br.	X	
Cyperaceae	<i>Cyperus ligularis</i> L.	X	
	<i>Eleocharis</i> cf. <i>obtusa</i>	X	
	<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.		X
	<i>Eleocharis interstincta</i> (Vahl) Roem. & Schult.	X	
	<i>Fimbristylis cymosa</i> (Lam.) R.Br.		X
	<i>Rhynchospora riparia</i> (Nees) Boeckeler		X
	<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	X	
Fabaceae	<i>Chamaecrista diphylla</i> (L.) Greene.		X
	<i>Crotalaria vitelina</i> Ker Gawler.		X
	<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.		X
	<i>Hymenaea coubaril</i> L.	X	
	<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.	X	
	<i>Inga marginata</i> Willd.		X
	<i>Samanea tubulosa</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes		X
	<i>Tephrosia cinerea</i> (L.) Pers.		X
	<i>Zollernia glabra</i> (Spreng.) Yakovlev		X
	<i>Zornia tenuifolia</i> Moric.		X
Malvaceae	<i>Hibiscus</i> sp.	X	

Malpighiaceae	<i>Byrsonima gardneriana</i> Juss.		X
	<i>Byrsonima sericea</i> DC.		X
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	X	
	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.		X
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	X	
	<i>Psidium guineense</i> Sw	X	X
	<i>Myrcia bergiana</i> O.Berg		X
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	X	
Nyctaginaceae	<i>Guapira</i> sp.		X
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven		X
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.		X
Poaceae	<i>Spartina alterniflora</i> Loisel.*	X	
	<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth		X
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> L.*	X	X
Rubiaceae	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	X	
Sapotaceae	<i>Manilkara salzmannii</i> (A. D.C.) H.J. Lam		X
Solanaceae	<i>Schwenckia americana</i> Rooyen ex L.		X
Trigoniaceae	<i>Trigonia nivea</i> Cambess		X
Verbenaceae	<i>Lippia</i> cf. <i>alba</i>	X	
SAMAMBAIAS			
Blechnaceae	<i>Blechnum serrulatum</i> Rich.	X	
Pteridaceae	<i>Acrostichum aureum</i> L.*	X	X
Pteridaceae	<i>Acrostichum danaeifolium</i>	X	
Salviniaceae	<i>Salvinia auriculata</i> Aubl.	X	

*espécies características de manguezais

4) Caracterização físico-química das quatro zonas subtidais ao longo do gradiente estuarino dos dois estuários, na seca e na chuva

Sob orientação de José Etham Lucena Barbosa, foram determinadas as concentrações de amônia, nitrato, nitrito e fosfato seguindo procedimentos *standard* descritos no *Limnologisk Metodik* (1992) e *Strickland & Parsons* (1972). A clorofila *a* foi determinada de acordo com *Parsons et al.* (1985). A equipe coordenada por Joseline Molozzi determinou o teor de matéria orgânica no sedimento e efetuou a sua análise granulométrica, utilizando a coluna de peneiras com diferentes tamanhos de malha (adquirida no âmbito do projeto). Estes dados físico-químicos complementares foram amplamente utilizados como informação físico-química complementar nos diferentes estudos realizados.

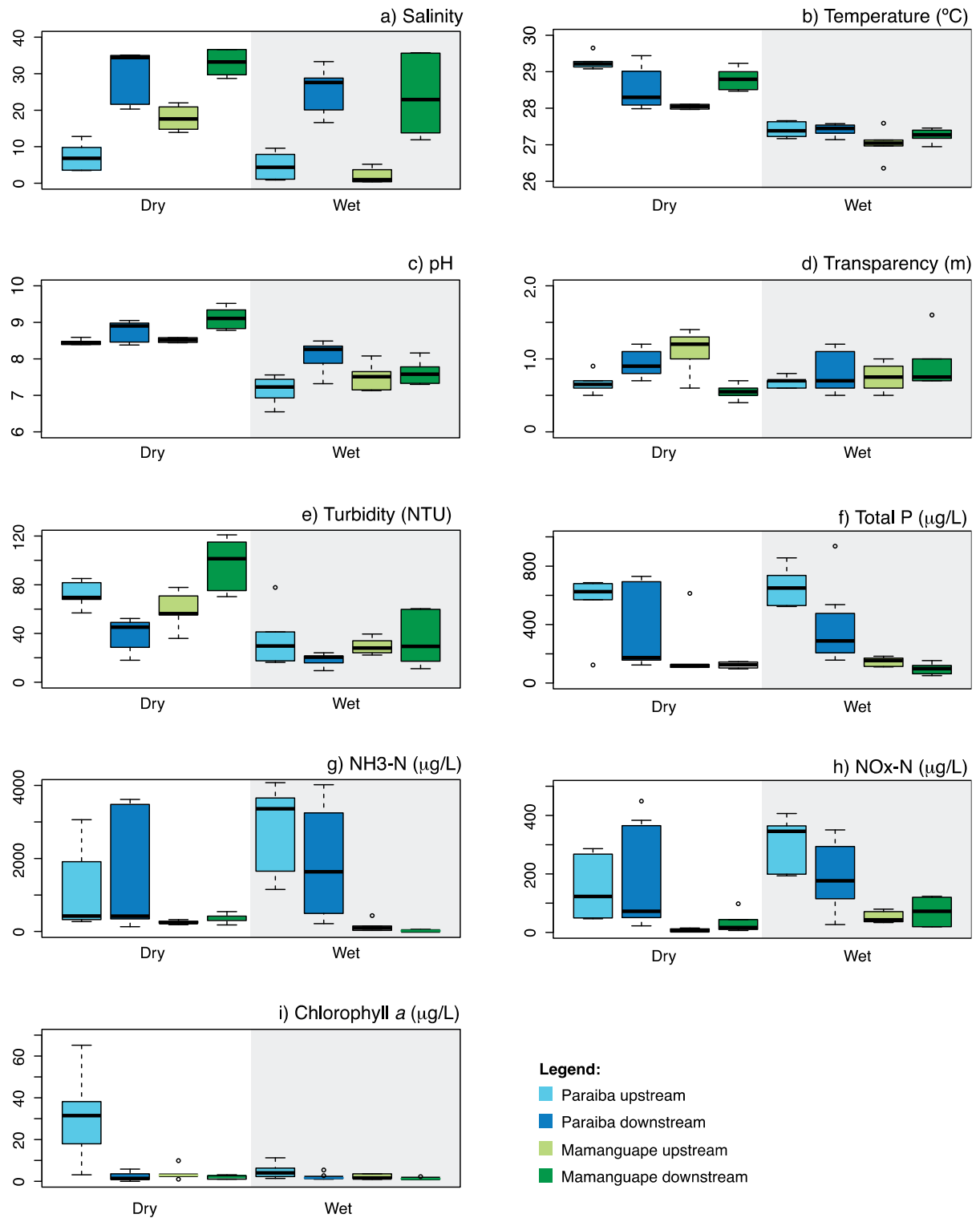


Figura 3. Variáveis físico-químicas coletadas medidas na coluna de água das zonas montante e jusante dos estuários do Paraíba do Norte e Mamanguape, na estação da seca e no período das chuvas (Fonte: *Alves et al. aceite em processo de revisão no Journal of Fish Biology*).

Tarefa 2 – Caracterização biológica

Objetivos específicos:

Caracterizar as comunidades de macroinvertebrados bentônicos, peixes e plâncton dos habitats subtidais dos estuários do Paraíba e do Mamanguape em situação de seca e chuva. Além das comunidades previstas na proposta aprovada, foi ainda caracterizada a comunidade de ictioparasitas dos estuários.

Metodologia adotada:

Para cada comunidade foram utilizadas metodologias adequadas e realizadas coletas de seca e de chuva ao longo de toda extensão do estuário, conforme descrito a seguir:

a) Macroinvertebrados bentônicos

Nos dois estuários, as amostragens foram efetuadas em quatro dos habitats subtidais. Em cada habitat foram definidos três pontos de coleta (Figura 1). Em cada ponto de amostragem foram obtidas três réplicas de substrato móvel com uma draga de aço, modelo van Veen, com 0,1 m² de área amostral. Após cada dragagem, o material foi lavado em peneira de malha de 0,5 mm e fixado com formaldeído a 4%, previamente tamponado com borato de sódio. No laboratório, as amostras foram lavadas em água corrente numa bateria de peneiras de 1 mm e 0,5 mm sobrepostas, permitindo a separação de duas frações. Após a lavagem das amostras, os organismos foram separados por grupos taxonômicos e conservados em álcool a 70%. Sob orientação de Joseline Molozzi, os macroinvertebrados foram identificados, no menor nível taxonômico possível e tiveram sua biomassa calculada. Para estimativa da biomassa, os organismos foram colocados em estufa a 60°C durante 72 horas e pesados (peso seco, PS), sendo depois sujeitos a combustão em mufla a 450°C durante 8 horas, determinando-se a seguir o peso seco livre de cinzas (PSLC).

b) Ictiofauna

Durante as mesmas campanhas de amostragens, em cada ponto nos estuários, as assembleias de peixes foram capturadas via arrasto manual, com rede de 10 m de comprimento x 1,5 m de altura e malha de 8mm. Os arrastos, com extensão de 30 m, ocorreram ao longo de cada estuário, em período diurno na baixamar seguindo três réplicas amostrais em cada setor dos estuários: oligohalino, mesohalino, polihalino e euhalino, definidos segundo o gradiente de salinidade e a composição do sedimento. No total foram realizados 90 arrastos no estuário do Paraíba do Norte e 72 arrastos no estuário do Mamanguape. Os peixes capturados foram fixados em solução de formalina a 10% tamponada (Borato de Sódio) e conduzidos ao laboratório. Sob orientação de Ana Lúcia Vendel e André Pessanha, os peixes foram identificados, medidos, pesados e uma porcentagem representativa teve sua dieta analisada para permitir a execução da Tarefa 4. Parte deste material foi selecionado para ser tombado junto à Coleção Ictiológica da Universidade Federal da Paraíba (Mamanguape n. 10113 a 10135 e n. 10193 a 10224 n. 10345 a 10414).

c) Plâncton

Seguindo o mesmo desenho amostral, a comunidade planctônica (fito e zooplâncton) foi amostrada nos períodos seco e chuvoso. Para o fitoplâncton, a coleta foi realizada com rede de plâncton com abertura de malha de 20 μ m, através de arrasto horizontal na superfície da água, acondicionadas em frascos de polietileno de 200ml e preservadas com formol 4%. A identificação dos organismos foi feita utilizando-se um microscópio. O procedimento para preparação de lâminas foi realizado com uma gota de material sedimentado colocada entre lâmina e lamínula, onde foram observadas e identificadas todas as algas e cianobactérias em nível específico e infra-específico, quando possível. A comunidade zooplanctônica amostrada nos dois estuários também foi identificada e quantificada. Esta atividade é parte integrante do plano de doutorado da aluna Maria Rosa Santana.

d) Ictioparasitos

Após a retirada do estômago de cada peixe coletado de acordo com a metodologia acima detalhada para a Ictiofauna, os exemplares de peixe seguiram para o Laboratório de Ecologia Aquática e para o Laboratório de Invertebrados Paulo Young (LIPY) da Universidade Federal da Paraíba, onde se procedeu à necropsia dos peixes, coleta, fixação e conservação dos parasitos, sob orientação de Ana Carolina Lacerda Sakamoto. Os parasitos foram coletados após dissecação dos peixes, retirados das brânquias e observação sob estereomicroscópio. Os parasitos foram conservados em etanol 70%. Para identificação, os espécimes foram clarificados em Lactofenol de Amman (Nematoda) ou corados com tricrômico de Gomori, meio de Hoyer e Gray Weiss (Monogenea) ou Carmim Acético (Digenea). Posteriormente, lâminas foram montadas em Bálsamo do Canadá para a identificação com o auxílio do microscópio. A identificação foi realizada com uso de bibliografia adequada. Os valores de prevalência, intensidade média e abundância média foram calculados de acordo com Bush *et al.* (1997).

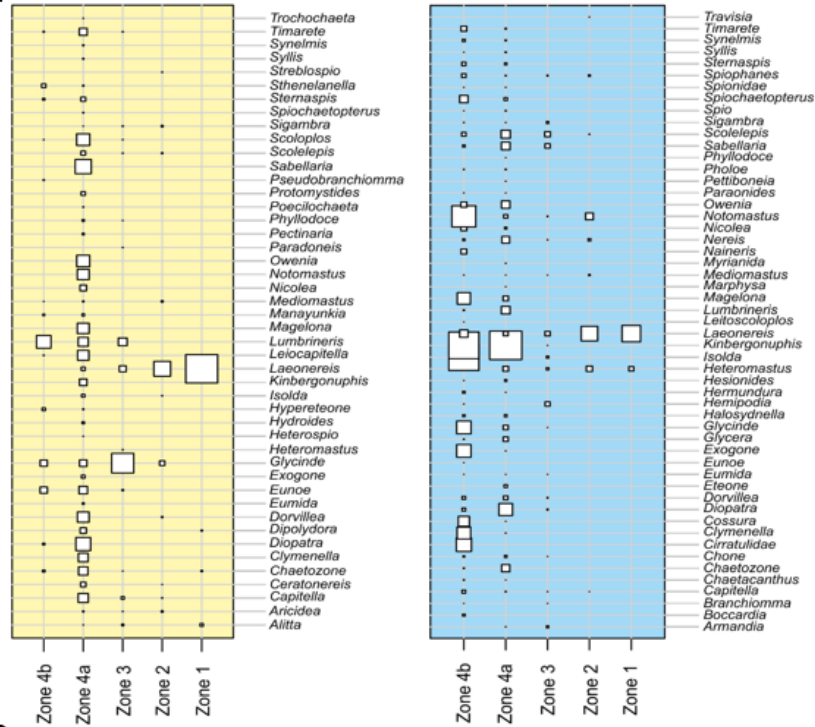
Resultados obtidos

a) Macroinvertebrados bentônicos

Sob orientação de Joseline Molozzi, as amostras de invertebrados bentônicos das duas campanhas foram todas processadas e os resultados foram explorados em diversas dissertações de mestrado (ver *dissertações de Climélia Silva e Carlinda Medeiros*) e TCC (ver *dissertações de Kelly Canuto e Monalisa Olimpio*). Várias publicações foram já submetidas ou estão em fase avançada de preparação (e.g. *Silva et al. submetido à Acta Oecologica, van der Linden et al. em fase final de preparação para submeter à Estuaries and Coasts, Medeiros et al. em fase final de preparação para submeter à PLOS ONE, Olimpio et al. e Canuto et al. em preparação*).

O aluno de doutorado Pieter van der Linden analisou a comunidade de poliquetas ao longo do gradiente estuarino de ambos os estuários, nas duas estações do ano e verificou um empobrecimento claro desta comunidade nos setores mais a montante de cada estuário (Figura 4), resultado que de resto está de acordo com as observações efetuadas em inúmeros estuários temperados do hemisfério Norte. Sendo a comunidade deste sector claramente dominada pelo gênero *Leonereis* no Paraíba em ambas os períodos do ano e no Mamanguape durante a estação seca. No artigo de van der Linden *et al.* (a submeter em breve à *Estuaries and Coasts*) encontram-se explorados outros resultados relativos à comunidade de poliquetas e moluscos.

A. Paraíba



B. Mamanguape

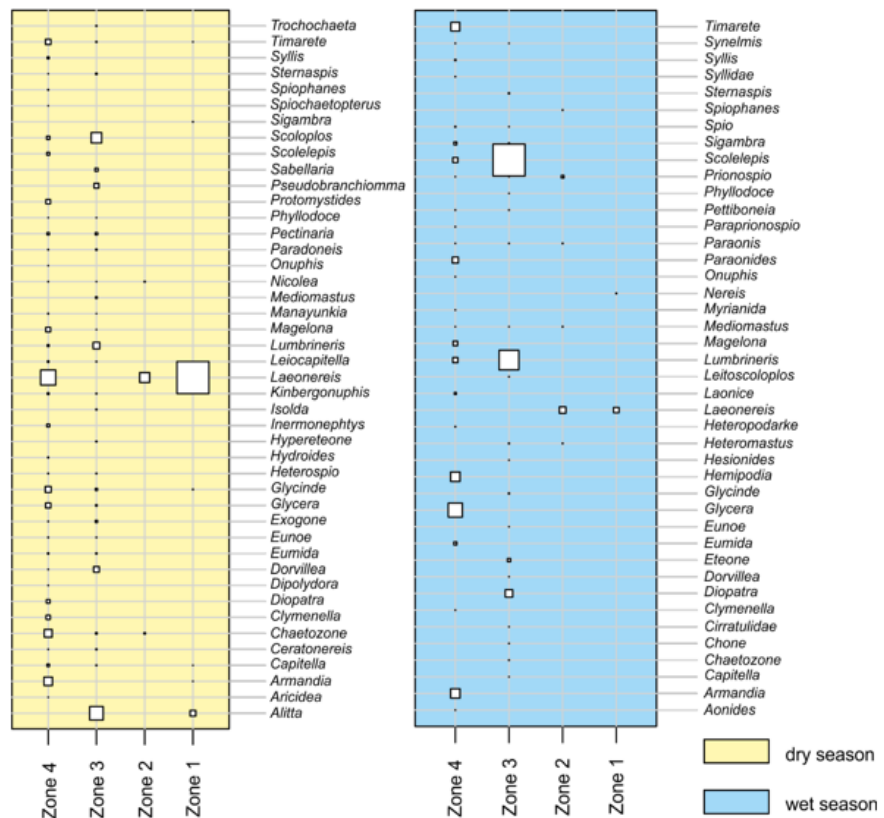


Figure 4. Composição da comunidade de Polychaeta nos estuários **A.** Paraíba do Norte e **B.** Mamanguape, na estação da seca e na estação da chuva (Fonte: *van der Linden et al. em fase final de preparação para submeter à Estuaries and Coasts*).

No artigo Silva *et al.* (submetido à *Acta Oecologica*), Climélia Silva analisou a possibilidade da utilização do conceito de “suficiência taxonômica” em estudos de monitorização de estuários tropicais. Para testar a utilidade deste conceito, a equipe usou os dados da comunidade poliquetas de ambos os estuários coletados na estação da seca e comparou os resultados obtidos usando o nível taxonômico “gênero” e o nível taxonômico “família”.

Nesse estudo, verificou que ambos os níveis taxonômicos fornecem o mesmo tipo de informação no que diz respeito ao número de taxa e alguns índices de diversidade, como o índice de Margalef e o índice de Shannon-Wiener. Os autores concluem que em estudos regulares de monitoramento de estuários na Paraíba se pode usar o nível taxonômico de família, poupando tempo e recursos financeiros sem perdas de informação dignas de registro.

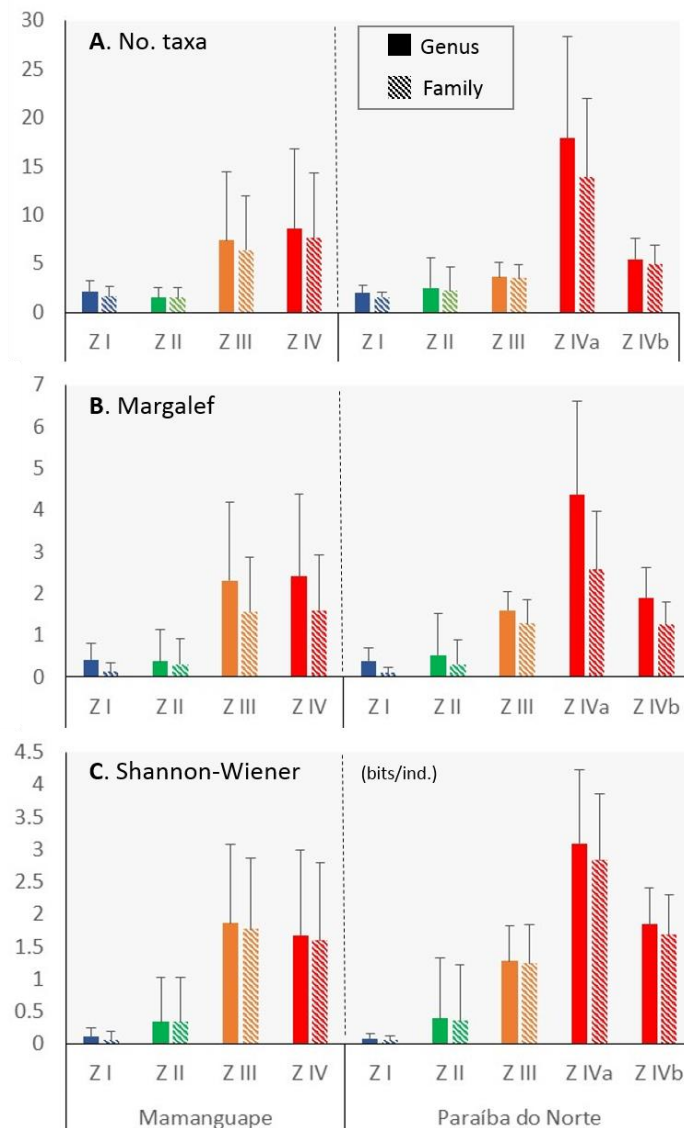


Figura 4. A. Número de taxa de Polychaetas. B. Índice de Margalef e C. Shannon-Wiener ao longo do gradiente estuarino do Paraíba do Norte e Mamanguape, na época da seca. Em cada caso foi considerada informação ao nível de Gênero (cor sólida) e de Família (cor com textura) (Fonte: Silva *et al.* submetido à *Acta Oecologica*).

A aluna de TCC, Kelly Canuto, procedeu à análise comparativa do efeito do tamanho das malhas de peneiras na composição e estrutura da comunidade de poliquetas em estuários tropicais. A apresentação deste trabalho valeu-lhe a obtenção de um prêmio no XXII Encontro de Iniciação Científica da UEPB, Campina Grande, em 12 de novembro de 2015. Um artigo descrevendo os principais resultados desta análise encontra-se em fase de preparação. A aluna Monalisa Olímpio centrou o seu estudo na análise da influência do gradiente salino como fator estruturante na distribuição da comunidade de macroinvertebrados nos dois estuários em estudo. Neste momento a aluna está finalizando a redação deste artigo, tendo como base o material produzido durante a elaboração de seu TCC.

b) Ictiofauna

Essa tarefa objetivou investigar como a atual situação antrópica dos dois estuários afeta a distribuição da ictiofauna local. Desta forma, verificamos a composição e a distribuição espacial da ictiofauna nos estuários do rio Paraíba do Norte (ERP-Tabela 3a) e do rio Mamanguape (ERM-Tabela 3b). Na estação seca, foram capturadas 57 espécies de Teleostei no ERPB (1973) e 53 espécies no ERM (2003), perfazendo ao todo 3.976 indivíduos. No período chuvoso, foram capturadas 59 espécies no ERPB (3562) e 36 no ERM (1641), num total de 5203 indivíduos. Ao todo, foram registradas 92 espécies e 9179 indivíduos em ambos os estuários, no decorrer da execução deste projeto. Em termos de abundância, no período de seca, quando somadas as ocorrências nos dois estuários, apenas oito espécies tiveram captura acima de 100 indivíduos. Com destaque para *Atherinella brasiliensis* e *Poecilia vivipara* ocorreram em maior número, sendo 1222 e 641 indivíduos respectivamente. Já no período chuvoso seis espécies tiveram abundância maior que 100 indivíduos, com destaque para *Mugil curema*, *Atherinella brasiliensis* e *Rhinosardinia bahiensis* com 984, 1001 e 2052 indivíduos respectivamente.

Um fato que merece atenção foi o registro de 14 espécies de ocorrência única no período chuvoso, sendo 11 no Paraíba e 3 no Mamanguape, em oposição a isso, na estação seca, foram registradas 18 ocorrências únicas, sendo 9 em cada estuário (Tabela 3a,b). Em termos de composição e abundância a premissa de que o estuário urbanizado, com pior qualidade da água, apresentaria menor riqueza de espécies não pode ser comprovado, certamente isso relaciona-se à pontualidade das amostragens e a esperada variação sazonal em ecossistemas estuarinos tropicais. De toda forma, sob a coordenação de André Pessanha e Ana Lúcia Vendel, sabemos hoje mais sobre a composição da comunidade ictiológica ao longo do gradiente de salinidade dos dois maiores estuários Paraibanos e em Pessanha *et al.* (artigo em preparação) analisamos a estrutura da ictiofauna em função do diferente grau de impacto antrópico dos dois estuários estudados.

Tabela 3a. Relação de espécies de peixes capturadas no período seco 2013, nos estuários do rio Paraíba do Norte (ERP) e Mamanguape (ERM), Paraíba, Brasil. Tabela segundo a ordem alfabética do gênero.

Espécie	ERP	ERM	TOTAL
<i>Achirus achirus</i>	3	0	3
<i>A. declivis</i>	2	11	13
<i>A. lineatus</i>	9	17	26
<i>Anchoa januaria</i>	193	165	358
<i>A. lyolepis</i>	0	1	1
<i>A. marinii</i>	17	7	24
<i>Anchovia clupeioides</i>	3	9	12
<i>A. surinamensis</i>	2	0	2
<i>Anchoviella lepidentostole</i>	2	5	7
<i>Astyanax fasciatus</i>	0	3	3
<i>Atherinella blackburni</i>	0	12	12
<i>A. brasiliensis</i>	523	699	1222
<i>Bathygobius soporator</i>	1	5	6
<i>Caranx latus</i>	2	4	6
<i>Cathorops agassizii</i>	1	0	1
<i>C. spixii</i>	5	0	5
<i>Centropomus ensiferus</i>	1	0	1
<i>C. undecimalis</i>	1	3	4
<i>Chaetodipterus faber</i>	3	0	3
<i>Chilomycterus spinosus spinosus</i>	1	0	1
<i>Citharichthys macrops</i>	0	15	15
<i>C. spilopterus</i>	7	9	16
<i>Colomesus psittacus</i>	1	0	1
<i>Ctenogobius boleosoma</i>	19	13	32
<i>C. shufeldti</i>	0	1	1
<i>C. smaragdus</i>	0	1	1
<i>Cynoscion leiarchus</i>	2	0	2
<i>Diapterus auratus</i>	1	54	55
<i>D. rhombeus</i>	8	22	30
<i>Elops saurus</i>	3	0	3
<i>Erotelis smaragdus</i>	0	1	1
<i>Etropus crossotus</i>	0	1	1
<i>Eucinostomus argenteus</i>	68	81	149
<i>E. melanopterus</i>	1	3	4
<i>Eugerres brasilianus</i>	39	134	173
<i>Gobionellus oceanicus</i>	3	0	3
<i>G. stomatus</i>	2	1	3
<i>Harengula clupeola</i>	0	1	1
<i>Hyporhamphus roberti roberti</i>	0	2	2

<i>H. unifasciatus</i>	52	91	143
<i>Lagocephalus laevigatus</i>	0	1	1
<i>Lutjanus alexandrei</i>	0	2	2
<i>L. jocu</i>	3	2	5
<i>Lycengraulis grossidens</i>	44	103	147
<i>Menticirrhus americanus</i>	1	0	1
<i>Microgobius meeki</i>	0	2	2
<i>Microphis lineatus</i>	1	0	1
<i>Micropogonias furnieri</i>	1	0	1
<i>Mugil curema</i>	55	9	64
<i>M. curvidens</i>	9	66	75
<i>M. incilis</i>	1	0	1
<i>M. liza</i>	0	1	1
<i>Oligoplites palometa</i>	5	11	16
<i>O. saliens</i>	2	1	3
<i>O. saurus</i>	2	5	7
<i>Ophichthus cylindroideus</i>	1	1	2
<i>Opisthonema oglinum</i>	1	80	81
<i>Oreochromis niloticus</i>	0	6	6
<i>Poecilia vivipara</i>	115	220	335
<i>Polydactylus virginicus</i>	12	0	12
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	2	3	5
<i>Prionotus punctatus</i>	2	0	2
<i>Rhinosardinia bahiensis</i>	571	70	641
<i>Rhinosardinia bahiensis</i> (larva)	77	0	77
<i>Rypticus randalli</i>	1	2	3
<i>Sciades herzbergii</i>	33	0	33
<i>Selene vomer</i>	2	0	2
<i>Sphoeroides greeleyi</i>	0	4	4
<i>S. testudineus</i>	22	31	53
<i>Stellifer stellifer</i>	0	1	1
<i>Strongylura marina</i>	3	5	8
<i>S. timucu</i>	3	1	4
<i>Symphurus tessellatus</i>	13	5	18
<i>Syngnathus pelagicus</i>	1	0	1
<i>Trinectes paulistanus</i>	15	0	15
TOTAL	1 973	2 003	3 976

Tabela 3b. Relação de espécies de peixes capturadas no período chuvoso 2014, nos estuários do rio Paraíba do Norte (ERP) e Mamanguape (ERM), Paraíba, Brasil. Tabela segundo a ordem alfabética do gênero.

Espécie	ERP	ERM	TOTAL
<i>Achirus declivis</i>	4	0	4
<i>A. lineatus</i>	4	3	7
<i>Anchoa januaria</i>	141	1	142
<i>A. lyolepis</i>	1	0	1
<i>A. marinii</i>	3	5	8
<i>A. spinifer</i>	0	2	2
<i>A. tricolor</i>	7	0	7
<i>Anchovia clupeioides</i>	9	0	9
<i>Anchoviella lepidentostole</i>	0	2	2
<i>Astyanax fasciatus</i>	0	1	1
<i>Atherinella brasiliensis</i>	626	375	1001
<i>Bathygobius soporator</i>	0	5	5
<i>Caranx latus</i>	34	29	63
<i>Centropomus undecimalis</i>	1	1	2
<i>Cetengraulis edentulus</i>	6	0	6
<i>Chaetodipterus faber</i>	5	0	5
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	1	0	1
<i>Citharichthys macrops</i>	6	5	11
<i>C. spilopterus</i>	3	0	3
<i>Colomesus psittacus</i>	0	6	6
<i>Cosmocampus elucens</i>	1	0	1
<i>Ctenogobius boleosoma</i>	4	21	25
<i>C. smaragdus</i>	1	0	1
<i>C. stigmaticus</i>	4	0	4
<i>Cynoscion leiarchus</i>	25	0	25
<i>Dactylopterus volitans</i>	1	0	1
<i>Diapterus rhombeus</i>	5	0	5
<i>Elops saurus</i> (larva)	4	0	4
<i>Erotelis smaragdus</i>	0	1	1
<i>Etropus crossotus</i>	2	0	2
<i>Eucinostomus argenteus</i>	35	19	54
<i>E. melanopterus</i>	5	25	30
<i>Eucinostomus</i> sp.	0	6	6
<i>Eugerres brasilianus</i>	0	27	27
<i>Gobionellus oceanicus</i>	1	4	5
<i>G. stomatus</i>	0	8	8
<i>Harengula clupeola</i>	1	0	1
<i>Hyporhamphus roberti roberti</i>	53	2	55
<i>H. unifasciatus</i>	191	34	225
<i>Lile piquitinga</i>	0	3	3
<i>Lutjanus alexandrei</i>	2	0	2

<i>L. jocu</i>	1	0	1
<i>L. synagris</i>	5	0	5
<i>Lycengraulis grossidens</i>	9	3	12
<i>Menticirrhus americanus</i>	1	0	1
<i>Mugil curema</i>	100	884	984
<i>M. hospes</i>	34	0	34
<i>M. incilis</i>	6	0	6
<i>M. liza</i>	11	6	17
<i>Nicholsina usta usta</i>	5	0	5
<i>Oligoplites palometa</i>	3	0	3
<i>O. saurus</i>	19	4	23
<i>Ophichthus cylindroideus</i>	1	0	1
<i>Opisthonema oglinum</i>	27	0	27
<i>Poecilia reticulata</i>	2	0	2
<i>P. vivipara</i>	2	0	2
<i>Polydactylus virginicus</i>	4	0	4
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	0	1	1
<i>Rhinosardinia bahiensis</i>	2048	4	2052
<i>Sciades herzbergii</i>	34	3	37
<i>Selene vomer</i>	1	0	1
<i>Sphoeroides greeleyi</i>	27	16	43
<i>Sphoeroides spengleri</i>	2	0	2
<i>S. testudineus</i>	18	129	147
<i>Stellifer brasiliensis</i>	2	0	2
<i>Strongylura marina</i>	3	0	3
<i>S. timucu</i>	0	3	3
<i>Symphurus tessellatus</i>	9	2	11
<i>Syngnathus rousseau</i>	1	0	1
<i>Thalassophryne nattereri</i>	1	1	2
TOTAL	3 562	1 641	5 203

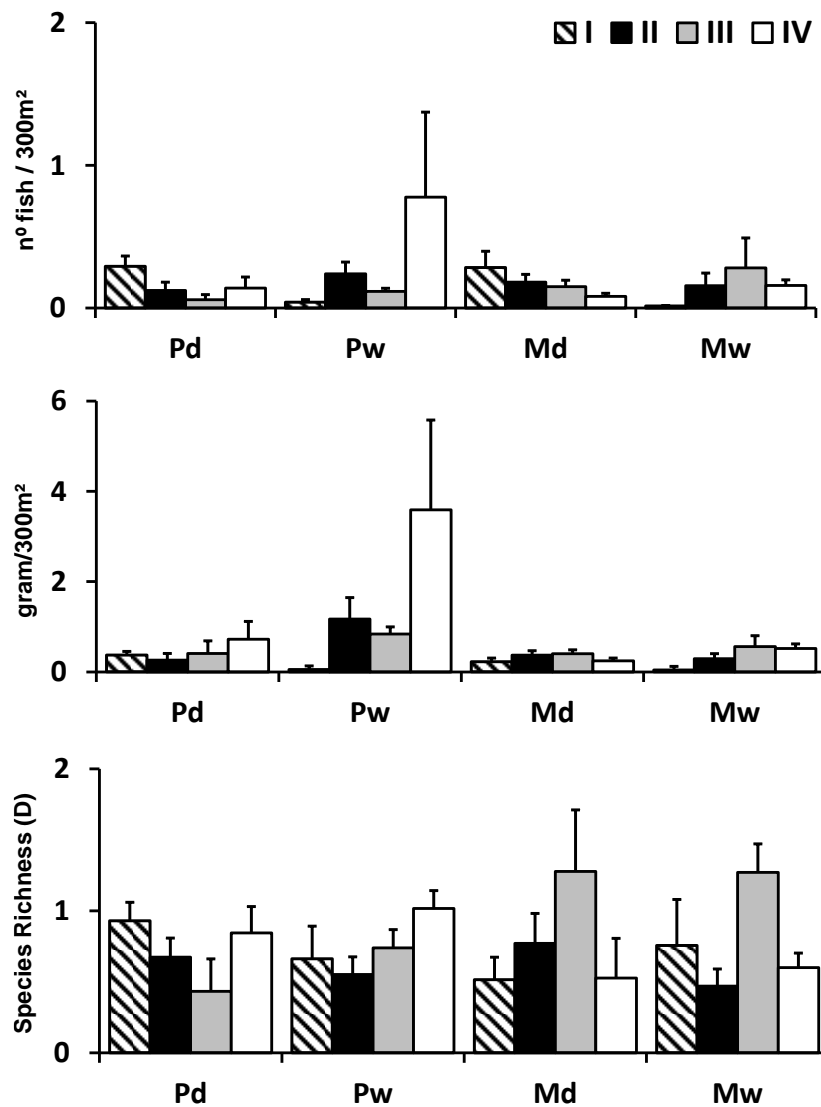


Figura 5. Variação da densidade (média \pm EP), Biomassa e riqueza de Margalef (D) da ictiofauna ocorrente nos estuários do Paraíba do Norte e Mamanguape (Fonte: *Pessanha et al. em preparação para ser submetido ao Journal of Fish Biology*).

Analisamos ainda a variação ao longo do espaço do tamanho total das oito espécies numericamente mais abundantes de forma a explorar melhor os resultados obtidos (Figura 6). Estes resultados são discutidos em detalhe nem *Pessanha et al. (em preparação)*.

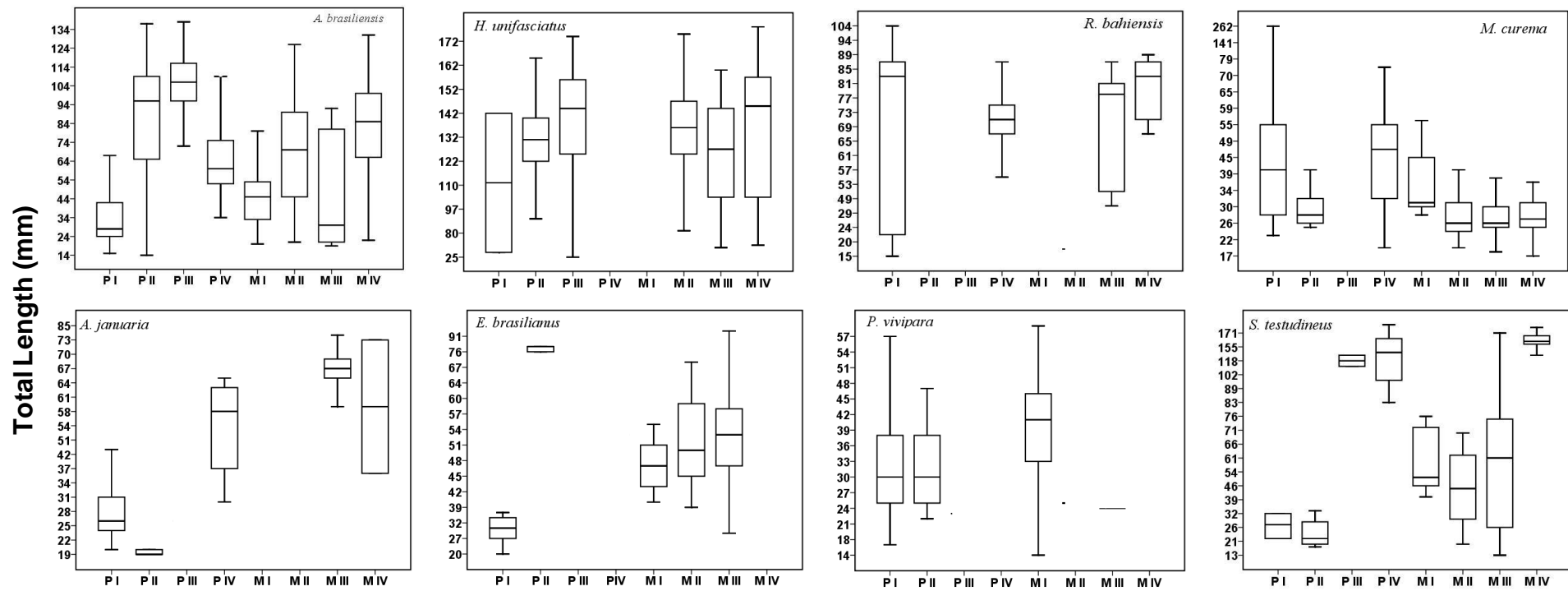


Figura 6. Box plots com o comprimento total (mm) por zona das oito espécies de peixe mais abundantes (P= Paraíba e M= Mamanguape); (middle point - mediana, box value – 1º e 3º quartis, whisker values - mínimo e máximo). As escalas de cada gráfico são propositadamente diferentes para enfatizar padrões específicos das espécies (Fonte: Pessanha et al. em preparação para ser submetido ao Journal of Fish Biology).

c) Plâncton

Fitoplâncton

A aluna de Doutorado Rosa Santana, sob orientação de José Etham Barbosa e Joana Patrício, identificou as espécies de fitoplâncton existentes ao longo do gradiente salino de ambos os estuários em período de seca e chuva (Figuras 7 - 9). Além disso no artigo *Santana et al. – Phytoplankton response to natural and human-induced changes in tropical estuaries* (a ser submetido à *Marine Pollution Bulletin*) analisou a variação da composição da comunidade fitoplanctônica quanto ao grau de influência antrópica nos locais (Figura 10).



Figura 7. Microscopia Óptica de Luz para Dinoflagelados. Imagens 1-6. 1. *Neoceratium* sp.; 2a-c. *Protoperidinium excentricum*; 3. *Protoperidinium steinii*; 4. *Protoperidinium* sp.6; 5. *Protoperidinium* sp. 2; 6. *Neoceratium furca*. Aumento 40X (Autoria das fotografias: Rosa Santana).



Figura 8. Microscopia Óptica de Luz para Clorofíceas. Imagens 1-6. 1. *Dictyosphaerium* sp.; 2. *Pediastrum duplex*; 3. *Pandorina morum*; 4. *Eudorina elegans*; 5. *Desmodesmus protuberans*; 6. *Scenedesmus acuminatus*; Aumento 40X (Autoria das fotografias: Rosa Santana).

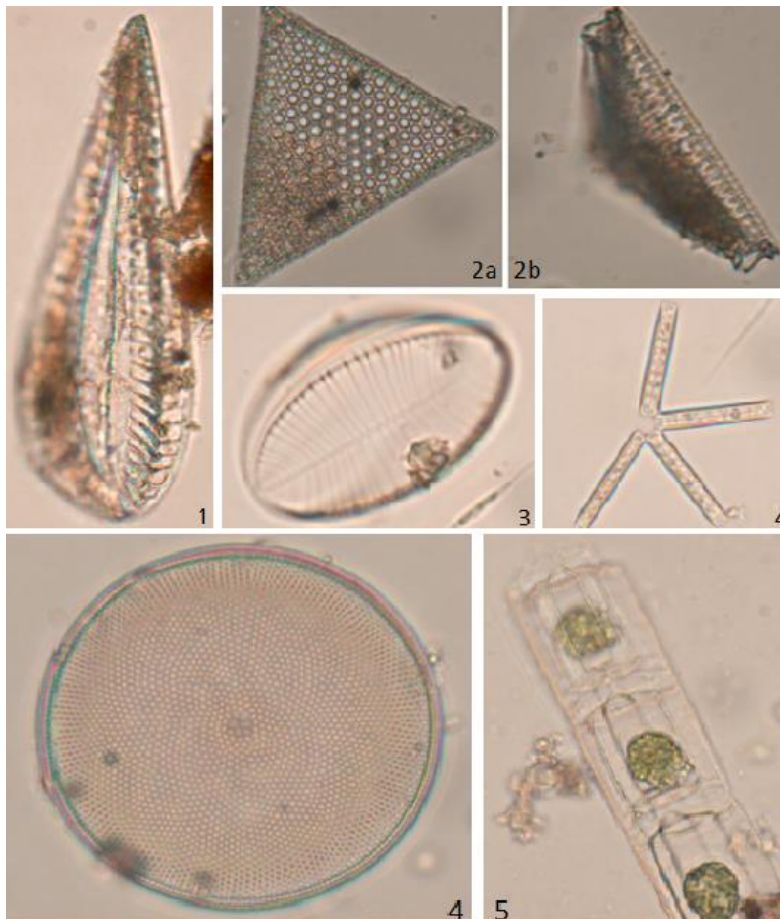


Figura 9. Microscopia Óptica de Luz para Diatomáceas. Figs. 1-7. 1. *Surirella* sp.; 2a-b *Triceratium favus*; 3. *Surirella gemma*; 4. *Thalassionema nitzschioides*; 5. *Coscinodiscoscentralis*. Aumento 40X (Autoria das fotografias: Rosa Santana).

Este estudo evidenciou claramente que em ambos os estuários, a comunidade fitoplanctônica foi significativamente distinta entre as duas épocas do ano e ao longo do gradiente estuarino (Figura 10).

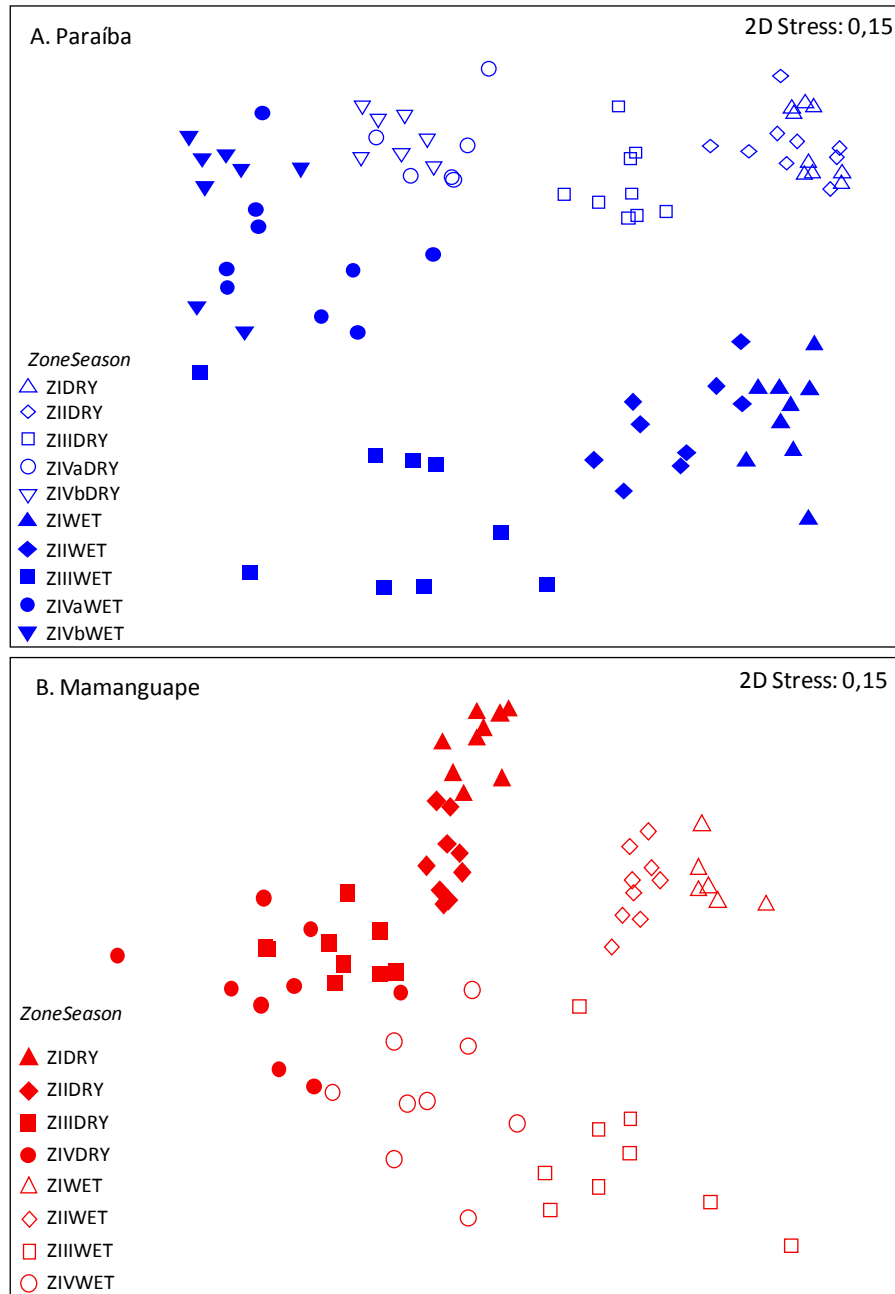


Figura 10. nMDS mostrando a variação da composição da comunidade fitoplanctônica ao longo do gradiente salino dos estuários **A.** Paraíba e **B.** Mamanguape, nos períodos da seca e chuva (Fonte: *Santana et al. em fase final de preparação para ser submetido à Marine Pollution Bulletin*).

No que diz respeito à riqueza específica, no estuário do Paraíba do Norte, esta foi claramente mais elevada nas zonas mais a montante, em ambas as estações do ano. Padrão idêntico se observou no estuário do Mamanguape durante a época das chuvas (Figura 11). Outro resultado que vale a pena destacar é o fato da comunidade fitoplanctônica de ambos os lados da Ilha da Restinga ser diversa, apesar de se situar no mesmo setor salino.

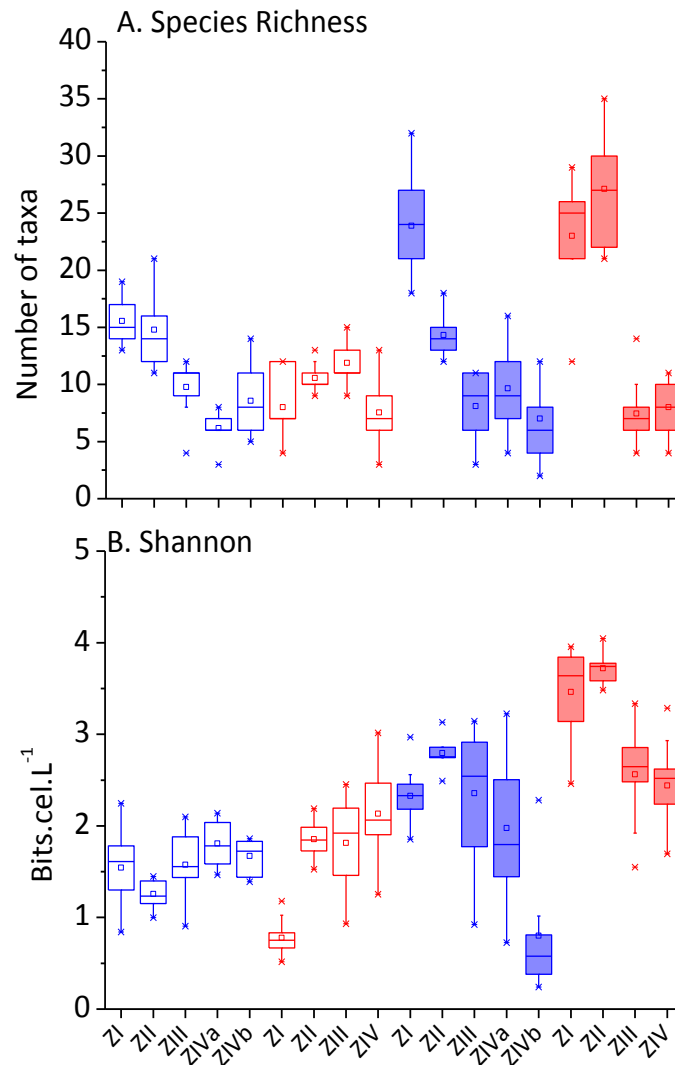


Figura 11. Variação da **A.** riqueza de espécies e **B.** índice de diversidade de Shannon-Wiener ao longo do gradiente salino dos estuários do Paraíba e Mamanguape, nos períodos da seca e chuva (Fonte: Santana et al. em fase final de preparação para ser submetido à Marine Pollution Bulletin).

Zooplâncton

Sob orientação de José Etham Barbosa (UEPB) e Ana Marta Gonçalves (MARE, Portugal), Gustavo Moura desenvolveu a sua dissertação de mestrado totalmente no âmbito deste projeto, dedicando-se ao estudo da comunidade zooplanctônica. Numa primeira secção do artigo *Moura et al. - What factors drive changes in zooplankton biomass and functional diversity in tropical estuaries?* (em fase final de preparação para ser submetido à *Oecologia*), a equipe caracterizou a comunidade zooplanctônica dos dois estuários nas duas épocas do ano.

Considerando ambos os estuários, identificaram-se cerca de 43 taxa de zooplâncton (1 Tintinídeo, 15 Rotífera, 5 Cladóceros, 13 Calanóides, 8 Cyclopóida e 1 Harpacticóida). Encontraram-se 36 taxa no Mamanguape e 28 no estuário do Paraíba. A composição do zooplâncton (baseada em dados de biomassa) foi significativamente diferente entre estuários (Figura 12). No Mamanguape observaram-se diferenças significativas entre zonas e estações do ano. O mesmo resultado foi encontrado no Paraíba.

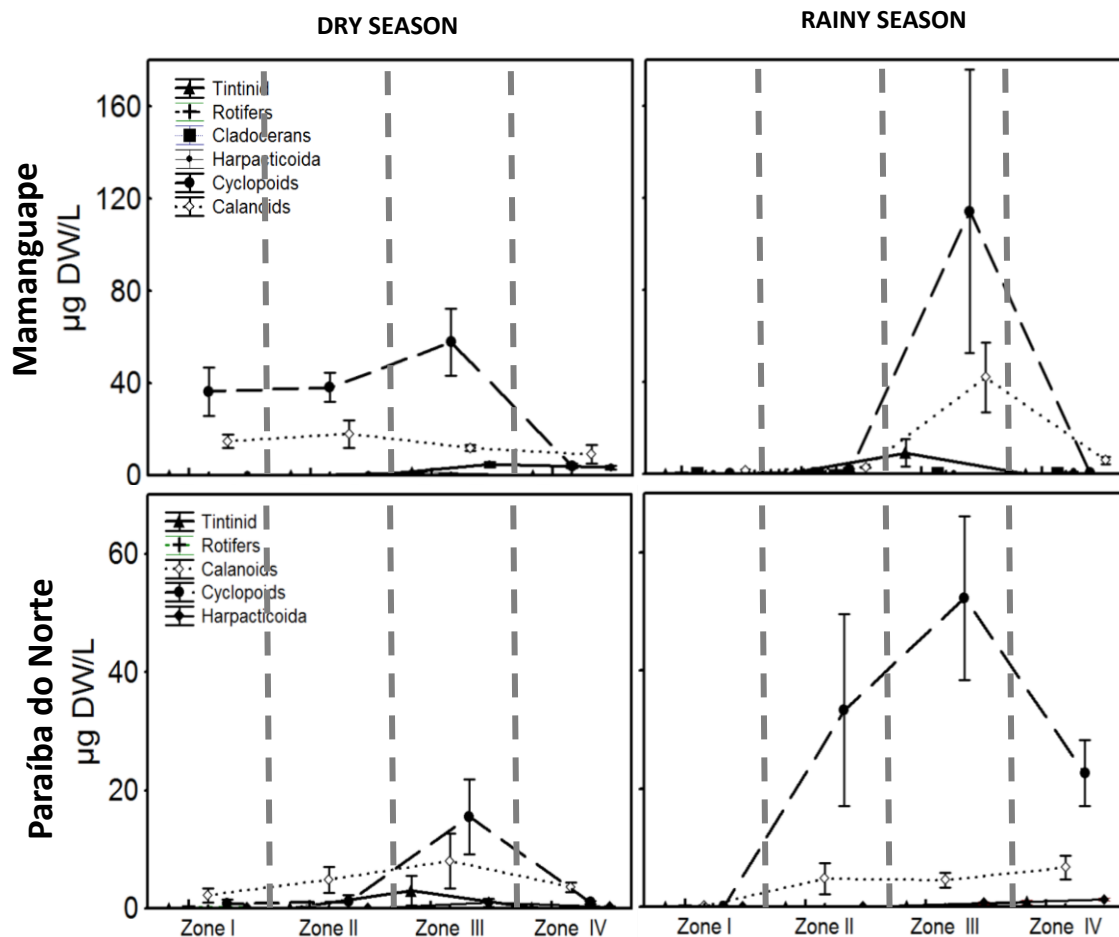


Figura 12. Variação espacial e sazonal da biomassa de zooplâncton nos estuários do Mamanguape e Paraíba do Norte nas estações da seca e das chuvas (Fonte: *Moura et al. em fase final de preparação para ser submetido à Oecologia*).

No Mamanguape, na estação da seca, Cyclopoida foi o grupo com biomassa mais elevada, seguido de Calanoida (Figura 12). Os Rotifera foram apenas representado pela espécie *Lecane luna* (Müller, 1776), com baixa biomassa (0,003 µg PS/L). Durante a estação da chuva a biomassa de zooplâncton foi mais elevada na zona intermédia do estuário (Zona III). Na zona mais a montante registramos a presença de nove outros rotíferos, bem como quatro espécies de Cladoceros (*Macrothrix mira*, *Macrothrix* sp., *Alona poppei* e *Diaphanosoma spinulosum* (Herbst, 1975). O Calanoida *Notodiaptomus iheringe* (Wright, 1985) e o Cyclopoida *Microcyclops anceps* (Richard, 1987) são espécies de água doce que apareceram com baixa biomassa nesta zona (1,31 e 0,119 µg PS/L, respectivamente).

No estuário do Paraíba do Norte, durante a estação seca, a comunidade de zooplâncton registrou os valores mais elevados de biomassa na zona intermédia do estuário (i.e. Zona III), sendo os Cyclopoida o grupo dominante (15,50 µg PS/L), seguido pelos Calanoida (8,02 µg PS/L) (Figure 12). Os rotíferos ocorreram apenas nas áreas mais a montante e foram representados por quatro espécies (*Asplanchna* sp., *Brachionus calyciflorus* (Pallas, 1766), *B. caudatus* (Barrois and Daday, 1894) e *B. leydigi* (Cohn, 1862). Do mesmo modo, no período das chuvas, Cyclopoida foi o grupo com biomassa mais elevada, seguido dos Calanoida. Os rotíferos, representados por seis espécies, ocorreram apenas nas áreas mais à montante.

d) Ictioparasitos

Foram analisados um total de 9234 peixes, sendo as espécies *Atherinella brasiliensis*, *Hyporhamphus unifasciatus*, *Anchoa januaria*, *Rhinosardinia bahiensis*, *Poecilia vivipara* e *Mugil curema* os hospedeiros mais abundantes. Dentre estes, destacam-se pela quantidade de parasitos encontrados nos peixes *A. brasiliensis*, *A. januaria* e *M. curema*, com 1104, 206 e 454 parasitos, respetivamente.

Como antes da execução deste projeto, não existia qualquer estudo relativo à comunidade de ictioparasitos dos estuários do Mamanguape e Paraíba do Norte, todos os parasitos encontrados são o primeiro registro de ocorrência para o local.

Do total de parasitos encontrados (N=1962), a maioria foi do grupo Copepoda (N=1644), destacando-se *Acusicola brasiliensis* (Amado e Rocha, 1996), encontrado em *A. brasiliensis*. Em *Mugil curema*, foi possível identificar cinco morfotipos de monogenéticos, todos pertencentes à família Dactylogyridae.

A listagem detalhada com o número de peixes analisados e parasitados por espécie, bem como a prevalência, abundância média e intensidade média de infestação por parasitas em quatro das espécies de peixes mais parasitadas é apresentada e discutida em detalhe no artigo *Golzio et al. 2016a submetido à revista Anais da Academia Brasileira de Ciências*.

Um 2º artigo da mesma autora explora o uso de parasitos como indicadores de fatores abióticos, utilizando a riqueza de espécies e a abundância de uma espécie de copépode como variáveis resposta. Este artigo encontra-se em fase final de preparação (*Golzio et al. 2016b. Abiotic variables as determinants of species richness of fish ectoparasites in two tropical estuaries, a ser submetido até final de Fevereiro ao International Journal for Parasitology*).

Os parasitos foram tombados na Coleção de Invertebrados Paulo Young (CIPY), na Universidade Federal da Paraíba. Todos os espécimes tombados foram devidamente etiquetados e armazenados na Coleção (*Mothocya nana* - UFPB 7337; *Mothocya omidaptria* - UFPB 7336; *Acusicola brasiliensis* - UFPB 7346, UFPB

7347, UFPB 7348 e UFPB 7349; *Bomolochus xenomelanirisi* - UFPB 7341). Estes exemplares estão agora disponíveis para consulta da comunidade científica e demais interessados.

Tarefa 3 – Análise da diversidade funcional (trait analysis)

Contextualização:

As atividades humanas alteram o ambiente quer em uma escala local quer em escala global, provocando alterações dramáticas na estrutura e composição das comunidades que, por sua vez, podem alterar a forma de funcionamento dos ecossistemas (Hooper *et al.*, 2005). A conservação dos sistemas naturais requer conhecimento, não apenas sobre quais espécies estão presentes, mas igualmente sobre o *modus operandis* dos ecossistemas, bem como sobre os efeitos múltiplos e complexos resultantes das ameaças atuantes (Bremner, 2008). Objetivando uma correta avaliação do impacto humano nos ecossistemas, é necessário enfatizar o estudo do seu funcionamento. Recentemente, vários autores, recomendaram a utilização simultânea de métodos estruturais e funcionais na avaliação ecológica. Foi neste contexto que se levou a cabo a Tarefa 3.

Objetivos específicos:

- 1)** Análise da diversidade funcional das comunidades de macroinvertebrados bentônicos e ictiofauna ao longo de toda a extensão dos dois estuários com diferentes níveis de impacto humano, através de análise de atributos (“traits”);
- 2)** Investigação da resposta individual das comunidades (macroinvertebrados e peixes) e avaliação do grau de comparabilidade da informação fornecida por cada uma destas comunidades.

Metodologia adotada:

De forma a avaliar a diversidade funcional dos estuários do Paraíba do Norte e Mamanguape utilizámos diferentes metodologias para cada comunidade analisada. Para além das análises da diversidade funcional das comunidades de macroinvertebrados e ictiofauna inicialmente planeadas, no decorrer do projeto explorou-se a diversidade funcional da comunidade de zooplâncton.

a) Invertebrados (poliquetas e moluscos)

Para os invertebrados seguimos os seguintes passos:

Passo 1. Seleção dos atributos (“traits”) biológicos a estudar nas comunidades de macroinvertebrados e alocação de categorias por espécie. Os traits dos poliquetas foram compilados em bases de dados como MarLIN (2006) e Polytraits Team (2016). No entanto os traits de moluscos tropicais foram muito difíceis de compilar recorrendo a base de dados online e literatura científica. Para completar a informação relativa aos atributos dos moluscos, neste estudo, contamos com a colaboração essencial de Luiz Simone, Malacologista Brasileiro que usou a Coleção de Referência do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo para verificar informação morfológica. Os traits e categorias dos dois grupos taxonômicos foram selecionados tendo em conta a sua capacidade de refletir as condições ambientais a que as espécies estão sujeitas e que podem variar temporal e espacialmente;

Passo 2. Compilação das matrizes de dados (taxa*habitat; taxa*atributo; atributos*habitat) para cada estuário e época do ano;

Passo 3. Cálculo da diversidade funcional das comunidades de macroinvertebrados, por habitat, estuário e época do ano. Seguindo as indicações de Schleuter *et al.* (2010), utilizou-se o Rao's Quadratic Entropy index (Rao) como medida da diversidade de traits. Um arquivo macro Excel (disponível em <http://botanika.bf.jcu.cz/suspa/FunctDiv.php>; Lepš *et al.* 2006) foi usado para calcular o Rao index;

Passo 4. Aplicação e teste da metodologia BTA ("Biological Traits Analysis") seguindo o procedimento descrito em van der Linden *et al.* (2012). Utilizou-se "Fuzzy Correspondence Analysis" (FCA) para determinar a distribuição temporal e espacial das categorias de atributos em cada estuário. Para cada estuário e grupo taxonômico fez-se uma FCA separada utilizando o software de livre acesso R-2.12.2 (R Development Core Team, 2011) com a "biblioteca" "ade4" (Thioulouse *et al.*, 1997).

b) Ictiofauna

Para a ictiofauna seguimos os seguintes passos:

Passo 1. Seleção dos traits: para selecionar os traits dos peixes, a equipe liderada por Marina Dolbeth (bolsista PDJ do projeto) definiu nove traits funcionais usando medidas morfológicas dos peixes, adaptando o procedimento descrito em Villeger *et al.* (2012) e Pessanha *et al.* (2015): massa corporal, forma transversal do corpo, comprimento relativo da cabeça, forma da cavidade bucal, posição do olho, "aspect ratio" da nadadeira peitoral, altura, compressão e capacidade de propulsão do pedúnculo caudal. Estes traits pretendem quantificar a aquisição de alimento e locomoção, ambas funções essenciais realizadas pelos peixes, com impacto no funcionamento do ecossistema. A colinearidade entre os nove traits foi previamente testada. Como a ictiofauna capturada nos dois estuários era principalmente constituída por juvenis e sub-adultos, não foram consideradas alterações ontogênicas.

Passo 2. Cálculo dos índices de diversidade funcional Riqueza funcional (FRic) e Rao's quadratic entropy (RaoQ).

Passo 3. Partição da diversidade taxonômica e funcional nos seus componentes α , β e γ em cada estuário, considerando todas as amostras de uma determinada época do ano (i.e seca e chuva). Neste estudo, consideramos que a partição da diversidade tem uma relação aditiva ($\gamma = \alpha + \beta$), onde regional γ -diversidade contém a α -diversidade (na comunidade), e β -diversidade (entre comunidades, i.e., o grau de variação da diversidade específica ao longo de um gradiente ambiental (Whittaker 1972). γ correspondeu à diversidade de cada estuário, α -diversidade entre as comunidades de cada estação de coleta e β -diversidade à diversidade entre essas comunidades.

Passo 4. Cálculo da redundância funcional como sendo a diferença entre os índices de Simpson e Rao (De Bello *et al.* 2007). Todas as espécies foram consideradas funcionalmente idênticas quando a redundância foi zero, e a redundância máxima foi atingida quando esta igualou o valor do índice de Simpson (De Bello *et al.* 2007).

Todos os índices foram calculados usando o software R (R core team, 2011), usando as rotinas FD (Laliberté, Legendre & Shipley 2015) e a função “Rao” (DeBello *et al.* 2010). Para mais detalhes sobre os cálculo ver o artigo *Dolbeth et al.* - submetido à *Marine Ecology Progress Series*.

c) Zooplâncton

Para o zooplâncton seguimos os seguintes passos:

Passo 1. Quantificação da diversidade funcional (FD): focámo-nos em cinco traits funcionais definidos quase todos ao nível de espécie: peso seco médio, comprimento máximo, distribuição inshore/offshore, tipo de alimentação e nível trófico.

Passo 2. Cálculo de índices funcionais: riqueza funcional (FRic), equitabilidade funcional (FEve), divergência funcional (FDiv) e dispersão funcional (FDis). Os cálculos foram realizados usando a “biblioteca” FD (Laliberté *et al.*, 2014) do software R (R team 2015). Mais detalhes sobre a metodologia usada encontram-se em *Moura et al. What factors drive changes in zooplankton biomass and functional diversity in tropical estuaries?*, em fase final de preparação para ser submetido à *Oecologia*.

Resultados obtidos:

a) Invertebrados (poliquetas e moluscos)

O aluno de doutorado Pieter van der Linden (MARE, Portugal, sob orientação de Joana Patrício) analisou a diversidade funcional das comunidades de macroinvertebrados, em particular poliquetas e moluscos, ao longo de toda a extensão dos dois estuários com níveis de impacto humano distintos, através de análise de atributos (“traits”). Além disso, investigou se a resposta das duas comunidades de macroinvertebrados em separado e a informação fornecida pela diversidade funcional de cada comunidade é comparável. Todos os detalhes estão descritos no artigo *van der Linden et al. Polychaets and mollusks in two tropical estuaries, a trait-based perspective*, em fase final de preparação para ser submetido à *Estuaries and Coasts*. Neste relatório ilustramos apenas alguns dos resultados obtidos, usando para o efeito a comunidade de poliquetas.

A composição de traits dos poliquetas das zonas a montante (Zona I e II) do Paraíba foi distinta das zonas mais a jusante (Zonas III e IV) (Figura 13a). Nas zonas a montante os traits “vida livre”, “tamanho grande”, “fecundidade média”, “tempo de vida médio”, “detritívoros” e “predadores” foram mais abundantes. Nos outros setores do estuário, os traits dominantes foram “tamanho pequeno e médio”, detritívoros “scavengers”, “filtradores”, “tempo de vida longo”, “tube dwellers” e “burrowers”, “fecundidade baixa” e “fecundidade alta”. As diferenças sazonais foram mais marcadas nas zonas III e IVb. Na Zona III, poliquetas de “tempo de vida curto” e “elevada fecundidade” foram muito abundantes durante a estação da chuva, enquanto que na Zona IVb, poliquetas detritívoros, filtradores e “tube dwellers” foram os mais abundantes nesta época do ano. O trait “desenvolvimento larvar” não mostrou grandes diferenças espaciais e temporais, sendo 80% da comunidade constituída por poliquetas planctotróficos.

A composição de traits no estuário do Mamanguape foi bastante semelhante à do Paraíba (Figura 13b), com o mesmo tipo de traits nas zonas a montantes, sendo estes distintos das zonas mais a jusante. Também neste estuário a sazonalidade foi mais marcada nas zonas a jusante. Na Zona III, na época das chuvas, a comunidade de poliquetas foi dominada por espécies de “tamanho médio”, “tempo de vida curto”, “burrow dwellers” e “fecundidade reduzida”. Na zona IV, a comunidade foi dominada por espécies de “tamanho grande”, “predadores”, “tempo de vida longo”, “vida livre” e “elevada fecundidade”.

Em suma, as semelhanças mais óbvias entre os dois estuários foram 1) a composição de traits análoga nas zonas a montante e 2) a abundância mais elevada de poliquetas com “tempo de vida curto” nas zonas intermédias de ambos os estuários. As diferenças mais marcadas foram a elevada abundância de espécies de poliquetas “filtradores” e “tube dwellers” nas zonas a jusante do Paraíba e as elevadas abundâncias de “burrow dwellers” nas mesmas zonas do estuário do Mamanguape.

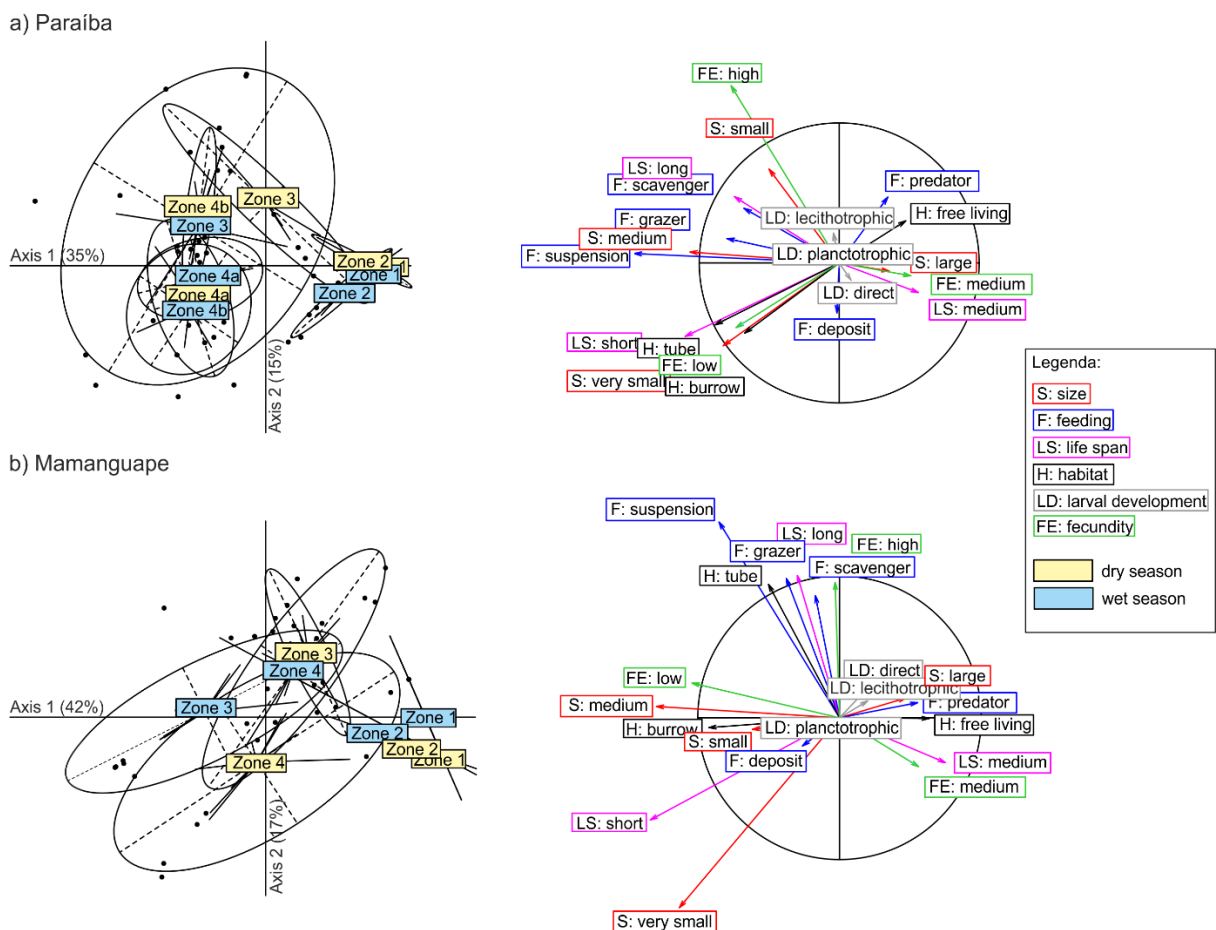


Figura 13. FCA plot com a posição das zonas (por estação do ano) de acordo com a media ponderada das categorias de traits de poliquetas presentes em cada uma dessas zonas por estação do ano, para os estuários (a) Paraíba e (b) Mamanguape (Fonte: van der Linden et al. em fase final de preparação para submeter à *Estuaries and Coasts*).

b) Ictiofauna

A incorporação da abordagem funcional no estudo da ictiofauna permitiu-nos obter informação complementar à abordagem taxonômica clássica e adquirir uma melhor compreensão do funcionamento dos dois sistemas estuarinos em estudo. Os resultados do estudo coordenado por Marina Dolbeth mostraram que os intensos gradientes ambientais que se fazem sentir ao longo de cada estuário resultaram num elevado “turnover” de espécies, significando que a identidade das espécies de peixe se alterara consideravelmente ao longo do gradiente espacial. No entanto, embora as espécies tenham mudado, as funções desempenhadas foram semelhantes (baixa β -diversidade funcional), resultando numa convergência de traits e sugerindo elevada redundância funcional. Esta baixa β -diversidade significa também que a competição por recursos pode também ser elevada uma vez que as diferentes espécies tendem a usar o sistema de forma similar. A alta redundância funcional encontrada nos estuários Paraibanos estudados está de acordo com o sugerido por diversos autores referindo-se a sistemas tropicais. O nosso estudo revelou ainda que a redundância funcional no Mamanguape é 1/3 mais baixa do que no Paraíba, sugerindo que o estuário do Mamanguape pode estar mais vulnerável ao impacto das atividades humanas. Estes e outros resultados são detalhadamente discutidos no artigo *Dolbeth et al. Exploring ecosystem functioning in tropical estuaries with fish richness, traits and food webs: building knowledge or increasing confusion*, submetido à Marine Ecology Progress Series.

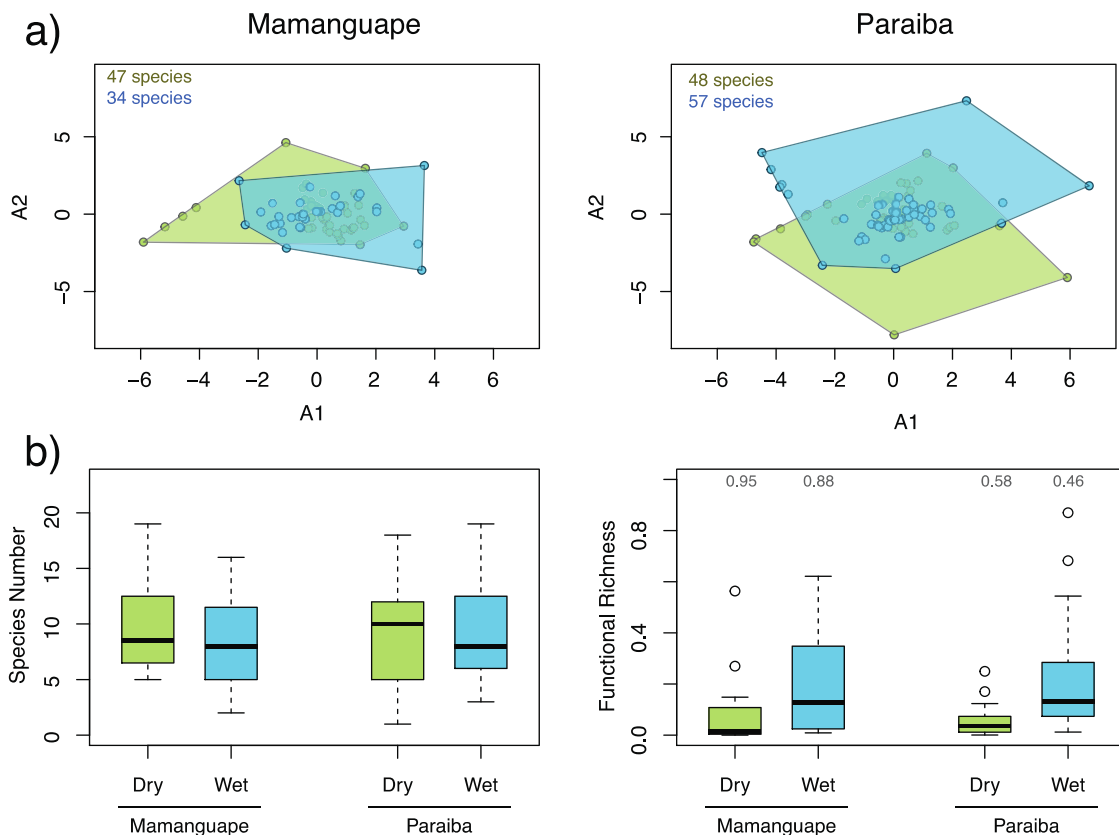


Figura 14 Número de espécies de peixe e riqueza funcional em termos de ictiofauna nos estuários do Mamanguape e Paraíba, durante a estação seca e a estação das chuvas, **(a)** incluindo a totalidade das espécies presentes em todo o estuário, medidas como o número total de espécies e como a proporção do espaço funcional que junta todas as espécies, **(b)** ao longo do gradiente estuarino, representado por box plots Os resultados de Fric foram standardizados pelo FRic global (Fonte: *Dolbeth et al. submetido à Marine Ecology Progress Series*).

c) Zooplâncton

As comunidades de zooplâncton dos estuários do Mamanguape e Paraíba do Norte são compostas por espécies com traits ecológicos diversos. No entanto, a diversidade funcional apresentou o mesmo tipo de padrão em ambos os estuários. Durante a estação da seca, a comunidade caracterizou-se por ter a “herbívoras” como nível trófico dominante. O tipo de alimentação nas zonas a montante foi geralmente a “emboscada” (i.e. ambush) e “stationary suspension” nas áreas a jusante. Na estação da chuva, o nível trófico da comunidade variou entre “herbívoras” e “omnívoras”, sem um padrão claro ao longo do gradiente estuarino. As espécies “filtradoras” encontraram-se preferencialmente nas zonas a montante. Como esperado, nestas zonas a montante foram encontradas espécies de água doce e nas zonas a jusante encontraram-se espécies estuarinas e costeiras; as espécies com distribuição oceânica estiveram totalmente ausentes durante as chuvas (Figura 15).

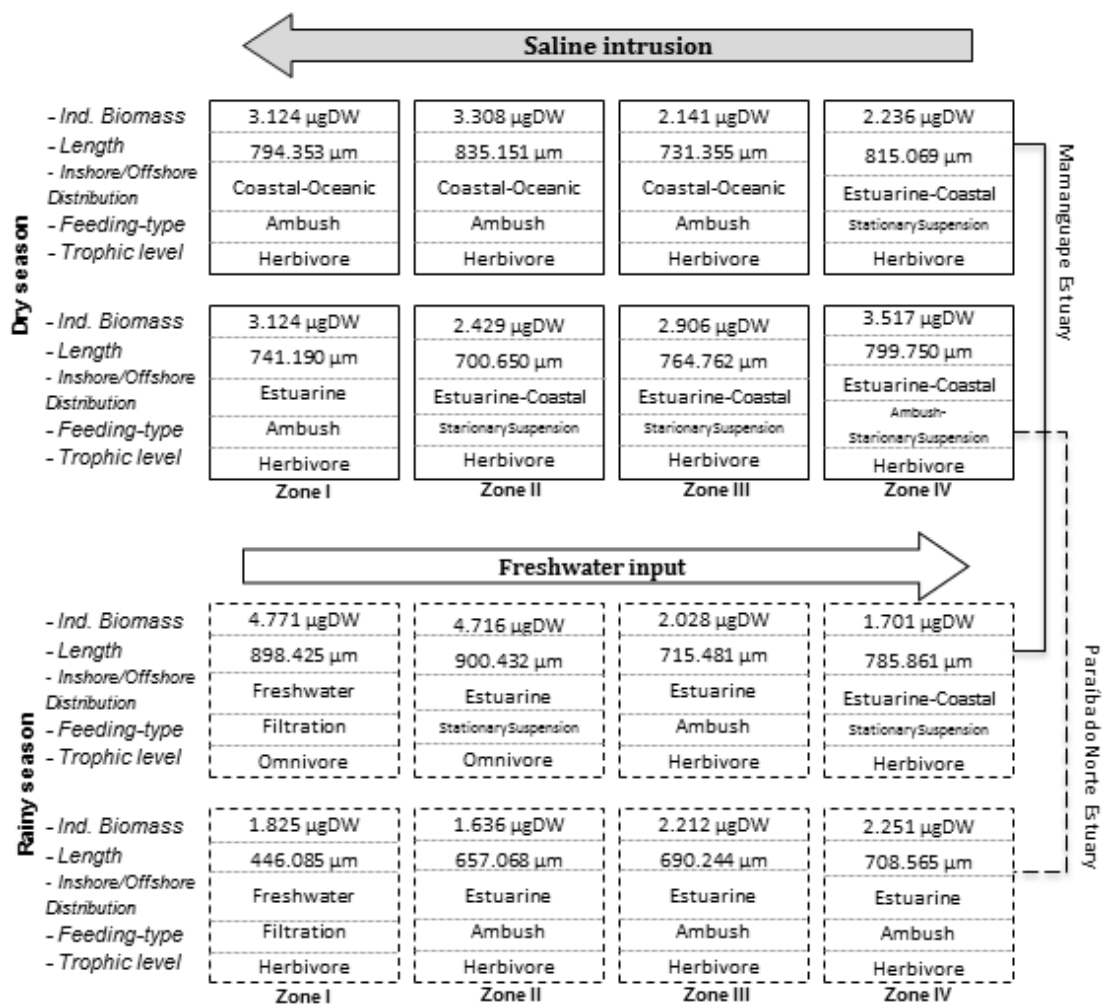


Figura 15. Community-level weighted means (CWM) representando a composição funcional (por vezes designada por identidade funcional) da comunidade de zooplâncton em cada zona dos estuários do Mamanguape e Paraíba do Norte, nas estações da seca e da chuva (Fonte: *Moura et al. em preparação para ser submetido à Oecologia*).

Em ambos os estuários a riqueza funcional foi mais elevada na estação das chuvas mas não variou entre zonas. A equitabilidade funcional não variou significativamente nem espacial nem temporalmente. No Mamanguape não se observaram diferenças na divergência funcional, enquanto no Paraíba, na estação seca foram registrados os valores mais elevados de divergência funcional. Neste estuário mais impactado foram também observadas diferenças significativas na divergência durante a estação das chuvas, com valores mais elevados nas zonas a montante. Em ambos os estuários, a dispersão funcional foi mais elevada na estação seca mas não foram observada diferenças significativas entre zonas (Figura 16). Estes e outros resultados são devidamente discutidos em *Moura et al. What factors drive changes in zooplankton biomass and functional diversity in tropical estuaries?*, em fase final de preparação para ser submetido à *Oecologia*.

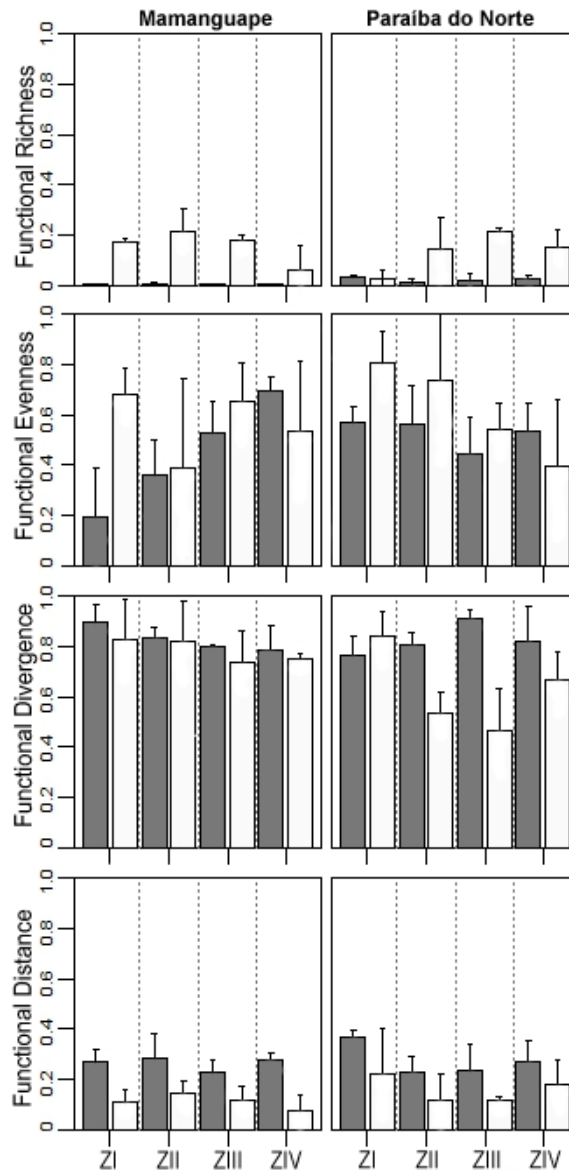


Figura 16. Riqueza, equitabilidade, divergência e dispersão funcional da comunidade de zooplâncton nas zonas subtidas dos estuários do Mamanguape e Paraíba, na estação da seca (barras cinzentas) e da chuva (barras brancas). Dados apresentados como média \pm DV (Fonte: *Moura et al. em preparação para ser submetido à Oecologia*).

Para além desta contribuição, o aluno Gustavo Moura testou a utilização dos perfis de ácidos graxos de copépodos como indicadores de qualidade ecológica em sistemas aquáticos. O artigo Moura *et al.* - *Seasonal and spatial shifts in copepod diets within tropical estuaries measured by fatty acid profiles*, aceite em fase de revisão final na *Ecological Indicators*, descrever e discute em pormenor como este proxy do funcionamento pode ser útil em estudos de avaliação da qualidade. A Figura 17 ilustra a concentração relativa dos ácidos gordos de algumas espécies seleccionadas de copépodos em ambos os estuários e estações do ano.

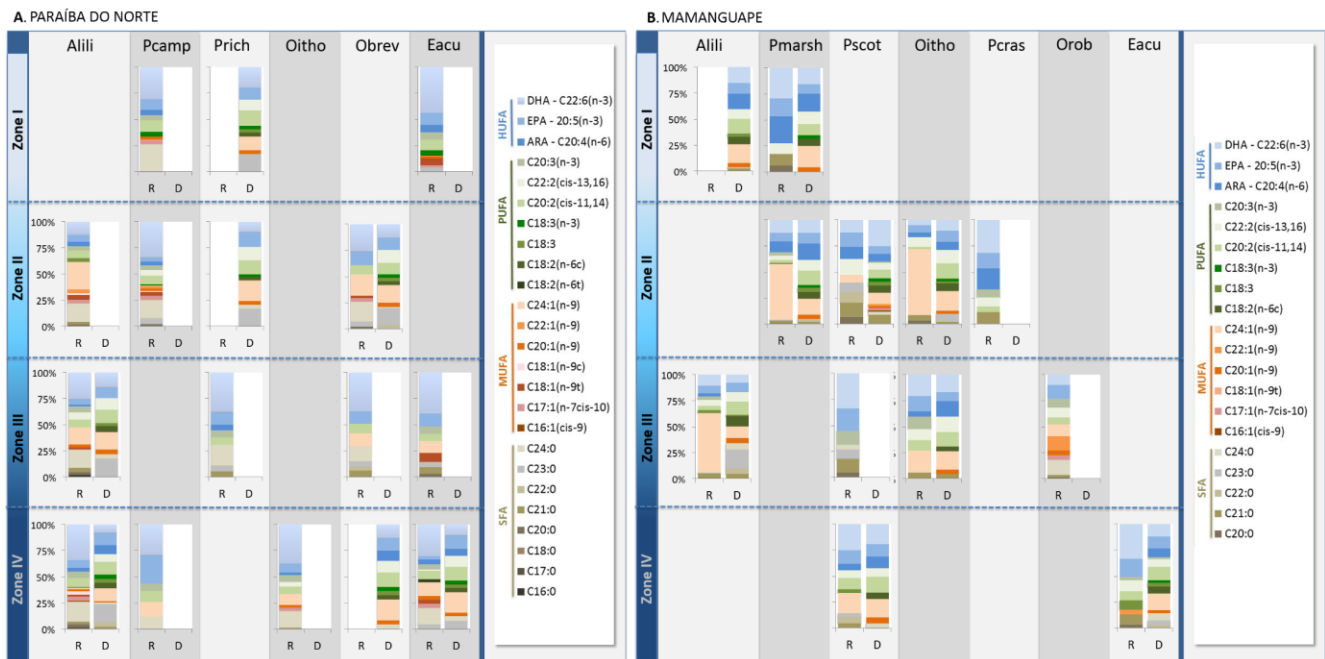


Figura 17. Concentração relativa de ácidos graxos (%) em espécies seleccionadas de Copepoda por zona e estação do ano (R = estação da chuva; D = estação da seca) nos estuários do **A.** Paraíba do Norte e **B.** Mamanguape (Fonte: Moura *et al.* a) aceite em fase final de revisão na *Ecological Indicators*)

Tarefa 4 – Análise do conteúdo estomacal - Ictiofauna

Objetivos específicos:

Caracterizar qualitativa e quantitativa a alimentação natural das espécies de peixes capturadas em cada um dos habitats subtidais ao longo dos estuários do Rio Paraíba e de Mamanguape.

Metodologia adotada:

Os peixes capturados nos arrastos foram fixados em solução de formalina a 10% tamponada (Borato de Sódio) e conduzidos ao laboratório onde foram identificados, mensurados (comprimento total - mm e peso total 0,1 g) e tiveram seus estômagos removidos e mantidos em álcool 70%, para identificação dos itens

alimentares. Para os estudos da composição taxonômica da dieta foram utilizados os métodos descritos por Hyslop (1980) para o cálculo da frequência numérica (%N), volume percentual (%V) e frequência de ocorrência (%F) dos diferentes itens alimentares. Os estômagos foram abertos sob microscópio estereoscópico, com o auxílio de tesoura e pinças, para a remoção do conteúdo estomacal. A identificação dos itens alimentares ocorreu no menor nível taxonômico possível e baseou-se em literatura pertinente.

Resultados obtidos:

No âmbito da Tarefa 4, foram analisados 2185 estômagos de peixes, qualitativa e quantitativamente, pertencentes a espécies capturadas nos habitats subtidais dos estuários do Paraíba (1348) e de Mamanguape (837). Foram analisados até 30 indivíduos de cada espécie capturada num mesmo arrasto, independente do número de indivíduos capturados neste mesmo arrasto. A partir disso, ocorreu a descrição da dieta dos peixes, principalmente dos mais abundantes, segundo o gradiente de salinidade, sazonalmente (períodos de seca e chuva) e nos estuários com distintos graus de impacto antrópico. Abordagem concluída em Alves *et al.* (submetido a Journal of Fish Biology – Anexo 11.2).

A ecologia de trófica de *Atherinella brasiliensis* foi estudada comparativamente nos estuários do Paraíba do Norte e Mamanguape, Paraíba à luz de parâmetros ambientais como: salinidade, temperatura da água, pH, turbidez, transparência, amônia, nitrito, nitrato, fósforo total e clorofila-*a*. Para testar a hipótese de que em um estuário tropical com menor nível de impacto humano (Mamanguape), *A. brasiliensis* teria uma dieta mais diversa do que em um sistema com maior nível de perturbação (Paraíba do Norte), e ainda de que a espécie apresenta variação sazonal e espacial na alimentação. Para tal, realizou-se a análise da dieta de 405 indivíduos, sendo 215 espécimes procedentes do estuário do Paraíba do Norte e 190 do estuário do Mamanguape. Os resultados demonstraram que *A. brasiliensis* é um predador onívoro, generalista e oportunista. Sua dieta foi baseada em 28 itens alimentares, dos quais 20 foram comuns aos dois estuários: Calanoida, Chironomidae, Bacillariophyta, Polychaeta, Gammaridae e Material vegetal foram os mais representativos na dieta. Concluímos que o diferente grau de impacto antrópico e a baixa qualidade ambiental, observada principalmente no estuário do Paraíba do Norte, não foram claramente evidenciados na dieta de *Atherinella brasiliensis*, em termos de composição e diversidade, devido a grande plasticidade e ao hábito generalista e oportunista desta espécie residente e adaptada à constante variabilidade do ambiente estuarino, embora a elevada concentração de nutrientes registrada no Paraíba denotou o maior efeito do impacto antrópico, principalmente durante a estação seca neste estuário, isso refletiu-se na dieta de *A. brasiliensis* que foi mais pobre e dominada por Polychaeta e material vegetal (Figura 18). Tais resultados sugerem que a dieta de *A. brasiliensis* pode funcionar como indicador de mudanças na qualidade ecológica destes e de outros estuários tropicais.

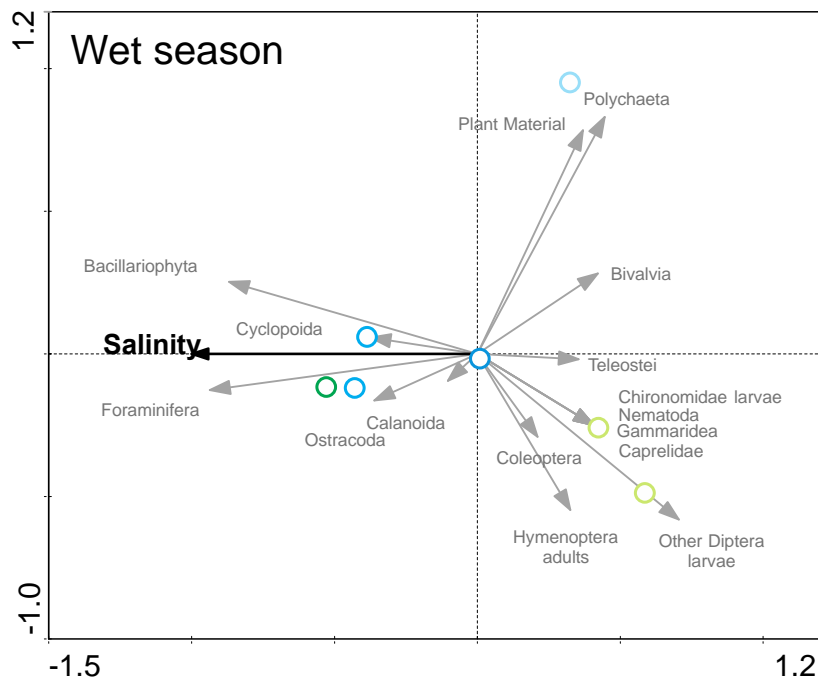
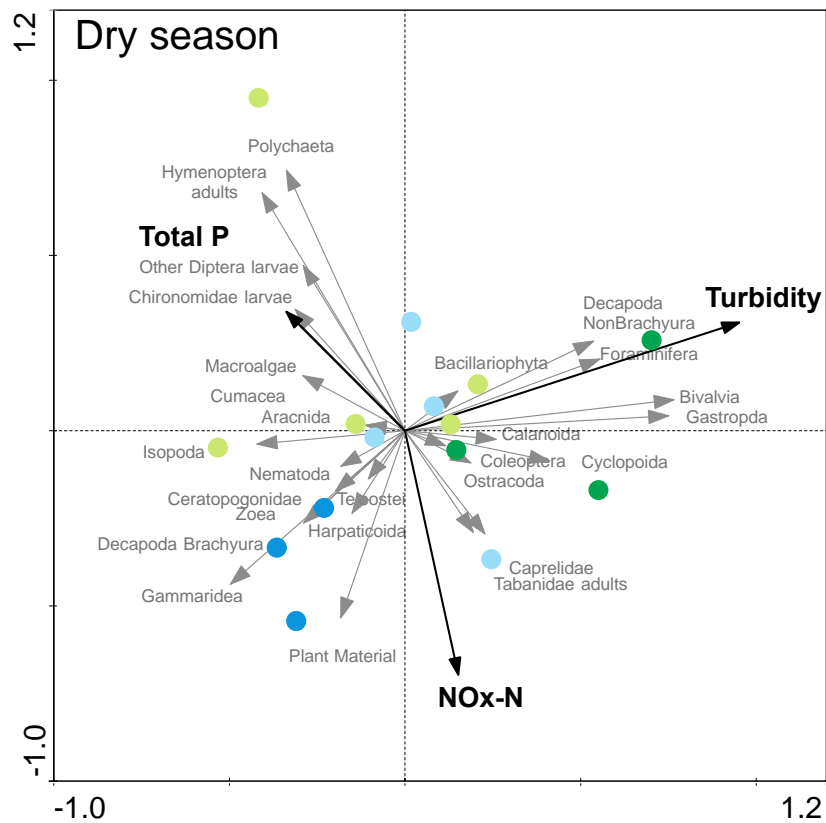


Figura 18. RDA ordination triplot relacionando os itens alimentares (linhas vetoriais cinzentas) de *A. brasiliensis* com variáveis ambientais significativas (linhas vetoriais pretas) para a (a) estação da seca e (b) estação da chuva. As variáveis ambientais significativas foram selecionadas depois de um teste de permutações de Monte Carlo; Cumprimento dos vetores proporcional à significância relativa (Fonte: *Alves et al. aceite em processo de revisão no Journal of Fish Biology*).

Destaca-se ainda que em ambos os estuários, foram capturadas espécies que apresentaram resíduos sólidos no conteúdo estomacal. Este material foi representado por microplásticos de diversas cores e formatos (Figura 19), sendo 58 ocorrências (52 no período seco e 6 no chuvoso) em 14 espécies de peixes no Mamanguape; e 90 ocorrências (53 no período seco e 37 no chuvoso) em 12 espécies capturadas no Paraíba. Estes resíduos refletem a necessidade de alerta quanto ao estado de conservação dos estuários e tem sido recorrentes em todo o litoral brasileiro (ver também Ivar do Sul et al. 2014).

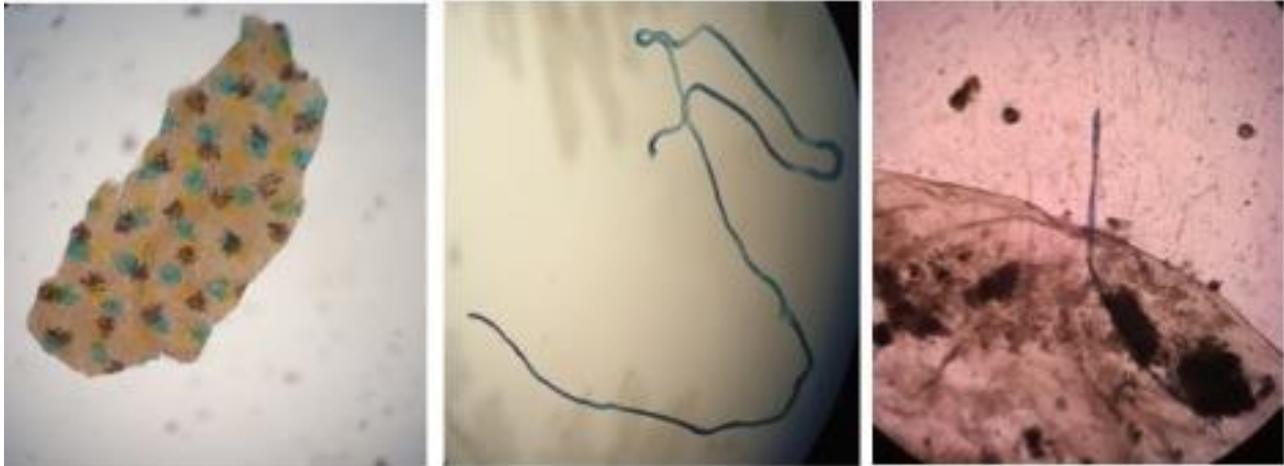


Figura 19. Exemplos de microplásticos encontrados nos estômagos dos peixes (Microscopia óptica, Aumento: 10X) (Fotografias de autoria de Ana Lúcia Vendel).

Tarefa 5 – Análises isotópicas

Objetivos específicos:

- 1) Construção das matrizes de dieta para os habitats oligohalino e polihalino dos estuários do Rio Paraíba do Norte e da Barra de Mamanguape, na época das chuvas e de seca;
- 2) Determinação das composições isotópicas de carbono ($\delta^{13}C$) e nitrogênio ($\delta^{15}N$) nos consumidores (macroinvertebrados e peixes) e nos seus potenciais recursos alimentares bentônicos e pelágicos;
- 3) Avaliação das potenciais fontes alimentares dos compartimentos consumidores.

Metodologia adotada:

De forma a cumprir os objetivos da Tarefa 5, foram executados os seguintes passos sob orientação de André Pessanha e com a colaboração de Alexandra Baeta (MARE, Portugal), especialista em análises isotópicas.

Passo 1. Coleta e preparação do material para análise isotópica:

Paralelamente às coletas efetuadas no âmbito da Tarefa 2, nos habitats oligohalino e polihalino de ambos os estuários (seca e chuva), foram coletadas especificamente amostras de macroinvertebrados subtídais e peixes para posterior análise isotópica. Simultaneamente, recolheram-se amostras de produtores primários,

zooplâncton e sedimento (para posterior extração de matéria orgânica particulada) e água (para posterior extração de matéria orgânica particulada, matéria orgânica dissolvida e Clorofila *a* - proxy da biomassa de fitoplâncton). Os macroinvertebrados e os peixes foram identificados e porções dos seus tecidos foram retiradas, liofilizadas e congeladas para posterior análise isotópica. Estas atividades laboratoriais decorreram no LabMar/UEPB – Laboratório de Biologia Marinha, contando com o envolvimento ativo de diversos alunos de TCC e mestrado.

Passo 2. Avaliação da composição isotópica de carbono e nitrogênio de consumidores e fontes alimentares:

As amostras do material biológico para análise isotópica foram transportadas para Coimbra, Portugal. A determinação das composições isotópicas dos organismos e itens selecionados em cada um dos ecossistemas estudados, seguiu a metodologia descrita por Garcia *et al.* (2007) e Baeta *et al.* (2009). Em Coimbra, sob responsabilidade de Alexandra Baeta, as amostras foram liofilizadas (ou secas a 60º C durante o tempo adequado) e moídas. A seguir, as assinaturas isotópicas de carbono e nitrogênio de todas as amostras foram determinadas utilizando o espectrofotômetro de massas de razão isotópica (EA-IRMS, Isoprime Micromass, UK) do MARE, Universidade de Coimbra (Portugal) (instituição anteriormente designada por IMAR-CMA). Os valores isotópicos foram apresentados em notação delta (δ) standard como partes por mil, com resultados relativos à Pee Dee Belemnite (PDB) para o $\delta^{13}\text{C}$ e ao ar atmosférico para o $\delta^{15}\text{N}$, de acordo com a seguinte equação:

$$[(R_{\text{sample}}/R_{\text{standard}}) - 1] \times 1000, \text{ onde } R = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C} \text{ ou } {}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}.$$

A precisão das análises foi igual ou inferior a 0,2‰ (quer para o carbono, quer para o nitrogênio).

Passo 3. Análise das fontes alimentares e construção das matrizes de dieta:

As possíveis fontes alimentares dos consumidores (macroinvertebrados e peixes) foram investigadas recorrendo à informação isotópica e aos conteúdos estomacais. Neste momento estamos em fase final da construção das matrizes com informação do fluxo de massa entre os compartimentos biológicos considerados para cada zona, através de “linear mixing models”, utilizando o programa de acesso livre IsoSource (Phillips & Gregg, 2003).

Resultados obtidos:

1) Caracterização das fontes alimentares dos principais consumidores macrobentônicos e peixes dos habitats subtidais oligohalino e polihalino dos estuários do Rio Paraíba do Norte e da Barra de Mamanguape

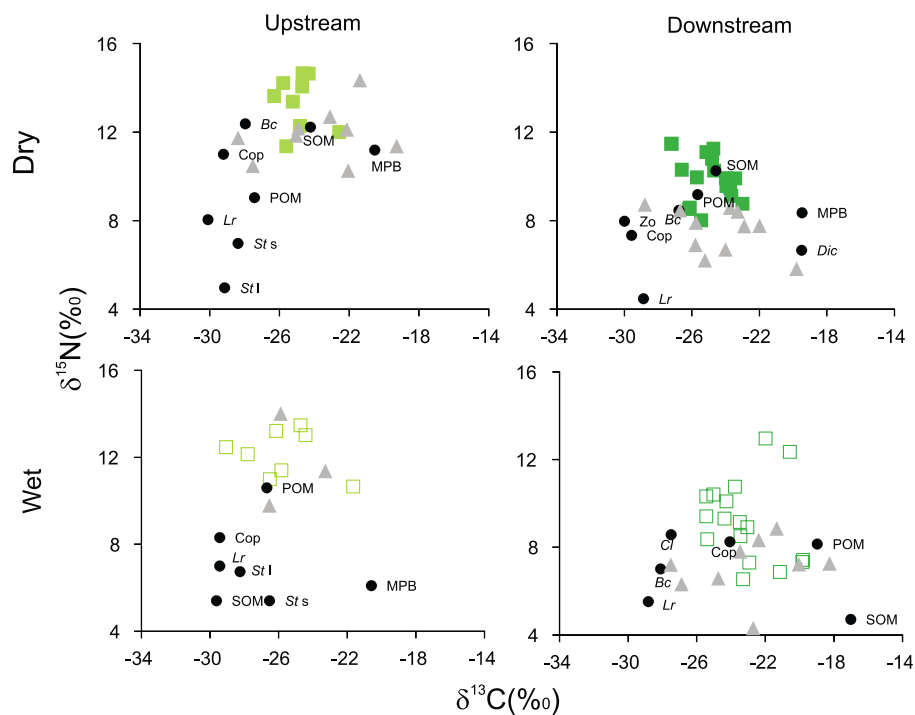
Em geral, as *dual-isotope plots* mostraram um intervalo relativamente estreito de valores, quer de $\delta^{13}\text{C}$ quer de $\delta^{15}\text{N}$, para as espécies de peixes analisadas (Figura 20). Nas áreas a montante de ambos os estuários, as fontes alimentares basais e os peixes evidenciaram valores empobrecidos (i.e. depleted) do isótopo de carbono, quando comparados com as regiões à jusante, em ambas as épocas do ano. Esta tendência foi

mais acentuada no Mamanguape, durante a estação da chuva. Valores empobrecidos de $\delta^{13}\text{C}$ são uma indicação clara de inputs de material autóctone de origem terrestre ou fluvial, refletindo a composição dos produtores primários dominantes em cada local. Neste estudo encontramos evidência de que os nutrientes derivados da decomposição ou fragmentação das espécies vegetais que constituem o mangue são uma fonte alimentar importante para os peixes, particularmente nas zonas a montante, tal como observado por Claudino *et al.* (2015). Estes nutrientes podem ser ingeridos como detritos ou indiretamente via o consumo de invertebrados que se alimentam de detritos oriundos do mangue.

Tanto as fontes como os consumidores apresentaram valores enriquecidos do isótopo do nitrogênio nas zonas a montante de ambos os estuários e em ambas as estações do ano (Figura 20). Este enriquecimento é uma indicação da existência de impacto antrópico em ambos os estuários, independente do enquadramento de proteção ou conservação. No nosso estudo, $\delta^{15}\text{N}$ variou entre +10 a +20‰ nos produtores primários indicando fortemente a existência de fontes antrópicas (quando comparados com os valores da deposição atmosférica que giram à volta de <6‰, Kendall 1998), como por exemplo esgotos, plantações de cana e/ou aquiculturas. Além disso, a espécie de mangue *Laguncularia racemosa*, encontrada em todas as ocasiões, apresentou valores mais elevados de $\delta^{15}\text{N}$ no Paraíba, nas regiões a montante de ambos os estuários e durante a estação seca. Este resultado sugere que o impacto da perturbação humana é mais intensamente evidenciado na estação seca, apesar das descargas de nutrientes serem geralmente mais elevadas na estação das chuvas.

Mais detalhes sobre estes resultados estão devidamente discutidos no artigo Dolbeth *et al.* submetido à revista Marine Ecology Progress Series (ref. MEPS-2016-19636).

a) Mamanguape



b) Paraíba

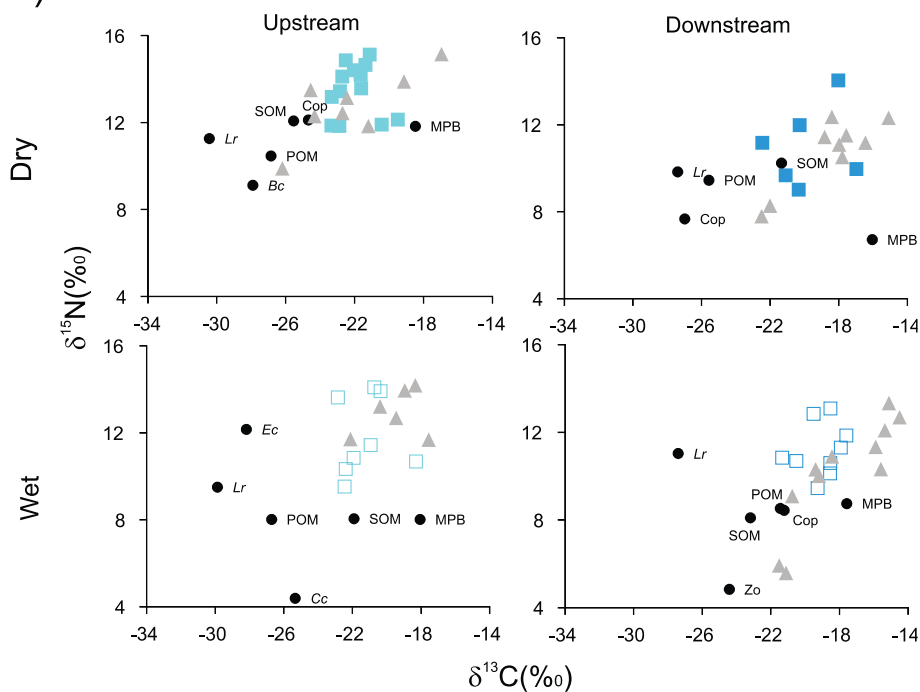


Figura 20. Dual isotope plots (carbono e nitrogênio) para as fontes alimentares basais (círculos pretos), macroinvertebrados (triângulos cinzentos) e peixes (quadrados) coletados nos estuários do a) Mamanguape e b) Paraíba, nas zonas montante e jusante, durante a estação seca e a estação das chuvas. Bc, *Bostrychia calliptera*; Cc, *Catenella caespitosa*; Cl, *Caloglossa leprieurii*; Cop, Copepoda; Dic, *Dictyota* sp.; Ec, *Eichhornia crassipes*; MPB, microfitobentos; Lr, *Laguncularia racemosa*; POM, material orgânica particulada; folhas de *Schinus terebinthifolius*; Sts, sementes de *Schinus terebinthifolius*; SOM, material orgânica sedimentar; Zo, zoea *Brachyura*) (Fonte: *Dolbeth et al. submetido à Marine Ecology Progress Series*).

2) Matrizes de dieta fundamentais para desenvolver os modelos balanceados de massa (Tarefa 6)

A proporção da dieta média dos consumidores está a ser determinada de forma a se construir as matrizes de dieta das espécies/grupos utilizados nos modelos balanceados de massa da Tarefa 6. No encerramento deste projeto, temos já construídas as matrizes binárias das dietas e em andamento os cálculos para a construção matrizes de fluxo de matéria. A Figura 21 ilustra um exemplo deste tipo de matrizes binárias para a zona polihalina do estuário do Mamanguape durante a época da seca.

PREY/PREDATOR	<i>Achirus declivis</i>	<i>Achirus lineatus</i>	<i>Anchoa januaria</i>	<i>Anchoa lyolepis</i>	<i>Anchoa maringi</i>	<i>Anchovia clypeoides</i>	<i>Anchoviella lepidentostole</i>	<i>Atherinella brasiliensis</i>	<i>Bathygobius soporator</i>	<i>Carex latus</i>	<i>Centropomus undecimalis</i>	<i>Citharichthys macrops</i>	<i>Citharichthys spilopterus</i>	<i>Ctenogobius boleosoma</i>	<i>Eugerres smaragdus</i>	<i>Gobionellus stomatus</i>	<i>Ludjanus alexandrei</i>	<i>Lycengraulis grossidens</i>	<i>Microgobius meeki</i>	<i>Oligopites patometa</i>	<i>Rhinocardia bahiensis</i>	<i>Rypiticus randalli</i>	<i>Sphaeroides greeleyi</i>	<i>Sphaeroides testudineus</i>	<i>Symphurus tessellatus</i>	
Detritus																		1					1			
Detritus_Macrophyta	1		1	1		1		1					1			1		1	1					1	1	1
POM																										
SOM																										
Macroalgae													1	1								1	1	1		
MicroPhytoBenthos			1	1		1		1								1						1				
Phytoplankton			1	1		1		1								1						1				
Calanoida						1	1		1						1				1			1				
Cyclopoda		1				1			1						1				1			1				
Harpacticoida						1									1	1				1						
Zooplankton others	1		1	1		1	1	1										1	1	1		1				
Amphipoda ext			1	1							1						1		1						1	
<i>Anomalocardia brasiliensis</i>							1				1			1				1						1		
Decapoda_Brachyura								1		1	1						1									
Decapoda_não_Brachyura					1					1	1						1	1								
Cumacea																			1		1					
Insecta							1																			
Scoloplos sp		1																1					1			
<i>Lumbrineris</i> sp		1																1					1			
Outros polychaeta n id		1																1					1			
Nematoda																										1
Pisces							1			1	1	1						1		1						

Figura 21. Matriz binária de dietas dos peixes do setor polihalino (i.e. Zona III) do estuário do Mamanguape, na estação da seca.

Ainda no âmbito desta tarefa e a convite do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da UEPB, em Julho de 2014, Alexandra Baeta, deslocou-se a Campina Grande e ministrou a disciplina de mestrado “Ecologia trófica e isótopos estáveis em ecossistemas aquáticos”.

Tarefa 6 – Análise de redes tróficas (network analysis)

Contextualização:

Estudos anteriores, realizados pela equipe (e.g. Patrício & Marques, 2006; Baeta *et al.*, 2011), mostraram claramente que um ecossistema consiste num número tão elevado de componentes que se torna difícil (se não, impossível) compreender o seu funcionamento apenas analisando os seus componentes de forma

isolada (Likens, 1985; Allen, 1988). Uma das formas de minimizar estes problemas é desenvolvendo modelos ecológicos que retenham características razoáveis do sistema original de forma a representarem a realidade, mas ao mesmo tempo, simples o suficiente para serem analisados e compreendidos. É neste contexto, que os modelos balanceados de massa (“mass-balanced models”) podem representar uma fotografia (“snapshot”) reveladora dos fluxos tróficos dos ecossistemas (Christensen, 1994). O estudo das redes tróficas tem um elevado número de vantagens, incluindo a potencial previsão dos impactos naturais e humanos nos sistemas naturais, podendo assim representar uma importante contribuição à gestão dos ecossistemas aquáticos. Foi por isso que este tipo de estudo consistiu em uma tarefa no projeto aprovado.

Objetivos específicos:

- 1)** Desenvolver quatro modelos balanceados de massa (dois modelos por estuário; um para a zona oligohalina e outro para a polihalina), integrando informação sobre a dieta oriunda de análise de conteúdos estomacais e composição isotópica;
- 2)** Avaliar as diferenças nas propriedades das redes tróficas no habitat oligohalino e polihalino dos estuários do Rio Paraíba do Norte e da Barra de Mamanguape;
- 3)** Identificar as espécies-chave (espécies com um papel estruturante nos ecossistemas e redes tróficas) para os habitats oligohalino e polihalino de dois estuários com diferentes graus de impacto humano.

Metodologias a adotar:

De forma a atingir os objetivos propostos, serão necessários os seguintes passos:

Passo 1. Construção de modelos balanceados de massa: os compartimentos de cada um dos quatro modelos serão definidos, seguindo-se a introdução dos parâmetros exigidos pelo programa de livre acesso Ecopath with Ecosim (e.g. biomassa, razão P/B, razão C/P, dietas). Se necessário, depois de “corridas”-teste, serão efetuados os procedimentos necessários ao balanceamento dos modelos, utilizando a metodologia proposta por Patrício & Marques (2006).

Passo 2. Análise das redes tróficas e de suas propriedades: serão calculados fluxos energéticos, “stocks”, relações input-output (Leontief, 1951), índices de ciclagem (Finn, 1976), relações tróficas indiretas e índices holísticos baseados na teoria de redes (e.g. Ulanowicz, 1997).

Ponto da situação quanto à implementação da tarefa:

De acordo com o cronograma inicialmente apresentado na proposta aprovada, esta tarefa deveria estar concluída no penúltimo da duração do projeto. Tendo em vista a data de início real do projeto (i.e. abril de 2013), a tarefa deveria estar concluída no final de novembro de 2015. No entanto, na data do encerramento oficial do projeto PVE, esta tarefa está ainda em fase de implementação. Para este desvio na execução das atividades contribuíram essencialmente dois fatores:

- 1.** O processamento das amostras de macroinvertebrados revelou-se uma tarefa muitíssimo mais morosa e trabalhosa do que o inicialmente previsto e por esse motivo foi necessário quase um ano extra para completar as matrizes desta comunidade. Sem a informação sobre a biomassa das comunidades biológicas selecionadas, i.e. fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados e peixes, não é possível construir os modelos balanceados de massa.

2. A colega Alexandra Baeta, responsável pela Tarefa 5, entrou em licença de maternidade em maio de 2015 tendo ficado afastada do trabalho até outubro de 2015. Este afastamento teve como consequência um atraso na construção das matrizes de dieta com informação do fluxo de massa entre os compartimentos biológicos considerados para cada zona, determinadas através de “linear mixing models”.

As pesquisadoras Joana Patrício, Marina Dolbeth e Alexandra Baeta estão atualmente a finalizar estas matrizes com informação de fluxo para então compilar todos os parâmetros necessários à construção dos modelos balanceados usando o software Ecopath with Ecosim. Estima-se que até final de 2016, os modelos sejam calibrados e a análise das redes tróficas e suas propriedades esteja concluída.

Tarefa 7 – Avaliação do funcionamento e integração

Objetivos específicos:

- 1) Comparar a biodiversidade (*sensu* estrutural) e os atributos funcionais das comunidades biológicas de:
 - a) diferentes habitats do mesmo estuário;
 - b) dois estuários com diferentes níveis de impacto humano;
 - c) estuários tropicais e estuários temperados.
- 2) Integrar o conhecimento, adquirido ao longo do projeto, relativo ao funcionamento dos sistemas em estudo.

Metodologia adotada:

De forma a cumprir os objetivos específicos, para cada comunidade biológica foram calculados proxies estruturais da Biodiversidade (riqueza específica, densidade, biomassa, índices de Shannon-Wiener, Margalef e Simpson) ao longo do gradiente salino de cada estuário estudado, nas duas estações do ano. Os outputs foram comparados com os resultados da Tarefa 3 (i.e. distribuição de atributos, diversidade funcional) e serão, a seu tempo, também comparados com os outputs da Tarefa 6 (i.e. propriedades das redes tróficas, fluxos energéticos e espécies-chave).

Resultados obtidos:

No decorrer da implementação do projeto, a concretização dos objetivos relativos à avaliação do funcionamento dos estuários Paraibanos selecionados e a integração do conhecimento produzido pelas diferentes equipes e tarefas foram sempre uma prioridade e o mote constante. Tanto o delineamento dos trabalhos dos alunos de diferentes graus acadêmicos, como o conteúdo das inúmeras comunicações e publicações científicas apresentadas e submetidas ou em fase final de preparação tiveram sempre presente a necessidade de 1) adquirir informações fundamentais para a avaliação dos efeitos provocados pelas oscilações naturais nas comunidades estuarinas e o impacto resultante de atividade humana; 2) contribuir para o esclarecimento de questões de relevância internacional centradas em elucidar a relação entre biodiversidade, funcionamento e provisão de serviços pelos ecossistemas estuarinos e, se possível, dotar a

comunidade científica e a sociedade de conhecimento-base essencial à futura criação e implementação de legislação no sentido de proteger e conservar ecossistemas estuarinos tropicais.

Nos diversos estudos desenvolvidos tivemos o cuidado de considerar as potenciais variações espaciais (i.e. comparando propriedades entre as diferentes zonas salinas ao longo dos gradientes estuarinos), os possíveis efeitos temporais (i.e. comparando entre estação da chuva e época seca) e, sempre que possível, fazer a comparação com sistemas localizados a outras latitudes.

Fizemos ainda o esforço de incluir numa mesma publicação/estudo, diferentes perspectivas e metodologias de forma a capturar da forma mais completa possível a extrema complexidade do funcionamento dos sistemas estuarinos em estudo. Na listagem detalhada dos indicadores de execução (ver seção 6 deste relatório) estão referidos todos os trabalhos realizados até ao encerramento do projeto, cobrindo tópicos complementares e vitais para a compreensão dos processos em estudo, como por exemplo:

- caracterização detalhada das comunidades de fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados e peixes (Santana *et al.*, Moura *et al.* b), Silva *et al.*a), Medeiros *et al.*, van der Linden *et al.*, Pessanha *et al.*)
- estimativa da cobertura de diferentes usos de solo nas bacias hidrográficas dos estuários estudados e sua relação com diferentes enquadramentos de proteção ambiental (Teixeira *et al.*)
- exploração do funcionamento ecossistêmico em estuários tropicais usando diferentes metodologias (Moura *et al.*b), Dolbeth *et al.*, van der Linden *et al.*)
- exploração do conceito de suficiência taxonômica e sua viabilidade em estudos de monitoramento em estuários Paraibanos (Silva *et al.*b)
- análises de hábitos alimentares de peixes em estuários com diferentes graus de impacto natural e antrópico (Alves *et al.*, Amorim *et al.*)
- comparação de redes tróficas através de análise isotópica de consumidores e fontes (Baeta *et al.*)
- caracterização de ictioparasitos - novos registros de local e hospedeiros. Análise da relação entre ictioparasitos e variáveis ambientais (Golzio *et al.* a e b)
- teste do uso de perfis de ácidos graxos de copépodes como indicadores de qualidade do sistema aquático (Moura *et al.*a)
- Identificação dos mecanismos estruturantes das comunidades biológicas em sistemas com diferentes tipos de impacto humana (Medeiros *et al.*, Santana *et al.*, Moura *et al.*b, Dolbeth *et al.*)
- Exploração da relação entre presença de microplásticos como item alimentar de peixes e grau de impacto humano (Alves *et al.*, Melo *et al.*)
- etc.

Para fechar a contribuição científica do projeto será submetido para publicação no final de 2016, um artigo de síntese final, liderado por Joana Patrício. Este timing permitirá que os artigos de base por componente biológico sejam aceites nas revistas internacionais indexadas. Além disso, os principais resultados do projeto serão organizados num livro, a convite e financiado pela EDUEPB de forma a que o conhecimento adquirido possa estar disponível para o público em geral, e não apenas para a comunidade científica.

6. Indicadores de Realização Física

A Tabela 4 sumariza os principais indicadores de desempenho do projeto à data do seu encerramento oficial. E de seguida é feita uma listagem detalhada dos outputs de cada tipo de indicador.

Tabela 4. Síntese dos indicadores de desempenho no encerramento oficial do projeto.

Indicadores	Quantidade realizada
A. Publicações	
Livros em preparação	1
Artigos em revistas internacionais	
Aceites em revisão	2
Submetidos	2
Em preparação	14
Artigos em revistas nacionais	
Em preparação	2
B. Comunicações	
em encontros científicos internacionais	2
em encontros científicos nacionais	16
palestras por convite	4
C. Relatórios	2
D. Organização de cursos e workshops	5
E. Formação Avançada	
Dissertações TCC e PIBIC concluídas	8
Dissertações TCC e PIBIC em andamento	2
Dissertações de mestrado concluídas	2
Dissertações de mestrado em andamento	3
Doutorados em andamento	2
Pós-doutorados concluídos	1
F. Modelos em desenvolvimento	4
G. Bancas e pré-bancas	11
H. Prêmios ou menções honrosas	1

Lista detalhada de Indicadores:

A. Publicações

A.1. Livro em preparação

Joana Patrício, Ana Lúcia Vendel, André Pessanha, José Etham Barbosa, Joseline Molozzi, Marina Dolbeth, Alexandra Baeta, João Carlos Marques. Impacto Antrópico: a realidade dos estuários neotropicais/EDUEPB.

A.2. Artigos em revistas internacionais

Aceites em revisão

Alves VEN, Patrício J, Dolbeth M, Pessanha A, Palma ART, Dantas E, Vendel AL. Do different degrees of human impact affect the diet of *Atherinella brasiliensis* (Brazilian silverside) in tropical estuaries? Journal of Fish Biology (aceite em revisão, ref. MS 15-764)

Moura GC, Barbosa E JL, Patrício J, Vasconcelos JF, Gonçalves AMM. Can fatty acid profiling reveal seasonal and spatial shifts in copepods diet in tropical estuaries? Ecological Indicators (aceite em revisão, ref. ECOLIND-5789).

Submetidos

Dolbeth M, Vendel AL, Baeta A, Pessanha A, Patrício J. Exploring ecosystem functioning in tropical estuaries with fish richness, traits and food webs: building knowledge or increasing confusion? Marine Ecology Progress Series (submetido, ref. MEPS-2016-19636)

Silva C, Patrício J, Marques JC, Olímpio MS, Farias JNB, Molozzi J. Is family level enough to assess changes in Polychaete assemblages along tropical estuarine gradients? Acta Oecologica (submetido, ref. ACTOEC-D-16-00004)

Em preparação

Amorim ALA, Melo APL, Alves VEN, Macedo AKS, Vendel AL. Fish feeding habits and resources partitioning in a disturbed estuary, Northeastern Brazil (a ser submetido à Neotropical Ichthyology)

Baeta AS, Pessanha A, Sales N, Vendel AL, Marques JC, Dolbeth M, Patrício J. Comparação das redes tróficas de dois estuários tropicais através da análise isotópica de consumidores e fontes (a ser submetido à Marine Ecology Progress Series)

Dolbeth M, Vendel AL, Pessanha A, Patrício J. Functional composition of fish assemblages in two impacted Brazilian estuaries (a ser submetido à Marine Pollution Bulletin)

- Golzio JESA, Madi RR, Vendel AL, Patrício J, Pessanha A, Lacerda ACF. Abiotic variables as determinants of species richness of fish ectoparasites in two tropical estuarie (a ser submetido ao International Journal for Parasitology).
- Golzio JESA, Falkenberg JM, Souza GTR, Madi RR, Melo CM, Vendel AL, Patrício J, Pessanha A, Lacerda ACF. Gill parasites of fish from the estuaries of Mamanguape and Paraíba do Norte rivers, Northeastern Brazil: new records for localities and hosts (a ser submetido aos Anais da Academia Brasileira de Ciências)
- Medeiros C, Hepp LU, Patrício J, Molozzi J. Turnover is the structuring mecanism of macrobenthic communities in tropical estuaries (a ser submetido à PLOS ONE)
- Melo APL, Alves VEN, Palma ART, Patrício J, Vendel AL. Microplastics ingestion by fish in impacted tropical estuaries (a ser submetido à Estuarine, Coastal and Shelf Science)
- Moura GC, Barbosa JEL, Gonçalves AMM, Vasconcelos JF, Blanchet FG, Patrício J. What factors drive changes in zooplankton biomass and functional diversity in tropical estuaries? (a ser submetido à Oecology)
- Moura GC, Barbosa JEL, Patrício J, Gonçalves E, Gonçalves AMM. High taxonomic diversity increases the functional diversity among the zooplankton community in tropical estuarine systems? (ainda em aberto a revista para a qual o trabalho será submetido)
- Pessanha A, Sales NS, Dolbeth M, Vendel AL, Patrício J. Assessing the response of fish assemblages structure on two tropical estuaries with different anthropogenic influences, Northeast Brazil (a ser submetido ao Journal of Fish Biology)
- Santana RMC, Barbosa JEL, Jovem D, Patrício J. Phytoplankton response to natural and human-induced changes in tropical estuaries (a ser submetido à Marine Pollution Bulletin)
- Silva C, Patrício J, Marcelle K, Marques JC, Molozzi J. Utilização comparativa de indicadores baseados na Termodinâmica e diversidade da comunidade bentônica na avaliação da condição ecológica de estuários tropicais. (ainda em aberto a revista para a qual o trabalho será submetido)
- Teixeira Z, Vital SRO, Vendel AL, Mendonça JDL, Patrício J. Estimating land cover area of coastal watersheds. The case of two Brazilian estuaries with different conservation rules (a ser submetido à Estuaries and Coasts)
- Van der Linden P, Dolbeth M, Marchini A, Marques JC, Molozzi J, Simone LR, Smith C, Medeiros C, Patrício J. Polychaets and mollusks in two tropical estuaries, a trait-based perspective (a ser submetido à Estuarine Coastal and Shelf Science)

A.3. Artigos em revistas nacionais

- Alves VEN, Macedo AKS, Pessanha A, Sales N, Vendel AL. The ichthyofaunal composition of the Paraíba Estuary, Northeastern Brazil (a ser submetido à Biota Neotropica)

Macedo AKS, Alves VEN, Pessanha A, Sales N, Vendel AL. The ichthyofaunal composition of the Mamanguape Estuary, Northeastern Brazil (a ser submetido à Checklist)

B. Comunicações

B.1. em encontros científicos internacionais

Patrício J, Vendel AL, Baeta A, Pessanha A, Dolbeth M. 2015. Fish richness, traits and food webs in two tropical estuaries. Are we building knowledge or increasing confusion? ECSA 55, London, UK, 6-9 setembro

Vendel AL, Dolbeth M, Baeta A, Patrício J. 2015. Research on ecosystem functioning: are we building knowledge or increasing confusion? Fish richness, functional traits and food webs in two tropical estuaries. 2015 ESA Annual Meeting, Baltimore, USA, 9-14 agosto

B.2. em encontros científicos nacionais

Medeiros CRF, Hepp LU, Molozzi J. 2015. Partição aditiva da diversidade da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em estuários tropicais: efeito do gradiente ambiental. 5º Congresso Brasileiro de Biologia Marinha, Porto de Galinhas, 17-21 maio (painel)

Praxedes RG, Falkenberg JM, Sakamoto ACFL. 2015. Copépodes parasitos de brânquias de tainha *Mugil curema* (Osteichthyes: Mugilidade) no estuário do Rio Paraíba do Norte, Paraíba, Brasil. Encontro Brasileiro de Ictiologia, Olinda, 1-6 fevereiro (painel)

Falkenberg JM, Praxedes RG, Sakamoto ACFL. 2015. *Ergasilus youngi* (Copepoda: Ergasilidae) parasitando as branquias de *Sciades herzbergii* (Siluriformes: Ariidae) coletados no Rio Paraíba do Norte, Paraíba, Brasil. Encontro Brasileiro de Ictiologia, Olinda, 1-6 fevereiro (painel)

Moura GC, Gonçalves AMM, Patrício J, Vasconcelos JF, Blanchet FG, Barbosa JEL. 2015. What factors drive changes in biomass and functional diversity of zooplankton community in tropical estuaries? XV Congresso Brasileiro de Limnologia, Maringá, 12-16 julho (comunicação oral)

Gonçalves EDA, Barbosa JEL, Moura GC, Gonçalves AMM, Patrício J. 2015. Dinâmica espaço-temporal da comunidade zooplancônica em dois estuários tropicais. XV Congresso Brasileiro de Limnologia, Maringá, 12-16 julho (painel)

Santana RMC, Barbosa JEL, Cruz PS, Patrício J. 2015. Variação espacial do fitoplâncton e parâmetros ambientais em estuários tropicais do Nordeste do Brasil. XV Congresso Brasileiro de Limnologia, Maringá, 12-16 julho (painel)

Santana RMC, Barbosa JEL, Cruz PS, Patrício J. 2015. Variação espacial do fitoplâncton e parâmetros ambientais em estuários tropicais do Nordeste do Brasil. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Brasília, 22-27 novembro (painel)

Melo APL, Amorim ALA, Amorim JS, Silva PHA, Alves VEN, Vendel AL. 2015. Resíduos sólidos no conteúdo estomacal de peixes nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Barra de Mamanguape, PB, Brasil. XXI Encontro Brasileiro de Ictiologia, Olinda, 1-6 fevereiro (painel)

- Amorim ALA, Alves VEN, Macedo AKS, Vendel AL. 2015. Análise espaço-temporal da dieta do Bagre *Sciades herzbergii* (Bloch, 1794) no estuário do Rio Paraíba do Norte, Paraíba. XXI Encontro Brasileiro de Ictiologia, Olinda, 1-6 fevereiro (painel)
- Macedo AKS, Amorim ALA, Silva PHA, Vendel AL. 2015. Riqueza e distribuição da ictiofauna nos estuários do Rio Paraíba do Norte e do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. XXI Encontro Brasileiro de Ictiologia, Olinda, 1-6 fevereiro (painel)
- Silva PHA, Macedo AKS, Amorim ALA, Golzio JESA, Alves VEN, Vendel AL. 2015. Dieta de *Lycengraulis grossidens* (Spix & Agassiz, 1829) (Clupeiformes: Engraulidae) nos estuários dos Rios Paraíba do Norte e Mamanguape, Paraíba, Brasil. XXI Encontro Brasileiro de Ictiologia, Olinda, 1-6 fevereiro (painel)
- Alves VEN, Amorim ALA, Vendel AL. 2015. Dieta de *Atherinella brasiliensis* nos estuários do Rio Paraíba do Norte e Barra de Mamanguape, Paraíba, Brasil. XXI Encontro Brasileiro de Ictiologia, Olinda, 1-6 fevereiro (painel)
- Lima JO, Leal DO, Patrício J. 2014. Identificação e quantificação das assembleias de Moluscos no estuário do Rio Mamanguape em período de seca. XXI Encontro de Iniciação Científica da UEPB, Campina Grande, 10-12 novembro (painel)
- Alves, VAN. 2015. Ecologia trófica de *Atherinella brasiliensis* em dois estuários tropicais com diferentes níveis de impacto humano. XXII Encontro de Iniciação Científica da UEPB, Campina Grande, 11-13 novembro (comunicação oral)
- Alves, VEN, Vendel AL. 2015. Ingestão de microplásticos por peixes em dois estuários do Nordeste brasileiro. XIV Semana da Biologia da UFPB, João Pessoa (painel)
- Canuto KMCS, Molozzi J. 2015. Aspectos estruturais da comunidade de macroinvertebrados em ecossistemas estuarinos tropicais. XXII Encontro de Iniciação Científica da UEPB, Campina Grande, 11-13 novembro (comunicação oral)

B.3. palestras por convite

- Patrício J. 2014. Redes tróficas em sistemas costeiros e marinhos. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 18 julho
- Patrício J. 2014. Redes tróficas em sistemas costeiros e marinhos. Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 23 julho
- Patrício J. 2014. Redes tróficas em sistemas costeiros e marinhos. Seminários Velhos e Novos Saberes. Universidade Federal da Bahia, Salvador da Bahia, 16 dezembro
- Vendel AL. 2015. Estudos em estuários tropicais – diversidade em estuários. XXI Encontro Brasileiro de Ictiologia, Olinda, 3 fevereiro

C. Relatórios do projeto

1. Relatório parcial do PVE – agosto 2014
2. Relatório final do PVE – fevereiro 2016

D. Organização de cursos e workshops

1. Patrício J. 2014. Curso Intensivo de Redação Científica, Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação da UEPB, Campus I – Campina Grande, julho.
2. Baeta, AS. 2014. Curso Intensivo de Ecologia Trófica e Isótopos Estáveis em Ecossistemas Aquáticos. Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação da UEPB, Campus I – Campina Grande, julho.
3. Patrício J. 2014. Curso Intensivo de Ecologia e Manejo de Sistemas Costeiros. Universidade Federal da Bahia, Salvador da Bahia, dezembro (leccionado na UFBA a convite do Dr Eduardo M da Silva ao abrigo da parceria estabelecida entre a UFBA e a UEPB, ver no Anexo 11.2)
4. Patrício J. 2015. Curso Intensivo de Redação Científica, Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação da UEPB, Campus I – Campina Grande, julho.
5. Dolbeth M. 2015. Curso Intensivo de Bioestatística e Experimentação. Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação da UEPB, Campus I – Campina Grande, julho.

E. Formação Avançada

E.1. Dissertações TCC e PIBIC

Concluídas

- Amayana Pereira de Lucena Melo. Ecologia trófica de Gerreidae (Teleostei: Perciformes) em dois sistemas estuarinos tropicais (Paraíba, Brasil). Data de conclusão: junho 2015 (aluna TCC orientada por Ana Lúcia Vendel)
- Ana Luisa Araújo Amorim. Comparação da dieta de *Hyporhamphus unifasciatus* (Ranzani, 1841) (Beloniformes: Hemiramphidae) em dois estuários do Nordeste do Brasil. Data de conclusão: junho 2015 (aluna PIBIC/TCC orientada por Ana Lúcia Vendel)
- Anderson da Silva Coutinho. Fauna parasitária de peixes como indicadores de impacto antrópico em ambientes estuarinos da Paraíba. Data de conclusão: agosto de 2015 (aluno PIBIC orientado por Ana Carolina Lacerda Sakamoto)
- Jéssica de Oliveira Lima. Identificação e quantificação das assembleias de Moluscos no estuário do Rio Mamanguape em período de seca. Data de Conclusão: agosto 2014 (aluna PIBIC orientada por Thelma Dias - UEPB e Joana Patrício – MARE/EC DG-JRC)
- Júlia Martini Falkenberg. Levantamento da fauna parasitária de peixes estuarinos da Paraíba. Data de conclusão: agosto de 2015 (aluna PIBIC orientada por Ana Carolina Lacerda Sakamoto)
- Kelly Marcelle Cunha Silva Canuto. Análise comparativa do efeito do tamanho das malhas de peneiras na composição e estrutura da comunidade de poliquetas em estuários tropicais. Data de conclusão: dezembro 2015 (aluna PIBIC/TCC orientada por Joseline Molozzi)

Monalisa dos Santos Olimpio. O gradiente de salinidade é fator estruturante para a distribuição e composição da comunidade de macroinvertebrados em estuários tropicais? Data de conclusão: dezembro 2015 (aluna PIBIC/TCC orientada por Joseline Molozzi)

Vivianne Evelyn do Nascimento Alves. Do different levels of human impact affect the diet of *Atherinella brasiliensis* (Brazilian silverside) in tropical estuaries? Data de conclusão: outubro 2015 (aluna PIBIC/TCC orientada por Ana Lúcia Vendel)

Em andamento

Anderson Kelvin Saraiva Macedo. Dieta de *Eucinostomus argenteus* Baird & Girard, 1855 (Perciformes: Gerreidae) no estuário do rio Paraíba do Norte, Paraíba, Brasil. Data de conclusão: agosto 2016 (aluno PIBIC orientado por Ana Lúcia Vendel)

Nathalia Karoline Alves do Nascimento. Alimentação de *Anchoa januaria* (Steindachner, 1879) (Clupeiformes: Engraulidae) em um estuário tropical sob ação antrópica. Data de conclusão: agosto 2016 (aluna TCC orientada por Ana Lúcia Vendel)

E.2. Dissertações de mestrado

Concluídas

Climélia da Nóbrega Silva. Suficiência taxonômica e indicadores ecológicos como ferramentas de avaliação da condição ambiental de estuários tropicais. Data de conclusão: dezembro 2014 (aluna orientada por Joseline Molozzi – UEPB e João Carlos Marques – MARE)

Gustavo Correia de Moura. Fatores determinantes da biomassa, diversidade funcional e ácidos graxos da comunidade zooplânctonica em dois estuários tropicais. Data de conclusão: agosto 2015 (aluno orientado por José Etham Barbosa e Ana Marta Gonçalves)

Em andamento

Carlinda Ráilly Ferreira Medeiros. Diversidade particionada da comunidade de macroinvertebrados bentônicos: perspectiva para o entendimento da complexidade estrutural e funcional de ecossistemas estuarinos tropicais. Data de conclusão: fevereiro de 2016 (aluna orientada por Joseline Molozzi – UEPB e Luiz Ubiratan Hepp – URI - Erechim)

Érica Gonçalves. Effects of human disturbance on Copepoda species traits. Data de conclusão: fevereiro de 2016 (aluna orientada por José Etham Barbosa – UEPB e Ana Marta Gonçalves – MARE, Portugal)

Jéssica Emília Golzio, 2016. Diversidade de parasitos de peixes e sua relação com características dos hospedeiros e do ambiente nos estuários do Rio Mamanguape e Rio Paraíba do Norte, Paraíba, Brasil. Data de conclusão: fevereiro de 2016 (aluna orientada por Ana Carolina Lacerda Sakamoto)

E.3.Doutorados

Em andamento

Rosa Maria da Costa Santana. Dinâmica do fitoplâncton ao longo do gradiente salino de estuários tropicais. Data de conclusão: fevereiro 2017 (aluna orientada por José Etham Barbosa - UEPB e Joana Patrício – MARE/DG-JRC)

Pieter van der Linden. Trait-based indicators. Data de conclusão: 2016 (aluna orientada por João Carlos Marques - MARE e Joana Patrício – MARE/ EC DG-JRC)

E.4.Pós-doutorado Junior – concluído

Marina Dolbeth – Análise funcional e desenvolvimento de modelos balanceados de massa

F. Modelos

Em desenvolvimento.

G. Bancas e pré-bancas

G.1. Mestrado – projeto

Gustavo Correia de Moura (maio 2014) (banca: Vanessa Becker e Manuel Augusto Graça)

Climélia Nóbrega Silva (agosto 2013) (banca: Joana Patrício, Ana Paula Oliveria, Fabiana Schneck, Joseline Molozzi)

Carlinda Raílly Ferreira (agosto 2014) (banca: Leonardo Neves – UFRJ e Gimdomar Santana, Joseline Molozzi)

Érica Gonçalves (maio 2014) (banca: Beatriz Susana Ovrusko de Ceballos e Joseline Molozzi)

G.2. Mestrado – qualificação

Gustavo Correia de Moura (dezembro 2014) (banca: Ana Lúcia Vendel, Joana Patrício, José Etham Barbosa)

Climélia Nóbrega Silva (julho 2014) (banca: André Pessanha, Alexandra Baeta, Joseline Molozzi)

Carlinda Raílly Ferreira (setembro 2015) (banca: Marcos Callisto, Raphael Ligeiro e Joseline Molozzi)

Érica Gonçalves (junho 2015) (banca: Beatriz Susana Ovrusko de Ceballos, Joseline Molozzi, José Etham Barbosa)

G.3. Mestrado – dissertação

Gustavo Correia de Moura (agosto 2015) (banca: Sigrid Neumann Leitão, Marcos Callisto, José Etham Barbosa)

Climélia Nóbrega Silva (dezembro 2014) (banca: José Etham Barbosa, Paulo Santos, Joseline Molozzi)

G.4. Doutorado – projeto

Rosa Maria da Costa Santana (maio 2014) (banca: Beatriz Susana Ovruski de Ceballos, Lorivaldo Mota Lima, José Etham Barbosa)

H. Prêmios e menções honrosas

O trabalho intitulado “Aspetos estruturais da comunidade de macroinvertebrados em ecossistemas estuarinos tropicais” apresentado por Kelly Marcelle Cunha Silva Canuto, aluna PIBIC, orientada por Joseline Molozzi foi premiada no XXII Encontro de Iniciação Científica da UEPB, Campina Grande, 12 novembro.

7. Sumário da Realização financeira

(Detalhamento dos gastos ocorridos durante a execução do projeto 1167/2013)

DESPESAS DE CUSTEIO

O projeto 1167/2013 foi inicialmente dotado de R\$ 109.015,84 para despesas de Custeio. Em Janeiro de 2014, a CAPES transferiu o valor adicional de R\$ 4.145,58 diretamente para a conta corrente do projeto para aquisição de um bilhete de avião referente à 3ª visita da PVE (ver explicação detalha logo abaixo). Este fato resultou num valor total de R\$ 113.161,42 como rubrica de custeio.

Passagens

As passagens destinadas às visitas da Pesquisadora Visitante Especial foram adquiridas diretamente pela Agência de Viagens da CAPES, com exceção de duas situações abaixo identificadas e elucidadas:

1) Na 2ª visita da Pesquisadora Visitante Especial, em dezembro de 2013, ocorreu um problema com a reserva de sua passagem, motivo pelo qual a pesquisadora Joana Patrício teve que comprar diretamente o vôo nos balcões da TAP, em Lisboa, no próprio dia programado para a partida, no valor de 1.239,96 €. Em 2 de janeiro de 2014, o projeto 1167/2013, ressarciu a pesquisadora no valor de R\$ 4.040,33 (à taxa de câmbio real-euro nesta data), através de transferência internacional para a conta portuguesa de Joana Patrício. Esta operação realizou-se após consulta dos serviços da CAPES e autorização por parte de Maria das Graças Galdino da Silva. Para executar esta transferência internacional, o projeto teve ainda que pagar R\$ 349,16 de taxas de câmbio e transferência.

2) Em 16 de janeiro, a Dra. Ana Lúcia Vendel foi informada por email por Rachel Aires da CAPES que devido a um problema com o sistema de emissão de passagens que se encontrava temporariamente inoperante, a CAPES efetuou o pagamento do auxílio deslocamento relativo à 3ª visita (julho 2014) da Pesquisadora Visitante Especial, no valor de R\$ 4.145,58 diretamente na conta corrente do projeto para que a Dra. Ana Lúcia Vendel, coordenadora técnica do projeto, pudesse adquirir a passagem para a 3ª visita da pesquisadora Joana Patrício. Nesse mesmo dia, Ana Lúcia realizou a compra do bilhete no site online da TAP. Para isso utilizou o seu cartão VISA. De modo a ser ressarcida desta despesa, a coordenadora fez uso de cheque (nº 850035) da conta corrente do projeto no valor de R\$ 4.145,58.

Sendo assim, achou-se prudente declarar isso no SIPREC, na rubrica custeio subtipo passagem. No entanto, já em fevereiro de 2016, por instrução do Técnico Sr. Luilson Lobato Laurindo, o documento 030, relativo ao valor de R\$ 4.145,58, foi suprimido do sistema de prestação de contas. O Sr. Lobato instruiu a coordenadora técnica a descrever no presente relatório que o valor acima foi depositado pela CAPES no dia 21/01/2014, conforme extrato anexado no SIPREC, sendo integralmente destinado ao ressarcimento de Dra. Ana Lúcia Vendel pela compra do bilhete de Joana Patrício descrita acima, motivo pelo qual não foi acrescido ao montante definido no sistema, não estando, conseqüentemente, inserido na prestação de contas.

Diárias

Os R\$ 9.015,84 previstos para custear diárias (Recibos Modelo B) foram utilizadas na íntegra sem qualquer alteração entre o valor solicitado e o valor gasto. Foram financiados 12 dias de coletas divididos em três campanhas de amostragem (agosto 2013, novembro 2013 e julho 2014), como consta no Relatório Técnico Final.

Material de Consumo

Dos R\$ 38.000,00 previstos inicialmente no Plano de Aplicação para custear material de consumo, foram gastos R\$ 35.769,92, para aquisição de diversos materiais de apoio às atividades de campo e de laboratório (e.g. reagentes químicos, trenas, cabo coletor de vegetação, filtros milipore, garrafas de plástico de diversas capacidades, sacos plásticos, cestos, bandejas plásticas, peneiras, fita adesiva, cápsulas para amostras isotópicas, redes de peixe, fito e zooplâncton, contadores manuais, paquímetros, câmaras Utermohl, microfiltros, pinças, placas de Petri, lâminas, lamínulas, tesouras, lenços de limpeza, luvas, cartuchos de impressora, equipamentos de proteção individual, provetas, frascos, tubos de ensaio, frascos Erlenmeyer, eppendorfs, racks para tubos, etc.).

Além disso, ao contrário do previsto no Plano de Aplicação, não foram adquiridas as Licenças de utilização do programa PRIMER + PERMANOVA *add on* e ArcGIS10 por serem demasiadamente onerosas., motivo pelo qual suprimos a lacuna utilizando computadores já com a licença do PRIMER instalada e utilizando programas Open Source (e.g. MapWindow GIS versão 4.8.6, QGIS software, QGIS Valmiera®).

Devoluções

Os cheques 850071 e 850072, de 22/01/2015, nos valores de R\$ 225,95 e 158,93, respectivamente, foram emitidos para compra de material de consumo, o qual não foi entregue no prazo previsto. Por este motivo, em 12/03/2015 foram feitas as devoluções através de transferência para a conta corrente do projeto, valores estes que foram posteriormente utilizados, conforme prestação de contas, onde não foram tratados como devolução, mas constam no arquivo dos extratos mensais, por isso são aqui explicados.

Serviço de Terceiros

Dos R\$ 62.000,00 previstos inicialmente no Plano de Aplicação para custear Serviços de Terceiros, foram gastos R\$ 59.840,59. Nesta rubrica estão incluídos os colaboradores com Recibo Modelo A. Faz-se necessário esclarecer que nos documentos *Manual_SIPREC_fev14*; *Portaria448-13set2002_DetalhamentoDespesas* e *ObservatorioEducacao_Perguntas Frequentes_2013* não há qualquer referência ao montante limite de R\$ 800,00 para pagamentos comprovados mediante Recibo Modelo A, motivo pelo qual procedemos à aquisição dos serviços sem ter conhecimento deste valor máximo por cheque. A aquisição de serviços prestados por profissionais altamente qualificados permitiu que o projeto pudesse realizar as tarefas propostas de acordo com o cronograma aprovado e que fosse encerrado com sucesso.

Abaixo detalhamos a verba gasta para custear tais serviços:

1. Análises isotópicas: triagem de material para isótopos e análises propriamente ditas (comprovante 093) e **Execução de utensílios para estimativa de biomassa** (comprovante 098) foram pagas a pessoa jurídica internacional, incluindo taxas de transferência internacional, ambos perfizeram: R\$ 28.705,76.

2. Execução do processamento em campo e em laboratório das amostras destinadas à análise isotópica: R\$ 3.000,00 referentes à remuneração da Dra. Alexandra Baeta, especialista em análises isotópicas (comprovante 046).

3. Apoio técnico para triagem e identificação de material biológico: R\$ 8.170,00. Neste item constam pagamentos para pessoal contratado para triagem de amostras de grupos biológicos, como estômagos de peixes, zooplâncton, moluscos e parasitas.

Faz-se necessário esclarecer que por falta de conhecimento do procedimento administrativo mais adequado, os saques e recibos ocorrerem de uma única vez, mas os pagamentos foram efetuados mensalmente (ex.: Três mensalidades de R\$ 400,00 destinados a Rafaela Gouveia, Genetton Gomes e Jarlânia Silva, comprovantes 049, 051 e 052, respectivamente).

Carlinda Ráilly atuou no processamento e identificação de Poliquetas, com necessidade de deslocação da prestadora do serviço ao Centro de Estudos do Mar/UFPR, em Pontal do Sul, Pontal do Paraná, Paraná, no período de 19 a 27 de abril de 2015, para aferição da qualidade das identificações efetuadas com Dr. Paulo Lana, renomado taxonomista especialista em Poliquetas (ver comprovante 095).

Jéssica Golzio realizou a preparação e montagem de lâminas para identificação de Parasitos de Peixes, tendo identificado mais de 20 espécies de parasitos pertencentes a diversos Grupos taxonômicos, todos

representando novos registros de ocorrência de espécies de parasitos em novos hospedeiros e também primeiro registro nos dois estuários estudados. Esta atividade exigiu um reforço da capacidade de processamento das numerosas amostras (ver comprovantes 079, 083 e 096).

4. Apoio técnico para processamento de amostras de material particulado e carbono: R\$ 2.000,00 referentes à remuneração de Eliete dos Santos Sousa especialista neste tipo de processamento técnico (ver comprovante 071).

5. Apoio no controle de qualidade e análise de dados biológicos: R\$ 7.500,00. Tal valor refere-se à remuneração de duas profissionais habilitadas - Cláudia Mieirol e Patricia Oliveira - que se dedicaram à verificação de todos os dados produzidos pelo projeto, detalhando por elemento biológico os problemas encontrados, bem como verificando a validade das análises realizadas (comprovantes 080 e 090, respectivamente).

6. Serviços de tradução e revisão de língua, incluindo taxas de transferência bancária internacional: R\$ 10.464,83.

Zara Teixeira (comprovante 081); Richard Boike (comprovantes 086 e 091); Albert Leyva (comprovante 089); Roy Funch (comprovante 088) e Susan Rutherford (comprovante 100) traduziram e/ou revisaram o inglês de um ou mais artigos científicos, tanto antes do envio, quanto após o recebimento dos comentários da arbitragem científica. O pagamento de Susan Rutherford foi convertido em euros e por isso inclui a taxa de transferência (conforme comprovante 100).

O pagamento aos pescadores foi incluído nas diárias (Recibos Modelo B), não sendo por isso incluído na rubrica serviços a terceiros. As análises de amostras de água e de sedimento para a caracterização físico-química dos habitats subtidais foram realizadas pelos alunos e técnicos do Laboratório de Ecologia de Bentos e do Laboratório de Ecologia Aquática da UEPB, tendo ficado a custo zero para o projeto.

DESPESAS DE CAPITAL

No decorrer do projeto, a equipe foi adquirindo equipamento, material permanente e materiais bibliográficos necessários à sua execução. Todo o material adquirido foi devidamente tombado pela Universidade Estadual da Paraíba, de acordo com o listado no Termo de Entrega/Recebimento de Bem Adquirido 1167/2013 e na Tabela 5 abaixo. O valor total da despesa efetuado nestas rubricas foi de R\$ 33.350,00, conforme previsto.

Equipamento e material permanente

Dos R\$ 31.350,00 previstos na proposta do projeto para aquisição de equipamento necessário para a execução do PVE 1167/2013, foram gastos R\$ 31.009,51. Além do equipamento inicialmente previsto, i.e. **freezer horizontal** para armazenamento e conservação de amostras coletadas, da **bomba a vácuo** para filtragem de amostras de água, do **agitador e respectivas peneiras** para análise granulométrica dos sedimentos e da **draga van Veen** para coleta de sedimento e macroinvertebrados, a equipe adquiriu outro material permanente. Comprou-se um **GPS** para a georeferenciação das estações de coleta e amostras realizadas, uma

balança analítica e uma **balança semi-analítica** para pesar a ictiofauna e os seus estômagos. Comprou-se um **notebook** para o Laboratório de Ictiofauna e um **computador** com **mesa de suporte** para o Laboratório de Ecologia de Bentos. Ambos os equipamentos permitiram a inserção de dados e a análise dos resultados obtidos e estão disponíveis para uso futuro por parte dos alunos e docentes.

Adquiriu-se igualmente equipamento para melhorar as condições de trabalho nos laboratórios: oito **cadeiras** com altura regulável para permitir o ajuste da altura em função das oculares das lupas e microscópios e um **purificador de água**. Além disso, comprou-se um **telémetro** para medir a distância entre as margens dos estuários e uma **ocular digital com lâmina milimetrada** para registar resíduos sólidos (microplásticos) encontrados nos conteúdos estomacais dos peixes.

Tabela 5. Lista dos equipamentos, material permanente e material bibliográfico adquiridos pelo projeto e tombados pela UEPB, com indicação do número de tombo (registro) e valor de aquisição.

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	No de tombo	VALOR
EQUIPAMENTOS E MATERIAL PERMANENTE			
01	GPS GARMIN ETREX 20	00518533	R\$ 647,88
02	Draga Van Veen de Inox	00518531	R\$ 4,800,00
03	Bomba a Vácuo	00518532	R\$ 2,660,00
04	Fundo p/ peneira inox 8 X 2 alt. 1" Tampa p/peneiras em inox 8 X 2" Peneira inox 8x2 malha 230-250 abert.0,063mm Peneira inox 8x2 malha 120-115 abert.0,125mm Peneira inox 8x2 malha 10-9 abert.2,0mm Agitador eletromagnético 110/220v c/tampa Peneira inox 8x2 malha 60-60 abert.0,250mm	00518528	R\$ 4,396,05
05	Freezer Horizontal 2P 337 L EFH350 Esmaltec	00518539	R\$ 999,00
06	Balança Analítica Unibloc 220 g; prec. 0,1 mg	00518538	R\$ 2,870,00
07	1 Purificador água Soft Slim 220V/60Hz Branco	00518536	R\$ 920,00
08	Notebook Acer NB E1 570-6639 13/4GB/500/15,6"	00518537	R\$ 1,112,95
09	1 Mesa Pandin Sec. 1210X615X75 MX120TB	00518530	R\$ 170,00
10	1 Computador N3 UPI 06028 I3	00518529	R\$ 1,258,00
11	Telémetro Nikon Aculon 6x20 Laser	00518519	R\$ 1,023,99
12	8 Cadeiras Plaxmetal	00518520	R\$ 1,280,00
		00518521	
		00518522	
		00518523	
		00518524	
		00518525	
		00518526	
13	Garrafa tipo Van Dorn em aço inox 5 L	00518761	1,500,00
14	2 Dessecadores de vidro com tampa e luva 250 mm	00518762	1,340,00
15	Ocular Digital Color CMOS 10.0 Mp USB – Software + 2 Lâminas	00518535	R\$ 4.401,64
16	Balança Semi-Analítica cap.3200 g; prec.0,01g	00518534	R\$ 1,630,00
MATERIAL BIBLIOGRÁFICO			
17	Recuperação de Manguezais; Biologia e Ecologia dos Vertebrados; Guia da Biodiversidade Marinha da APA Costa dos Corais;	52322348	R\$ 208,00
		52322349	
		52322350	

	Peixes Recifais	52322351	
18	Ecological Diversity and Its Measurement; The Diversity of Fishes: Biology, Evolutions and Ecology; Bayesian Methods for Ecology; Encyclopaedia of Texas Seashells: Identification, Ecology, Distribution and History; Ecological Niches and Geographic Distributions; Ecological Statistics: Contemporary theory and application	52322340	R\$ 1,777,97
		52322341	
		52322342	
		52322343	
		52322344	
		52322345	
19	Fishes Diversity	52322347	R\$ 106,98
20	Spatial Analysis – A guide for ecologists	52322346	R\$ 247,54

Todo o material permanente foi devidamente tombado pela UEPB, conforme acordado no AUXPE. Tal equipamento encontra-se no Laboratório de Ecologia Aquática (LEAq), Laboratório de Ictiologia, no Laboratório de Ecologia de Bentos (LEB) e Laboratório de Biologia Marinha da UEPB.

Material bibliográfico

Dos R\$ 2.000,00 inicialmente previstos para compra de material bibliográfico, foram gastos R\$ 2.340,49 na aquisição de 12 livros. As obras adquiridas contemplam tópicos que vão desde recuperação de manguezais, biologia e ecologia de vertebrados, guia de biodiversidade marinha, peixes recifais, diversidade de peixes, enciclopédia de moluscos até importantes obras de estatística avançada (ver Tabela 5). Estes livros foram devidamente tombados pela UEPB e encontram-se no Laboratório de Ecologia Aquática (LEAq), Laboratório de Ictiologia e no Laboratório de Ecologia de Bentos (LEB), disponíveis para consulta por alunos e docentes.

8. Considerações finais

Quando, em 2012 escrevemos a proposta deste projeto PVE, o nosso objetivo era ambicioso. O projeto inseria-se claramente numa estratégia de consolidação e expansão da área de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Costeiros e Marinhos em desenvolvimento na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Sendo que esta colaboração visava três vertentes fundamentais: 1) a formação avançada em nível de pós-graduação comparável aos melhores centros de investigação do mundo, 2) a expansão da internacionalização do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da UEPB e 3) a produção de conhecimento científico inovador na área da Ecologia Costeira e Estuarina tropicais.

Os desafios encontrados ao longo da implementação desta parceria foram muitos. Quando assumimos com empenho esta colaboração internacional sabíamos que teríamos que lidar com a gestão dos períodos de ausência da Paraíba por parte da investigadora principal Joana Patrício, que teríamos que manter uma comunicação regular sob o risco de prejuízo no acompanhamento aos alunos, que os colegas no Brasil teriam que encontrar tempo nas suas já preenchidas agendas profissionais para abraçar novas temáticas, novas metodologias e novas formas de construir conhecimento, que os alunos envolvidos nas atividades do PVE teriam que fazer um esforço extra para colmatar as suas fragilidades de base. Para superar estes desafios, ao longo da duração do projeto, fomos testando e implementando estratégias de consolidação desta parceria.

Com a ajuda dos colegas da UEPB, a Dra Joana Patrício tentou otimizar os dias de permanência no Brasil e compensar os meses da sua ausência com um contacto permanente por email, Skype ou telefone. Ao fim destes mais de trinta e dois meses de projeto foram trocadas largas centenas de emails com os colegas e alunos envolvidos no projeto, a PVE participou nas campanhas de amostragem, esteve presente em fases determinantes do processamento laboratorial das amostras. A Dra Joana Patrício respondeu sempre afirmativamente às solicitações do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da UEPB, tendo ministrado cursos avançados, participado ativamente em bancas de diferentes níveis acadêmicos e co-orientado alunos de graduação (PIBCs), mestrado e doutorado.

Em termos gerais, o projeto decorreu de acordo com o planeado, tendo inclusive acrescido o número de atividades e colaborações previstas inicialmente. Graças a muito empenho e persistência temos hoje atividades em parceria com outras universidades do Nordeste (e.g. UFPB, na pessoa da Dra Ana Carolina Lacerda Sakamoto e UFBA, na pessoa do Dr Eduardo M. da Silva). Da mesma forma, outros colegas pesquisadores de instituições internacionais participaram ativamente em orientações de alunos de pós-graduação da UEPB (e.g. Dr. Guillaume Blanchet da McMaster University, Canada; Dra. Alexandra Baeta e Dra. Ana Marta Gonçalves do MARE – Marine and Environmental Centre, Portugal e Dra Marina Dolbeth do CFE – Centre for Functional Ecology, Portugal).

Apesar do encerramento oficial das atividades em 31 de dezembro 2015, a equipe continuará a trabalhar para finalizar os inúmeros artigos que se encontram em preparação avançada para serem submetidos a revistas internacionais indexadas e de nível superior ou igual a Qualis B1. Resultante das nossas atividades, já foram submetidos quatro artigos a revistas internacionais: *Ecological Indicators* (A2), *Journal of Fish Biology* (A2), *Marine Ecology Progress Series* (A2), *Acta Oecologica* (B1). Além disso, foram apresentadas várias comunicações orais e painéis em eventos científicos. Em agosto e setembro de 2015 apresentámos duas comunicações orais em eventos de relevo internacional (i.e 2015 Ecological Society of America Annual Meeting, EUA e Estuarine Coastal Sciences Association 2015 meeting, UK).

Foram muitos os frutos desta parceria, como por exemplo, um dos nossos alunos de mestrado (Gustavo Moura) no âmbito deste PVE, teve a oportunidade de realizar três meses de seu mestrado na Universidade de Aveiro, Portugal. Da mesma maneira, este PVE foi uma ferramenta importante para o desenvolvimento e consolidação dos grupos de pesquisa envolvidos e deste estamos convictos que contribuiu para o desenvolvimento da ciência Brasileira na área prioritária das Ciências do Mar. Estamos certos que o PVE 173/2012 teve um impacto positivo na produção de novos conhecimentos na área das Ciências do Mar, na formação de pessoal, na geração de oportunidades para iniciação científica, mestres, doutores e pós-doutores. A dinâmica criada pelo projeto permitiu gerar e consolidar intercâmbios internacionais com grupos de excelência no exterior. Esta interação próxima permitiu o fortalecimento de programas de Pós-Graduação emergentes como o Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da UEPB, permitindo uma vivência de ambiente acadêmico de excelência e com capacidade de gerar produtos com impacto para a ciência local e internacional. Os caminhos de parceria científica se fazem lentamente – com avanços e recuos. Com paciência. Com exigência. Com a construção de relações de confiança e amizade.

Sem dúvida, a iniciativa da CAPES e o apoio do Programa Pesquisador Visitante Especial foi uma ferramenta estratégica para a consolidação do processo de internacionalização da Ciência Brasileira através de um dos seus Programas de Pós-Graduação.

9. Referências bibliográficas

- Allen, P.M. 1988. Evolution: why the whole is greater than the sum of the parts. *Ecodynamics: contributions to Theoretical Ecology, Part 1: evolution*. In: Wolff, W., Soeder, C.J., Drepper, F.R. (Eds.), *Proceedings of an International Workshop. Germany, 19-20 October 1987*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 2-30.
- Baeta, A., Valiela, I., Rossi, F., Pinto, R., Richard, P., Niquil, N., Marques, J.C. 2009. Eutrophication and trophic structure in response to the presence of the eelgrass *Zostera noltii*. *Marine Biology* 156: 2107-2120.
- Baeta, A., Niquil, N., Marques, J.C., Patrício, J. 2011. Modelling the effects of eutrophication, mitigation measures and an extreme flood event on estuarine benthic food webs. *Ecological Modelling* 222: 1209-1221.
- Bremner, J. 2008. Species traits and ecological functioning in marine conservation and management. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 366: 37- 47.
- Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM, Shostak AW. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. Revisited. *Journal of Parasitology*. 83: 575-583.
- Christensen, V. 1994. Energy-based ascendancy. *Ecological Modelling* 72: 129-144. Finn, J.T., 1976. Measures of ecosystem structure and function derived from analyses of flows. *Journal of Theoretical Biology* 41: 535-546.
- Claudino, M.C., Pessanha, A.L.M., Araújo, F.G. & Garcia, A.M. 2015. Trophic connectivity and basal food sources sustaining tropical aquatic consumers along a mangrove to ocean gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.
- De Bello, F., Lavergne, S., Meynard, C.N., Lepš, J. & Thuiller, W. 2010. The partitioning of diversity: showing Theseus a way out of the labyrinth. *Journal of Vegetation Science*, 21, 992–1000.
- De Bello, F., Lepš, J., Lavorel, S. & Moretti, M. 2007. Importance of species abundance for assessment of trait composition: an example based on pollinator communities. *Community Ecology*, 8, 163–170.
- Garcia A.M., Hoeninghaus D.J., Vieira J.P., Winemiller K.O. 2007. Isotopic variation of fishes in freshwater and estuarine zones of a large subtropical coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 73: 399-408.
- Hooper, D.U., Chapin, F.S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J.H., Lodge, D.M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A.J., Vandermeer, J., Wardle, D.A. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75: 3-35.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17(4): 411-430.
- Ivar do Sul, Juliana A. & Monica F. Costa. 2014. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environmental Pollution* 185: 352-364
- Kendall, C. 1998. Tracing nitrogen sources and cycling in catchments. In: Kendall C, MacDonnell JJ (eds) *Isotope tracers in catchment hydrology*. Elsevier, St. Louis MO 519-576.
- Laliberté E, Legendre P, Shipley B. 2014. FD: measuring functional diversity from multiple traits, and other tools for functional ecology. R package version 1.0-12.
- Laliberté, E., Legendre, P. & Shipley, B. 2015. Package 'FD', 1st ed. R software.
- Leontief, W.W. 1951. *The Structure of American Economy*. Oxford University Press, New York, 257p. Likens, G.E., 1985. *An Ecosystem Approach to Aquatic Ecology: Mirror Lake and its Environment*. Springer-Verlag, New York.
- Lepš, J., De Bello, F., Lavorel, S., Berman, S. 2006. Quantifying and interpreting functional diversity of natural communities: practical considerations matter. *Preslia* 481–501.
- Limnologisk Metodik. 1992. *Ferskvands Biologisk Laboratorium*. K.benhavns Universitet (Ed.), Akademisk Forlag, Kobenhavn, 172p.
- MarLIN. 2006. BIOTIC - Biological Traits Information Catalogue. Marine Life Information Network. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom. Available from www.marlin.ac.uk/biotic.
- Parsons, T.R., Maita, Y., Lally, C.M. 1985. Pigments. In: *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater*

- Analysis. Pergamon Press, PP. 101-104.
- Patrício, J., Marques, J.C. 2006. Mass balanced models of the food web in three areas along a gradient of eutrophication symptoms in the south arm of the Mondego estuary (Portugal). *Ecological Modelling* 197: 21-34.
- Pessanha, A.L.M., Araújo, F.G., Oliveira, R.E.M.C.C., Silva, A.F.D. & Sales, N.S. 2015. Ecomorphology and resource use by dominant species of tropical estuarine juvenile fishes. *Neotropical Ichthyology*, 13, 401–412.
- Phillips, D.L., Gregg, J.W. 2003. Source partitioning using stable isotopes: coping with too many sources. *Oecologia*, 136: 261-269.
- Polytraits Team (2016). Polytraits: A database on biological traits of polychaetes. LifewatchGreece, Hellenic Centre for Marine Research. Accessed on 2016-02-20. Available from <http://polytraits.lifewatchgreece.eu>
- R Core Team. 2011. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- R Core Team. 2015. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Schleuter, D., Daufresne, M., Massol, F., Argillier, C. 2010. A User's guide to functional diversity indices. *Ecological Monographs* 80(3): 469-484.
- Strickland, J.D.H., Parsons, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bulletin Fisheries Research Board of Canada, 2nd edition, vol 167, 311p.
- Thioulouse, J., Chessel, D., Doledec, S. Olivier, J.M. 1997. ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. *Statistics and Computing* 7: 75-83.
- Ulanowicz, R.E. 1997. Ecology, the Ascendent Perspective. Columbia University Press, New York, 201 p.
- van der Linden, P., Patrício, J., Marchini, A., Cid, N., Neto, J.M., Marques, J.C. 2012. A biological trait approach to assess the functional composition of subtidal benthic communities in an estuarine ecosystem. *Ecological Indicators* 20: 121-133 (doi:10.1016/j.ecolind.2012.02.004)
- Villéger, S., Ramos Miranda, J., Flores Hernandez, D. & Mouillot, D. 2012. Low functional β -diversity despite high taxonomic β -diversity among tropical estuarine fish communities. (eds S Villéger, JR Miranda, DF Hernandez, and D Mouillot). *PLoS ONE*, 7, e40679.
- Whittaker, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, (2/3), 213–251.

João Pessoa, 22 de fevereiro de 2016

Anexos

11.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ALGUMAS DAS ATIVIDADES DO PROJETO



Figura A. Atividades e participantes das campanhas piloto, em agosto/2013 e estação seca, em novembro 2013 nos estuários do Paraíba e Mamanguape. Coleta de macroinvertebrados.

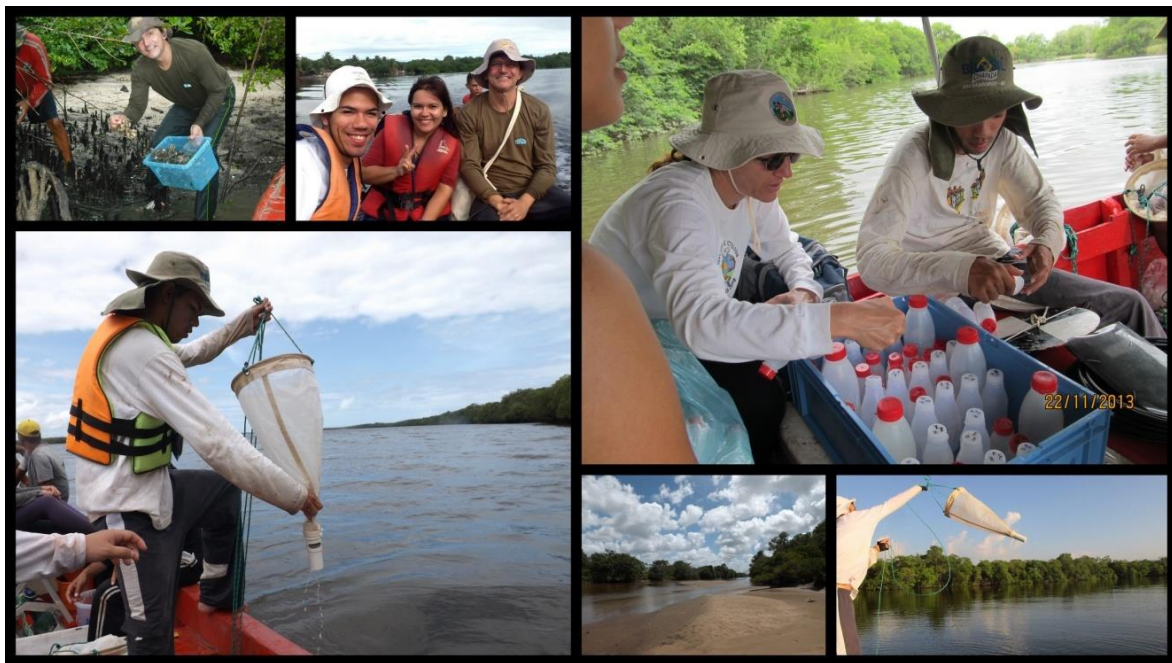


Figura B. Atividades e participantes das campanhas dos períodos seco (novembro 2013) e chuvoso (junho/julho/2014) nos estuários do Paraíba e Mamanguape. Coleta de água e plâncton.



Figura C. Atividades e participantes das campanhas nos estuários do Paraíba e Mamanguape.



Figura D. Atividades e participantes das campanhas nos estuários do Paraíba e Mamanguape. Coleta de peixes.



Figura E. Atividades em laboratório: extração de material para análise isotópica.



Figura F. Atividades em laboratório: processamento de amostras de zooplâncton para análise de ácidos graxos.

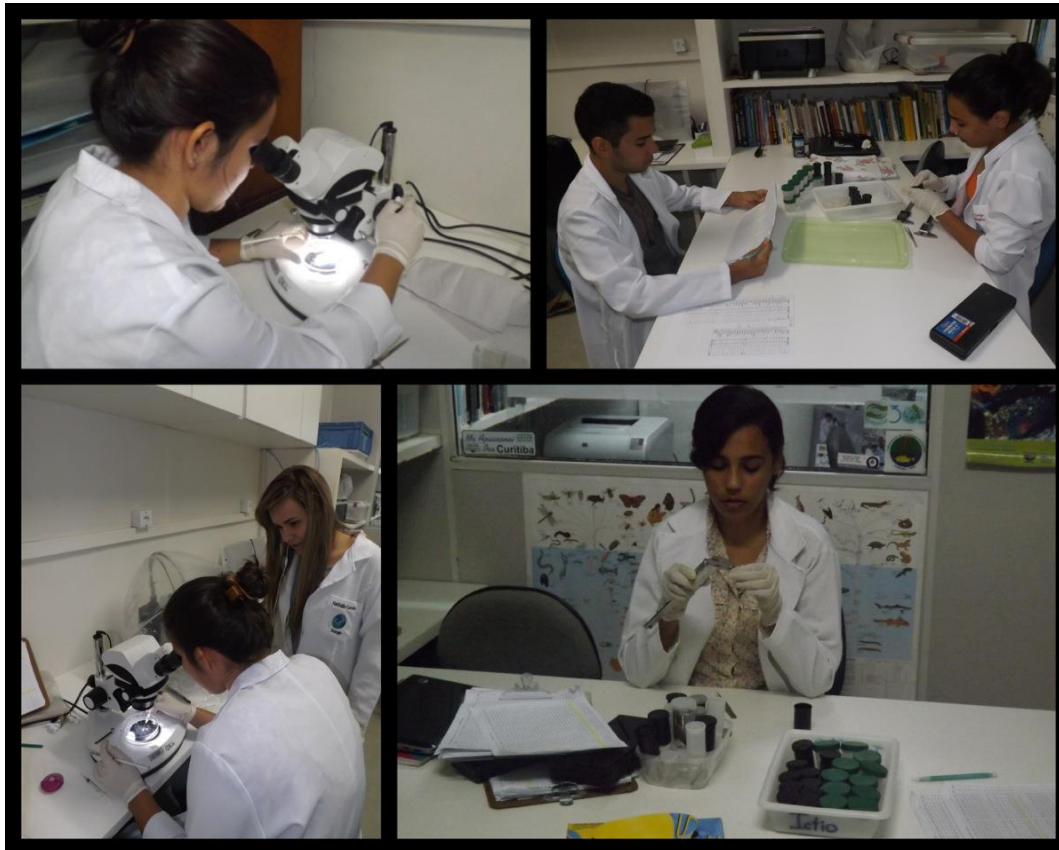


Figura G. Atividades em laboratório: análise do conteúdo estomacal da ictiofauna.



Figura H. Atividades em laboratório: processamento dos macroinvertebrados bentônicos.



Figura I. Palestra ministrada pela Dra. Joana Patrício, em julho de 2014, na Universidade Federal da Paraíba, instituição parceira na execução da proposta.



Figura J. Palestra ministrada pela Dra. Joana Patrício, em julho de 2014, na UEPB.



Figura K. Disciplina de Redação Científica ministrada pela Dra. Joana Patrício, em julho 2014, no Campus I da UEPB.



Figura L. Algumas das bancas de defesas de TCC, qualificações e mestrados de alunos atrelados ao projeto.



Figura M. Apresentação de resultados do projeto em eventos científicos nacionais e internacionais, durante o ano de 2015.

11.2. PARCERIA ESTABELECIDADA ENTRE O PROJETO 173/2012, UEPB e a UFBA



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA



Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento

Salvador, 5 de setembro de 2014

Prof^a. Ana Lúcia Vendel
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação
Universidade Estadual da Paraíba

Estimada Colega,

Na condição de Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento da Universidade Federal da Bahia, devidamente homologado junto à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), venho confirmar o interesse de nosso Programa em se integrar ao projeto de professor visitante estrangeiro que envolve a **Prof^a DR^a JOANA MATEUS PATRÍCIO**, e declaro que a atividade ora planejada por nós, um curso de Ecologia e Manejo de Sistemas Costeiros, o qual será realizado entre os dias 15 e 17 de dezembro/2014, será amplamente divulgada entre Programas de Pós-Graduação em Ecologia de outras Instituições de ensino superior brasileiras, para mestrandos e doutorandos, com a respectiva disponibilidade de vagas. Outrossim, confirmo que os contatos preliminares já foram realizados com a referida professora, que disponibilizou-se a realizar o curso, caso não haja nenhum impedimento para tal. Na divulgação do referido curso será mencionado que o mesmo faz parte de atividade em cooperação com a UEPB (AUXPE 173/2012), financiada pela Capes.

Atenciosamente

Prof. Eduardo Mariano Neto
Coordenador do Colegiado