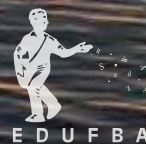


Baía de Todos os Santos

**Avanços nos estudos
de longo prazo**

**Vanessa Hatje
Lys Maria Vinhaes Dantas
Jailson B. de Andrade**
Organizadores



Tag

Boys
peba

Trade-Made

I: dogfiending

1013-5022

Idomeda

TERRAS
DE DO
ALVARO
RODA
PCOS
TA

Bahia de
todologsã
tes

$P = 0.05$

6. Inuac
depreamar
da goasvina

mandam, Inc.

C I

Background



Baía de Todos os Santos

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

Reitor
João Carlos Salles Pires da Silva

Vice-reitor
Paulo Cesar Miguez de Oliveira

Assessor do Reitor
Paulo Costa Lima



E D U F B A

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

Diretora
Flávia Goullart Mota Garcia Rosa

Conselho Editorial
Alberto Brum Novaes
Angelo Szaniecki Perret Serpa
Caiuby Alves da Costa
Charbel Ninô El-Hani
Cleise Furtado Mendes
Evelina de Carvalho Sá Hoisel
José Teixeira Cavalcante Filho
Maria do Carmo Soares de Freitas
Maria Vidal de Negreiros Camargo



Núcleo de Pesquisas em
Química Analítica da Bahia – NQA
PRONEX / FAPESB - CNPq

Vanessa Hatje
Lys Maria Vinhaes Dantas
Jailson B. de Andrade
Organizadores

Baía de Todos os Santos

**Avanços nos estudos
de longo prazo**

Salvador | EDUFBA | 2018

2018, autores.

Direitos para esta edição cedidos à Edufba.

Feito o Depósito Legal.

Grafia atualizada conforme o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, em vigor no Brasil desde 2009.

Oa autores agradecem os comentários e sugestões dos revisores ad hoc.

Capa e Projeto Gráfico

Gabriela Nascimento

Foto da Capa

Francisco Carlos Rocha de Barros Júnior

Revisão

Susane Barros

Normalização

Rodrigo França Meirelles

Sistema de Bibliotecas - SIBI/UFBA

Baía de Todos os Santos : avanços nos estudos de longo prazo / Vanessa Hatje;

Lys Maria Vinhaes Dantas; Jailson B. de Andrade, organizadores. - Salvador: EDUFBA, 2018.

289 p.

ISBN: 978-85-232-1722-8

Inclui bibliografia

1. Todos os Santos, Baía de, Região (BA) - História. 2. Todos os Santos, Baía de, Região (BA) – Condições sociais. 3. Todos os Santos, Baía de, Região (BA) – Aspectos econômicos. I. Hatje, Vanessa. II. Dantas, Lys Maria Vinhaes. III. Andrade, Jailson B. de.

CDD: 981.42

Editora afiliada à



Editora da UFBA
Rua Barão de Jeremoabo
s/n - Campus de Ondina
40170-115 - Salvador - Bahia
Tel.: +55 71 3283-6164
Fax: +55 71 3283-6160
www.edufba.ufba.br
edufba@ufba.br

Ao nosso amigo, sempre inspirador Angelo da Cunha Pinto
1948-2015

Sumário

Prefácio

11

Introdução

Jailson Bittencourt de Andrade

13

I. Redes induzidas de pesquisa e comunidades de prática: um estudo na rede Baías da Bahia

José Lamartine de Andrade Lima Neto,
Lys Maria Vinhaes Dantas, Mônica de Aguiar
Mac-Allister da Silva e Núbia Moura Ribeiro

17

II. Indicadores socioambientais e vulnerabilidades das populações e povos da Baía de Todos os Santos

Fátima Tavares, Carlos Caroso
e Carlos Teles

61

III. Pesca artesanal e captura de organismos ornamentais na Baía de Todos os Santos

José Amorim Reis-Filho, Cláudio Luis Santos
Sampaio, Heigon Henrique Queiroz Oliveira,
José de Anchieta Cintra da Costa Nunes e
Francisco Carlos Rocha de Barros Júnior

95

IV. Espécies marinhas exóticas e invasoras na Baía de Todos os Santos

Francisco Carlos Rocha de Barros Júnior,
Ana Carolina Sousa de Almeida, Fernanda
Fernandes Cavalcanti, Ricardo Jessouroun de
Miranda, José de Anchieta Cintra da Costa Nunes,
José Amorim Reis-Filho e Eder Carvalho da Silva

127

V. Variabilidade intra-anual da oceanografia da Baía de Todos os Santos: evidências de três anos de monitoramento

Guilherme Camargo Lessa, Marcelo F. Landim
Souza, Paulo de Oliveira Mafalda Júnior,
Doriedson Ferreira Gomes, Christiane Sampaio de
Souza, Carlos E. P. Teixeira, José Roberto Luiz Bispo
de Souza, Maria do Rosário Zucchi

155

VI. Estudos de caso e futuros desafios para a avaliação da qualidade dos ecossistemas marinhos da Baía de Todos os Santos

Vanessa Hatje, Gisele Olímpio da Rocha,
Juliana Leonel, Luisa Ferreira Ribeiro, Gabriel
Cotrim de Souza e Cristiane Sampaio Fahning

193

VII. Agenda de pesquisa para a Baía de Todos os Santos 2008-2018

Lys Maria Vinhaes Dantas, Vanessa Hatje,
Núbia Moura Ribeiro e José Lamartine de Andrade
Lima Neto

247

Sobre os autores

283

Prefácio

O *Baía de Todos os Santos: avanços nos estudos de longo prazo* é uma celebração de dez anos de uma ideia concretizada, com a qual congratulo-me: a de um estudo multidisciplinar de longo prazo sobre a Baía de Todos os Santos, que envolve as instituições de ensino e pesquisa públicas da Bahia. A obra é organizada pelos(as) Professores(as) Vanessa Hatje, da Universidade Federal da Bahia, Lys Vinhaes, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, e Jailson B. de Andrade, da Universidade Federal da Bahia, amigo e companheiro da Academia de Ciências da Bahia.

Parece-nos essencial chamar a atenção para três características do Projeto Baía de Todos os Santos: a multidisciplinaridade, o longo prazo e a adoção de uma abordagem na qual são incentivadas a pesquisa científica e tecnológica, a inovação, a extensão e a educação, desenvolvidos em instituições públicas.

Da multidisciplinaridade, no Projeto Baía de Todos os Santos, sabemos que, para que seja assegurada a boa qualidade de respostas às mais variadas perguntas de pesquisas, apresentadas pelos muitos(as) pesquisadores(as) que integram o grupo desde seu início em 2008, além do emprego das modernas tecnologias, constituem fatores essenciais: o conhecimento atualizado do assunto que é objeto da investigação, inteligência criativa, a familiaridade destes(as) com a metodologia da pesquisa e uma inclinação para trabalho em grupo. Neste sentido, nos surpreendeu que o Projeto venha mantendo uma vertente de metapesquisa, pela qual busca gerar conhecimentos sobre o próprio fazer pesquisa em grupos multi-institucionais e multidisciplinares.

Sobre o longo prazo, cumpre não esquecer que, além de todo o conhecimento gerado sobre uma série temporal sobre a qual será possível a tomada de decisões mais informada, há o favorecimento da formação sólida de pesquisadores voltados para os problemas da Baía de Todos os Santos, nas suas questões ambientais e humanas, capazes de gerar ideias que, pelas suas aplicações práticas, contribuam para a melhor qualidade de vida das nossas populações.

Quanto à abordagem plena adotada no Projeto, desenvolvida até agora em instituições públicas, vale ressaltar que, até este momento, nossa economia não tem permitido que a iniciativa privada enfrente riscos financeiros que a inovação muitas vezes apresenta, visto que alega a elevada carga fiscal como fator dificultador nesta difícil balança. As autoridades brasileiras têm procurado atenuar esse problema com a adoção de subvenções proporcionadas pelo setor público, o que ainda não tem sido suficiente para a integral solução do problema. O Projeto foi financiado inicialmente pela Fundação de Amparo à Pesquisa da Bahia, mas atualmente várias de suas ações têm captado recursos junto a outros órgãos de

fomento. Nos últimos anos, no entanto, este cenário tem se tornado mais grave e preocupante, com drásticas reduções no apoio.

O *Baía de Todos os Santos: avanços nos estudos de longo prazo*, em seus sete capítulos, apresenta ao leitor alguns dos resultados das pesquisas realizadas nos últimos cinco anos no escopo do Projeto Baía de Todos os Santos. Seu último capítulo sintetiza uma pesquisa realizada junto a pesquisadores e comunidades de municípios do Recôncavo sobre os principais problemas que já afetam ou afetarão a Baía nos próximos dez anos e que devem se tornar foco das investigações neste período, conduzindo o olhar de novas políticas de fomento. Ao celebrar seus dez anos, a equipe do Baía de Todos os Santos se planeja para os próximos dez.

Em conclusão, marcamos o nosso compromisso com a ciência e a pesquisa na Bahia, felicitando os membros do Projeto Baía de Todos os Santos por esta publicação.

Roberto Figueira Santos

Presidente de Honra da Academia de Ciências da Bahia

Introdução

Jailson B. de Andrade

Desde 2008, um grupo de pesquisadores, vinculados às instituições federais e estaduais de educação superior na Bahia, assumiu o compromisso com o desenvolvimento de um projeto multidisciplinar de longo prazo (2008-2038) sobre e na Baía de Todos os Santos (BTS), através da atuação concertada de competências científicas e técnicas existentes no estado da Bahia. Os principais eixos mobilizados do Projeto têm sido: i) Oceanografia; ii) Recursos Naturais; iii) Biodiversidade; iv) Qualidade de Vida; v) Artes; vi) Cultura; vii) História e viii) Educação.

O Projeto Baía de Todos os Santos, conhecido como Projeto BTS e financiado inicialmente pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, foi concebido a partir das seguintes justificativas: i) ausência de observações de longo prazo; ii) incompatibilidade metodológica de dados pretéritos; iii) degradação ambiental em algumas regiões da Baía; iv) ausência de um programa de gestão ambiental eficiente; v) ausência de ações concertadas para a BTS; vi) reduzido número de estudos sobre os aspectos físicos, químicos, ecológicos e etno-sociais da BTS; vii) conhecimento limitado sobre a circulação e fluxos de água e materiais para a BTS.

Dentre as estratégias de desenvolvimento do Projeto BTS ao longo dos seus 30 anos, divididos em “ondas” de cinco anos, está a divulgação de seus dados por meio de um Portal¹ e a publicação de uma série de livros, iniciada em 2009 com o lançamento do *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos* (HATJE, V.; DEANDRADE, J. B., 2009), que teve os objetivos de sumarizar e examinar, de maneira compreensiva, os dados de oceanografia química, geológica, física e biológica que foram gerados sobre a Baía. Na sua introdução, o *Aspectos Oceanográficos* representou uma breve viagem desde a chegada dos portugueses em 1501, quando a Baía era então chamada Kirimurê, até a primeira década desde século, navegando pelos ciclos econômicos que vem impactando a Baía e seu entorno.

De 2009 a 2018, ao final de duas “ondas”, o *Baía de Todos os Santos: avanços nos estudos de longo prazo* dá sequência a esta série de publicações, nas quais o leitor pode também encontrar *Baía de Todos os Santos: aspectos humanos* (CAROSO, C.; TAVARES, F.; PEREIRA, C., 2011), o *BTS em retalhos* (GORDILHO, V., 2013), o *Atlas da culinária na Baía de Todos os Santos* (DEANDRADE, J. B. et al., 2013) e o *Vera Cruz: nas letras da docência* (ROSSONI, I.; ARAUJO, M. da C. P.; CORREIA, M. G. M., 2012), dentre muitas outras em formatos diversos.

¹ <www.institutokirimure.pro.br>

Nestes dez anos, a produção de trabalhos científicos sobre a BTS aumentou, como também aumentou o conhecimento sobre o papel da água e dos oceanos no combate à fome, produção de energia, regulação do clima, entre outros, resultando na declaração da ONU de que o período entre 2021 e 2030 será a Década Internacional da Oceanografia para o Desenvolvimento Sustentável. Por outro lado, muitas questões relacionadas aos oceanos, incluindo as baías, são alvo de preocupação continuada, como por exemplo: poluição orgânica e inorgânica, acidificação de corpos d'água, resíduos sólidos, pesca predatória, introdução de espécies exóticas, destruição de habitats, aumento de zonas anóxicas, aumento no nível do mar, entre outras.

Neste contexto, *Baía de Todos os Santos: avanços nos estudos de longo prazo* tem por objetivo organizar, apresentar e discutir o conhecimento gerado na segunda onda do Projeto BTS e propor uma agenda de pesquisa para as ondas seguintes. Assim, este livro está organizado nas seguintes partes: I. Redes induzidas de pesquisa e comunidades de prática: um estudo na rede Baías da Bahia (Capítulo I); Indicadores socioambientais e vulnerabilidades das populações e povos da Baía de Todos os Santos (Capítulo II); Pesca artesanal e captura de organismos ornamentais na Baía de Todos os Santos (Capítulo III); Espécies marinhas exóticas e invasoras na Baía de Todos os Santos (Capítulo IV); Variabilidade intra-anual da oceanografia da Baía de Todos os Santos: evidências de 3 anos de monitoramento (Capítulo V); Estudos de caso e futuros desafios para a avaliação da qualidade dos ecossistemas marinhos da Baía de Todos os Santos (Capítulo VI); e Agenda de pesquisa (Capítulo VII).

O Capítulo I compreende os resultados de um estudo que teve o objetivo geral de discutir a indução de redes de pesquisa a partir da análise do comportamento da Rede Baías da Bahia como rede social e como comunidade de prática (CdP). Rede social é um agrupamento de pessoas interconectadas. O conceito de CdP está relacionado à formação e vida de grupos informais de especialistas unidos em torno de um determinado tema, que se tornam produtores de conhecimento e aprendizes-conducentes. Para apresentar o comportamento da Rede Baías da Bahia, os autores discutem rede social e CdP para, na sequência, detalhar a pesquisa realizada na Rede Baías da Bahia e apresentar seus resultados, contribuindo para o repensar sobre a formação de redes induzidas por agências de fomento.

No Capítulo II, as condições de vida e trabalho das populações, povos, grupos sociais e pessoas que ocupam o entorno e porção insular da BTS são abordadas por meio de indicadores geográficos e estatísticos, de modo a mapear e destacar os aspectos que se apresentam problemáticos e, com o conhecimento gerado a este respeito, identificar o nível de vulnerabilidade socioambiental da população em geral e, mais especificamente, de pescadores e marisqueiras que ali exercem suas atividades.

O Capítulo III apresenta o entendimento dos processos regionais que influenciam e/ou governam a dinâmica da pesca de pequena escala e da coleta de organismos ornamentais. Assim, esse capítulo apresenta dados sobre a captura de organismos ornamentais marinhos na BTS; caracteriza a pesca artesanal da região central e oeste da BTS com base na dinâmica espaço-temporal dos desembarques e métodos de captura e discute aspectos relacionados à conservação dos recursos pesqueiros na BTS.

O Capítulo IV enfoca as espécies exóticas, aquelas que são introduzidas em um ecossistema no qual elas não ocorrem naturalmente. As invasões biológicas são causadas principalmente por atividades antrópicas e aumentaram extraordinariamente com a intensificação do transporte devido às relações comerciais entre países de todas as regiões do globo, especialmente nos últimos 200 anos. Esse cenário ainda permanece e a Baía de Todos os Santos não é exceção.

O Capítulo V tem como objetivo apresentar os resultados obtidos de modo a estabelecer valores de referência para trabalhos ambientais, e analisá-los à luz das variações interanuais da sazonalidade climática, cujos reflexos foram observados em alterações significativas de processos físicos, químicos e biológicos. Utilizando longas (>40 anos) séries temporais de dados meteorológicos e fluviométricos, o período de monitoramento será contextualizado à luz de tendências de longo prazo da variação do clima regional, evidenciando o significativo impacto que as alterações interanuais do balanço hídrico durante o monitoramento tiveram na oceanografia da Baía. Por fim, são discutidas as possíveis consequências de cenários climáticos futuros para a circulação de água e o ecossistema da BTS.

O Capítulo VI apresenta exemplos de “novos” contaminantes (interferentes endócrinos e formicida) ou problemas ambientais, exemplificados pela carcinocultura, que ainda representam um grande desafio para as pesquisas sobre a contaminação, avaliação e remediação de efeitos de impactos antrópicos na BTS e em muitos outros ecossistemas no planeta. Também são identificados desafios futuros para reduzir os impactos ambientais decorrentes dessas atividades, com ênfase em ferramentas e tecnologias para o monitoramento, prevenção e mitigação das pressões e riscos ao ambiente e à saúde humana.

O Capítulo VII está subdividido em cinco seções: a primeira seção defende a realização de pesquisas de longo prazo na/sobre a BTS ao ilustrar um panorama das suas questões socioambientais, de modo a oferecer subsídios sólidos para a tomada de decisão sobre a Baía. Na segunda seção, é apresentado o cenário de exploração construído a partir de consulta a pesquisadores, que atuam na BTS, sobre as dez questões prioritárias para a pesquisa no período 2018-2028. A terceira seção relata expectativas de munícipes de Cruz das Almas, Governador Mangabeira, Maragogipe, São Félix e Cachoeira quanto à demanda por soluções de problemas locais para o mesmo período. Na quarta seção estão listados os dez

temas prioritários decorrentes dos cenários indicados por especialistas e comunidades, comentados. Na última seção recomendamos os temas que venham a compor a Agenda de Pesquisa BTS 2018-2028, no escopo do Projeto BTS.

Com esta estruturação, este livro, do mesmo modo que o *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*, pretende ampliar a disponibilização de dados sistematizados e menção aos principais trabalhos desenvolvidos sobre a Baía no escopo do Projeto BTS, bem como uma interpretação sobre sua atual situação. Dessa maneira, espera-se que esta publicação contribua para suprir uma demanda antiga dos órgãos governamentais e da comunidade científica, bem como para o desenvolvimento de novas pesquisas, para o enriquecimento de projetos em andamento e para a formulação de políticas públicas que tenham, como finalidade, a promoção da qualidade de vida das populações no entorno da Baía, em sintonia com a preservação da diversidade dos ecossistemas da BTS.

Referências

CAROSO, C.; TAVARES, F.; PEREIRA, C. *Baía de Todos os Santos: aspectos humanos*. Salvador: EDUFBA, 2011.

DEANDRADE, J. B. et al. *Atlas da culinária na Baía de Todos os Santos*. Salvador: EDUFBA, 2013.

GORDILHO, V. *BTS em retalhos. Ações poéticas em cinco portos da Baía de Todos os Santos: Baiacu, Itaparica, Matarandiba, Coqueiros e Ilha de Maré*. Salvador: EDUFBA, 2013.

HATJE, V.; DEANDRADE, J. B. *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*. Salvador: EDUFBA, 2009.

ROSSONI, I.; ARAUJO, M. da C. P.; CORREIA, M. das G. M. *Vera Cruz: nas letras da docência*. Salvador: IFBA, 2012.





Taq

Boys
peba

I: dogfiades

Ihade
Maz

I: de
paua

I: domolo

TERRAS
DE D.

ALVARO
RODRIGUES

PCOS
TA

T
CA

P

A

B

C

I

no lary
turcos

Bahia de
todolosantos

P: des

6: bracas
de preamar
da goasvina





Redes induzidas de pesquisa e comunidades de prática

*um estudo na Rede Baías
da Bahia*

José Lamartine de Andrade Lima Neto

Lys Maria Vinhaes Dantas

Mônica de Aguiar Mac-Allister da Silva

Núbia Moura Ribeiro

Introdução

No Brasil, as últimas décadas testemunharam uma tendência de adoção de políticas de fomento e indução à formação de grupos de pesquisadores ou de grupos de pesquisa voltados para a produção de conhecimento em um ou vários temas prioritários para a agenda nacional. O contexto das novas tecnologias favorece esta formação e reforça a compreensão de que, atualmente, a complexidade das questões é melhor enfrentada por grupos em articulação.

Um desses grupos em articulação para produção de conhecimento é a Rede Baías da Bahia. Esta rede foi constituída a partir de uma ação realizada em 2012 pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), quando publicou o Edital nº 009/2012 – Apoio a Projetos de Pesquisa e Articulação em Rede para as Baías da Bahia. O Edital convocava pesquisadores doutores vinculados a instituições de ensino superior, e/ou pesquisa e/ou inovação localizadas no estado da Bahia, a apresentarem propostas para o financiamento de projetos de pesquisa que resultassem em ações que pudessem contribuir para o avanço e difusão do conhecimento em temas relacionados ao desenvolvimento sustentável da Baía de Todos os Santos e das Baías de Camamu e do Pontal. (FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DA BAHIA, 2012) O objetivo era apoiar projetos em duas linhas, de acordo com a região pesquisada, e três faixas, de acordo com os limites de valores e enfoque. Esse Edital determinava que o projeto contemplado na Faixa 01 da Linha 1 deveria, obrigatoriamente, assumir a condição de articulação dos projetos beneficiados nas demais Faixas da Linha 01. Assim, as equipes dos 14 projetos aprovados e contemplados com recursos na Linha 01 desse Edital decidiram criar a Rede Baías da Bahia, instituída no início de 2013. A Rede é, portanto, constituída por 14 dos 20 projetos beneficiados com recursos do Edital nº 009/2012 da Fapesb.

As raízes mais remotas da Rede Baías da Bahia encontram-se nos grupos de pesquisa que integraram o Estudo Multidisciplinar Baía de Todos os Santos, conhecido como Projeto BTS. O Projeto BTS iniciou-se no final de 2008, com apoio da Fapesb, da Secretária do Meio Ambiente do Estado da Bahia (SEMA, por meio do antigo Instituto do Meio Ambiente), e da Fundação Pedro Calmon. O Projeto envolveu ainda sete instituições de ensino baianas: Universidade Federal da Bahia (UFBA), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), articuladas para realização de pesquisas e de intervenções nas comunidades costeiras e para compartilhamento de conhecimentos, sobretudo por meio de uma série de *workshops* científicos e de gestão. (DANTAS; SILVA; RIBEIRO, 2014) O Projeto BTS foi um projeto “guarda-chuva”, realizado no período de 2009 a 2012, e constituído de vários

subprojetos envolvendo áreas de química, biologia, geologia, artes, cultura, educação e história. Ao final deste Projeto, alguns pesquisadores que integravam sua equipe, e vários outros externos a ela, apresentaram proposta e foram contemplados no Edital nº 09/2012 da Fapesb. Por indução da Fapesb, que agiu como agente financiador, surgiu a Rede Baías da Bahia, composta pelo Projeto Pesquisando Kirimurê (ANDRADE; HATJE; TANIMOTO, 2012), seu projeto articulador, e mais outros 13 projetos de pesquisa. (DANTAS; SILVA; RIBEIRO, 2014)

No desenho do Projeto Pesquisando Kirimurê foi prevista uma investigação sobre a gestão do Projeto e da Rede, não só buscando o aperfeiçoamento das técnicas e a otimização das práticas de gestão, como também contribuir para o desenvolvimento de tecnologia de gestão adequada aos moldes como a pesquisa, centrada em grandes redes inter e/ou multidisciplinares, se processa hoje no Brasil. Neste contexto, este capítulo apresenta resultados de um estudo que teve o objetivo geral de discutir a indução de redes de pesquisa a partir da análise do comportamento da Rede Baías da Bahia como rede social e como comunidade de prática (CdP). Rede social é um agrupamento de pessoas interconectadas. O conceito de CdP, proposto por Wenger (2000, 2008, [200-?]) no escopo dos estudos organizacionais, diz respeito à formação e vida de grupos informais de especialistas unidos em torno de um determinado tema, que se tornam produtores de conhecimento e aprendizes-conducentes.

Para apresentar o comportamento da Rede Baías da Bahia, os autores discutem rede social e CdP para, na sequência, detalharem a pesquisa realizada na Rede Baías da Bahia e apresentarem seus resultados, contribuindo para o repensar sobre a formação de redes induzidas por agências de fomento.

Redes sociais

As redes sociais, compreendidas como agrupamento de pessoas ou instituições interconectadas, sempre existiram. Tratando de agrupamentos de pessoas voltadas para o estudo das ciências sociais, Marteleto (2001, p. 73) afirma que

As redes nas ciências sociais designam normalmente – mas não exclusivamente – os movimentos fracamente institucionalizados, reunindo indivíduos e grupos em uma associação cujos termos são variáveis e sujeitos a uma reinterpretação em função dos limites que pesam sobre suas ações. É composta de indivíduos, grupos ou organizações, e sua dinâmica está voltada para a perpetuação, a consolidação e o desenvolvimento das atividades de seus membros.

Cunha, Pereira e Ribeiro (2011) apontam a necessidade de o estudo sobre redes sociais abordar múltiplos aspectos a fim de compreendê-las e utilizar esta compreensão para a tomada de decisões. Esta necessidade advém do que é afirmado no celebre livro *Linked*, de Albert-László Barabási (2009, p. 191):

As redes não oferecem uma droga milagrosa, uma estratégia que nos torna invencíveis em qualquer ambiente de negócios. O papel realmente importante que as redes desempenham consiste em ajudar as organizações estabelecidas a adaptar-se rapidamente às mudanças das condições de mercado. O verdadeiro conceito de rede implica uma abordagem multidimensional.

Considerando a dimensão de gestão organizacional, Bessant e Tidd (2009, p. 107) apresentam rede “como um sistema ou grupo interconectado complexo” em que seus membros compartilham atividades e ideias, visando à aprendizagem ou à criação de novos produtos ou serviços. Essa natureza de rede possibilita o cruzamento de ideias e combinações criativas, viabilizando “a descoberta de novos e produtivos territórios”. (BESSANT; TIDD, 2009, p. 108) A inovação é favorecida, ainda, por meio de espaços para aprendizagem compartilhada, uma vez que, na maioria dos casos de inovação de processo, estes são resultados de configurações e adaptações de processos desenvolvidos em outros locais, que são aplicados à empresa que os adota. (BESSANT; TIDD, 2009) Assim, na formulação de estratégias organizacionais é recomendável considerar a aprendizagem organizacional.

O conceito de rede de aprendizagem pode ser expresso como uma rede formalmente estabelecida com o objetivo principal de aumentar o conhecimento. Tais redes possuem uma série de características, tais como:

[...] são estabelecidas e definidas formalmente; possuem uma meta de aprendizagem específica – alguma aprendizagem ou conhecimento específico que a rede viabilizará; possuem uma estrutura para operação, com limites que estabelecem processos de participação que podem ser mapeados no ciclo de aprendizagem; possuem mecanismos de mensuração de resultados que alimentam a operação de rede, que, mais tarde, decide pela continuidade (ou não) do acordo formal. (BESSANT; TIDD, 2009, p. 117)

Bessant e Tidd (2009) definem nove tipos de redes de inovação, quais sejam: 1) baseadas no empreendedor; 2) equipes internas de projetos; 3) comunidades de práticas; 4) *clusters* espaciais; 5) redes setoriais; 6) consórcios de desenvolvimento de novo produto ou processo; 7) fórum setorial; 8) consórcio de desenvolvimento de novas tecnologias; 9) aprendizagem na cadeia de suprimento. Dentre essas redes aqui se destacam:

Equipes internas de projetos: redes formais – e informais – de conhecimento e habilidade essenciais que podem ser agrupadas para ajudar a capacitar uma oportunidade de se seguir em frente – essencialmente como redes de empreendedores, mas no interior de organizações estabelecidas. Podem enfrentar dificuldades por terem seus limites organizacionais internos entrecruzados.

Comunidades de práticas: redes que podem envolver participantes dentro e através de diferentes organizações – o que as une é uma preocupação compartilhada em relação a um aspecto particular ou área de conhecimento. (BESSANT; TIDD, 2009, p. 110)

Esses autores sinalizam o fato de que nas equipes internas de projetos podem haver “dificuldades por terem seus limites organizacionais internos entrecruzados”, o que pode ser uma realidade em redes como a Rede Baías da Bahia, já que reúne pesquisadores de diversas instituições, com diversas abordagens e regulamentações de seus processos gerenciais e organizacionais. (BESSANT; TIDD, 2009, p. 110)

O desenvolvimento de teorias para representar e estudar graficamente as redes sociais, como, por exemplo, a Teoria dos Grafos (BOAVENTURA NETTO, 2011), resultou em uma nova perspectiva de compreensão dos fenômenos envolvidos nesses agrupamentos. Ao serem representadas graficamente, a configuração dos participantes e das relações entre eles revelam fluxos de informações, participantes com maior destaque, grupos que estão isolados, grupos que mais interagem etc. Segundo Boaventura Netto (2011), o primeiro livro dedicado à Teoria dos Grafos foi publicado em 1936, de autoria de König, mas grande parte das publicações sobre o assunto surgiu a partir da década de 1970. Essa Teoria utiliza diversos termos e métricas. Para a análise de redes sociais, por exemplo, **vértice**, nó ou ponto, representa os participantes da rede social, que pode ser um pesquisador, uma instituição etc. **Conexão**, laço, aresta, ligação ou vínculo é a linha que conecta dois vértices. As conexões podem ser dirigidas, quando ocorrem em apenas uma direção, ou não dirigidas, quando ocorrem em ambas as direções. As conexões representam as vias em que ocorrem transferência ou fluxo de recursos materiais e não materiais. **Grau** é o número de conexões que saem de um vértice ou chegam a ele. Quando o grafo de uma rede é dirigido, para cada vértice há um grau de entrada e um grau de saída. O valor do grau representa uma medida da interação de um determinado vértice com os demais vértices. **Densidade** é a razão entre o número de arestas ou relacionamentos existentes em uma rede dividido pelo número de arestas ou relacionamentos possíveis, ou seja, compara a quantidade de interações existentes na rede, com a quantidade de interações possíveis para a rede. Quando a densidade é igual a 1, a rede está totalmente conectada. O **caminho mínimo médio** ou caminho

geodésico (distância) é o menor caminho entre um vértice e outro, revelando qual é a menor distância média chegar a qualquer vértice da rede. **Coefficiente de aglomeração** indica a probabilidade de um vértice V1, que está conectado a um vértice V2, também estar conectado a um vértice V3 vizinho de V2.

Já as medidas de centralidade numa rede social indicam a importância de um vértice em relação aos demais vértices de uma rede. Há diversas medidas de centralidade, e as mais utilizadas são **centralidade de grau**, que representa o grau de um vértice, ou seja, na quantidade de vértices com os quais este está ligado; a **centralidade de proximidade** se baseia em quanto um vértice encontra-se próximo dos demais vértices da rede; e a **centralidade de intermediação** exprime o papel que um vértice exerce como intermediário nas interações entre outros vértices, em outras palavras, quanto mais um vértice participa das geodésicas entre outros vértices da rede, maior a sua importância como intermediário nestas ligações. (BOAVENTURA NETTO, 2011)

Comunidade de prática

O conceito comunidade de prática (CdP) sintetiza alguns aspectos que se esperam encontrar em redes de pesquisa: uma interação colaborativa que produz conhecimento e propicia aprendizagem fundamentada na experiência dos participantes. A expressão foi cunhada por Jean Lave e Etienne Wenger (1991) ao se referirem a pessoas comprometidas e reunidas com objetivos comuns e com o intuito de aperfeiçoar o que realizam, formando organizações informais. O tema é discutido aqui a fim de subsidiar a discussão sobre a Rede Baías da Bahia, uma rede induzida de pesquisa, aqui considerada uma CdP.

Em um texto de Wenger em parceria com Snyder (2001) são traçados paralelos entre comunidades de prática, grupo de trabalho formal, equipe de projeto e rede informal, conforme Quadro 1. Vale destacar que a abordagem dos autores está voltada, sobretudo para o ambiente empresarial, no entanto correlações podem ser traçadas com o ambiente acadêmico no qual se insere a Rede Baías da Bahia.

Quadro 1. Diferentes grupos e suas principais características comparadas

Grupo	Qual é o objetivo?	Quem participa?	O que têm em comum?	Quanto tempo duram?
Comunidade de prática	Desenvolver as competências dos participantes; gerar e trocar conhecimentos.	Participantes que se autoselecionam (e integrantes que avaliam a adequabilidade do associado pretendente).	Paixão, compromisso e identificação com os conhecimentos especializados do grupo.	Enquanto houver interesse em manter o grupo.
Grupo de trabalho formal	Desenvolver um produto ou prestar um serviço.	Qualquer um que se apresente ao gerente do grupo.	Requisitos do trabalho e metas comuns.	Até a próxima reorganização.
Equipe de projeto	Realizar determinada tarefa.	Empregados escolhidos por gerentes seniores.	As metas e pontos importantes do projeto.	Até o final do projeto.
Rede informal	Colher e transmitir informações empresariais.	Amigos e conhecidos do meio empresarial.	Necessidades mútuas.	Enquanto as pessoas tiverem um motivo para manter contato.

Fonte: Wenger e Snyder (2001, p. 15).

A fim de estabelecer correlações entre os conceitos mostrados no Quadro 1 e dados especificamente relacionados à Rede Baías da Bahia, resgata-se a informação de que o Edital Fapesb nº 009/2012, de Apoio a Projetos de Pesquisa e Articulação em Rede para as Baías da Bahia, convocou pesquisadores a apresentarem:

[...] propostas para o financiamento de projetos de pesquisa científica, tecnológica e/ou de inovação que **resultem em ações** que possam contribuir para o avanço e difusão do conhecimento em temas relacionados ao desenvolvimento sustentável da Baía de Todos os Santos e das Baías de Camamu e do Pontal. (FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DA BAHIA, 2012, p. 1, grifo nosso)

Segundo a expectativa da Fapesb, manifesta no Edital, é esperado que os projetos resultem em ações. Assim, do ponto de vista da organização grupal, o foco do Edital enquadra-se principalmente na formação de “equipe de projeto”, que tem como objetivo realizar determinada tarefa, ou mesmo na formação de “grupo de trabalho formal”, que tem o objetivo de “desenvolver um produto ou prestar um serviço”. (BESSANT; TIDD, 2009, p. 110; LAVE; WENGER, 2001, p. 15) A formação de “comunidade de prática” – que visa desenvolver as competências dos participantes; gerar e trocar conhecimentos, tendo como principal aglutinador o interesse num tema – é um objetivo que se relaciona mais com as expectativas dos participantes dos projetos do que com as da agência de fomento. Daí deriva-se uma hipótese de que deve constituir-se como uma CdP a reunião de pesquisadores proponentes de projetos para formar uma rede envolvida em “[...] **ações** que possam contribuir para o avanço e difusão do conhecimento em temas relacionados ao desenvolvimento sustentável da Baía de Todos os Santos e das Baías de Camamu e do Pontal [...]”. (FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DA BAHIA, 2012, p. 1)

Em um artigo com uma análise crítica sobre uma CdP formada por consultores em Pernambuco, Moura (2009, p. 332) afirma que “[...] uma CdP não é simplesmente uma equipe, porque ela se define pelo domínio de interesse e não por um trabalho a realizar, e também não é uma rede informal porque, além de interesses em comum, ela tem uma identidade própria”.

Segundo Wenger e Snyder (1991) e Wenger ([200-?], 2000, 2008), são necessários quatro componentes para que uma CdP se estabeleça: significado, prática social, comunidade e identidade (Figura 1).

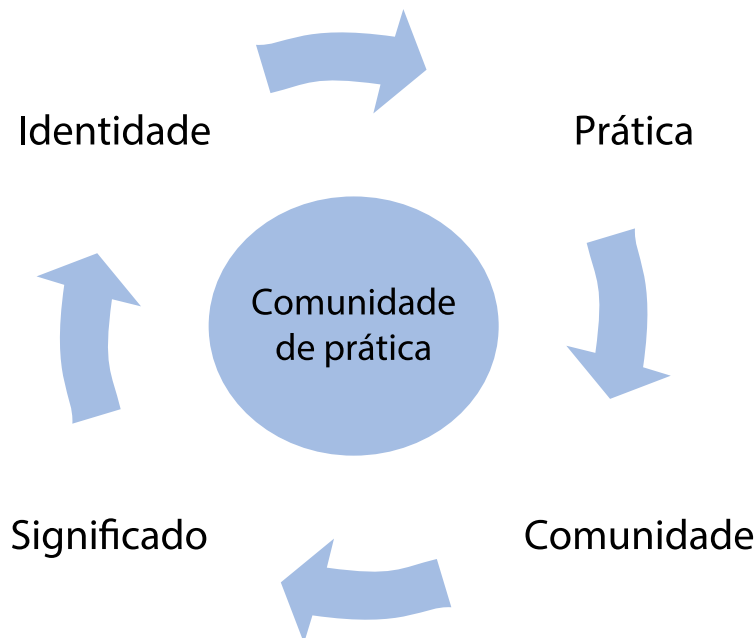


Figura 1. Componentes das comunidades de prática
Fonte: elaborado pelos autores com base em Wenger (2000, 2008).

O componente **Significado** está relacionado à capacidade de dar sentido à existência, às experiências e vivências individuais e coletivas. A **Prática** exprime o fazer compartilhando recursos e perspectivas, o que mantém o envolvimento mútuo dos membros da comunidade. O componente **Comunidade** traduz a configuração social resultante do empreendimento comum (no caso, as Baías da Bahia) que integra os pesquisadores em uma comunidade, está relacionado à forma como os membros da comunidade interagem entre si. Quanto ao componente **Identidade**, ele manifesta a forma como o aprendizado coletivo transforma os participantes e cria histórias pessoais interligadas aos demais, revelando o sentido de pertencimento daquele grupo. (WENGER, 2000, 2008)

Segundo Wenger (2000, p. 230, tradução nossa), “Para se autoconhecer, a comunidade deve olhar para os seguintes elementos: eventos, liderança, conectividade, afiliação, projetos e artefatos”.¹ Os eventos, se bem sintonizados com o propósito da comunidade, vão ajudá-la a desenvolver a própria identidade comunitária. As comunidades de prática dependem de liderança interna, precisam de múltiplas formas de liderança, e esses diversos líderes devem desempenhar o seu papel a fim de ajudar a desenvolver a comunidade. A conectividade é fundamental, pois a construção de uma comunidade não é apenas uma questão de organização de eventos da comunidade, mas também de permitir a formação de um rico tecido de conectividade entre as pessoas. A afiliação é o fermento que faz o conjunto crescer, é o elemento que modula a dimensão da comunidade. Quando comunidades de prática assumem projetos conjuntos, seus membros aprofundam o compromisso mútuo e assumem a responsabilidade de uma agenda de aprendizagem, o que impulsiona ainda mais a sua prática. Todas as comunidades de prática, ao se consolidarem, produzem o seu próprio conjunto de artefatos: documentos, ferramentas, histórias, símbolos, *websites* etc.

Do ponto de vista de uma rede de pesquisa como a Rede Baías da Bahia, todos esses elementos são fundamentais: os eventos promovem o encontro e o compartilhamento entre os pesquisadores; a(s) liderança(s) é(são) fundamental(is) como facilitadora(s) dos processos para que o objetivo coletivo seja alcançado da melhor forma possível; a conectividade é o que vai favorecer a sustentabilidade dos contatos entre os membros da rede; a afiliação mantém a rede viva, com os membros reconfirmando-se como participantes; os projetos, em redes de pesquisa, são os principais elementos formais de integração e os artefatos são ferramentas que tanto propiciam a consecução dos objetivos dos projetos, como favorecem a formação de parcerias entre membros que desejam compartilhá-las.

Contudo, o estudo de redes de pesquisa sob a ótica de comunidades de prática exige que também sejam analisadas as fronteiras entre grupos. Segundo Wenger (2000, p. 232, tradução nossa), “[...] a própria noção de comunidade de prática implica na existência de fronteiras. [...] Elas surgem a partir de diferentes empreendimentos; diferentes formas de interagir uns com os outros; diferentes histórias, repertórios, formas de comunicação e recursos”.² As fronteiras entre comunidades são também pontes para interconectá-las ou expandi-las. De acordo com Wenger (2000, 2008), nas interações de fronteiras os membros de uma comunidade são expostos a competências e experiências diferentes das suas e, nesses

.....
¹ “When designing itself, a community should look at the following elements: events, leadership, connectivity, membership, projects, and artifacts.”

² “[...] the very notion of community of practice implies the existence of boundary. [...] They arise from different enterprises; different ways of engaging with one another; different histories, repertoires, ways of communicating, and capabilities.”

ambientes, podem estar as mais inovadoras experiências de aprendizagem. “[...] Se não há desafios; a comunidade perde o seu dinamismo e a prática corre o risco de se tornar obsoleta”.³ (WENGER, 2000, p. 233, tradução nossa) Assim, no núcleo de comunidades de prática, são aperfeiçoadas e otimizadas práticas desenvolvidas ali, mas novas práticas costumam surgir de atividades de fronteiras. Portanto, processos de fronteira são cruciais para sistemas sociais de produção de conhecimento e de aprendizagem, como redes de pesquisa.

A inovação, a produção de conhecimento e a aprendizagem nos processos de fronteira entre comunidades dependem, porém, de pontes entre elas. São indicados três tipos de pontes entre fronteiras: **intermediadores** que atuam interligando as comunidades e que podem introduzir elementos de uma prática em outra comunidade; os **objetos de fronteira**, que são artefatos (ferramentas, artefatos, discursos, processos, termos, declarações etc.) comuns ou semelhantes entre comunidades; e **interações de fronteiras**, que são uma variedade de formas de interação entre pessoas de diferentes comunidades de prática, como por exemplo, encontros, *workshops*, ambientes de convergência de comunidades, práticas similares, projetos etc. (WENGER, 2000)

Ao tratar especificamente de projetos interdisciplinares, Wenger (2000, p. 237-238, tradução nossa) afirma:

Na maioria das organizações, membros de comunidades de prática contribuem com a sua competência através da participação em projetos interdisciplinares e em equipes que combinam o conhecimento de várias práticas para que algo seja feito. Participação simultânea em comunidades de prática e equipes de projeto cria laços de aprendizagem que combinam aplicação com o desenvolvimento de capacidades. [...] a aprendizagem e a inovação, que são inerentes a projetos, são sintetizadas e divulgadas através das comunidades da prática de origem dos membros da equipe. [...] Do ponto de vista da tarefa a ser realizada, esses projetos são multidisciplinares, pois requerem a contribuição de várias disciplinas. Mas, a partir da perspectiva do desenvolvimento de práticas, são projetos de fronteira. [...] Esses projetos oferecem uma ótima maneira de manter a tensão criativa entre a experiência e a competência quando a nossa participação em um projeto aproveita e alimenta a nossa participação em uma comunidade de prática.⁴

³ “[...] There are no challenges; the community is losing its dynamism and the practice is in danger of becoming stale.”

⁴ “In most organizations, members of communities of practice contribute their competence by participating in cross-functional projects and teams that combine the knowledge of multiple practices to get something done. Simultaneous participation in communities of practice and project teams

De certo modo, uma rede induzida de pesquisa inicia-se como um conjunto de diversas comunidades de práticas – as equipes de cada projeto que compõem a rede – aproximando suas fronteiras no sentido de, senão superá-las, ao menos torná-las mais permeáveis. Os projetos multi-, inter- ou transdisciplinares são elementos fundamentais para que esses processos de superação de fronteiras aconteçam. Nessa perspectiva, cada vez mais no mundo e em uma economia baseada no conhecimento e na aprendizagem, em que os desafios envolvem múltiplos conhecimentos, a contribuição de redes ou de grupos depende não só da participação efetiva nas suas áreas de competência, mas, também da participação dessas redes e grupos em sistemas sociais de aprendizagem mais amplos.

Análise da Rede Baías da Bahia como rede social

A coleta de dados realizada na pesquisa sobre a Rede Baías da Bahia iniciou-se com a solicitação, aos coordenadores dos 14 projetos que a compõem, de que indicassem cinco pesquisadores para responder um questionário sobre redes de pesquisa, de maneira geral, e sobre a Rede Baías da Bahia, além de algumas questões sobre perfil. Foram indicados 79 pesquisadores. Após aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa, o questionário eletrônico foi enviado por *e-mail*, em agosto de 2015, aos pesquisadores indicados, dos quais 39 (49,4%) responderam. Dentre estes, nove eram coordenadores e um vice-coordenador de projeto (71,4% das coordenações). O formulário foi mantido acessível até outubro de 2015. À época, a Rede Baías da Bahia já existia formalmente há dois anos e meio, mas as perguntas feitas não se referiram apenas ao período de sua existência. O perfil dos respondentes é apresentado na próxima seção, junto à análise da Rede Baías da Bahia como CdP. Esta seção é voltada para a análise da Rede Baías da Bahia como rede social.

A Rede Baías da Bahia foi analisada como rede social a partir de seis diferentes dimensões vinculadas às perguntas feitas aos pesquisadores. Destas, cinco se referiam a aspectos que já tinham ocorrido e uma lidava com expectativa de parceria futura, como pode ser visto no Quadro 2. Além destas seis, foram acrescentadas mais duas dimensões, propostas a partir da análise das anteriores.

creates learning loops that combine application with capability development. [...] the learning and innovation that is inherent in projects is synthesized and disseminated through the home communities of practice of team members. [...] From the standpoint of the task to be accomplished, these projects are cross-disciplinary because they require the contribution of multiple disciplines. But, from the perspective of the development of practices, they are boundary projects. [...] Such projects provide a great way to sustain a creative tension between experience and competence when our participation in a project leverages and nourishes our participation in a community of practice."

Quadro 2. Dimensões de análise da Rede Baías da Bahia como rede social, 2016

Nome	Dimensão de análise	Descrição ou pergunta inserida no questionário encaminhado aos pesquisadores da Rede Baías da Bahia
Rede1	Coautoria	Indique pesquisadores da Rede Baías da Bahia com os quais você mais publica
Rede2	Coautoria sobre a BTS	Indique pesquisadores com os quais você mais publica sobre a Baía de Todos os Santos
Rede3	Coparticipação em projetos de pesquisa	Indique pesquisadores com os quais você mais desenvolve projetos de pesquisa
Rede4	Expectativa de parcerias futuras	Indique pesquisadores com os quais você gostaria de desenvolver projetos de pesquisa
Rede5	Membros-referência científica	Indique pesquisadores aos quais você recorre para solucionar problemas teóricos ou experimentais
Rede6	Membros-referência administrativa	Indique pesquisadores aos quais você recorre para solucionar problemas administrativos
Rede7	Prestígio dos pesquisadores	Construída a partir das Redes 1, 2, 3, 5 e 6, indica os pesquisadores identificados pelos demais como aqueles que representam valores para a Rede Baías da Bahia
Rede8	Centralidade de intermediação	Construída a partir das Redes 1, 2, 3, 5 e 6, aponta para o controle de informações na rede

Fonte: elaborado pelos autores.

Os dados foram tratados, criando-se códigos (R001 a R110) para todos os pesquisadores que responderam o questionário e para os sujeitos citados por eles, o que totalizou 110 códigos para os 49 respondentes e os 61 sujeitos citados. Alguns respondentes não indicaram nenhum nome e, como rede implica interação de sujeitos (os vértices da rede), os códigos relativos a estes respondentes foram excluídos dos gráficos específicos das dimensões para as quais eles não indicaram nenhum nome. As redes foram construídas a partir das planilhas correlacionando os pesquisadores e os nomes indicados por eles. Essas planilhas foram importadas para os *softwares* Gephi e Pajek, para a construção dos grafos apresentados, mostrados nas Figuras 2 a 7.

Três dessas redes foram construídas tomando-as como dirigidas, ou seja, é destacado o destino da indicação: Rede4 (expectativa de parceria futura), Rede5 (referência científica) e Rede6 (referência administrativa). As redes relacionadas a coautorias ou a coparticipação em projetos (Rede1, Rede2 ou Rede3) são redes não dirigidas. As métricas destas redes são mostradas no Quadro 3.

Conforme o Quadro 3, em todas as redes observa-se que os pesquisadores estão ligados em média a aproximadamente dois outros (grau médio próximo a dois). Essas redes são consideradas redes esparsas, pouco interconectadas, pois têm densidade muito baixa, e nelas os vizinhos de um vértice têm poucos vizinhos entre si, já que é baixo o coeficiente de aglomeração.

Nas Figuras 2 a 9, que representam as redes, as cores diferentes dos subgrupos de pesquisadores são definidas pela modularidade da rede, ou seja, pela divisão em subgrafos que destacam comunidades significativas através de algoritmo apropriado.

Quadro 3. Métricas da Rede1 à Rede6

Métrica / Rede	Rede1	Rede2	Rede3	Rede4	Rede5	Rede6
Tipo de rede (D - dirigida/ND - não dirigida)	ND	ND	ND	D	D	D
Grau médio <k>	2,034	1,761	2,156	2,642	2,17	2,432
Diâmetro da rede (D)	7	4	7	7	3	3
Densidade (delta)	0,035	0,027	0,034	0,025	0,024	0,034
Coefficiente Aglomeração (C)	0,434	0,244	0,326	0,062	0,067	0,103
Caminho mínimo médio (L)	2,396	1,965	2,901	2,462	1,487	1,2
Número de vértices	59	67	64	53	47	37
Número de arestas	60	59	69	70	51	45

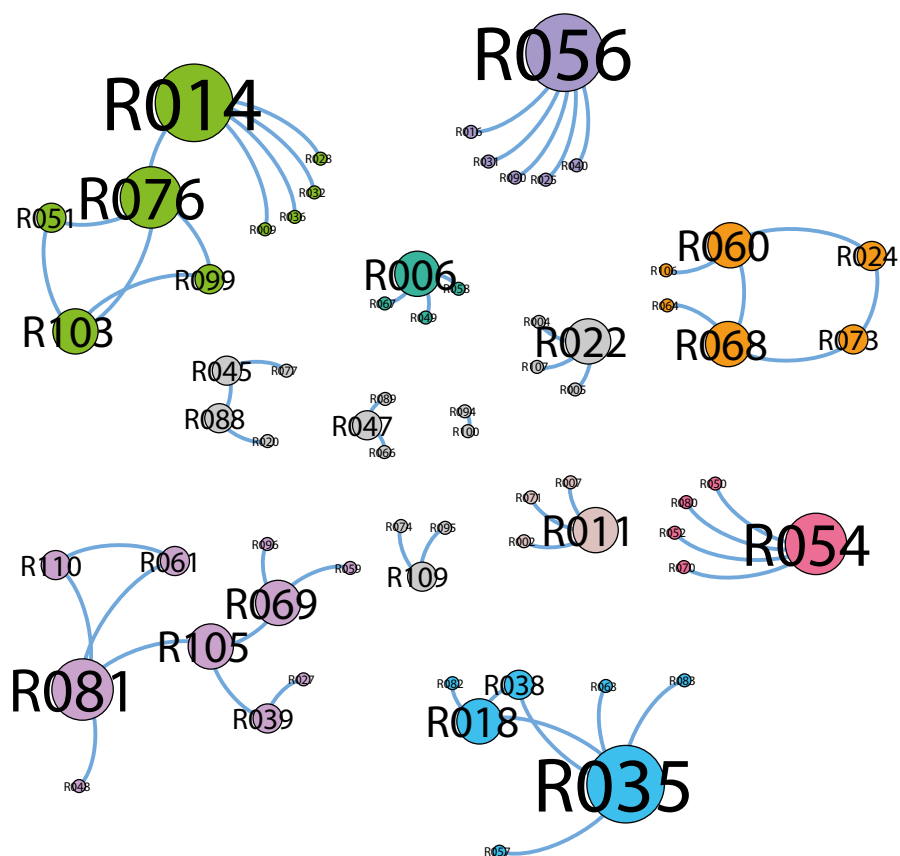
Fonte: elaborado pelos autores.

A Figura 2 apresenta a Rede1, relativa à indicação de pesquisadores da Rede Baías da Bahia com os quais os respondentes mais publicam. É possível identificar alguns subgrafos bem conectados, revelando pesquisadores bem integrados, mas a rede como um todo está pouco interconectada. A Figura 2 revela ainda os vértices R105, R081, R068 e R069 como os membros mais relevantes no quesito coautorias. A existência de grupos isolados, observados nos subgrafos, revela a presença de parcerias preferenciais entre os pesquisadores que formam esses grupos.

A Rede2, relativa à indicação de pesquisadores com os quais os respondentes mais publicam sobre a Baía de Todos os Santos, é mostrada na Figura 3. Há também alguns subgrafos bem conectados e é possível notar os pesquisadores R014, R035, R056, R054, R076 e R081 como os mais relevantes no quesito coautorias em publicações sobre a BTS. O mesmo fenômeno de grupos isolados aparece nesta rede.

Destaca-se o fato de que os vértices mais relevantes em coautorias para publicações em geral (Rede1) diferem dos mais relevantes em coautorias para publicações sobre a BTS (Rede2). Isto pode decorrer do fato de que os pesquisadores, além da participação na Rede Baías da Bahia, participam de outras redes e de outros projetos de pesquisa.

Figura 3. Rede2, coautoria em publicação sobre a BTS, 2015
Fonte: elaborado pelos autores.



A indicação de pesquisadores com os quais os respondentes mais desenvolvem projetos de pesquisa gerou a rede de coparticipação, Rede3 (Figura 4). Esta rede, como as duas anteriores, é pouco conectada e apresenta agrupamentos isolados. Os pesquisadores que mais se destacam são R068 e R056 pertencentes a agrupamentos diferentes, entre os seis encontrados.

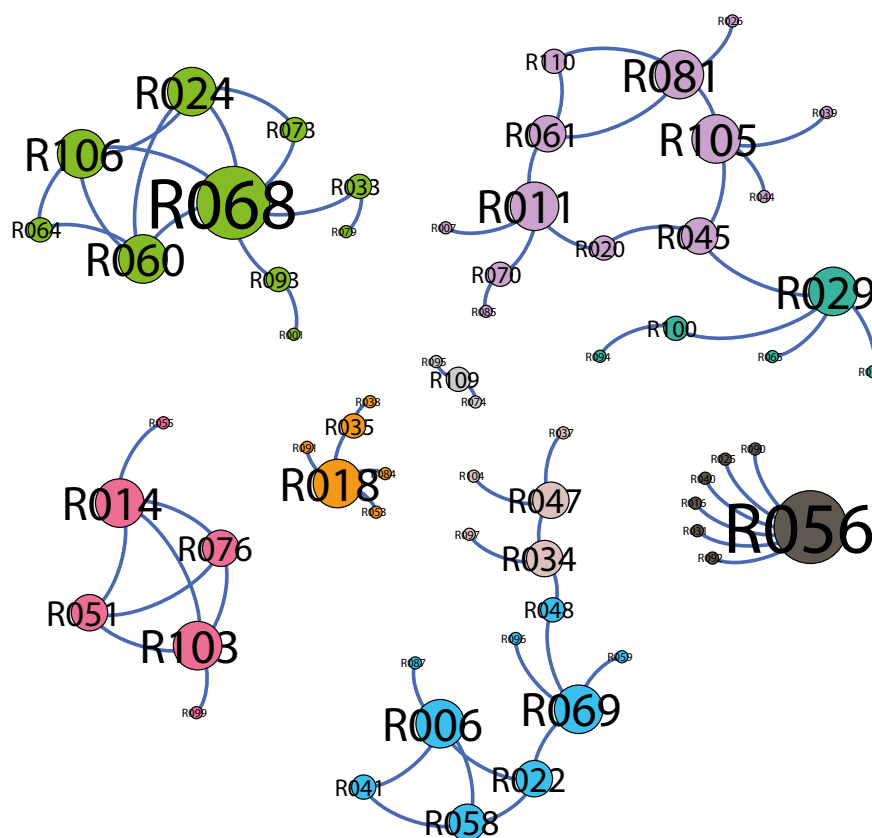


Figura 4. Rede3, coparticipação em projetos de pesquisa, 2015
Fonte: elaborado pelos autores.

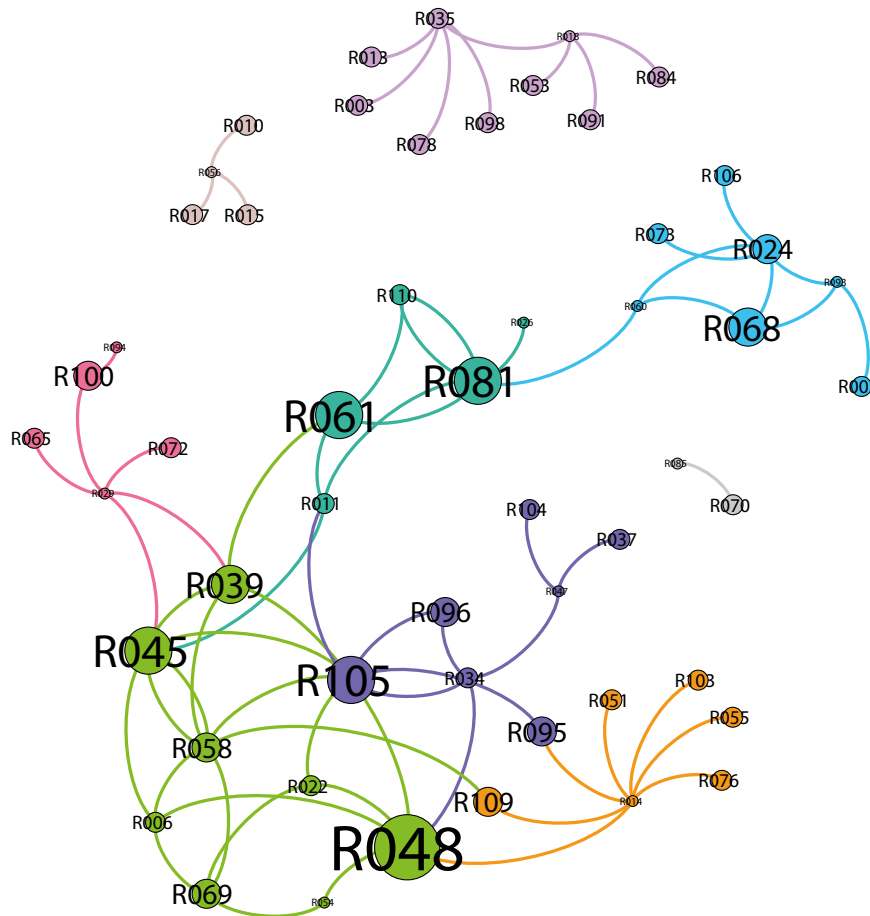
As redes não dirigidas Rede1 e Rede3 apresentam um diâmetro igual a sete, que indica a possibilidade de haver até cinco pesquisadores separando os pesquisadores mais distantes de um mesmo agrupamento. As perguntas que geraram as redes de pesquisadores que interagem para publicar e para desenvolver projetos de pesquisa, respectivamente Rede1 e Rede3, evidenciam a presença de agrupamentos isolados, e os caminhos mínimos médios ($2 < L < 3$) destas redes são maiores que os da Rede2, daqueles que publicam sobre a BTS, cujo diâmetro e caminho mínimo médio são menores ($D=4$ e $L < 2$). A existência de agrupamentos isolados nas Rede1 e Rede3 pode indicar que há grupos com interesse em temas distantes, sem arestas que os conectem. Assim, ressalta-se que o cálculo da modularidade

das Rede1, Rede2 e Rede3 revela a existência de subgrupos desconectados, ou seja, esses subgrupos equivalem a sub-redes internas isoladas.

A Rede4 é mostrada na Figura 5. O potencial de evolução para uma maior interação entre os pesquisadores da Rede Baías da Bahia é indicado nesta rede, já que ela expressa o desejo dos pesquisadores desenvolverem novos projetos, e ela demonstra maior grau de interconexão que as demais redes. Também cabe destacar que os vértices R048, R045, R061, R081 e R105 são os mais relevantes como alvos das expectativas de outros pesquisadores para realizarem projetos em parceria, e funcionariam como “pontes” entre os agrupamentos isolados.

Figura 5. Rede4, expectativa de parcerias futuras em pesquisa, 2015

Fonte: elaborado pelos autores.



Essa rede apresentou um grau médio $\langle k \rangle = 2,642$ e maior número de conexões entre pesquisadores de sub-redes internas, indicando que há uma propensão entre os pesquisadores para ampliar as interconexões entre os subgrupos, ampliando a interação na Rede Baías da Bahia como um todo.

Na Figura 6 pode ser vista a Rede5, uma rede dirigida gerada com as indicações de pesquisadores aos quais os respondentes recorrem para solucionar problemas teóricos ou experimentais. Embora com agrupamentos isolados, a rede é mais conectada do que as Rede1, Rede2 e Rede3. Fica claramente evidenciada a relevância dos vértices R045 e R048 como membros-referência em competência teórico-experimental dentre os respondentes mesmo de agrupamentos distintos, conectando-os. O vértice R068 apresenta competência teórico-experimental reconhecida apenas em sua comunidade.

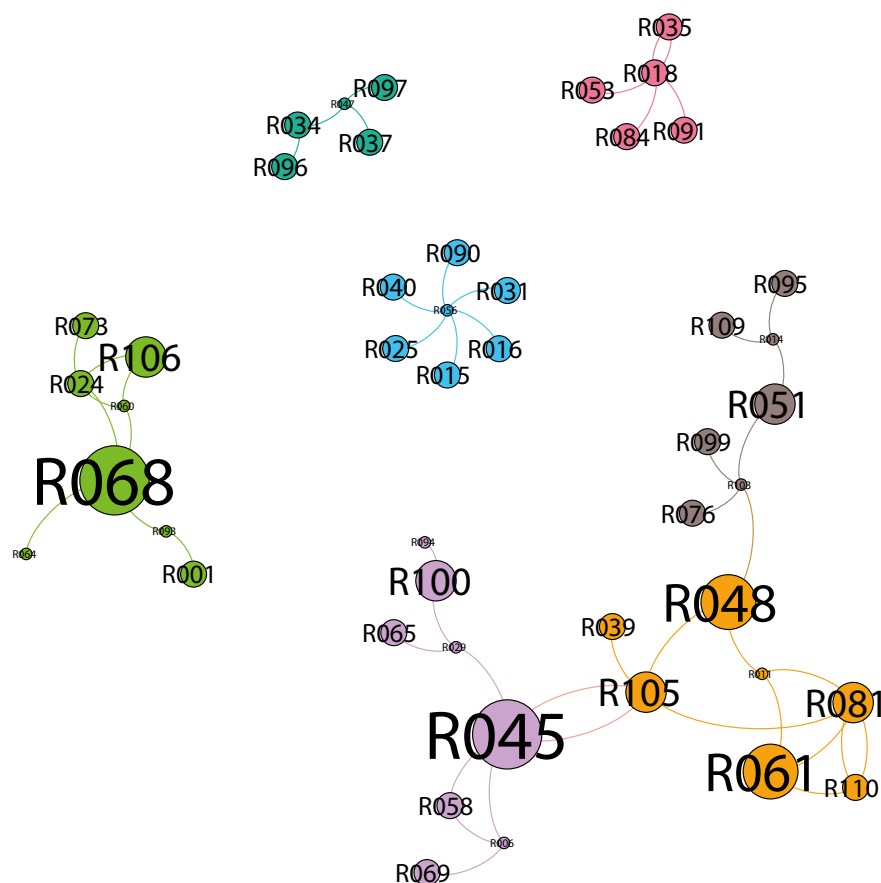
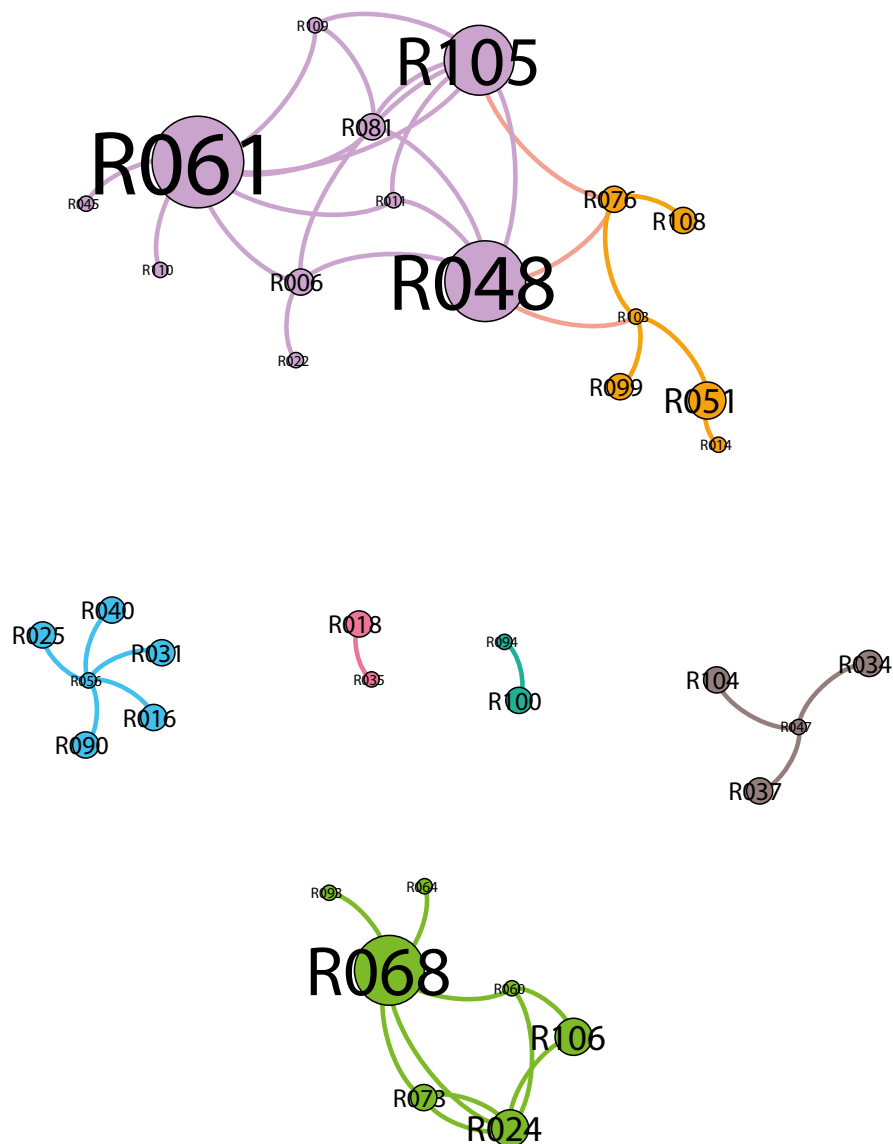


Figura 6. Rede5, Membros-referência científica, 2015
Fonte: elaborado pelos autores

As indicações de pesquisadores aos quais os respondentes recorrem para solucionar problemas administrativos resultaram na rede dirigida Rede6 (Figura 7). Esta rede, também composta por alguns agrupamentos isolados, revela o papel central de alguns vértices como membros-referência em competência administrativa, por exemplo, o vértice R061. Os vértices R048 e R105 merecem destaque como elementos de conexão com outros agrupamentos.

Figura 7. Rede6, membros-referência administrativa, 2015
Fonte: elaborado pelos autores.



As métricas relativas à Rede6, vistas no Quadro 3, apontam também para outro aspecto do desenvolvimento de pesquisa no panorama contemporâneo: o pesquisador-gestor. A necessidade de obtenção de recursos em financiamentos de agências governamentais e não governamentais e a ausência de apoio administrativo nas instituições públicas de pesquisa, especialmente as universidades, implicam a assunção, pelo pesquisador, de atividades administrativas. No entanto, dentre as dimensões de rede investigadas, esta é a que menos agrega os pesquisadores.

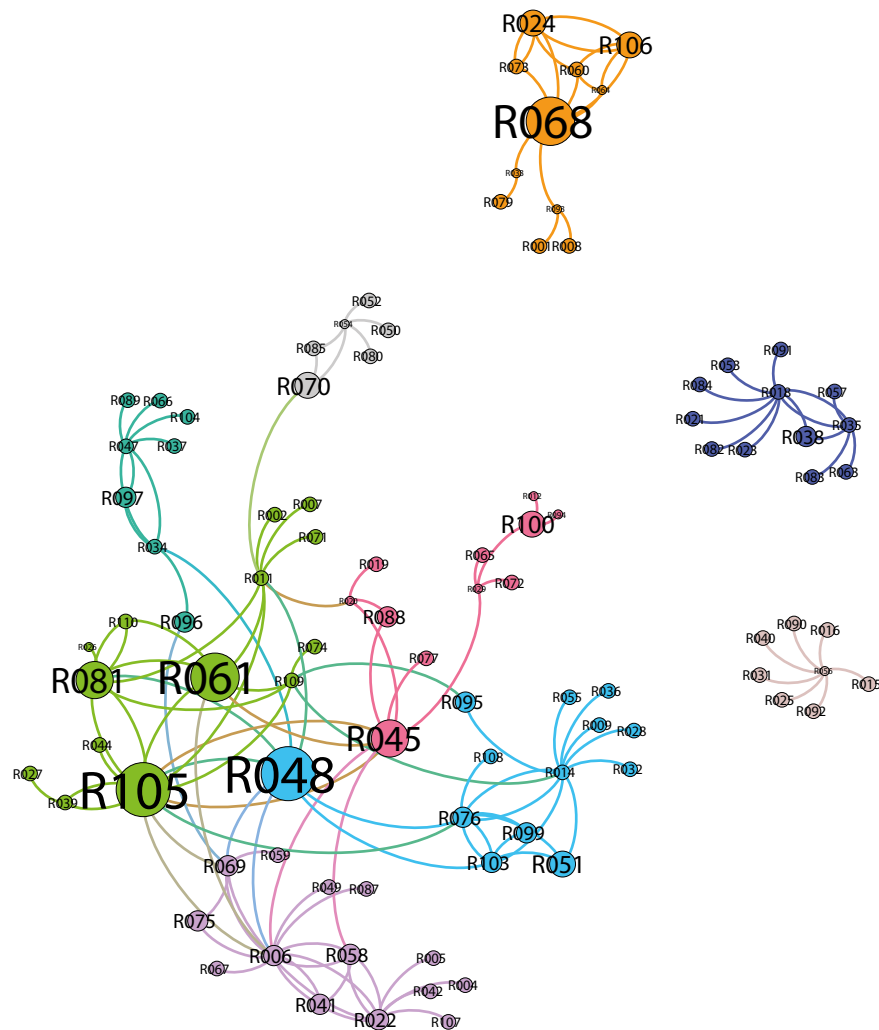
As duas redes seguintes, mostradas nas Figuras 8 e 9, têm a mesma topologia, mas representam abordagens distintas. Ambas as redes foram construídas a partir dos dados das Rede1, Rede2, Rede3, Rede5 e Rede6, que representam condições reais. Os dados da Rede4 não foram usados, pois representam dados de aspiração (gostariam de desenvolver projetos). A Figura 8 mostra uma rede sobre prestígio dos pesquisadores, Rede7, e a Figura 9 mostra quem tem mais controle de informações na rede, ou seja, a centralidade de intermediação, na Rede8.

Quanto à Rede de Prestígio, a Rede7, o tamanho de cada vértice é proporcional ao prestígio que ele tem. Esta medida está associada às escolhas feitas (ou recebidas) nas respostas ao questionário. O prestígio de cada vértice é definido pelo seu grau de entrada. Esta dimensão, analisada por outros autores, recebe nomes diferentes: Jacob Levy Moreno (1961) chamou de “status” e Wasserman e Faust (1994) trataram por “rank”.

Os pesquisadores que têm mais prestígio são representados pelos vértices R048 e R105 com oito indicações, R061 e R068 com sete indicações e R045 e R081 com cinco indicações. Certamente esses foram indicados por representarem alguns valores considerados úteis para os membros dessa comunidade de pesquisadores sobre a BTS como: produtividade acadêmica, capacidade de empreender projetos empolgantes, facilidade de solucionar problemas técnicos ou administrativos, ou por serem pessoas motivadoras, simplificadoras de burocracias, enfim, pessoas de quem outras pessoas gostam de estar perto. A situação do pesquisador R068 é curiosa. Mesmo tendo um bom prestígio global, este prestígio se manifesta apenas dentro de seu subgrupo que é isolado do restante da rede.

A Figura 9, relativa à Rede de Controle de Informações, a Rede8, mostra o tamanho dos vértices proporcional à centralidade de intermediação, ou seja, a frequência de ocorrência de um determinado vértice entre pares de outros vértices em caminhos mais curtos que os conectam. Essa métrica define uma localização estratégica em “canais” de comunicação. Analisado sob a perspectiva de transmissão de informações, um vértice que ocupa uma posição importante pode influenciar o grupo de diversas formas, mais até do que quem tem mais prestígio. Por ser uma posição central entre outros grupos de vértices, um vértice assim tem grande responsabilidade numa rede, pois pode conectar estes grupos, aproximando-os, ou influenciá-los negativamente, restringindo informações ou distorcendo seu conteúdo.

Figura 8. Rede7, Rede de prestígio entre os pesquisadores, 2015
Fonte: elaborado pelos autores.



Destacamos como os mais importantes controladores de informação, por ordem, os vértices R105, R045, R081 e R076. Dos seis vértices com maior prestígio, três permanecem como maiores controladores de informação. Classicamente, a quebra de uma rede se dá retirando um indivíduo da mesma. O vértice R048 que tinha um alto prestígio na rede anterior é um dos que menos controla informação. Isso traz à tona a ideia de que as informações em uma rede podem não transitar sempre pelos caminhos mais curtos, mas sim pelos mais adequados. (FREEMAN; BORGATTI; WHITE, 1991) Assim se destaca o vértice R076 que, tendo pouco prestígio, está em uma das posições privilegiadas no fluxo de informações da rede.

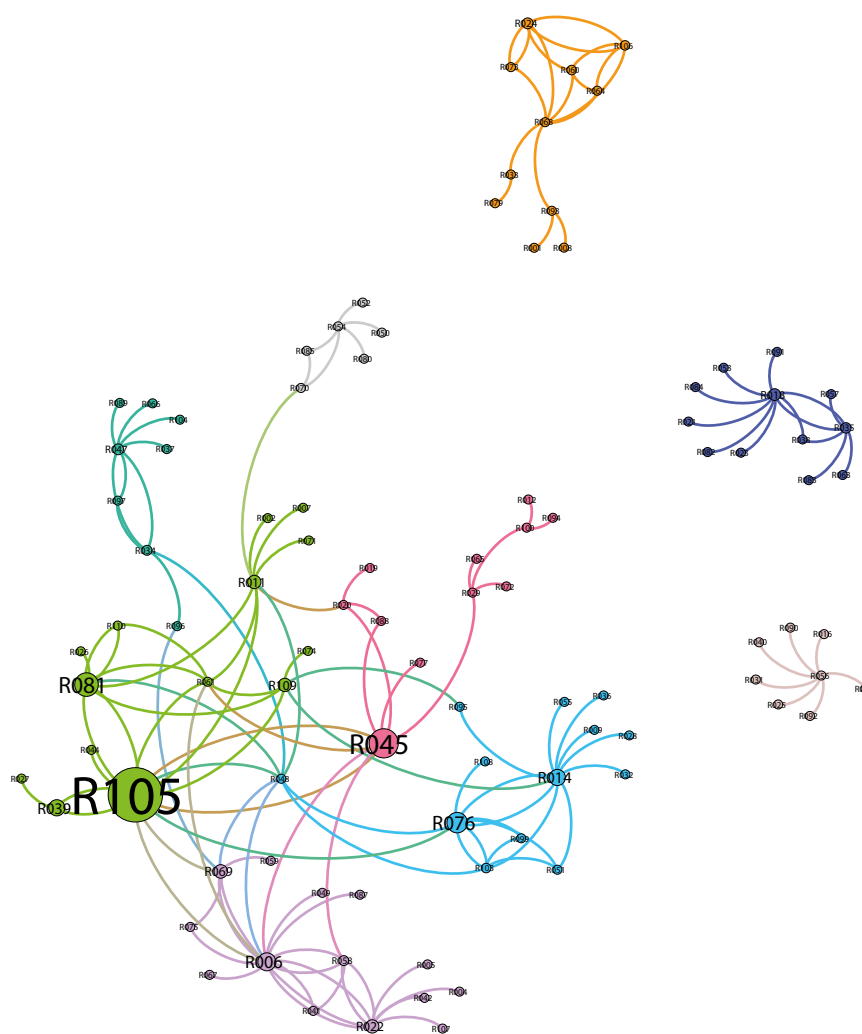


Figura 9. Rede8, Controle de Informação entre os pesquisadores, 2015
Fonte: elaborado pelos autores.

A análise da Rede8 a partir desses vários indicadores também revela que a Rede Baías da Bahia se configura como uma rede conectada, mas, com a presença de comunidades isoladas. Pelo menos três agrupamentos nunca se integraram às demais redes construídas (Rede1 a Rede6, menos Rede4) como mostram as Figuras 8 e 9.

Esta análise indicou membros-chave em relação aos quesitos: capacidade de trabalhar em coautorias, capacidade de trabalhar em coautorias sobre a Baía de Todos os Santos; capacidade de trabalhar em parceria em projetos de pesquisa; referência em competência teórico-experimental; referência em competência administrativa. Ademais, revelou que existe potencial para ampliar o grau de integração

entre os membros da Rede Baías da Bahia, como ilustrado pela Rede4, reforçado pelas redes ilustradas pelo Prestígio e pelo Controle de Informação, Rede7 e Rede8. Estas Redes, construídas com dados da Rede1 a Rede6, excetuando-se a Rede4, mostra que, mesmo havendo pesquisadores bem destacados ou que estão em canais de comunicação preferenciais, o potencial integrador da Rede Baías da Bahia não foi utilizado plenamente para aumentar a conexão entre as diversas fronteiras de conhecimento circulante, o que aponta para possibilidades de novas atuações mais efetivas.

Análise da Rede Baías da Bahia como comunidade de prática

Antes de apresentar os indicadores de análise da Rede Baías da Bahia como uma CdP, é interessante o registro do perfil dos pesquisadores respondentes ao questionário em 2015. Dentre eles, 46% (18) são do sexo feminino e 54% (21) do masculino, evidenciando um certo equilíbrio na Rede Baías da Bahia, com apenas uma leve preponderância dos pesquisadores do sexo masculino.

Quanto à área de formação, os respondentes se distribuem conforme o Gráfico 1, que evidencia a preponderância de pesquisadores das áreas de Química (7) e Oceanografia (5), talvez influenciada pela presença dos pesquisadores do Projeto BTS na Rede Baías da Bahia, em sua maioria químicos e oceanógrafos, muito embora 53,8% (21) dos respondentes não tenham participado dele. Além das duas áreas, é preciso destacar a participação dos pesquisadores da área de Letras (6), relacionados principalmente a um dos projetos que compõem a Rede Baías da Bahia, demonstrando um elevado grau de integração e participação deste grupo de pesquisa.

Quanto ao papel na Rede Baías da Bahia, o Gráfico 2 mostra que 56,4% (22) dos respondentes são pesquisadores que compõem a equipe dos projetos e 23,1% (9) são coordenadores de projeto.

Considerando que a Rede Baías da Bahia é composta por 13 projetos além do projeto articulador, contar com as respostas de nove coordenadores de projetos e um vice-coordenador qualifica os respondentes para apontar tendências relativas à visão estratégica da gestão de pesquisa na Rede Baías da Bahia. Além disso, o fato de mais da metade dos respondentes (64,1%) participarem de outras redes de pesquisa também os qualificam para avaliar aspectos da experiência de pesquisa em rede.

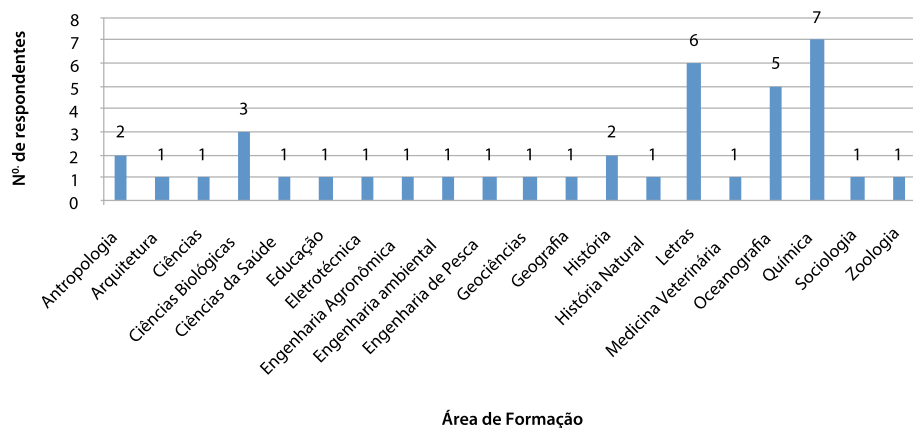


Gráfico 1. Área de formação dos respondentes da Rede Baías da Bahia, 2015

Fonte: elaborado pelos autores.

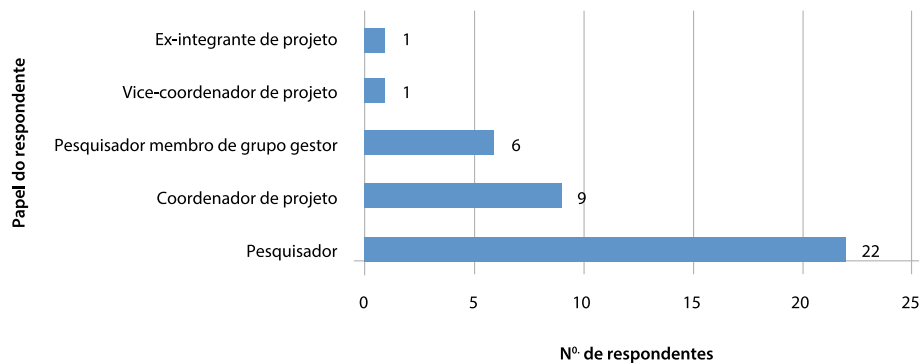


Gráfico 2. Papel dos respondentes na Rede Baías da Bahia, 2015

Fonte: elaborado pelos autores.

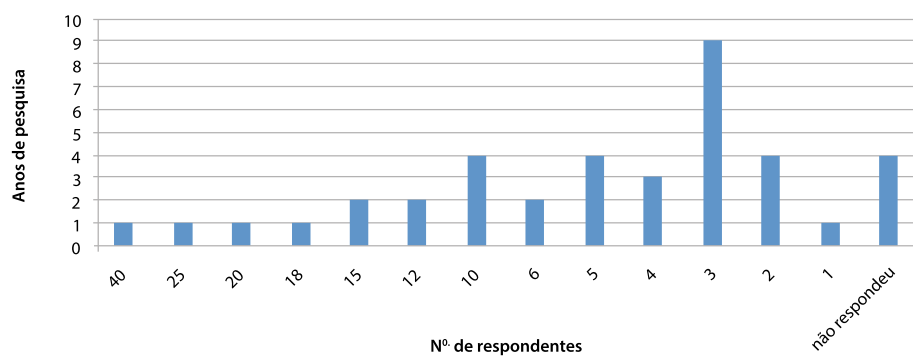


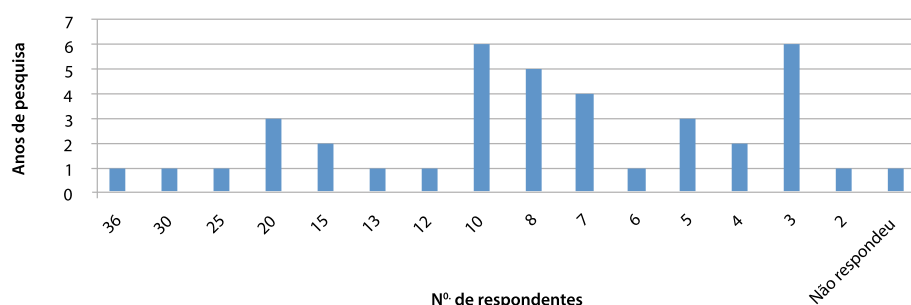
Gráfico 3. Anos de pesquisa dos respondentes da Rede Baías da Bahia dedicados à Baía de Todos os Santos, 2015

Fonte: elaborado pelos autores.

Ainda sobre a qualificação da equipe, mais especificamente sobre o tempo dedicado à pesquisa sobre a Baía de Todos os Santos, o Gráfico 3 mostra que cerca de um terço (12) dos pesquisadores têm dez anos ou mais dedicados a ela.

Levando em conta que a participação em projetos de pesquisa multidisciplinares favorece a colaboração, pode-se verificar no Gráfico 4 que 41,0% (16) dos respondentes participam há mais de dez anos de equipes multidisciplinares de pesquisa e que apenas 17,9% (7) respondentes estão a menos de três anos compondo tais equipes. Isto revela que há experiência e predisposição da equipe que compõe a Rede Baías da Bahia para trabalhar colaborativamente com pesquisadores de diferentes áreas, superando as dificuldades de epistemologias, de bases conceituais e metodológicas.

Gráfico 4. Anos de pesquisa dos respondentes da Rede Baías da Bahia dedicados a projetos multidisciplinares, 2015
Fonte: elaborado pelos autores.



Em geral as instituições às quais os pesquisadores estão vinculados têm normas e regulamentos próprios, o que exige certo grau de flexibilidade e capacidade adaptativa para trabalhar em projetos cuja equipe reúna pesquisadores de diferentes instituições. O Gráfico 5 mostra que 35,9% (14) dos respondentes participam há mais de dez anos de equipes de projetos de pesquisa multi-institucionais, reforçando o perfil flexível e adaptável dos respondentes, embora 30,7% (12) dos respondentes tenham três anos ou menos de experiência de participação em projetos desta natureza.

Para a análise da Rede Baías da Bahia como CdP, foi inicialmente proposto um modelo operacional (Figura 10) a partir da literatura sobre o tema e, em especial, de Wenger e seus coautores.

Para levantamento das 20 variáveis observadas na Figura 10, foram utilizadas questões fechadas – muitas vezes, solicitando o posicionamento do respondente em escala que variava de discordo até concordo totalmente – organizadas em seis blocos: liderança, formação de redes de pesquisa, razões de participação e redes de pesquisa, atuação em redes de pesquisa, fomento, interação (fronteiras) e produção de conhecimento. A única questão aberta buscou levantar as causas associadas pelos respondentes às dificuldades na produção de conhecimento.

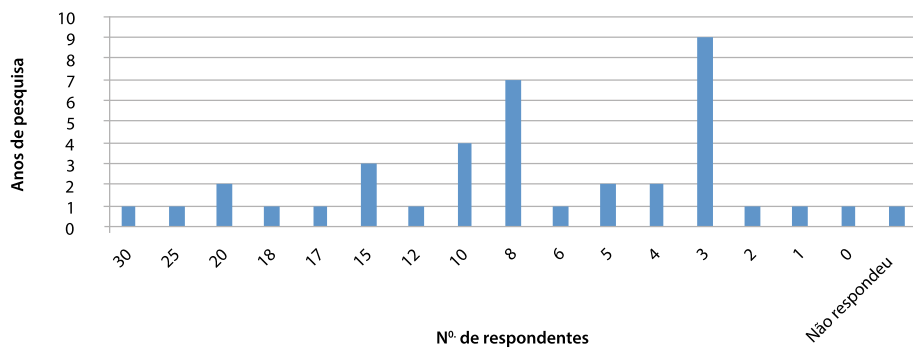


Gráfico 5. Anos de pesquisa dos respondentes da Rede Baías da Bahia dedicados a projetos multi-institucionais, 2015
Fonte: elaborado pelos autores.

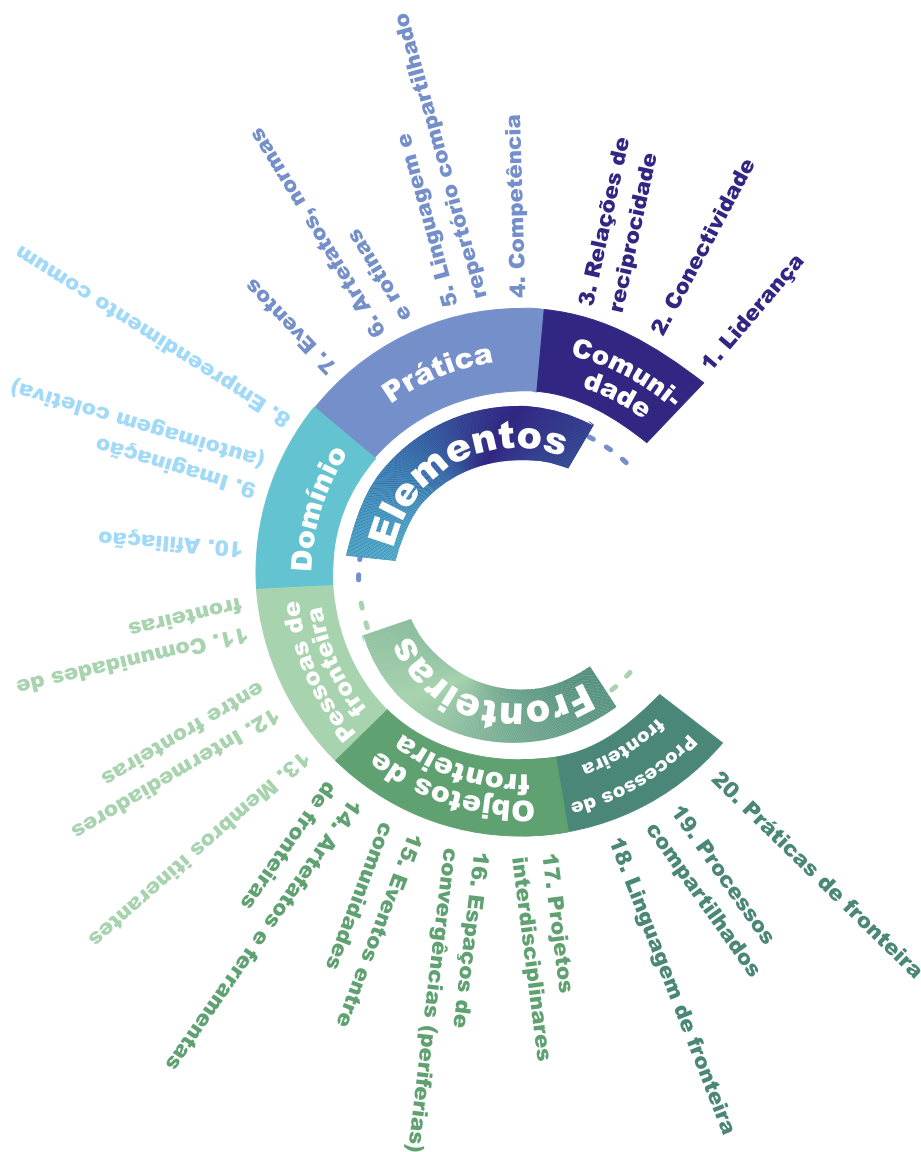
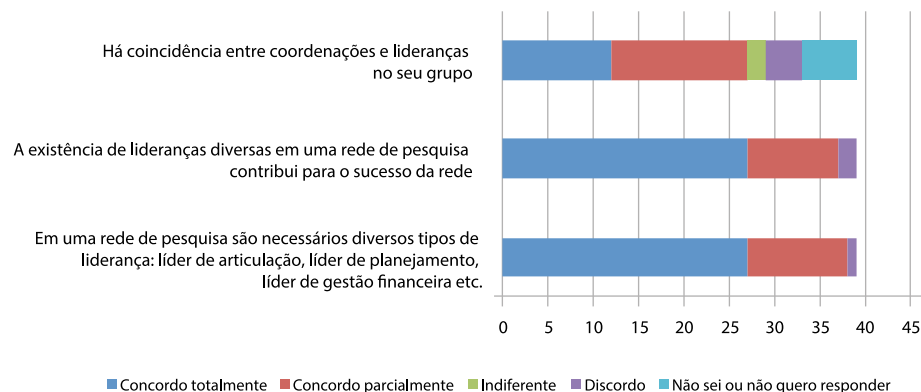


Figura 10. Representação do modelo operacional de pesquisa
Fonte: elaborado pelos autores.

O Gráfico 6 apresenta as respostas às três perguntas sobre liderança: coincidência entre coordenação do projeto e liderança; diversidade de líderes para o sucesso do projeto e sua existência.

Gráfico 6. Posicionamento dos pesquisadores da Rede Baías da Bahia sobre liderança, 2015
Fonte: elaborado pelos autores.



Quanto à assertiva “Há coincidência entre coordenações e lideranças no seu grupo”, 30,8% (12) concordaram totalmente, 38,4% (15) concordaram parcialmente, 15,3% (6) discordaram e 15,3% (6) não souberam ou não quiseram responder. Em relação à assertiva “A existência de lideranças diversas em uma rede de pesquisa contribui para o sucesso da rede”, 69,2% (27) concordaram totalmente com ela e 25,6% (10) concordaram parcialmente; apenas 5,1% (2) discordaram. Quanto à afirmação de que em uma rede de pesquisa são necessários diversos tipos de liderança: líder de articulação, líder de planejamento, líder de gestão financeira etc., 69,2% (27) dos respondentes concordaram totalmente, 28,2% (11) concordaram parcialmente e 2,5% (1) discordaram dessa assertiva. Com base nesses dados, sintetizados no Gráfico 6, pode-se observar que, embora os respondentes indiquem a predileção por gestão compartilhada e horizontalizada, mais de um quarto deles são reticentes ou discordam da ideia de que o coordenador corresponda ao líder dos projetos, demonstrando uma divergência entre a coordenação, imposta formalmente, e liderança, reconhecida no convívio.

Sobre formação de redes de pesquisa - razões de participação, foram utilizadas quatro perguntas sobre afiliação e pertencimento, cujas respostas estão sistematizadas no Gráfico 7.

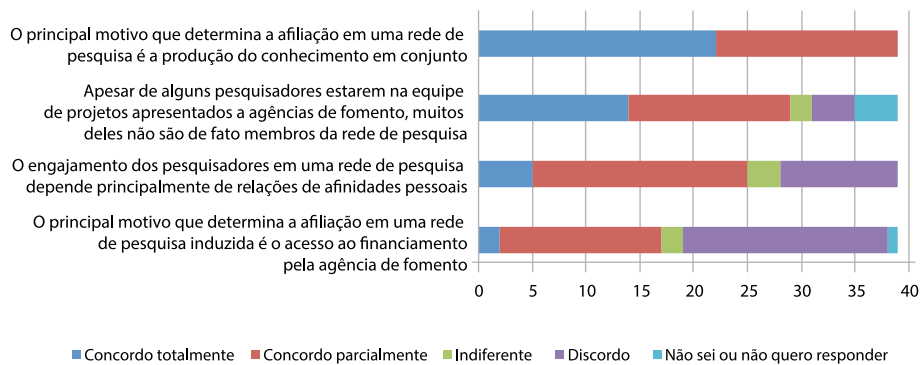


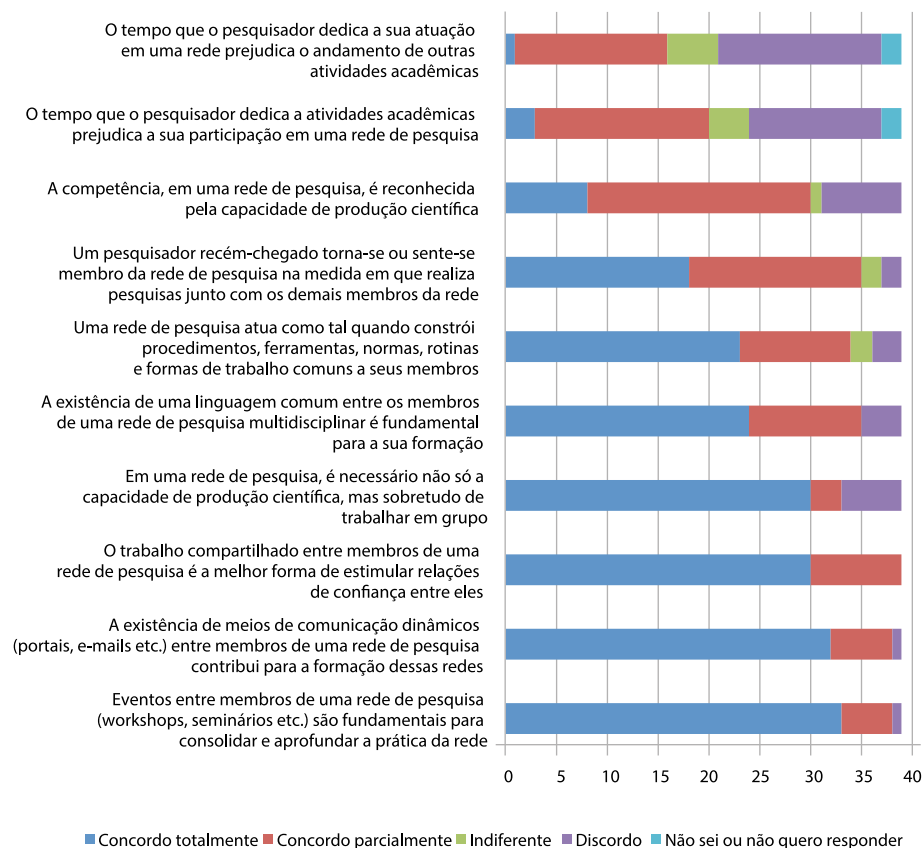
Gráfico 7. Posicionamento dos pesquisadores da Rede Baías da Bahia sobre razões para participar de rede de pesquisa, 2015
Fonte: elaborado pelos autores.

Pode-se observar que todos os respondentes concordam total (22) ou parcialmente (17) que o principal motivo que determina a afiliação em uma rede de pesquisa é a produção do conhecimento em conjunto. Os respondentes também indicam que alguns membros da equipe de pesquisa não participam efetivamente, pois 74,4% concordam totalmente (14) ou parcialmente (15) com a assertiva: “Apesar de alguns pesquisadores estarem na equipe de projetos apresentados a agências de fomento, muitos deles não são de fato membros da rede de pesquisa”. Mais da metade dos respondentes (64,1%) concordam total (5) ou parcialmente (20) com a assertiva “O engajamento dos pesquisadores em uma rede de pesquisa depende principalmente de relações de afinidades pessoais”, indicando que a composição das redes se dá também por simpatia, embora, em geral, a formação de equipe de pesquisa seja baseada na competência técnico-científica.

Quase metade dos respondentes (49,7%, 19) discorda da assertiva “O principal motivo que determina a afiliação em uma rede de pesquisa induzida é o acesso ao financiamento pela agência de fomento”, mas 43,6% (17) concordam total ou parcialmente com a assertiva, e 7,7% (3) são indiferentes ao tema ou não querem responder, indicando claramente que este é um tema que divide as respostas. Um dos aspectos a considerar nas políticas de indução das agências de fomento é justamente o comportamento oportunista, de reunião de grupos com a finalidade primeira de captação de recursos, sem necessariamente estar associado a uma disposição de formação de rede, objetivo do fomento.

A dimensão atuação dos pesquisadores em redes de pesquisa, que inclui assertivas em relação à atuação dos pesquisadores, a ferramentas e meios que favoreçam a formação dessas redes, e é representada por nove questões, está sintetizada pelo Gráfico 8.

Gráfico 8. Posicionamento dos pesquisadores da Rede Baías da Bahia sobre atuação de pesquisadores em redes de pesquisa, 2015
Fonte: elaborado pelos autores.



Todos os respondentes (39) concordam que o trabalho compartilhado entre membros de uma rede de pesquisa é a melhor forma de estimular relações de confiança entre eles. Quase a totalidade dos respondentes concorda (38) que eventos entre membros de uma rede de pesquisa (*workshops*, seminários etc.) são fundamentais para consolidar e aprofundar a prática da/em rede e que a existência de meios de comunicação dinâmicos (portais, grupos de e-mails etc.) entre membros de uma rede de pesquisa contribui para a formação dessas redes.

A grande maioria também concorda total ou parcialmente com as seguintes assertivas (Gráfico 8): “Em uma rede de pesquisa, é necessário não só a capacidade de produção científica, mas sobretudo de trabalhar em grupo” (30 concordam totalmente; 3 concordam parcialmente); “A existência de uma linguagem comum entre os membros de uma rede de pesquisa multidisciplinar é fundamental para a sua formação” (24; 11 respondentes); “Uma rede de pesquisa atua como tal quando constrói procedimentos, ferramentas, normas, rotinas e formas de trabalho comuns a seus membros” (23; 11 respondentes); “Um pesquisador recém-chegado torna-se ou sente-se membro da rede de pesquisa na medida em que realiza pesquisas

junto com os demais membros da rede” (18; 17 respondentes); “A competência, em uma rede de pesquisa, é reconhecida pela capacidade de produção científica” (8; 22 respondentes). Esse elevado grau de concordância indica que na Rede Baías da Bahia é fundamental a atitude colaborativa, o compartilhamento das atividades com o grupo, uma linguagem, procedimentos e elementos comuns, e a competência técnica e científica.

Ainda sobre o Gráfico 8, há uma grande variação de posicionamentos dos respondentes quanto à assertiva de que o tempo que o pesquisador dedica a atividades acadêmicas prejudica a sua participação em uma rede de pesquisa: 20 concordam, 13 discordam, 4 são indiferentes e 2 não souberam ou não quiseram responder. Também são variados os posicionamentos quanto à afirmação de que o tempo que o pesquisador dedica à sua atuação em uma rede prejudica o andamento de outras atividades acadêmicas; 16 concordam, 16 discordam, 5 são indiferentes e 2 não souberam ou não quiseram responder. Verifica-se assim que a distribuição do tempo do pesquisador em redes de pesquisa e em outras atividades acadêmicas é um tema com divergências entre os respondentes, demonstrando que, entre eles, há grande diversidade na forma como cada um as concilia.

A dimensão sobre o fomento a redes de pesquisa está sintetizada pelo Gráfico 9, tendo sido investigada por meio de sete questões. Um resumo quanto a estas respostas indica a importância das agências financiadoras na formação de comunidades de prática para produção de ciência e tecnologia no Brasil.

A grande maioria dos pesquisadores respondentes concorda total (32) ou parcialmente (3) que as agências de fomento devem lançar editais para induzir a formação de redes de pesquisa. Também a maioria concorda total (29) ou parcialmente (6) que os editais de agências de fomento que induzem a formação de redes de pesquisa devem explicitar claramente o papel da gestão e dos participantes na consolidação da rede. Do mesmo modo, prevalece a concordância total (21) ou parcial (12) em relação à assertiva “A existência de um tema comum em editais de agências de fomento que induzam a formação de redes de pesquisa permite a construção de um sentido de pertencimento entre os pesquisadores”.

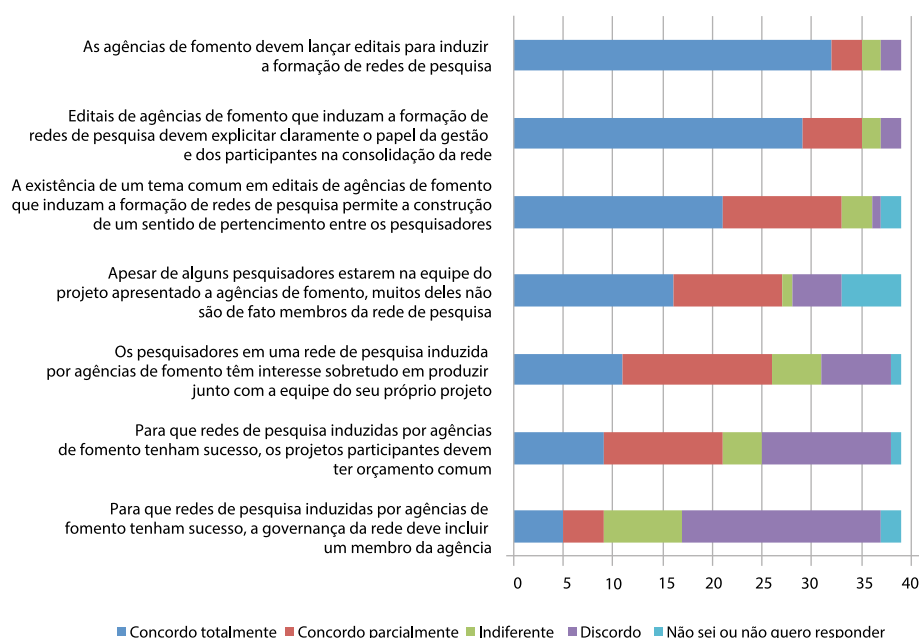
Por outro lado, grande parte dos respondentes concorda total (11) ou parcialmente (15) que os pesquisadores em uma rede de pesquisa induzida por agências de fomento têm interesse sobretudo em produzir junto com a equipe do seu próprio projeto, o que compromete a interação entre os membros dos diversos projetos. Corroborando o dado já explicitado em assertiva anterior, a maioria concorda total (16) ou parcialmente (11) que, apesar de alguns pesquisadores estarem na equipe do projeto apresentado a agências de fomento, muitos deles não são de fato membros da rede de pesquisa.

Embora a maioria concorde total (9) ou parcialmente (12) com a assertiva “Para que redes de pesquisa induzidas por agências de fomento tenham sucesso,

os projetos participantes devem ter orçamento comum”, há uma significativa discordância (13) quanto a isto. Quanto a este aspecto em relação à Rede Baías da Bahia, vale notar que as atividades que deram origem a esta Rede se iniciaram com o Projeto BTS, no qual todos os grupos de pesquisa compartilhavam um orçamento único, o que exigia reuniões mensais para discussão de diversos assuntos, mas principalmente, alocação de recursos. Este fato proporcionou uma profícua interação entre os membros do Projeto, o que se refletiu no grande número de produções dele resultantes. Na Rede Baías da Bahia os diversos projetos têm orçamentos próprios e se, por um lado, isto dá mais liberdade aos grupos de pesquisa e pode fortalecer as conexões internas em cada grupo, por outro lado, retira um forte elemento agregador da rede, dificultando sua consolidação.

Para finalizar a apresentação de resultados desta dimensão, a grande maioria discorda (20) ou é indiferente (8) sobre a assertiva que afirma que, para que redes de pesquisa induzidas por agências de fomento tenham sucesso, sua governança da rede deve incluir um membro da agência.

Gráfico 9. Posicionamento dos pesquisadores da Rede Baías da Bahia sobre fomento para redes de pesquisa, 2015
Fonte: elaborado pelos autores.



Os Gráficos 10 e 11 apresentam resultados sobre a dimensão interação entre redes de pesquisa (duas questões que lidam com fatores que contribuem ou obstaculizam a interação), conforme modelo de análise proposto. Esta dimensão diz respeito aos aspectos de fronteira.

Quanto à importância de fatores para interação entre redes de pesquisa, o Gráfico 10 mostra o posicionamento dos respondentes em uma escala decrescente de 7 (mais importante) a 1 (pouco importante). Os fatores considerados mais importantes para favorecer esta interação são os projetos interdisciplinares, os membros terem capacidade de atuar na fronteira com outras redes, o uso de procedimentos ou ferramentas comuns e processos comuns de produção de conhecimento. Fatores tais como eventos comuns, espaços ou locais de pesquisa comuns e os membros serem membros de mais de uma rede foram considerados menos importantes que os já citados.

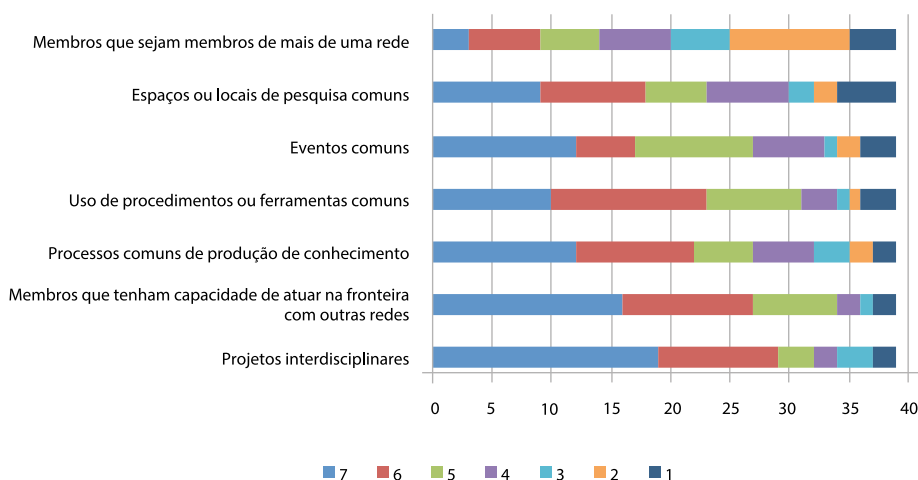


Gráfico 10. Posicionamento dos pesquisadores da Rede Baías da Bahia sobre a importância de alguns fatores para interação entre redes de pesquisa (Escala: 7, mais importante; 1, pouco importante), 2015

Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto aos obstáculos para a interação entre redes de pesquisa, a maioria dos respondentes indicou a dificuldade em compartilhar soluções, equipamentos ou espaços de pesquisa (15). Outros obstáculos apontados foram: dificuldade na construção de procedimentos regulares entre redes (6) e a linguagem de diferentes redes (5). Vale destacar que 13 respondentes não indicaram nenhum obstáculo (Gráfico 11).

A última dimensão para análise da Rede Baías da Bahia como CdP foi a produção do conhecimento. Praticamente todos os respondentes (38 de 39 respondentes) consideraram que a organização em redes induzidas, como a Rede Baías da Bahia, promove a produção de conhecimentos relevantes sobre o tema central, no caso Baías da Bahia. No entanto, foi solicitado dos respondentes que também se posicionassem quanto a quatro possíveis obstáculos na construção de práticas entre diferentes redes, sendo 1 menos importante e 4 mais importante. As respostas estão apresentadas no Gráfico 12. A maioria considerou importantes os fatores: excesso de atividades dos pesquisadores e falta de interesse dos pesquisadores em

Gráfico 11. Posicionamento dos pesquisadores da Rede Baías da Bahia sobre obstáculos para a interação entre redes de pesquisa, 2015

Fonte: elaborado pelos autores.

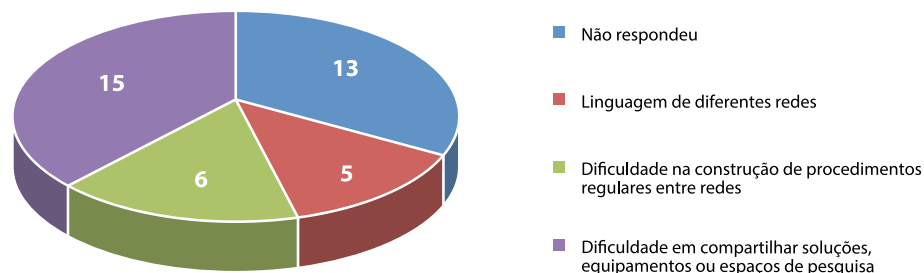
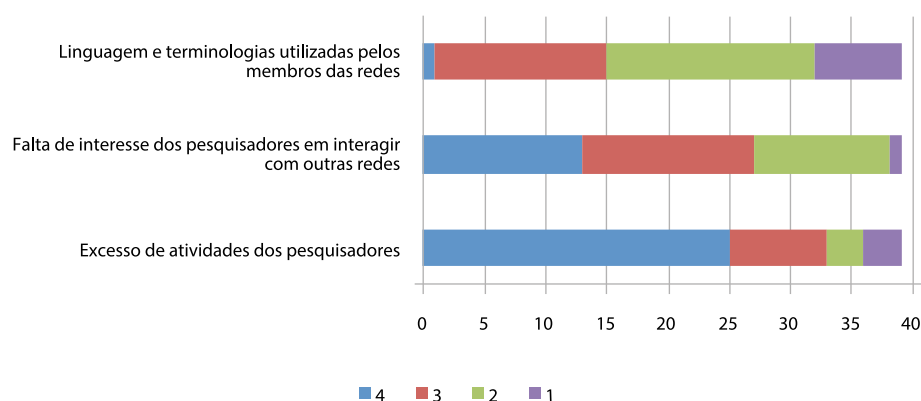


Gráfico 12. Posicionamento dos pesquisadores da Rede Baías da Bahia sobre a importância de obstáculos para a construção de práticas entre diferentes redes de pesquisa, 2015

Fonte: elaborado pelos autores.



interagir com outras redes. Linguagem e terminologias utilizadas pelos membros das redes não foram apontados como fatores muito importantes pela maioria dos respondentes.

Por fim, os respondentes foram convidados a identificar possíveis causas relativas à dificuldade na produção de conhecimento em rede. As principais causas apontadas foram reunidas em tópicos, discutidos abaixo.

A falta de interação entre os pesquisadores foi a causa mais citada entre os respondentes como dificuldade para a produção de conhecimento na Rede Baías da Bahia. Algumas das respostas destacando isso estão elencadas abaixo:

Houve dificuldade de trabalho em equipe pelo perfil de isolamento científico de certos pesquisadores, e práticas que privilegiam o trabalho em separado, ao invés de fortalecimento dos grupos, de acordo com temas comuns (Respondente 22).

A integração em rede, efetivamente, não se deu. Durante os anos de pesquisa, fiquei centrado no trabalho do meu grupo, apenas (Respondente 15).

Ficou evidente a dificuldade em priorizar ações coletivas de grande impacto comparada a ações pontuais, onde o pesquisador tem total controle do início ao fim do processo de desenvolvimento de uma pesquisa científica, dificuldade de interação (Respondente 9).

Tanto do ponto de vista da fundamentação teórica de comunidades de prática como de redes sociais, a interação é fator indispensável para que de fato existam comunidades de prática e redes sociais. Se a falta de interação é apontada por quase todos os membros da rede Baías da Bahia, pode-se inferir que esta rede de fato não está constituída como rede social, nem propiciou o surgimento de uma CdP. Como se trata de uma rede induzida a partir do fomento à pesquisa, vale compreender causas para que a rede induzida não se constitua como rede social ou CdP. Os próprios respondentes apontam possíveis causas, que foram agrupadas por categorias:

Escassez de eventos e de atividades compartilhadas: *Faltam mais atividades ou canais de interlocução entre os componentes da rede (Respondente 32); Ausência de reuniões para integralizar os diversos grupos de pesquisa (Respondente 27); Falta de interação intra e entre grupos de pesquisa (Respondente 39); Os equipamentos e as ferramentas são escassos e não compartilhadas (Respondente 5).*

Distância física entre pesquisadores: *Distância geográfica entre os pesquisadores da rede, o que dificulta a realização de reuniões de acompanhamento e planejamento das atividades (Respondente 2); A distância física entre as estruturas de trabalhos entre os projetos (Respondente 17).*

Fragilidade dos mecanismos de articulação: *Os mecanismos de compartilhamento de conhecimento em comum ainda são lentos e débéis (Respondente 8); Fragilidade dos mecanismos de articulação dos envolvidos (Respondente 26); Falta de articulação do comando central (Respondente 11).*

Falta de motivação: *É preciso criar condições efetivas (de tempo e de lugar) para nos conhecermos e construirmos afinidades (Respondente 20); Desinteresse em compartilhar informação (Respondente 35); Falta de interesse dos participantes (Respondente 13); Falta de interesse dos pesquisadores envolvidos (Respondente 24); Não existe interação entre os grupos, em razão de desinteresses pessoais (Respondente 28); Por incrível que pareça, o desinteresse de alguns professores em fazer pesquisa depois que o projeto é aprovado (Respondente 16).*

Sobrecarga de trabalho: *Os pesquisadores deveriam ter um limite de projetos a executar, a fim de evitar a sobrecarga de trabalho, o que acaba gerando uma grande quantidade de trabalhos e, muitas vezes, de pouca qualidade. Trabalhos de pouca qualidade científica são difíceis de serem publicados; Pesquisadores com muitas atividades paralelas ao projeto (Respondente 3); As excessivas tarefas atribuídas aos pesquisadores nas suas mais diferentes funções (Respondente 38); O excesso de atividades que os pesquisadores exercem (Respondente 23); Participantes demasiadamente ocupados com outras atividades (Respondente 10); As tarefas acadêmicas em geral, ocupam um bom tempo do pesquisador (Respondente 29); Sobrecarga de trabalho dos envolvidos (Respondente 36); Sobrecarga de tarefas que impedem o engajamento de todos os envolvidos (Respondente 7); Excesso de atividades acadêmicas por parte dos pesquisadores docentes (Respondente 12); Excesso de atividades externas a rede (Respondente 30).*

Ausência de marco regulatório claro: *Ausência de qualquer marco regulatório nos editais que represente o compromisso dos membros da rede em: i) estabelecer uma agenda regular de encontros; ii) estabelecer procedimentos e linguagens comuns; iii) realizar articulações entre ações de pesquisa entre projetos com aspectos comuns; iv) baixa participação dos demais pesquisadores na rede e centralização nos coordenadores; v) socialização de bases de dados produzidos para análise colaborativa em rede; vi) acompanhamento continuado dos resultados da articulação pela agência de fomento (Respondente 3).*

Burocracia: *Excesso de burocracia e normatização imprópria para permitir que os pesquisadores exerçam sua capacidade de pesquisa de maneira plena (Respondente 34); Burocratização de ações (Respondente 1); Prevalência de atitude negativa e punitiva por parte dos técnicos e funcionários administrativos da agência de financiamento, que se preocupam primordialmente com aplicação rígida de normas defasadas e impróprias, ao invés de oferecer apoio efetivo aos pesquisadores nas suas buscas por soluções: prazos, aditamentos, soluções para erros etc. (Respondente 19).*

Falta de pessoal: *Falta de apoio administrativo que onera e sobrecarrega particularmente os responsáveis pelos financiamentos (Respondente 4); Falta de apoio técnico: bolsistas pós-doc e técnicos (Respondente 18); Falta de técnicos remunerados, com dedicação exclusiva ao projeto e com*

bolsa de valor adequado, para auxílio nas atividades de campo e de laboratório (Respondente 21); Falta de apoio técnico para cumprir as ações de pesquisa (Respondente 6); A falta de estímulo do estudante, devido ao orientador tratá-lo como objeto e muitas vezes não ter tempo ou não gostar de interagir no trabalho prático. O estudante cumpre as tarefas, mas não sabe pensar. Como realizar um bom trabalho científico se o estudante não é motivado a pensar e muitas vezes é desrespeitado? Deve haver uma parceria sadia e respeitosa (estudante-professor/pesquisador, estudante-estudante, pesquisador-estudante-outros) (Respondente 25).

Apenas dois respondentes (Respondentes 14 e 31) indicaram prazo e orçamento dos projetos como limitantes para a produção de conhecimento compartilhada na Rede Baías da Bahia, indicando que esses fatores são secundários como causas para a falta de interação entre os membros da rede.

Fazendo um paralelo entre os dados relativos aos questionários e os dados revelados pela análise de redes sociais, ficam evidenciadas algumas causas para o fato de que a Rede Baías da Bahia tenha apresentado comunidades isoladas na sua topologia: foi identificada a dificuldade de participação dos respondentes no formato de rede, mesmo que a maioria concorde que isso deveria acontecer. Quando buscam os obstáculos à interação entre redes de pesquisa observa-se que 48,72% dos respondentes não consideram este tema importante; soma-se a isso a falta de interesse em interagir, considerado também um obstáculo importante para 69,2% dos entrevistados, como ilustrado pelas falas dos respondentes.

A integração em rede, efetivamente, não se deu. Durante os anos de pesquisa, fiquei centrado no trabalho do meu grupo, apenas. (Respondente 15).

Falta de entrosamento dos pesquisadores na prática [...] Dificuldade de trabalho em equipe pelo perfil de isolamento científico de certos pesquisadores [...]. (Respondente 22).

Segundo os respondentes, muitos pesquisadores não são de fato membros da Rede Baías da Bahia (74,4%). Uma parcela significativa (43,6%) indicou que a motivação para a afiliação a esta Rede é o acesso ao financiamento. O financiamento mediante o Edital da Fapesb resultou em que pesquisadores com poucas afinidades pessoais passassem a frequentar o *locus* da Rede Baías da Bahia, sem que isto resultasse em compartilhamento e interação. Ainda, outro fator relevante é a falta de afinidade pessoal nos relacionamentos, considerado um problema para a maioria (64,1%):

É preciso criar condições efetivas (de tempo e de lugar) para nos conhecermos e construirmos afinidades (Respondente 20).

Falta de interação entre os membros e desinteresse em compartilhar informação (Respondente 35).

Falta de atitude solidária (Respondente 19).

O ego muito elevado por parte de alguns pesquisadores, muitas vezes leva muitos deles a tratarem os estudantes e orientandos como um objeto e não como uma pessoa (Respondente 22).

Segundo os respondentes, espera-se das agências de fomento algumas responsabilidades, dentre elas: 1) induzir a formação de redes de pesquisa, favorecendo a construção de um sentido de pertencimento entre os pesquisadores (84%); 2) explicitar claramente o papel da gestão e dos participantes na consolidação da rede de pesquisa (89%); 3) lançar editais para induzir a formação de redes de pesquisa (89%). Em contrapartida a maioria discorda (51%) que a governança da rede deva incluir um membro desta mesma agência de fomento. Isto evidencia uma relação em desequilíbrio de responsabilidades entre os pesquisadores e a agência de fomento. A esta cabe a responsabilidade de fornecer recursos, induzir redes, confiar nos resultados dos trabalhos dos pesquisadores e estar aberta à crítica de ter postura burocrática e ser controladora de processos. Do outro lado têm-se os pesquisadores com suas razões para não terem alcançado a plenitude das interações de redes e, quiçá, o receio de não se submeterem ao olhar vigilante de quem está financiando suas pesquisas.

Os entrevistados concordaram que o desenvolvimento de uma linguagem comum entre os membros de uma rede de pesquisa multidisciplinar é fundamental para a sua formação (89%) e depende de vários fatores, como: 1) eventos entre membros (96%); 2) comunicação dinâmica (97,3%); 3) trabalho compartilhado para estimular relações de confiança (100%); 4) capacidade de trabalhar em grupo (84%); 5) construção de procedimentos, ferramentas, normas, rotinas e formas de trabalho comuns na rede de pesquisa (87%); 6) acolhimento de pesquisador recém-chegado (89%), dentre outros. Entretanto, na prática, esta linguagem e terminologias utilizadas pelos membros das redes não foram consideradas um obstáculo importante para 61,5% deles, o que é uma contradição. Se uma coisa é considerada fundamental para algo acontecer, a sua ausência deveria ser considerada um obstáculo.

Diferentes áreas tendo que realizar trabalhos conjuntos. Há uma diferença de linguagem e relevância que dificulta [...] Não somos educados para trabalhar em rede (Respondente 5).

Linguagens específicas de grupos que não tem interação (Respondente 16).

Falta de diálogo entre os pesquisadores (Respondente 8).

Falta de mais atividades ou canais de interlocução entre os componentes da rede (Respondente 32).

Falta de interação intra e entre grupos de pesquisa (Respondente 39).

Desta forma, mesmo que os pesquisadores considerem a produção científica em rede como um tema importante, os dados demonstraram que a falta de interesse pessoal e dificuldades de entrosamento foram obstáculos à concretização da Rede Baías da Bahia como rede e como CdP, como pode ser notado por meio da identificação da existência de comunidades isoladas dentro da rede.

Conclusão

Atendendo ao objetivo de discutir a indução de redes de pesquisa e comunidades de prática a partir da análise do comportamento da Rede Baías da Bahia, as bases conceituais relacionadas a redes sociais indicam que um agrupamento de pessoas se torna uma rede social quando as pessoas estão interconectadas; da mesma forma, um agrupamento de pessoas constitui-se como uma CdP quando elas interagem, há uma prática como elemento integrador e quando há um domínio ou elemento comum que dá a elas um sentido de pertencimento. No caso da Rede Baías da Bahia, tanto a análise descritiva sobre CdP quanto a análise dos grafos sobre redes, gerados a partir das respostas a um questionário aplicado em meados de 2015, indicam que, para os pesquisadores-respondentes, a Rede Baías da Bahia não se constitui uma rede social ou uma CdP, pois falta integração entre seus membros. Entretanto, as mesmas análises permitem inferir que os pesquisadores, nos seus grupos de pesquisa e áreas específicas, formam redes sociais e CdP.

Tal resultado sinaliza a limitação de formação de redes induzidas por financiamento a partir de agências de fomento em pesquisa. Algumas das causas para esta limitação foram apontadas pelos respondentes, tais como: escassez de eventos e atividades compartilhadas, distância física entre pesquisadores, fragilidade dos mecanismos de articulação, falta de motivação e sobrecarga de trabalho dos pesquisadores, ausência de marco regulatório claro, excesso de burocracia imposto pela agência de fomento e falta de pessoal de apoio nas instituições de vínculo dos pesquisadores.

Em posse desses resultados, as agências de fomento podem tomar algumas deliberações na elaboração de editais com o propósito de estimular a formação

de redes de pesquisadores, a saber: prever e financiar o número e/ou o formato de eventos e atividades compartilhadas entre os projetos de pesquisa; prever e financiar mecanismos de articulação, deixando claro um marco regulatório sobre isto; rever seus procedimentos burocráticos, no sentido de simplificá-los; e conceder bolsas de apoio técnico que possam ser pleiteadas associadas a estes projetos.

Os pesquisadores-respondentes, qualificados por sua experiência para se posicionarem sobre diversos aspectos relacionados a redes de pesquisa e comunidades de prática, indicam que nessas redes são necessários diversos tipos de liderança: líder de articulação, líder de planejamento, líder de gestão financeira etc.; e manifestam predileção por uma liderança compartilhada, com organização de gestão horizontalizada e mais participativa.

O estudo revelou que o principal motivo que determina a afiliação em uma rede de pesquisa é a produção do conhecimento em conjunto, embora normalmente alguns membros da equipe de pesquisa não participam efetivamente das atividades.

De acordo com o posicionamento dos pesquisadores da Rede Baías da Bahia, o trabalho compartilhado entre membros de uma rede de pesquisa é a melhor forma de estimular relações de confiança entre eles. Entendem ainda que eventos entre membros de uma rede de pesquisa (*workshops*, seminários etc.) são fundamentais para consolidar e aprofundar a prática da/na rede e que a existência de meios de comunicação dinâmicos (portais, grupos de e-mails etc.) entre membros de uma rede de pesquisa contribui para a formação dessas redes.

Foi também observado que a distribuição do tempo do pesquisador em redes de pesquisa e em outras atividades acadêmicas é um tema com divergências entre os respondentes, demonstrando grande diversidade na forma como cada um concilia essas atividades, bem como as atividades de ensino e de pesquisa.

Verificou-se um consenso entre os respondentes quanto à necessidade de agências de fomento lançar editais para induzir a formação de redes de pesquisa e a maioria também concorda que tais editais devem explicitar claramente o papel da gestão e dos participantes na consolidação da rede. Tal convergência não foi observada quanto à assertiva que afirma que, para que redes de pesquisa induzidas por agências de fomento tenham sucesso, sua governança deve incluir um membro da agência.

Em relação ao orçamento compartilhado, a maioria concordou que, para as redes de pesquisa induzidas por agências de fomento terem sucesso, os projetos participantes devem ter orçamento comum, mas houve também significativa discordância quanto a essa afirmação. Na Rede Baías da Bahia os diversos projetos têm orçamentos próprios. Isso, por um lado, dá mais liberdade aos grupos de pesquisa e pode fortalecer as conexões internas em cada grupo. Por outro lado, retira um forte elemento agregador da rede, dificultando sua consolidação.

O estudo apontou como fatores mais importantes para favorecer a interação entre redes de pesquisa: os projetos interdisciplinares, os membros terem capacidade de atuar na fronteira com outras redes, e o uso de procedimentos ou ferramentas comuns e processos comuns de produção de conhecimento.

Os principais obstáculos apontados para a construção de práticas comuns entre diferentes redes de pesquisa foram: excesso de atividades dos pesquisadores e falta de interesse dos pesquisadores em interagir com outras redes.

O estudo revela diferentes dimensões associadas a redes de pesquisa que podem contribuir tanto para seus integrantes e coordenadores, como para os gestores de agências de fomento ou os formuladores de políticas públicas em ciência e tecnologia na participação, gestão e financiamento desses importantes elementos no sistema nacional de ciência do Brasil.

Referências

ANDRADE, J. B.; HATJE, V.; TANIMOTO, A. (Coord.). *Projeto Pesquisando Kirimurê: convergindo educação, ciência, tecnologia e inovação*. Salvador: Universidade Federal da Bahia; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia, 2012. Projeto apresentado à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

BARABÁSI, A. L. *Linked*. São Paulo: Leopard Editora, 2009.

BESSANT, J.; TIDD, J. *Inovação e empreendedorismo*. Porto Alegre: Bookman, 2009.

BOAVENTURA NETTO, P. O. *Grafos: teoria, modelos, algoritmos*. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

CUNHA, F. J. A. P.; PEREIRA, H. B. de B.; RIBEIRO, N. M. Redes como mecanismo de inovação e aprendizagem: um estudo da rede InovarH-BA. In: GURGEL, P. R. H.; SANTOS, W. N. (Org.). *Saberes plurais, difusão do conhecimento e práxis pedagógica*. Salvador: EDUFBA, 2011. p. 209-236. v. 1.

DANTAS, L. M. V.; SILVA, M. de A. M.; RIBEIRO, N. M. Gestão de pesquisa: uma provocação a partir da tecnologia ART-BTS. *Tecnologias de Administração e Contabilidade*, Rio de Janeiro, v. 4, p. 14-26, jan./jun. 2014.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DA BAHIA. *Edital FAPESB 009/2012 – Apoio a Projetos de Pesquisa e Articulação em Rede para as Baías da Bahia* (FAPESB, 2012), 2012. Disponível em: <<http://www.fapesb.ba.gov.br/edital-0092012/>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

FREEMAN, L. C.; BORGATTI, S. P.; WHITE, D. R. Centrality in valued graphs: a measure of betweenness based on network flow. *Social Networks*, New York, v. 13, n. 2, p. 141-154, jun. 1991.

- LARA, M. L. G. de; LIMA, V. M. A. Termos e conceitos sobre redes sociais colaborativas. In: POBLACIÓN, D. A. et al. (Org.). *Redes sociais e colaborativas: em informações científicas*. São Paulo: Angellara Editora, 2009. p. 605-637.
- LAVE, J.; WENGER, E. C. *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- MARTELETO, R. M. Análise de redes sociais: aplicação nos estudos de transferência de informação. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 30, n. 1, p. 71-81, jan./abr. 2001.
- MORENO, J. L. *Fundamentos de la Sociometría*. Buenos Aires: Paidós. 1961.
- MOURA, G. L. Somos uma comunidade de prática? *RAP*, Rio de Janeiro, v. 43, n. 2, p. 323-346, mar./abr. 2009.
- WASSERMAN, S.; FAUST, K. *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University Press. 1994
- WENGER, E. C. Communities of Practice and Social Learning Systems. *Organization*, v. 7, n. 2, p. 225-246, May. 2000.
- WENGER, E. C. *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. 18. ed. New York: Cambridge University Press, 2008.
- WENGER, E. C. *Introduction to communities of practice: A brief overview of the concept and its uses*. [200-?]. Available in: <<http://wenger-trayner.com/introduction-to-communities-of-practice/>>. Acess: 27 May 2015.
- WENGER, E. C.; SNYDER, W. M. Comunidades de prática. A fronteira organizacional. In: HAVARD Business Review (Org). *Aprendizagem organizacional*. Tradução Cassia Maria Nasser. Rio de Janeiro: Campus, 2001. p. 9-26.

//





Taq

Boypcha

I: dogfiades

I: dade
Maz

I: dade
pauaen

I: domolo

TERRAS
DE D.
ALVARO
RODRIGUES
PCOS
TA

Bahia de
todolosãtos

6: bracas
de preamar
da goasvina

modam turcos





Indicadores socioambientais e vulnerabilidades das populações e povos da Baía de Todos os Santos

Fátima Tavares

Carlos Caroso

Carlos Teles

Introdução¹

As condições de vida e trabalho das populações, povos, grupos sociais e pessoas² que ocupam o entorno e porção insular da Baía de Todos os Santos (BTS) são abordadas por meio de indicadores geográficos e estatísticos, de modo a mapear e destacar os aspectos que se apresentam problemáticos e, com o conhecimento gerado a este respeito, identificar o nível de vulnerabilidade socioambiental da população em geral e, mais especificamente de pescadores e marisqueiras que ali exercem suas atividades. Em princípio, destacamos que, embora a região em causa represente 0,8% do território da Bahia, ali se concentra um contingente populacional expressivo em relação à população total do Estado (22,64%), sendo mais de 80% residente em Salvador. (CAROSO; TAVARES; PEREIRA, 2010)

Características da população

Como se pode observar no Gráfico 1, que apresenta a evolução populacional desde 1970, a população da BTS³ vem apresentando incremento expressivo em quase todos os municípios. No entanto, esse incremento da população é notadamente desigual, já que varia entre pouco mais de 6% e acima de 436%, deve-se observar, contudo, que em alguns momentos não se verifica uma continuidade ascendente se tomados os dados por município para as quatro décadas separadamente. É importante registrar ainda, com o intuito de fornecer informações que permitam melhor compreender o incremento da vulnerabilidade socioambiental dos povos e pessoas que residem no entorno dessa Baía, que o incremento populacional total se aproximou de 153% nas quatro décadas tomadas para análise, o que representa que sua população foi multiplicada em mais de 2,6 vezes.

Com base nos dados disponibilizados pelos cinco censos demográficos (1970, 1980, 1991 e 2010)⁴ é possível reunir os municípios em dois grandes grupos, conforme a intensidade do incremento populacional verificada no período: no primeiro grupo se encontram aqueles com crescimento contínuo, contudo sem grandes variações em cada década (Maragogipe, Santo Amaro, São Felix, São Francisco do Conde, Cachoeira, Itaparica, Jaguaripe, Salinas da Margarida e Saubara), enquanto

.....
¹ Uma versão anterior deste texto foi publicada em língua inglesa. Neste capítulo foram incorporados novos dados e feitas algumas atualizações. Cf. Caroso, Tavares e Teles (2015).

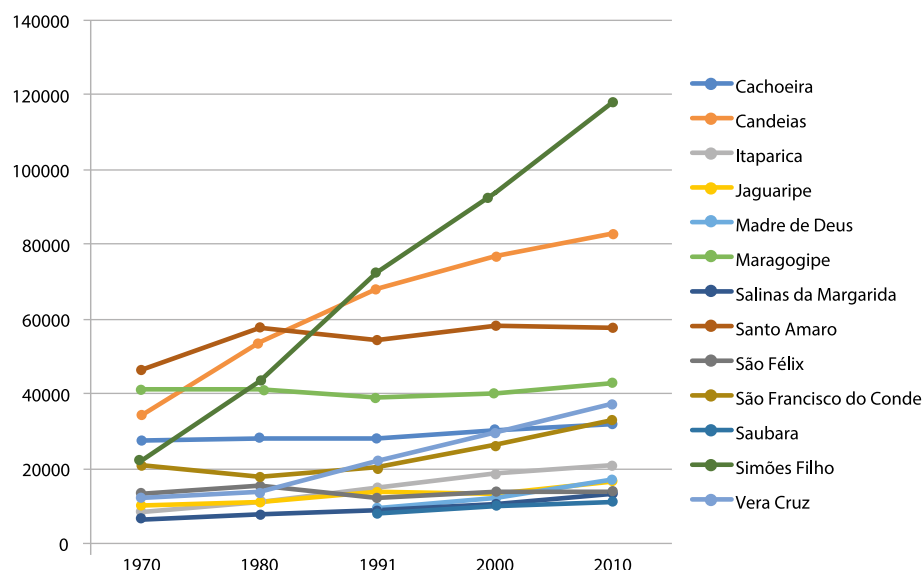
² Acompanhamos atentamente a discussão e crítica sobre o conceito populações e povos tradicionais na antropologia brasileira (CARNEIRO DA CUNHA; ALMEIDA, 2012), neste texto optamos por utilizar as categorias populações, povos, grupos sociais e pessoas em situação de vulnerabilidade socioambiental.

³ Para melhor visualização dos dados, Salvador e demais municípios estão apresentados em gráficos separados.

⁴ Os dados foram coletados no Sistema IBGE de Recuperação Automática, disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca15/brasil>>.

o segundo grupo é constituído por aqueles que apresentam crescimento acelerado, variando entre 143 e 436% (nesta ordem decrescente: Simões Filho, Vera Cruz, Salvador, Itaparica, Candeias).

Gráfico 1. População na BTS entre 1970 e 2010 (excluído Salvador)
Fonte: IBGE, Censos Demográficos (1970, 1980, 1991, 2010).



Dentre os municípios de crescimento contínuo, quatro oscilaram nas suas trajetórias de crescimento. O primeiro, Maragogipe, apresentou decremento populacional no censo de 1991, retomando o crescimento no censo de 2000. Contudo, considerando-se todo o período abordado, é o município da BTS em que se observa o menor incremento populacional, 4,33% em quatro décadas – passou de 41.038 habitantes em 1970 para 42.815 em 2010. Em Santo Amaro se observa decréscimo populacional de mais de 5% no censo de 1991, fato que pode ser associado à emancipação política do então distrito de Saubara em 1989; no entanto, observa-se que entre 1970 e 2010 este teve crescimento expressivo de sua população, saltando de 46.411 habitantes em 1970 para 57.800 em 2010, que representa incremento populacional de 24,53% em 40 anos. Por sua vez, São Félix apresentou decremento populacional superior a 20% no censo de 1991, voltando a apresentar índices positivos a partir de 2000 e se caracterizando por um crescimento discreto para a totalidade do período analisado – um pouco superior ao de Maragogipe: população de 13.253 em 1970 para 14.098 em 2010, que corresponde a incremento de 4,3%. Por fim, verifica-se em São Francisco do Conde um decréscimo populacional de 13,9% no censo de 1980, contudo a partir desse momento o crescimento tem se intensificado: em 1970, tinha 20.738 habitantes e, em 2010, 33.183 habitantes, ou seja, incremento populacional ligeiramente de 60% nas quatro décadas em análise. Nos demais municípios, entre 1970 e 2010 o crescimento populacional

foi contínuo, mas com intensidades bem variáveis: Cachoeira (de 27.382 para 32.026, incremento de quase 17%), Itaparica (de 8.391 para 20.725, incremento de 147%), Saubara (de 8.016 em 1991 para 11.201 em 2010, incremento próximo a 40%), Jaguaripe (de 10.147 para 16.467, incremento ligeiramente superior a 62%) e Salinas da Margarida (de 6.366 para 13.456, incremento superior a 111%).

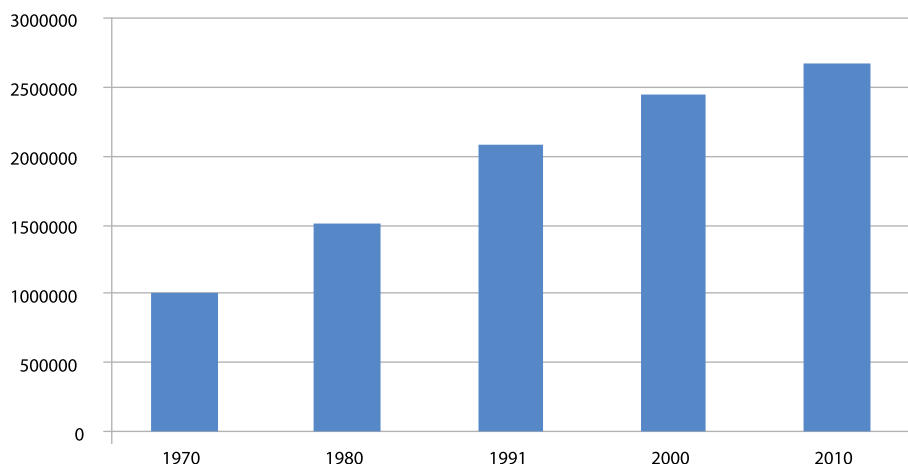


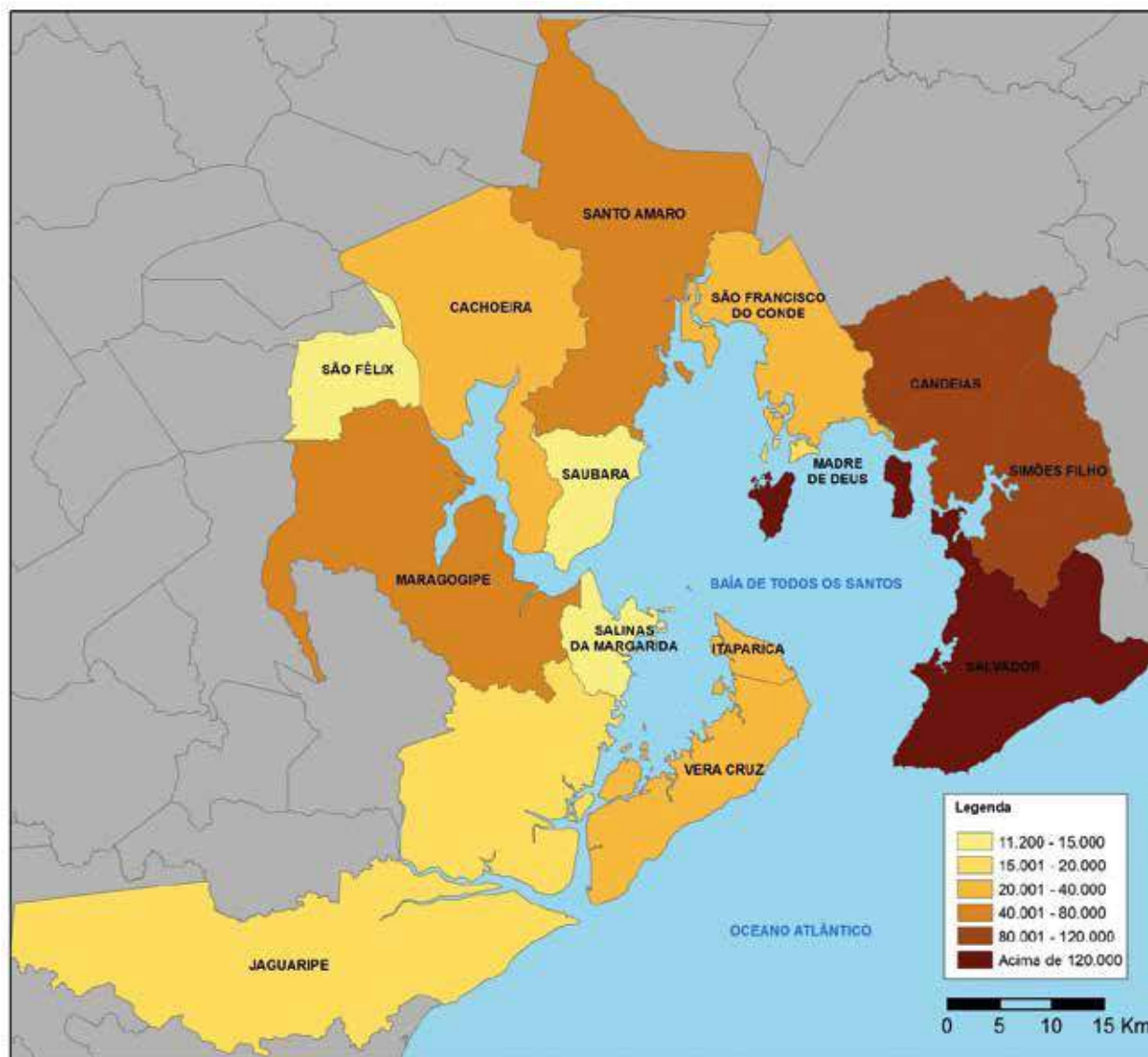
Gráfico 2. População em Salvador entre 1970 e 2010

Fonte: IBGE, Censos Demográficos (1970, 1980, 1991, 2010).

O segundo grupo de municípios experimentou um crescimento populacional acelerado entre 1970 e 2010. Em Salvador e Candeias a população aumentou cerca de duas vezes e meia: na primeira saltou de 1.007.195 para 2.675.656 (incremento de 165,65%) e na segunda o crescimento foi de 34.195 para 83.158 (incremento de 143,2%). Madre de Deus⁵ apresentou um índice pouco superior a 80%, mas considerando as reduzidas dimensões do território do município, pouco mais de 32 km², o aumento é bastante significativo (de 9.183 em 1991 para 17.376 em 2010, incremento de 82,2%); em Vera Cruz o crescimento ficou em torno de 213% (de 12.003 para 37.567); por fim, Simões Filho é o município da região que apresentou o maior crescimento populacional, uma vez que saltou de 22.019 em 1970 para 118.047 habitantes em 2010, ou seja, registrou incremento populacional explosivo, superior a 436% nas quatro décadas em consideração.

Os resultados do Censo de 2010 demonstram que os municípios da BTS atingiram a marca de 3.173.575 habitantes. O Mapa 1 apresenta a participação relativa dos municípios para o contingente populacional da região. Evidentemente, Salvador, por ser a capital do Estado, concentra o maior percentual (84,31%). Saubara (0,35%), Salinas da Margarida (0,42%), São Felix (0,45%), Jaguaripe (0,52%),

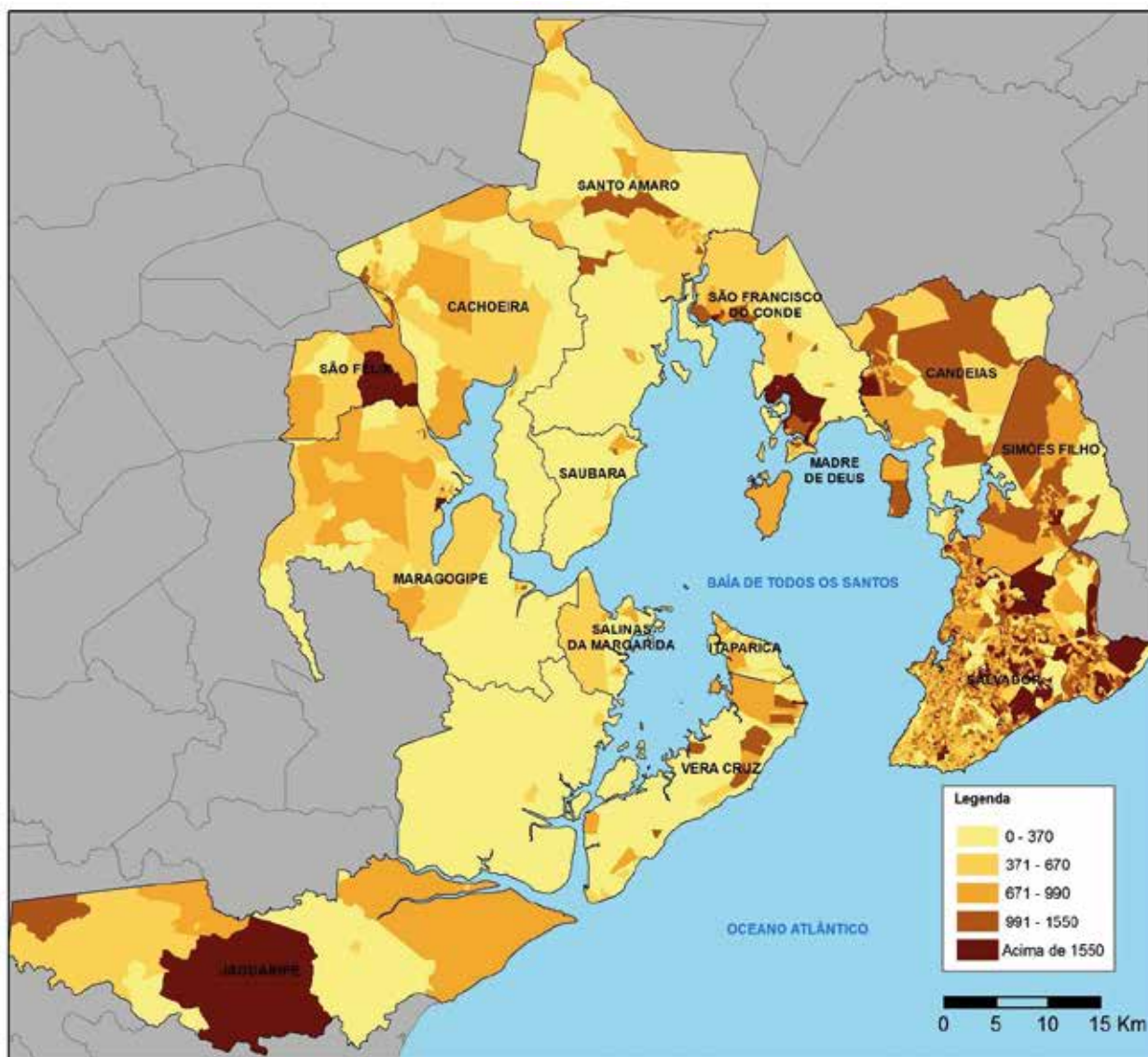
⁵ A emancipação de Madre de Deus ocorreu em 1989, razão pela qual o município apresenta dados censitários somente a partir de 1991.



Mapa 1. Distribuição da população nos municípios da BTS
Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).

Madre de Deus (0,55%) e Itaparica (0,65%) são municípios com baixo contingente populacional. Por outro lado, no âmbito dos municípios, a distribuição da população também apresenta variações importantes, com grandes aglomerados nas sedes. É o que se verifica no Mapa 2, que toma como referência territorial os setores censitários do IBGE.⁶

⁶ Setor censitário é a unidade territorial mínima para realização dos censos dentre outras pesquisas. Mais adiante apresentamos outras informações sobre esse conceito.

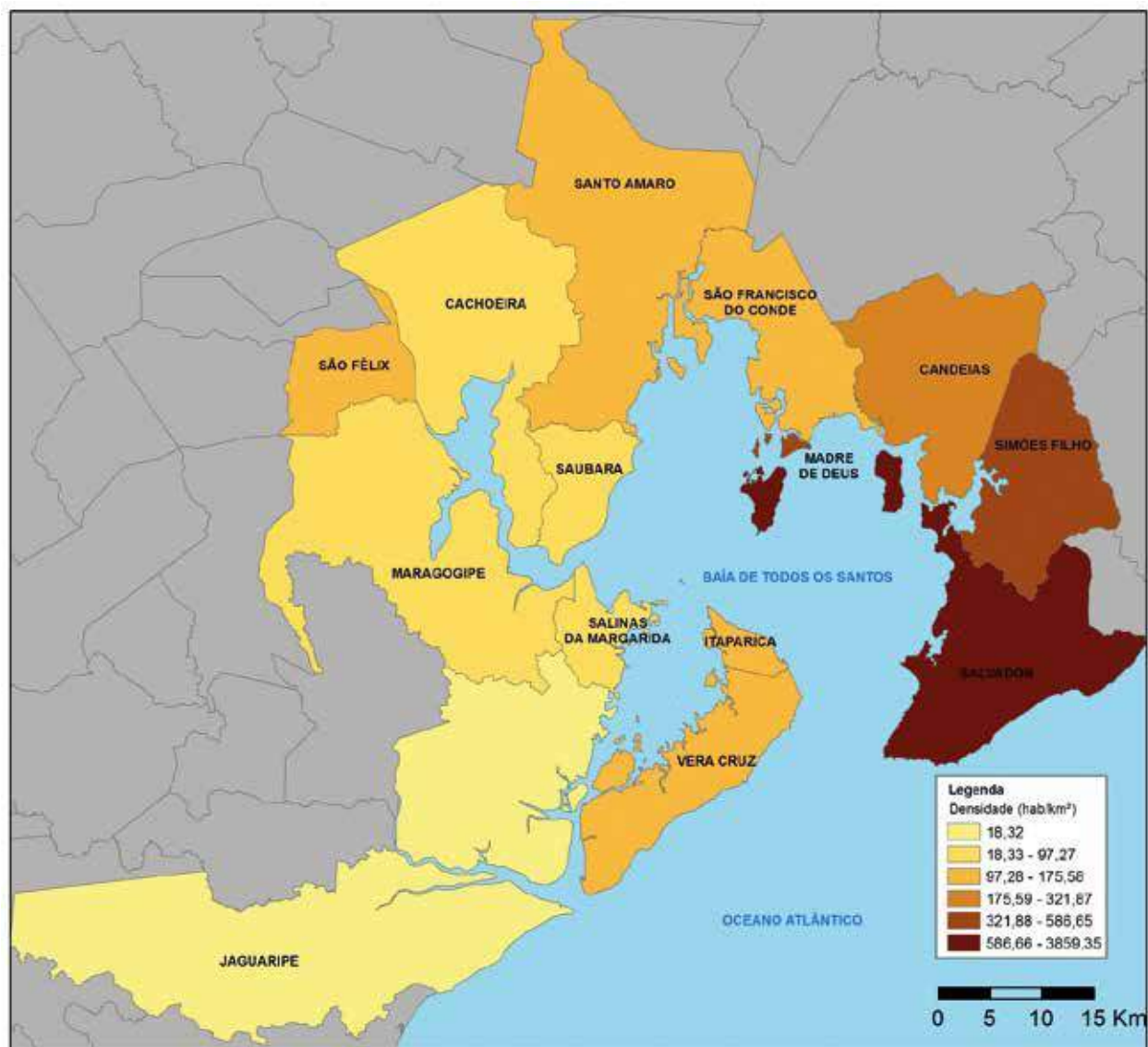


Ao considerarmos a densidade demográfica⁷ (Mapa 3), constatamos ser Jaguaripe o município de menor população (18,32 hab./km²). Outros municípios, embora apresentem populações baixas, apresentam taxas de densidade populacional bem superior àquela de Jaguaripe: Saubara (68,51 hab./km²), Cachoeira (81,04 hab./km²), Salinas da Margarida (89,81 hab./km²), Maragogipe (97,27 hab./km²), Santo Amaro (117,26 hab./km²), Vera Cruz (125,33 hab./km²), São Francisco do Conde (126,24 hab./km²), São Félix (142,11 hab./km²) e Itaparica (175,58 hab./km²).

⁷ Os dados de densidade demográfica encontram-se disponíveis no sítio virtual do IBGE – Cidades@: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?codmun=292060>>.

Mapa 2. Distribuição da população por setor censitário

Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).



Mapa 3. Densidade demográfica dos municípios da BTS
Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).

Já em Candeias a densidade populacional está bem acima daquela dos municípios anteriores: 321,87 hab./km². Madre de Deus, embora não seja tão populosa, comparativamente apresenta elevada densidade demográfica (539,58 hab./km²), sendo menor apenas que a de Salvador (3.859,35 hab./km²) e Simões Filho (586,65 hab./km²), como pode ser observado no Mapa 3 que apresenta os dados relacionalmente.

Quanto à origem da população da BTS, tomando como base a naturalidade, são encontradas variações significativas. Madre de Deus⁸ e Simões Filho são os únicos municípios com menos de 50% da população natural da localidade. Vera

⁸ Em Madre de Deus e Saubara os percentuais da população nativa decorrem provavelmente de suas emancipações relativamente recentes.

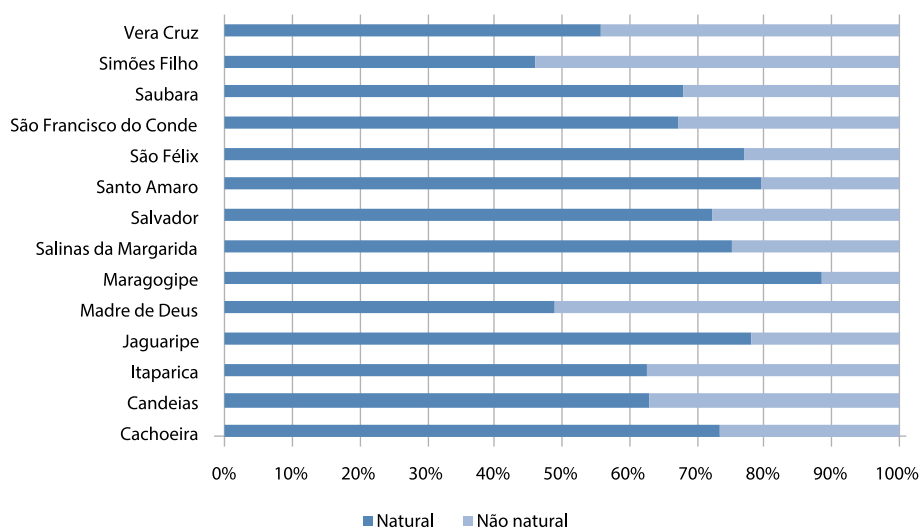


Gráfico 3. Naturalidade da população em relação ao município
Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).

Cruz apresenta em torno de 55% da população nativa; já em Itaparica, Candeias, São Francisco do Conde e Saubara os percentuais ficam um pouco acima dos 60%. Esses percentuais verificados nos municípios da face leste da BTS (como podemos observar no mapa anterior) são menores que os da face oeste, onde se situam Cachoeira, São Felix, Santo Amaro, Maragogipe,⁹ Salinas da Margarida e Jaguaripe, que apresentam percentuais da população nativa superior a 70%.¹⁰

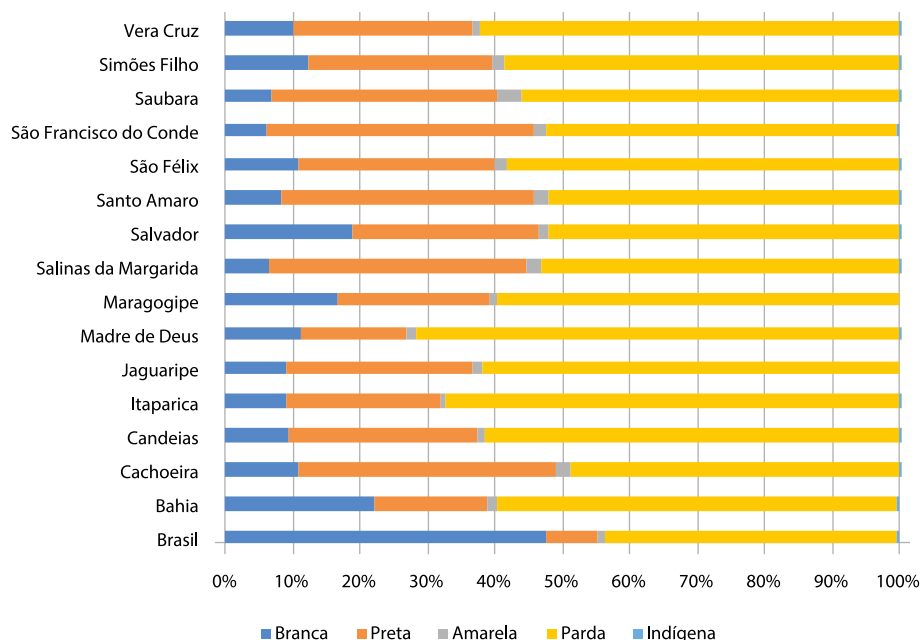
Quanto à distribuição da população por cor ou raças (Gráfico 4), os percentuais da BTS diferem da distribuição observada no país e da totalidade do Estado. Com relação ao contingente de brancos, por exemplo, tem-se 47,51% para o Brasil e 21,98% para a Bahia: em todos os municípios da BTS os percentuais são menores para esse segmento da população. Tomando Salvador como referência comparativa, em que apenas 18,9% se declararam brancos no último censo, ainda assim a capital apresenta o maior percentual de brancos se comparado aos demais municípios: em São Francisco do Conde temos o menor percentual (5,93%), seguido de perto por Salinas da Margarida (6,55%) e Saubara (6,66%). Na sequência encontram-se: Santo Amaro (8,23%), Itaparica (9,02%), Jaguaripe (9,1%), Candeias (9,47%), Vera Cruz (9,98%), São Felix (10,64%), Cachoeira (10,66%), Madre de Deus (10,98%), Simões Filho (12,12%), Maragogipe (16,67%) e, por último, Salvador. (IBGE, 2010)

Os dados estatísticos apresentados evidenciam a predominância da população preta e parda. Somando os totais daqueles que se declaram pretos e pardos, encontramos a distribuição percentual que segue por município: São Francisco do Conde, 91,86%; Salinas, 90,98%; Itaparica, 89,91%; Saubara, 89,71%; Jaguaripe, 89,62%; Santo Amaro, 89,39%; Vera Cruz, 87,99%; Candeias, 89,17%; Madre de Deus,

⁹ Vale destacar que Maragogipe é o município com maior percentual de nativos: acima de 80% da população.

¹⁰ Com exceção de Salvador, que apresenta acima de 70% da população nativa.

Gráfico 4. Raças nos municípios da BTS
Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).



87,61%; São Felix, 87,44%; Cachoeira, 87,03%; Simões Filho, 85,77%; Maragogipe, 82,59%; e Salvador, 79,23%. Vale notar que esta composição varia bastante nos diferentes municípios, a exemplo de Madre de Deus que apresenta a maior população de pardos e São Francisco do Conde que apresenta a maior população de pretos. As vulnerabilidades sociais implicadas nessas características podem, claramente, ser visibilizadas nas difíceis condições de vida e trabalho de seus membros, cujos indicadores são apresentados a seguir.

Condições de vida e trabalho

Entre as atividades econômicas da região da BTS destacam-se as do setor de serviços, como se pode observar no Gráfico 5, que trata da distribuição do PIB municipal por setores da economia. Com exceção de São Francisco do Conde e Candeias, que apresentam maior participação do setor industrial (61,74% e 53,77%, respectivamente), uma vez que nesses dois municípios se encontram a Refinaria Landulpho Alves (São Francisco do Conde) e empresas de grande porte do setor químico (Candeias), nos demais municípios os maiores percentuais estão no setor de serviços. As atividades agropecuárias têm baixa participação na composição do PIB municipal, destacando-se Salinas da Margarida (21,88%), Jaguaripe (20,53%), Saubara (17,53%), Maragogipe (17,52%) e São Felix (11,08%), enquanto os demais municípios apresentam percentuais abaixo dos 10%.

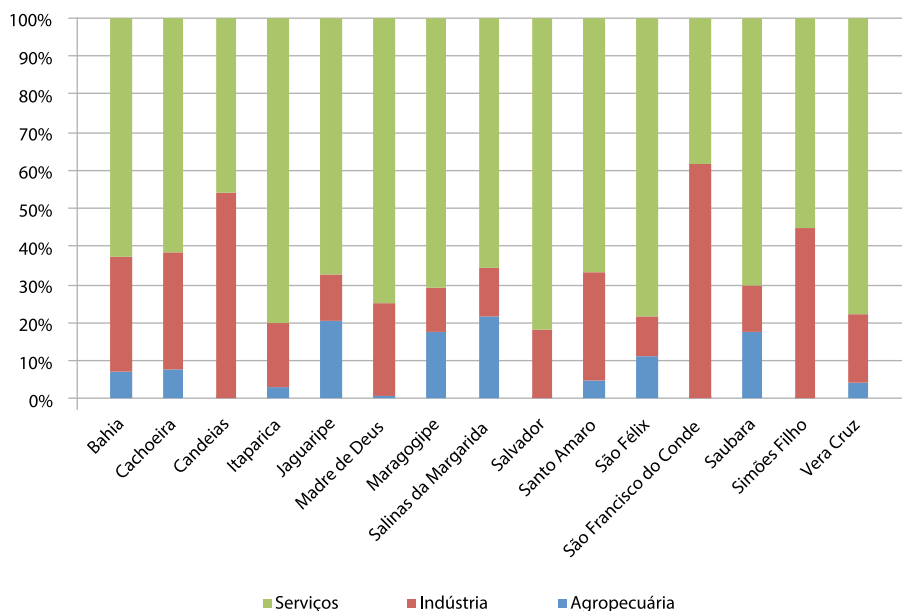


Gráfico 5. PIB municipal segundo os setores da atividade
Fonte: SEI/BA.

Podemos também observar a preponderância das atividades de serviço na distribuição das atividades econômicas que apresentam os principais grupos de ocupação à época da realização do Censo Demográfico de 2010 (Gráfico 6). Os dois grupos de maior destaque são os “trabalhadores dos serviços, vendedores dos comércios e mercados” e os de “ocupações elementares”, justamente ocupações que requerem baixa qualificação profissional. Dentre o grupo de “trabalhadores qualificados da agropecuária, florestais, da caça e da pesca” os percentuais mais altos estão em Maragogipe (34,01%), Salinas da Margarida (33,45%), Saubara (31,99%), São Félix (25,88%) e Jaguaripe (24,36%), apontados no Gráfico 5 como municípios com maior atividade agropecuária.

A concentração do PIB municipal no setor de serviços (referida no Gráfico 5) faz emergir uma paisagem demográfica da região com concentração populacional nas áreas urbanizadas, como é possível observar no Gráfico 7, que apresenta a distribuição dos domicílios por setor rural ou urbano. Segundo a classificação do IBGE para a definição dos setores censitários,¹¹ os domicílios localizados em área urbana configuram mais de 50% em quase todos os municípios, com exceção apenas de Salinas da Margarida e Jaguaripe, justamente os dois municípios com maiores per-

¹¹ A unidade mínima de apuração dos dados do IBGE compreende o “setor censitário”, que é classificado segundo grandes “tipos”: “normal” e “subnormal” (para áreas com carências habitacionais). Além dessa classificação, os setores censitários também são definidos segundo sua “situação”, que pode ser: “área urbanizada de cidade ou vila”; “área urbana isolada”; “aglomerado rural de extensão urbana”; “aglomerado rural isolado (povoado)” e “zona rural, exclusive aglomerado rural”. Conforme o censo de 2010, a situação do domicílio varia segundo sua localização em setor censitário de área urbana ou rural. Sobre a questão da classificação ver Garcia (2010).

centuais de atividade agropecuária. Itaparica é o único município cuja totalidade dos domicílios está localizada em área urbana, seguido de Salvador, com apenas 219 domicílios localizados num único setor censitário (Ilha do Frade) classificado como “zona rural, exclusive aglomerado rural”.

Gráfico 6. Ocupação no trabalho principal de pessoas com 10 anos ou mais de idade
Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).

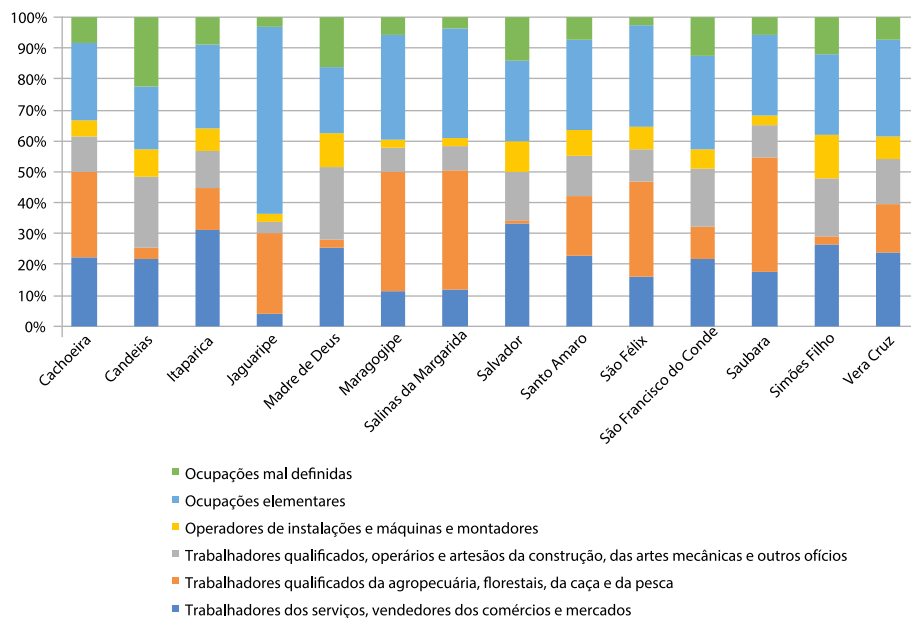
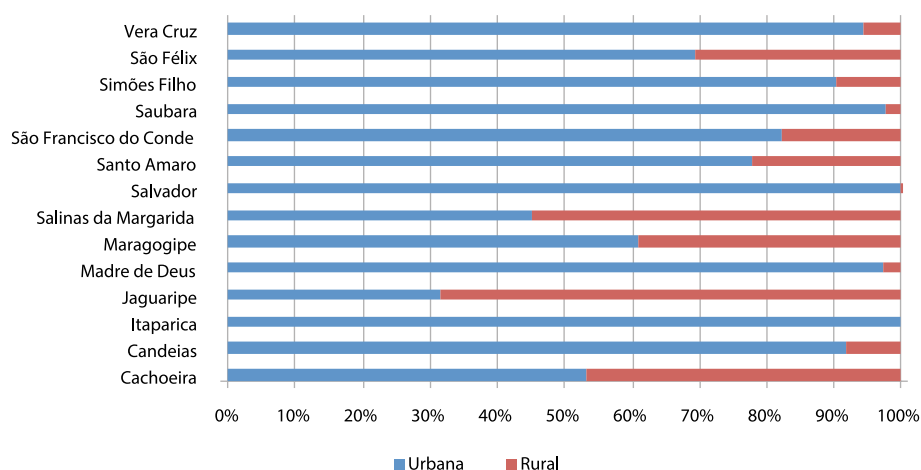


Gráfico 7. Situação dos domicílios na BTS
Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).



Sobre as condições de habitação e do entorno dos domicílios, temos o conjunto dos Gráficos 8 a 12, que apresentam informações relativas ao acesso à energia elétrica, abastecimento de água, esgotamento sanitário, destino do lixo e condições gerais da vizinhança.

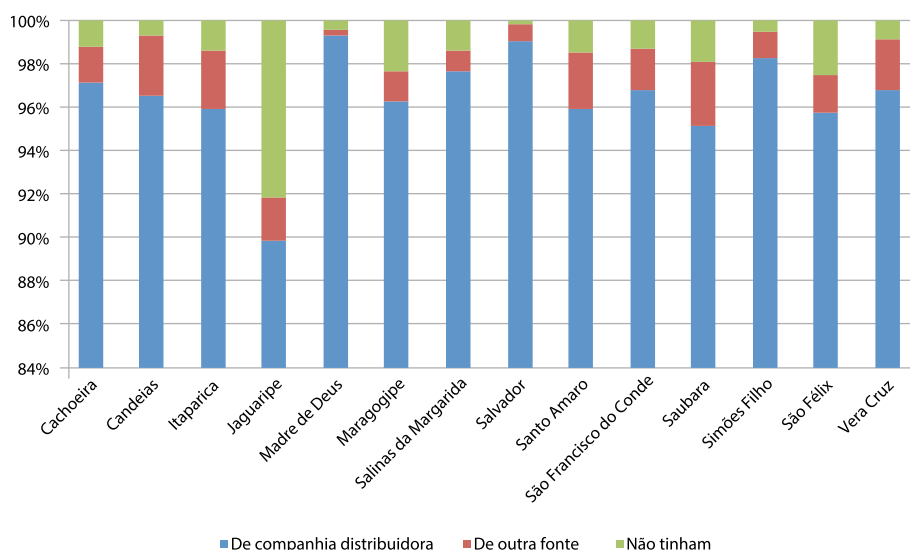


Gráfico 8. Acesso à energia elétrica nos municípios da BTS
Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).

Com referência à energia elétrica – somado o fornecimento por companhia distribuidora e outras fontes –, observam-se discretas variações no Gráfico 8. Os percentuais encontram-se acima dos 95% em quase todos os municípios, com exceção de Jaguarari (superior a 90%). Variação mais acentuada entre os municípios é observada no Gráfico 9, que apresenta as formas de abastecimento de água. Os mais altos percentuais de abastecimento por rede geral são encontrados em Madre de Deus (99,69%), Salvador (98,89%), Saubara (95,03%), Salinas da Margarida (94,26%), Candeias (93,63%), Simões Filho (92,59%) e Vera Cruz (92,43%). Nos outros municípios temos expressiva participação dos poços e nascentes (dentro e fora da propriedade) no abastecimento, como em Jaguaripe (41,8%), Maragogipe (34,1%), São Felix (26,06%), Cachoeira (18,91%) e Santo Amaro (13,83%). Em razão da ausência de informação da procedência do abastecimento incluído na categoria “outras formas de abastecimento”, merecem destaque os percentuais dos municípios de Santo Amaro (5,59%), São Felix (5,49%), Itaparica (4,27%), Cachoeira (4,16%), São Francisco do Conde (3,98%) e Jaguaripe (3,9%).

As condições de acesso ao esgotamento sanitário (Gráfico 10) indicam significativa assimetria entre os municípios da BTS, vindo a apresentar situações socioambientais muito graves, como em Jaguaripe, onde apenas 3,49% dos domicílios estão ligados à rede de esgoto ou pluvial e Salinas da Margarida, com 3,89%. O esgotamento sanitário por rede exclusiva de esgoto é amplamente disponível apenas em Salvador (90,8%) e Madre de Deus (90,74%); já nos demais municípios os percentuais são bem inferiores: os índices ficam um pouco acima dos 50% nos municípios de Candeias (64,36%), São Felix (58,29%), Simões Filho (57,35%), Santo Amaro (52,4%) e São Francisco do Conde (50,1%). Não chegam a 50% de

Gráfico 9. Formas de abastecimento de água nos municípios da BTS
Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).

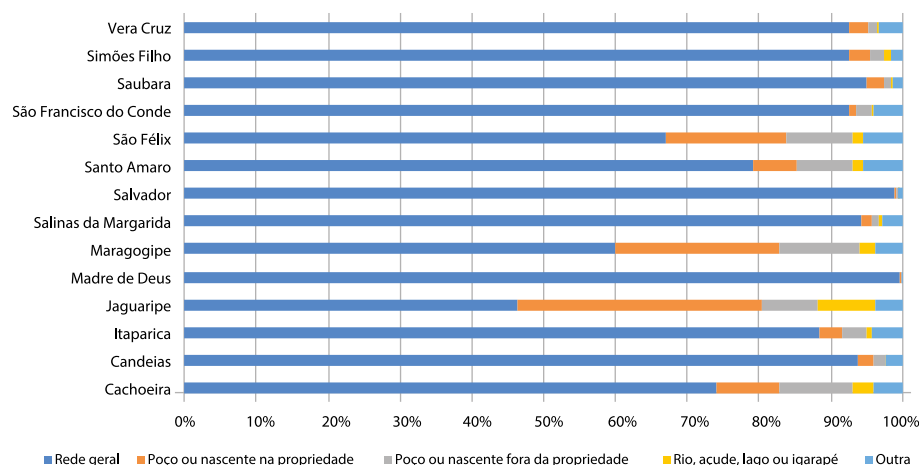
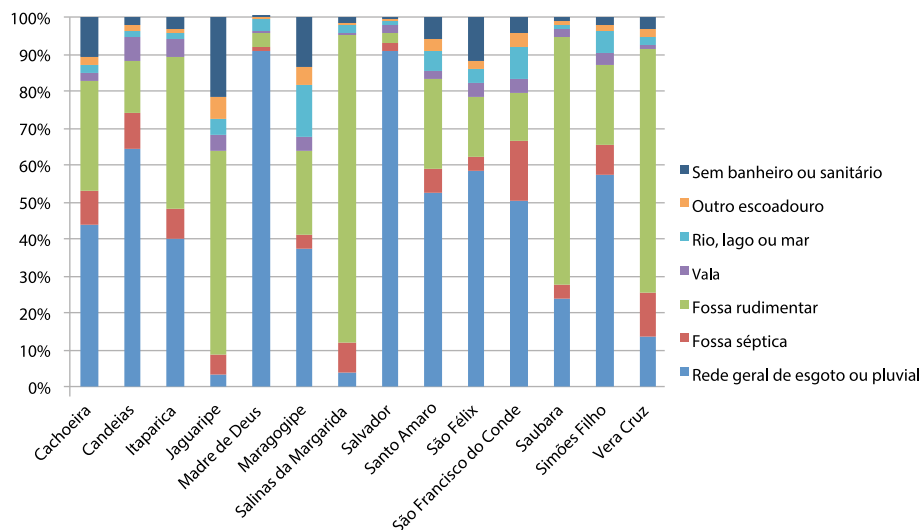


Gráfico 10. Acesso a banheiro e esgotamento sanitário nos municípios da BTS
Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).



esgotamento sanitário adequado os municípios de Cachoeira (43,9%), Itaparica (39,7%), Maragogipe (37,29%), Saubara (23,8%) e Vera Cruz (13,67%).

Os desdobramentos desse quadro podem ser observados nos altos percentuais de esgotamento por meio de “fossa rudimentar”. Salinas da Margarida aparece em primeiro lugar, com 83,62%, seguido de Saubara (67,1%), Vera Cruz (65,99%), Jaguaripe (55,28%), Itaparica (41,08%), Cachoeira (30,09%), Santo Amaro (24,06%), Maragogipe (22,87%), Simões Filho (21,83%), São Felix (16,16%), Candeias (14,06%), São Francisco do Conde (13,34%), Madre de Deus (3,69%) e Salvador (2,5%). Tem destaque negativo, ainda, o despejo de dejetos em “rio, lago ou mar” em 13,94% dos domicílios de Maragogipe. A ausência de banheiro ou sanitário nos domicílios é comum em todos os municípios, com destaque para níveis acima dos 10% em Jaguaripe (21,75%), Maragogipe (13,6%), São Felix (11,75%) e Cachoeira (10,67%).

Quanto ao destino do lixo, também observamos variações significativas entre os municípios. Conforme indica o Gráfico 11, em Madre de Deus 99,32% do lixo é coletado, enquanto no município de Jaguaripe o percentual é de 42,65%. Com relação ao lixo coletado, observa-se que parcela expressiva desse lixo não é “coletado por serviço de limpeza”, sendo “coletado em caçamba de serviço de limpeza”, o que significa dizer que o lixo fica depositado por períodos variáveis nas proximidades das residências. Em Salvador, por exemplo, embora 96,65% do lixo seja coletado, apenas 61,23% desse lixo é retirado de circulação pelos serviços de limpeza, os outros 35,42% são depositados em caçambas que nem sempre tem regularidade de retirada. Merecem, ainda, destaque os percentuais dessa forma de coleta em caçambas nos municípios de Itaparica (30,86%), São Francisco do Conde (28,36%), Simões Filho (22,22%), Vera Cruz (21,7%), Candeias (17,8%), Jaguaripe (14,2%) e Salinas da Margarida (13,98%).

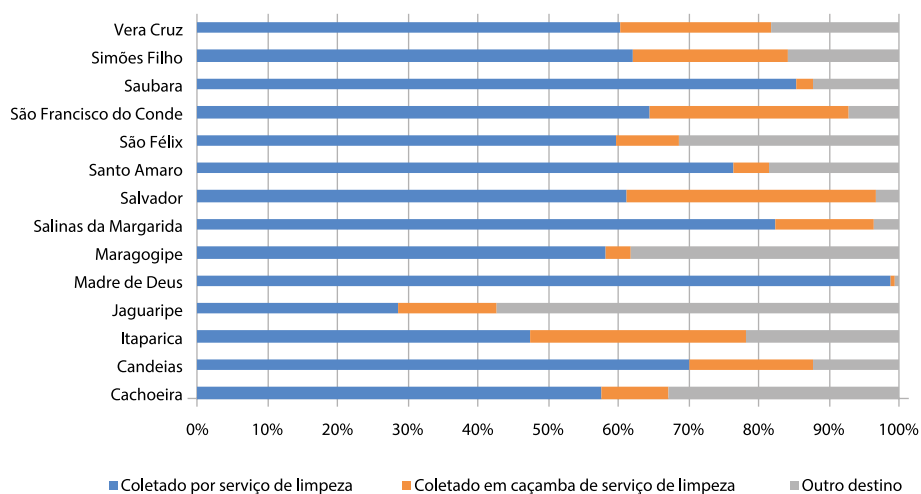
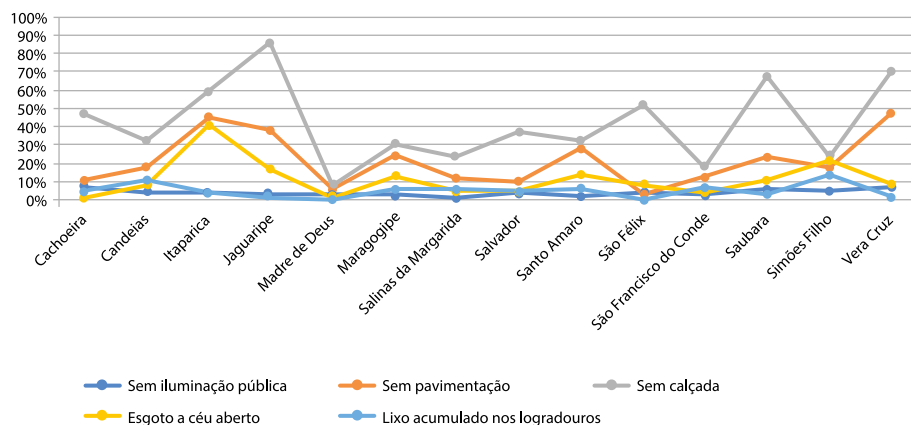


Gráfico 11. Destino do lixo nos municípios da BTS
Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).

O Gráfico 12 apresenta informações acerca das condições dos domicílios com base em cinco indicadores observados no seu entorno: 1) existência de iluminação pública, 2) pavimentação de ruas, 3) calçadas, 4) existência de esgoto a céu aberto e 5) lixo acumulado. Pode-se depreender que na BTS o maior problema reside na ausência de calçadas. Com exceção de Madre de Deus (7,44%) os demais municípios apresentam percentuais superiores a 20%, sendo Jaguaripe o de maior percentual: 86,18%. A seguir, temos a “ausência de pavimentação” como o segundo maior problema para o conjunto da BTS. No indicador “esgoto a céu aberto” observam-se variações importantes entre os municípios: Itaparica se destaca dos demais, com 40,64%, enquanto em Cachoeira temos 0,71%. Com relação ao “lixo acumulado nos logradouros” destacam-se Simões Filho (13,43%) e Candeias (10,53%). Por fim,

a ausência de iluminação pública configura o problema com menores percentuais para a totalidade dos municípios.

Gráfico 12. Condições do entorno dos domicílios da BTS
Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).



Indicadores de vulnerabilidade

Para iniciarmos o mapeamento das vulnerabilidades na BTS, um importante indicador para aferir a qualidade de vida dos municípios é o Índice Municipal de desenvolvimento humano (IDH-M). Originalmente criado para medir o desenvolvimento humano dos países (IDH), o IDH-M é gerado a partir das mesmas dimensões do IDH – educação (taxa de alfabetização e matrícula), longevidade (esperança de vida ao nascer) e renda (PIB *per capita*) –, mas com algumas diferenças na produção dos indicadores dessas dimensões. Com metodologia desenvolvida por pesquisadores da Fundação João Pinheiro e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), o IDH-M é resultado da média aritmética simples desses três subíndices, cujos valores de referência mínimo e máximo serão equivalentes a 0 e 1: quanto melhor o desempenho municipal, mais próximo o seu índice estará de 1.

Como se observa na Tabela 1, que apresenta o IDH-M de 2010, a quase totalidade dos municípios encontra-se numa posição mediana, considerando o *ranking* brasileiro. Salvador apresenta o maior IDH-M – mas abaixo de várias capitais do Nordeste –, enquanto Jaguaripe apresenta o pior indicador.

Se considerarmos a evolução do IDH-M, podemos observar uma melhora dos indicadores para a totalidade dos municípios da BTS, embora as posições relativas tenham se mantido as mesmas.

Tabela 1. IDH-M dos municípios da BTS em 2010

Município	IDHM	Classificação	Posição no Brasil
São Caetano do Sul (SP)	0,862	Muito alto	1
Salvador	0,759	Alto	383
Madre de Deus	0,708	Alto	1665
Candeias	0,691	Médio	2161
Simões Filho	0,675	Médio	2545
São Francisco do Conde	0,674	Médio	2573
Itaparica	0,670	Médio	2663
Cachoeira	0,647	Médio	3172
Santo Amaro	0,646	Médio	3186
Vera Cruz	0,645	Médio	3201
São Félix	0,639	Médio	3312
Maragogipe	0,621	Médio	3680
Salinas da Margarida	0,617	Médio	3756
Saubara	0,617	Médio	3756
Jaguaripe	0,556	Baixo	5116
Melgaço (PA)	0,418	Muito Baixo	5565

Fonte: Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento (2013).

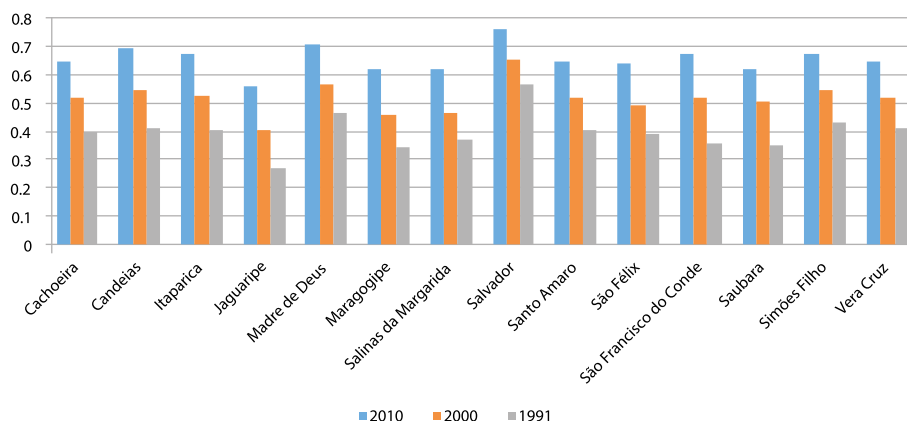


Gráfico 13. Evolução do IDMH na BTS

Fonte: Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento (2013).

Passemos, agora, às vulnerabilidades no âmbito dos municípios. Conforme já apontamos acima, no Censo Demográfico a distribuição dos setores censitários apresenta uma classificação por tipo de setor: normal e subnormal, sendo esses últimos caracterizados como assentamentos irregulares que são normalmente identificados segundo diferentes designações: favelas, invasões, grotas, baixadas,

comunidades, vilas, ressacas, mocambos, palafitas, entre outros. O conceito de “aglomerado subnormal”, que foi usado pela primeira vez no Censo Demográfico de 1991, pretendeu recobrir um ou mais setores censitários subnormais contíguos, de forma a produzir informações específicas de regiões vulneráveis dos municípios. No Censo Demográfico de 2010 esse conceito foi aprimorado, buscando-se informações mais detalhadas sobre as condições de vida dessas populações.¹² Dentre os 14 municípios da BTS, são encontrados aglomerados subnormais em seis deles, correspondendo a 30,56% da população total da BTS. A Tabela 2 apresenta os percentuais da população vivendo em aglomerados subnormais por município da BTS, destacando-se a capital, com 1/3 de sua população nessas condições (33,06%), seguido do município de Vera Cruz e São Francisco do Conde, com 20,15% e 14,99% da população, respectivamente.

Tabela 2. População em aglomerados subnormais na BTS

Município	População residente		Número de setores censitários subnormais	Número de aglomerados subnormais
	Total	Em aglomerados subnormais (%)		
Candeias	82.984	8.76	10	4
Itaparica	20.699	5.72	2	1
Salvador	2.668.078	33.06	1094	242
São Francisco do Conde	33.168	14.99	9	2
Simões Filho	117.535	1.31	1	1
Vera Cruz	37.473	20.15	9	7
Total BTS	2.959.937	30.56	1122	257
Total Bahia	13.992.202	6.93	1198	280

Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).

No âmbito dos aglomerados subnormais dos municípios da BTS, as condições de vida mais severas decorrem, dentre outros fatores, da precariedade de serviços públicos se comparados aos oferecidos ao conjunto da população do município. Essa desigualdade, no entanto, apresenta-se de forma diferenciada conforme o tipo de serviço em questão: com relação à distribuição de energia elétrica não se verificam desequilíbrios entre os oferecidos à população em geral e à dos aglomerados subnormais. É o que se observa na Tabela 3: com exceção de Salvador,

¹² Segundo definição do IBGE (2011), aglomerado subnormal é um “[...] conjunto constituído de, no mínimo, **51 unidades habitacionais** (barracos, casas...) carentes, em sua maioria de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa.” Mais informações sobre as inovações do censo 2010 com relação aos aglomerados subnormais, ver IBGE (2011).

nos demais municípios poucos domicílios ainda não contam com acesso à energia elétrica.

Tabela 3. Acesso à energia elétrica em domicílios dos aglomerados subnormais da BTS

Municípios	Tinham	Não tinham
Vera Cruz	2.224	8
Simões Filho	454	7
São Francisco do Conde	1.466	7
Salvador	274.437	890
Itaparica	372	2
Candeias	2.175	21

Fonte: IBGE, Censo Demográfico (2010).

O abastecimento de água nos aglomerados subnormais, se comparado ao conjunto da população (Gráfico 9), encontra-se em situação semelhante ao verificado no acesso à energia elétrica: percentuais aproximados para a população em geral e para a população dos aglomerados subnormais. O percentual da população cujo abastecimento de água é proveniente da rede geral de distribuição situa-se acima dos 90% em todos os municípios, a exceção é o município de Itaparica que apresenta percentuais inferiores de abastecimento de água nos aglomerados subnormais (cerca de 80%), comparado ao da população em geral do mesmo município (quase 90%). Em Candeias, Simões Filho, Salvador, Vera Cruz e São Francisco do Conde os percentuais do abastecimento de água se aproximam daqueles da população em geral, nos quatro municípios os percentuais, tanto para a população em geral, quanto nas outras áreas, situam-se acima de 90%.

Os indicadores de esgotamento sanitário apresentam percentuais bem mais baixos do que os de energia elétrica e abastecimento de água. Quatro municípios apresentam percentuais de coleta de esgoto ou pluvial para os aglomerados subnormais próximos aos do conjunto da população do município (Gráfico 10). São eles: Simões Filho, entre 50% e 60% (para o conjunto da população e para os aglomerados subnormais); Vera Cruz, entre 10% e 20% (para o conjunto da população e para os aglomerados subnormais); Candeias, com cerca de 60% (para o conjunto da população) e 50% (para os aglomerados subnormais) e Salvador, com quase 90% (para o conjunto da população) e cerca de 80% (para os aglomerados subnormais). Nos municípios de Itaparica e São Francisco do Conde observam-se maiores variações entre os percentuais. Nesse último município os percentuais são de quase 50% para a totalidade dos domicílios em contraste com índices entre 20% e 30% para os domicílios em aglomerados subnormais. Em Itaparica, se a situação já é

bastante precária para o conjunto da população – não chegam a 40% os domicílios que dispõem de rede esgotamento sanitário –, no único aglomerado subnormal do município o indicador não chega a 10%.

Em relação ao destino do lixo, temos quatro municípios em que os percentuais de coleta de lixo por serviço de limpeza (excluída a coleta de lixo em caçambas) nos aglomerados subnormais estão abaixo dos percentuais para a totalidade da população do município: Candeias (em torno de 40% para os aglomerados subnormais e 70% para a totalidade da população); Salvador (um pouco acima de 40% para os aglomerados subnormais e 61% para a totalidade da população); São Francisco do Conde (em torno de 50% para os aglomerados subnormais e 65% para a totalidade da população) e Vera Cruz (quase 30% para os aglomerados subnormais e quase 60% para a totalidade da população). Os municípios de Simões Filho e Itaparica apresentam percentuais diferenciados: em Simões Filho, temos em torno de 80% de coleta nos aglomerados subnormais e 60% para a totalidade dos domicílios; em Itaparica são mais de 60% para aglomerados subnormais e pouco mais de 40% para o conjunto do município.

Uma referência importante para mensuração do contingente populacional em situação de vulnerabilidade é o Cadastro Único (CadÚnico) disponível no sítio virtual do Ministério do Desenvolvimento Social (MDS). Esse cadastro disponibiliza informações sobre o contingente das famílias de baixa renda de cada município: número de famílias e total da população cadastrada, dentre outras informações.

A Tabela 4¹³ destaca os altos índices de famílias pobres em quase todos os municípios da BTS. Apenas quatro deles apresentam percentuais abaixo dos 50%: em ordem decrescente temos Simões Filho, Madre de Deus, Candeias e Salvador. Esses mesmos municípios apresentam os menores percentuais de domicílios com rendimento mensal *per capita* de até ½ salário mínimo: 40% em Simões Filho, 36% em Candeias, 35% em Madre de Deus, e 27% em Salvador. Nos demais municípios os percentuais são, em ordem decrescente: Jaguaripe (66%), Maragogipe (59%), Salinas da Margarida (58%), Saubara (56%), São Felix (52%), Cachoeira (49%), Santo Amaro (48%), Itaparica (47%), Vera Cruz (46%) e São Francisco do Conde (44%).

O CadÚnico do MDS também disponibiliza informações das famílias segundo seu pertencimento à “grupos populacionais tradicionais e específicos”. São 16 grupos e/ou situações distribuídos em quatro categorias: a) grupos de origem étnica (famílias “quilombolas”, “indígenas”, “ciganas” e “pertencentes a comunidades de terreiro”); b) grupos relacionados ao meio ambiente (famílias “extrativistas”, “de

.....
¹³ A tabela apresenta os percentuais da população do CadÚnico a partir de duas bases de dados: as informações do MDS, disponíveis apenas em números absolutos, foram coletadas em dezembro de 2012, e cotejadas com o total da população do Censo de 2010, com a finalidade de calcular o percentual. Embora cientes de que existe um intervalo de dois anos entre as informações, consideramos que podiam ser tomadas como indicativo para calcular o percentual da “população de baixa renda”.

pescadores artesanais” e “ribeirinhas”); c) grupos relacionados ao meio rural (famílias “de agricultores familiares”, “assentadas da reforma agrária”, “beneficiárias do PNCF”¹⁴ e “acampadas”); d) grupos em situações conjunturais (famílias, “atingidas por empreendimentos de infraestrutura”, “com pessoa presa no sistema carcerário”, “em situação de rua”, “de catadores de material reciclável” e “em situação de trabalho infantil”¹⁵.

Tabela 4. Estimativa de pessoas cadastradas no CadÚnico nos municípios da BTS (%)

Município	Percentual
Jaguaripe	81,21
Saubara	79,25
Salinas da Margarida	73,85
Itaparica	71,38
Maragogipe	71,33
Santo Amaro	70,82
Vera Cruz	69,98
São Félix	68,3
São Francisco do Conde	67,06
Cachoeira	64,86
Simões Filho	49,38
Madre de Deus	48,41
Candeias	41,45
Salvador	36,8

Fonte: IBGE, Censo Demográfico / BRASIL, CadÚnico (2010).

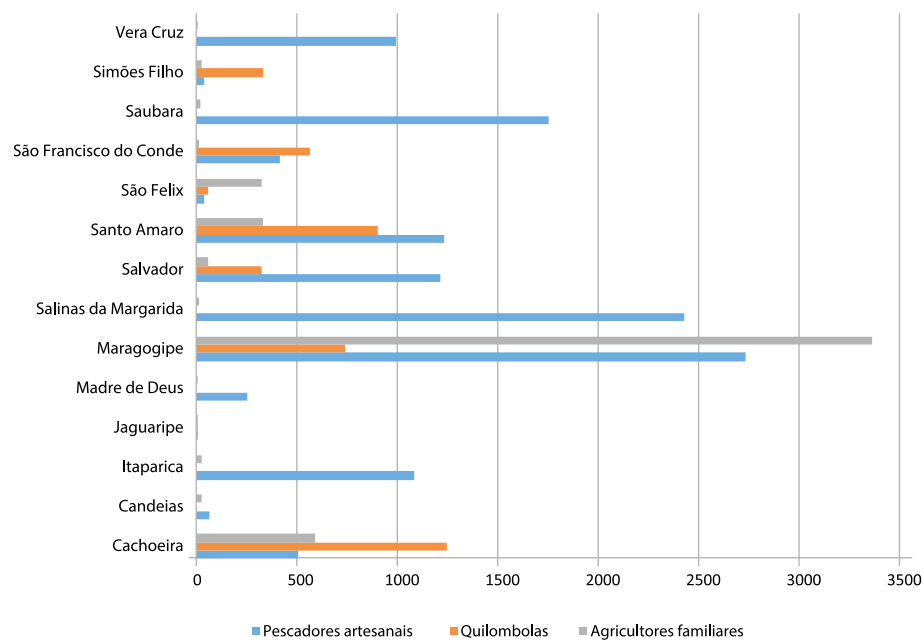
Vale ressaltar que os números de famílias indicadas são inexpressivos em várias dessas categorias e não parecem refletir a intensidade das vulnerabilidades existentes na BTS, apontando provavelmente para os problemas em relação ao registro dessas categorias no Centros de Referência de Assistência Social (CRAS) existentes nos municípios. É o caso, por exemplo, das famílias “em situação de rua”: com exceção de Salvador, com 408 famílias, nos demais municípios provavelmente

¹⁴ “São famílias cujo responsável é beneficiário direto do Programa Nacional de Crédito Fundiário, detentor do financiamento, conforme Lei Complementar nº 93, de 04 de fevereiro de 1998”. Disponível em: <http://www.mds.gov.br/cgsgrupos_populacionais/textos/beneficiarios_do_prog_nac_de_cred_fund.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2013.

¹⁵ Ao acessarmos os dados do CadÚnico em março de 2013 constava a categoria “famílias com componente resgatado do trabalho escravo”, categoria que não aparece no cadastro referente aos dados de novembro de 2015, que são os apresentados neste trabalho. (BRASIL, 2015)

existe uma subnotificação¹⁶ e das famílias “pertencentes a comunidades de terreiro” em municípios com ampla população de religiões afro-brasileiras como Jaguaripe (0), Salinas da Margarida (2) e Vera Cruz (3). Sobre a notificação de famílias “de catadores de material reciclável”, vale destacar Salvador (1478) e Simões Filho (100), sendo bem menor o número em Santo Amaro (23), São Francisco do Conde (17) e Madre de Deus (15). Nos demais municípios os números são inexpressivos ou inexistentes. Notificações referentes a famílias “atingidas por empreendimentos de infraestrutura” existem apenas em Salvador (9) e Simões Filho (6). Considerando as transformações recentes pelas quais vem passando as populações dos municípios de Maragogipe e Salinas da Margarida em decorrência das atividades do Estaleiro Enseada, caberia problematizar a forma como tais dados são construídos.

Gráfico 14. Quilombolas, pescadores artesanais e agricultores familiares por município
Fonte: BRASIL, CadÚnico, novembro de (2015).



No Gráfico 14, são destacadas apenas as situações numericamente mais expressivas, mas mesmo nesses casos, devemos ter cautela quanto aos números já que não podemos estabelecer termos de comparação – os CRAS realizam o levantamento de forma autônoma em nível municipal. Ainda assim, podemos verificar subnotificação em várias categorias, como no caso de Jaguaripe, com números reduzidíssimos em todas as categorias. Apesar de todos esses problemas, vale a pena apresentar a distribuição, pelos municípios, dos grupos mais expressivos: as famílias de “pescadores artesanais”,¹⁷ com destaque para Maragogipe (2.723), Salinas da Margarida (2.427),

¹⁶ Há registros apenas em Cachoeira (2), Maragogipe (2), Salinas da Margarida (1) e Simões Filho (2).

¹⁷ Voltaremos à análise dessa categoria mais adiante.

Saubara (1.757), Salvador (1.214) e Itaparica (1.086); as de “agricultores familiares”, sendo em Maragogipe o maior contingente (3.367), muito acima dos demais municípios. Por fim, as famílias “quilombolas”, com registros nos municípios de Cachoeira (1.249), Santo Amaro (902), Maragogipe (743), São Francisco do Conde (564), Simões Filho (330), Salvador (326) e São Felix (61), municípios da BTS que apresentam registro de comunidades certificadas pela Fundação Cultural Palmares.

Cartografia da vulnerabilidade

Os municípios da BTS apresentam no seu conjunto 4.348 setores censitários, sendo 3.238 deles na categoria “normal” e 1.125 na categoria “subnormal”. (IBGE, 2010) Considerando o enorme contingente populacional da cidade de Salvador, esta apresenta, evidentemente, o maior número de setores censitários dentre os municípios da BTS: 3.546. Por outro lado, esta cidade que também convive com os problemas característicos das metrópoles brasileiras, respondendo pela quase totalidade dos setores subnormais de toda a região: 1.094 setores censitários subnormais. O restante dos setores subnormais se encontram assim distribuídos: 10 setores em Candeias, 2 em Itaparica, 9 em São Francisco do Conde, 9 em Vera Cruz e 1 em Simões Filho. A cartografia do território, tomando como referência a distribuição entre setores normais e subnormais, configura um indicativo das áreas mais vulneráveis para o conjunto da região.

Além do mapeamento dos setores subnormais, também realizamos uma cartografia das áreas de vulnerabilidade para construção do Índice de Vulnerabilidade da BTS (IDV/BTS), tomando como referência o Índice de Vulnerabilidade (IDV), desenvolvido a partir da Identificação dos Domicílios em Vulnerabilidade (IDV) disponibilizado pelo MDS. A base de dados disponível no MDS apresenta microdados por setor censitário, compreendendo variáveis sobre a população residente em domicílios particulares permanentes: situação do domicílio (urbano ou rural), analfabetismo, condições dos domicílios, renda *per capita*, quantidade de crianças e idosos.

Para a construção do IDV/BTS consideramos oito indicadores do IDV do MDS: rendimentos *per capita* de até 70 reais, domicílios em outra situação de ocupação (não regularizados), domicílios com outra forma de abastecimento, domicílios sem banheiro exclusivo dos moradores, domicílios sem energia elétrica, responsáveis analfabetos, quantidade de crianças de 0 a 6 anos e de pessoas com 65 anos ou mais de idade. Além dessas variáveis foi incluída a variável “outro destino do lixo”, a partir dos dados do Censo 2010, perfazendo um total de nove variáveis. A Tabela 5 apresenta a distribuição dos setores censitários dos municípios da BTS pelos graus de vulnerabilidade.

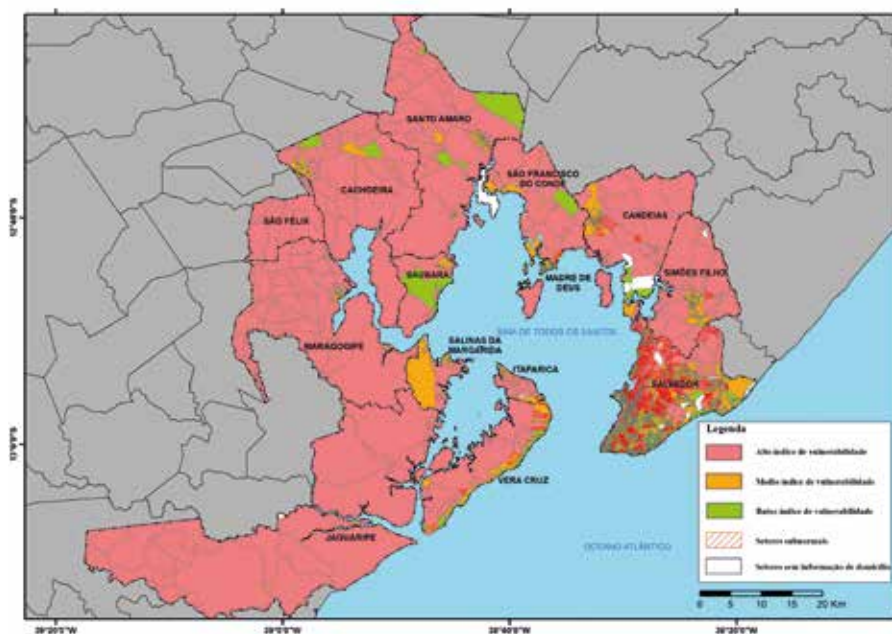
Tabela 5. Vulnerabilidades nos setores censitários da BTS

Município	Setores Censitários						Total
	Alta vulnerabilidade		Média vulnerabilidade		Baixa vulnerabilidade		
	N °	%	N °	%	N °	%	
Cachoeira	41	62.1	20	30.3	5	7.67	66
Candeias	36	34.3	58	55.23	11	10.5	105
Itaparica	21	45.7	18	39.1	7	15.2	46
Jaguaripe	32	94.1	2	5.9	0	0	34
Madre de Deus	0	0	11	35.5	20	64.5	31
Maragogipe	57	72.2	11	13.9	11	13.9	79
Salinas da Margarida	9	37.5	13	54.2	2	8.3	24
Salvador	1.170	33.0	1.406	39.7	969	27.3	3.545
Santo Amaro	60	52.2	38	33.0	17	14.8	115
Saubara	10	28.6	11	31.4	14	40.0	35
Simões Filho	38	29.7	64	50,0	26	20.3	128
São Felix	15	68.2	5	22.7	2	9.1	22
São Francisco do Conde	16	38.1	24	57.1	2	4.8	42
Vera Cruz	26	28.9	33	36.7	31	34.4	90
Total	1.531	35.1	1.714	39.3	1.117	25.6	4.362

Fonte: ObservaBaía a partir dos dados do Censo (2010).

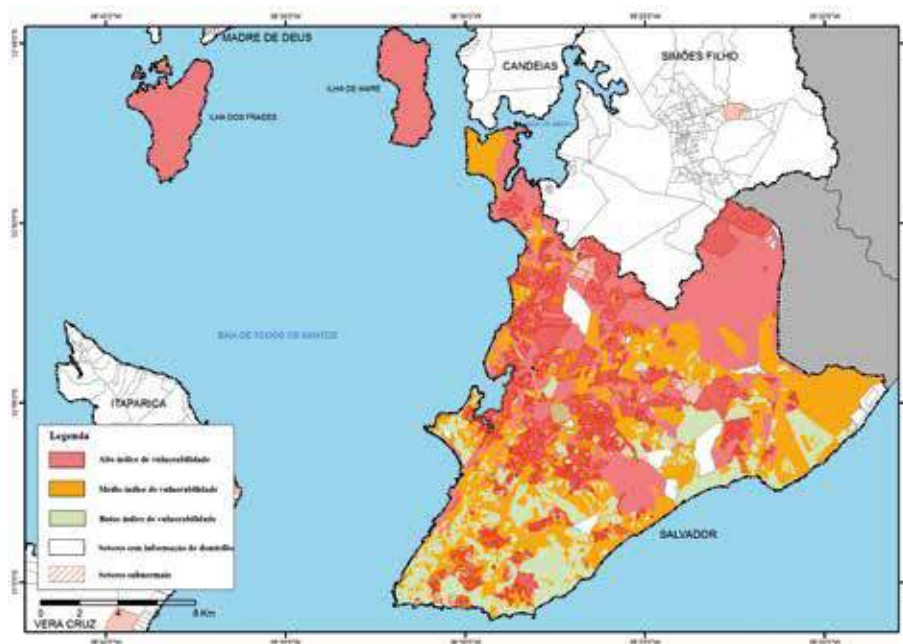
Os percentuais de alta vulnerabilidade são expressivos na quase totalidade dos municípios, com exceção apenas de Madre de Deus, que não apresenta setores censitários nessa situação (com indicador mais elevado de baixa vulnerabilidade: 64,5%). O município de Jaguaripe se encontra no outro extremo do *ranking*, com 94,1% de setores em alta vulnerabilidade e sem contabilizar nenhum setor censitário de baixa vulnerabilidade. A distribuição dos setores censitários segundo a classificação realizada pelo IBGE para os setores subnormais e pelo nosso Índice de Vulnerabilidade (IDV) é apresentada no Mapa 4.¹⁸

¹⁸ A distribuição dos setores censitários foi organizada em três graus de vulnerabilidade: alto, moderado e baixo, com uso da “análise de classe latente”. A análise de classe latente é um método estatístico que tem por base um modelo de constructo em que se consideram probabilidades para identificar grupos de indivíduos que são semelhantes no que diz respeito às variáveis observadas. Para determinação do número de classes (grupos) tem sido proposta a combinação de uma variedade de critérios estatísticos, entre eles destacam-se: critério de informação Akaike (CIA) (AKAIKE, 1983), critério de informação Bayesiano (CIB) (SCHWARZ, 1978), teste de razão de verossimilhança Lo-Mendell-Rubin (LMR) (LO; MENDELL; RUBIN, 2001) e o teste de razão verossimilhança *bootstrap*. (MCLACHLAN, 1987) Os critérios Akaike e Bayesiano são os mais utilizados.



Mapa 4. Vulnerabilidades nos setores censitários da BTS
Fonte: IBGE/ MDS/ ObservaBaía.

A cartografia das vulnerabilidades por setores censitários dos municípios da BTS, conforme indicado nos Mapas 4 e 5, pode ser cotejada com os dados sobre a distribuição das vulnerabilidades considerando-se a população residente. Dessa forma, podemos “refinar” nossa análise, mensurando as desigualdades populacionais, como apresentado na Tabela 6



Mapa 5. Vulnerabilidades nos setores censitários de Salvador
Fonte: IBGE/ MDS/ ObservaBaía.

Tabela 6. Vulnerabilidades na população da BTS

Município	Alta vulnerabilidade	Média vulnerabilidade	Baixa vulnerabilidade
Cachoeira	58%	37%	5%
Candeias	29,60%	61,80%	8,60%
Itaparica	49%	43%	8%
Jaguaripe	93%	7%	0%
Madre de Deus	0%	44%	56%
Maragogipe	71%	18%	11%
Salinas da Margarida	37%	57%	6%
Salvador	37,46%	41,36%	21,18%
Santo Amaro	46%	39%	15%
São Felix	73%	20%	7%
São Francisco do Conde	34%	63%	3%
Saubara	26%	60%	14%
Simões Filho	28,60%	52,70%	18,70%
Vera Cruz	41,90%	41,60%	16,50%

Fonte: IBGE/ ObservaBaía.

Para o total da população da BTS os percentuais de vulnerabilidade populacional são: 38,02% (alta vulnerabilidade), 42,03% (média vulnerabilidade) e 19,95% (baixa vulnerabilidade). No entanto, se considerarmos os percentuais de cada município vemos enormes diferenças nessa distribuição. A face leste da BTS apresenta os maiores contingentes populacionais de alta vulnerabilidade – Jaguaripe (93%), São Felix (73%), Maragogipe (71%) e Cachoeira (58%) –, contrastando, assim, com os percentuais mais baixos da face oeste – Madre de Deus (0%), Simões Filho (28,60%), Candeias (29,60%) e Salvador (37,46%). No entanto, mesmo considerando esses contrastes, os índices de alta vulnerabilidade recobrem uma parcela significativa da população em quase todos os municípios (com exceção de Madre de Deus): os tímidos percentuais da população em baixa vulnerabilidade confirmam a gravidade das condições de vida na BTS.

Pescadores e marisqueiras: características e vulnerabilidades

Para melhor compreendermos as dimensões das vulnerabilidades na BTS apresentamos um perfil dos pescadores e marisqueiras, uma categoria de trabalhadores

altamente sensível às transformações nos ambientes marinhos e estuarinos das cidades e periferias urbanas dos municípios que compõem essa região. Os dados quantitativos, elaborados a partir das carteiras ativas dos pescadores, foram obtidos na Superintendência Federal da Pesca e Aquicultura na Bahia, em 2013. Os pescadores que apresentavam carteira ativa nesse ano de referência totalizaram 37.679, distribuídos por município: Vera Cruz, 5.996; Salvador, 5.925; Salinas, 5.862; Santo Amaro, 4.046; Saubara, 3.759; Maragogipe, 3.617; Itaparica, 2.156; São Francisco do Conde, 1.660; Jaguaripe, 1.650; Cachoeira, 1.242; Madre de Deus, 1.029; Candeias, 594; Simões Filho, 94; e São Felix, 49.

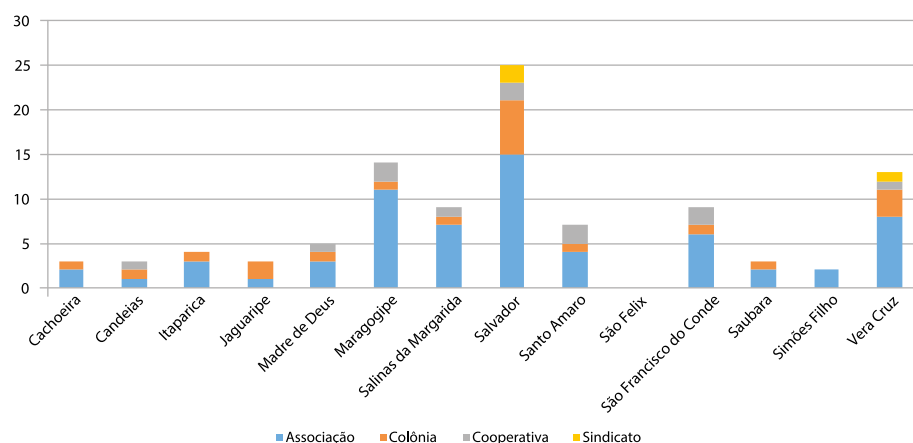
Destacam-se nessa distribuição três municípios: Vera Cruz (5.996), com mais pescadores que Salvador (5.925) e Salinas da Margarida (5.862). Podemos observar um grupo intermediário de municípios, compreendendo Santo Amaro (4.046), Saubara (3.759) e Maragogipe (3.617), Itaparica (2.156), São Francisco do Conde (1.660), Jaguaripe (1.650), Cachoeira (1.242) e Madre de Deus (1.029). Por fim, os municípios com menos pescadores são Candeias (594), Simões Filho (94) e São Felix (49).



Foto 1. Pescadores em Santiago do Iguape, Cachoeira
Fonte: Acervo ObservaBaía (2015).

Enquanto categoria profissional, os pescadores e marisqueiras da BTS estão organizados em colônias de pescadores (20), associações de pescadores (65) e sindicatos (3). Além das organizações profissionais, também encontramos as cooperativas de pesca (12). O Gráfico 15 apresenta a distribuição das organizações por município.

Gráfico 15. Organizações de pescadores por município da BTS
Fonte: Projeto Geografar e ObservaBaía (2013).



Em quase todos os municípios encontramos colônias de pescadores, com exceção de Simões Filho e São Felix, municípios que apresentam os menores registros de pescadores, conforme indicado no Gráfico 16. Vale também registrar dois municípios com mais de uma Colônia: Salvador (6) e Vera Cruz (3). Com relação às associações de pescadores, o destaque fica para Salvador (com 15) e Maragogipe (com 11), seguido de Vera Cruz (com 8), Salinas da Margarida (com 7), São Francisco do Conde (com 6), Santo Amaro (com 4) e Itaparica (com 3). Cachoeira, Saubara e Simões Filho apresentam, cada um, 2 associações; Candeias e Jaguaripe, uma associação por município. Salvador e Vera Cruz são os municípios com sindicato: 2 e 1, respectivamente. Quanto às cooperativas, encontramos 2 em cada um dos seguintes municípios: Maragogipe, Salvador, Santo Amaro e São Francisco do Conde; já em Candeias, Madre de Deus, Salinas da Margarida e Vera Cruz, temos 1 cooperativa por município.

Como se pode depreender das indicações acima, as associações se destacam quantitativamente em relação às colônias (Simões Filho não apresenta Colônia, mas existem 2 associações). No entanto, embora em maior quantidade numérica, ainda são as colônias que recebem o maior contingente de pescadores filiados (24.972, que corresponde a 66%), ficando as associações com um número bem menor de filiados (9.56, 26%). Por fim, também não é desprezível o número de pescadores não filiados a nenhuma das duas organizações: 3.146 (8%).

Para melhor visualização da distribuição etária dos pescadores organizamos quatro classes de idade: menor de 28 anos (5.858), entre 28 a 36 anos (8.423), de 37 a 45 anos (6.928) e maior de 45 anos (6.491).¹⁹ Os valores entre parênteses indicam que uma grande segmentação de idade, com ligeira ênfase nos jovens adultos,

¹⁹ Esses dados excluem os municípios de Salinas da Margarida e Santo Amaro, que não apresentam essas informações nas fichas dos pescadores ativos. Por essa razão, o Gráfico 17 "Pescadores com carteira ativa por município e grupos de idade" não inclui esses municípios.

mas sem desconsiderar a importância numérica dos pescadores mais velhos. O Gráfico 16, apresenta a distribuição das classes de idade por município.

No Gráfico 16, a distribuição dos percentuais das classes de idade por município, possibilita observar algumas diferenças: Maragogipe e Jaguaripe apresentam os maiores percentuais de pescadores jovens (um pouco superior a 30%); em contrapartida, em Simões Filho temos o menor percentual de jovens pescadores (abaixo do 10%); nos demais municípios (com exceção de Salinas da Margarida e Santo Amaro, sem dados) os percentuais variam entre 10% e 30%. Na outra ponta da distribuição etária, Madre de Deus e Salvador apresentam percentuais superiores a 30% de pescadores com mais de 45 anos; em todos os demais municípios esses percentuais variam entre 20% e 30%.

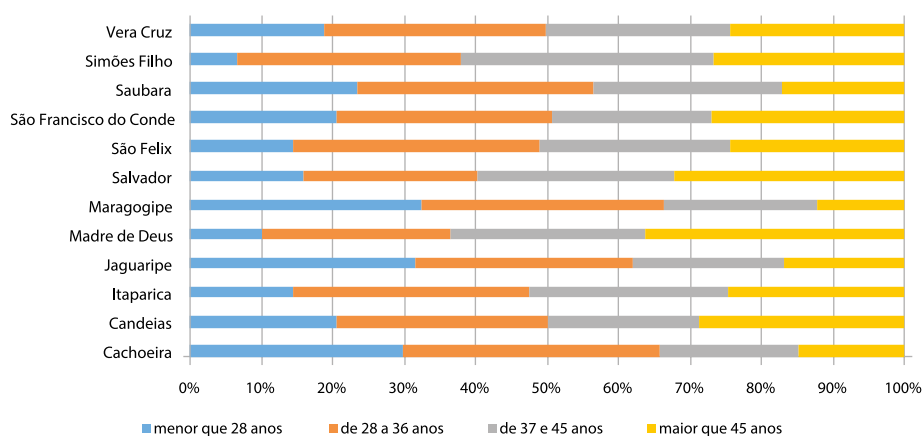


Gráfico 16. Pescadores com carteira ativa por município e grupos de idade

Fonte: elaborado pelo ObservaBaía a partir de dados disponibilizados pela Superintendência Federal da Pesca e Aquicultura na Bahia (2013).

Apesar da distribuição entre as classes de idade ser acentuada em todos os municípios, o mesmo não se pode dizer em relação ao tempo de registro da carteira profissional, que implica na oficialização da atividade, muito provavelmente estimulada pelas recentes conquistas de direitos (como o defeso) durante o governo Lula. Observando-se os dados analisados, constatamos que 95% da categoria obteve a carteira profissional nos anos da década de 2000, seguido de 3% e 1% para as décadas de 1990 e 1980, respectivamente. Já a década de 1970 apresenta apenas 140 registros.

A distribuição por sexo dos 37.679 pescadores é de 63,25 de mulheres e 36,85 de homens, ou seja, dentre os que apresentam carteira ativa, temos um universo majoritariamente feminino. A distribuição por sexo varia conforme em que foi realizado o primeiro registro da carteira, confirmando a tendência de crescimento acentuado das mulheres nesse segmento profissional. Na década de 1970 cerca de 10% eram mulheres, na década de 1980 este percentual chega a quase 20%, na década de 1990 temos mais de 40% de mulheres pescadoras.

Além de apresentar uma configuração majoritariamente feminina, essa categoria profissional apresenta indicadores de escolaridade significativamente baixos. A confluência de ambos os fatores sinaliza o alto grau de vulnerabilidade da categoria. Os percentuais de escolaridade são: 24.403 pescadores se declararam analfabetos (68% do total); concluíram o ensino básico 3.473 (10% do total); apenas 163 conseguiram concluir o fundamental; 148 registram o ensino médio incompleto; e, apenas 1 pescador indicou ter concluído o ensino médio. Na distribuição da escolaridade por tipo de organização (Quadro 1) não se observa alterações significativas entre os segmentos.

Quadro 1. Pescadores com carteira ativa por escolaridade e tipo de organização

Escolaridade	Sem Entidade	Associação	Colônia
Analfabeto	2020	6134	16249
Básico incompleto	167	628	1482
Básico completo	250	936	2287
Fundamental incompleto	552	1438	3660
Fundamental completo	21	45	97
Médio incompleto	24	38	86
Médio completo	0	1	0

Fonte: elaborado pelo ObservaBaía a partir de dados disponibilizados pela Superintendência Federal da Pesca e Aquicultura na Bahia (2013).

Referências

- AKAIKE, H. Statistical inference and measurement of entropy. BOX, G. E. P.; LEONARD, T.; WU, C. F. (Ed.). *Scientific Inference, Data Analysis, and Robustness*. London: Academic Press, 1983. p. 165-189.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. *Relatórios de Informações Sociais de Cachoeira, Candeias, Itaparica, Jaguaripe, Madre de Deus, Maragogipe, Salinas da Margarida, Salvador, Santo Amaro, São Félix, São Francisco do Conde, Simões Filho, Saubara e Vera Cruz*. Disponível em: <<http://aplicacoes.mds.gov.br/sagi/Rlv3/geral/index.php>> Acessos em: 10 jan. 2016.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Agrário. *Relatório de Informações Sociais*. 2015. Disponível em: <<https://aplicacoes.mds.gov.br/sagi/Rlv3/geral/index.php>>.
- CAROSO, C; TAVARES, F; PEREIRA, C. Os contornos da Baía de Todos os Santos. In: CAROSO, C; TAVARES, F; PEREIRA, C. (Org). *Baía de Todos os Santos: aspectos humanos*. Salvador: EDUFBA, 2010. (t. II, v. 1). p. 13-26.

CAROSO, C.; TAVARES, F.; TELES, C. The Socio-Environmental Vulnerability of Traditional Peoples and Poor Populations in Brazil. In: REUTER, T. (Org.). *Averting a Global Environmental Collapse: The Role of Anthropology and Local Knowledge*. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing, 2015. (v. 1). p. 23-44.

CARNEIRO DA CUNHA, M. C.; ALMEIDA, M. W. B. *Quem são as populações tradicionais?* Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/territorios-de-ocupacao-tradicional/quem-sao-as-populacoes-tradicionais>> Acesso em: 16 dez. 2012.

GARCIA, A. F. Rural e urbano: tentando entender as responsabilidades legais e definições. In: ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, 16., 2010. Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: AGB, 2010.

IBGE. *Censo 2010 aprimorou a identificação dos aglomerados*. 2011. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2051>> Acesso em: 22 jun. 2013.

LO, Y; MENDELL, N.; RUBIN, D. Testing the number of components in a normal mixture. *Oxford Journals Science & Mathematics Biometrika*, v. 88, n. 3, p. 767-778, 2001.

MCLACHLAN, G. J. On Bootstrapping the Likelihood Ratio Test Statistic for the Number of Components in a Normal Mixture. *Applied Statistics-Journal of the Royal Statistical Society Series C*, v. 36, n. 3, p. 318-324, 1987.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). *Atlas do desenvolvimento humanos no Brasil 2013*, 2013. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. *Annual Statistics*, v. 6, n. 2, p. 461-464, 1978.



729

Boy
pcha

I: dogfading

[illegible]

I. domata

TERRAS
DE DO
ALVA
RODA
PCOS
TA.

Bahia de
-todologsã
-tes

P:deg

6. Incaas
depreamar
da goasvinaas

mandam, Incog

CL

Background



Pesca artesanal e captura de organismos ornamentais na Baía de Todos os Santos

José Amorim Reis-Filho

Cláudio Luis Santos Sampaio

Heigon Henrique Queiroz Oliveira

José de Anchieta Cintra da Costa Nunes

Francisco Carlos Rocha de Barros Júnior

Argumentos gerais

A compreensão das relações homem-ambiente, bem como a integração das populações humanas extrativistas a partir de políticas de gestão e manejo dos recursos naturais são fundamentais para a conservação da biodiversidade e manutenção da atividade extrativa. (BEGOSSI, 2004; CASTRO, 2008; MASCHAL et al., 2007) O extrativismo marinho, seja para subsistência ou comercialização, possui importante papel como conector entre populações humanas e meio ambiente, pois gera empregos diretos e alimentos para milhões de pessoas. (JACQUET; PAULY, 2007) Muitos países em desenvolvimento não possuem informações suficientes e adequadas para o manejo das atividades que geram fonte de renda e subsistência, como a pesca e demais atividades de extrativismo marinho. (SILVANO; BEGOSSI, 2012) Em uma reconstrução das tendências globais de captura marinha do setor pesqueiro artesanal, Pauly e Zeller (2016) mostraram que a atividade pesqueira ao redor do globo continua aumentando e que, mesmo com alguns estoques claramente sobre explorados e em declínio, a produção de pescado marinho aumentou de 10 milhões para pouco mais de 20 milhões de toneladas desembarcadas.

Na costa brasileira, de toda atividade pesqueira existente, 52,5% da pesca é considerada como de pequena escala (ou pesca artesanal) e emprega diretamente mais de 3 milhões de pessoas na captura de peixes e mariscos. (BRASIL, 2010) Em 2010, o setor pesqueiro de pequena escala foi responsável por 7% do Produto Interno Bruto (PIB), cerca de US\$ 34,4 bilhões. (BRASIL, 2012) Dada a importância econômica desse setor, a manutenção dessa atividade atendendo interesses extrativistas e a conservação dos recursos explorados é, portanto, de relevância para uma parcela significativa da população brasileira. No entanto, o crescimento desordenado da atividade pesqueira visto no último século, aliado a deficiências no manejo e gestão, tem originado um grande número de conflitos. Inobservâncias das regras de conservação, como períodos de defeso, desrespeito à áreas fechadas para pesca e disputas pelos territórios pesqueiros são exemplos importantes de tensões. Medidas de manejo como o comanejo a partir de decisões entre usuários e gestores, pescarias baseadas em funções ecossistêmicas – ver *Ecosystem Approach for Fisheries* em FAO (2003) – e criações de áreas marinhas protegidas têm surgido como ferramentas importantes para o estabelecimento de soluções que visem maior equidade de interesses (i.e., produção/captura vs. preservação ambiental) ao setor.

O esforço crescente de captura na pesca artesanal é apontado como uma das razões para o declínio de muitos estoques de peixes e mariscos no mundo. (ENDERSON et al., 2007; WHITE et al., 2006; WILBERG et al., 2011) Por exemplo, Reis Filho (2016), a partir de uma reconstrução histórica utilizando dados anedóticos, aliado a informações de desembarques pesqueiros, mostrou o declínio

nas capturas e faina piscatória de dois importantes peixes (xáreu e camurupim) no litoral baiano. O esforço de captura dessas espécies sem qualquer manejo ou controle foi a causa principal do declínio, segundo o depoimento de pescadores e outros atores associados à atividade. Portanto, a caracterização do uso dos estoques pesqueiros (i.e., produtividade, comercialização) e suas flutuações frente a estressores antropogênicos (i.e., sobrepesca e destruição de habitats) e naturais (i.e., clima) é fundamental para elaboração de ações de conservação e manejo dos estoques. Dessa forma, programas bem planejados e eficientes de monitoramento de desembarques pesqueiros são importantes ferramentas para elucidar tendências espaciais e temporais. (BARKER; SCHLUESSEL, 2005; CASTRO et al., 1999; SIMPFENDORFER; MILWARD, 1993; YOKOTA; LESSA, 2009)

Em termos de volume das atividades, a pesca de pequena escala, pode alcançar elevadas taxas de captura, muitas vezes equivalentes ao volume pescado pela pesca (CHAVES; ROBERTS, 2003; TUBINO et al., 2007), enquanto a coleta/comercialização de organismos com fins ornamentais pode impactar de modo mais severo na conservação de espécies ameaçadas. O comércio mundial de organismos marinhos para a aquarioria envolve mais de 1.000 espécies de peixes e cerca de 300 de invertebrados, gerando cerca de US\$ 24 a 40 milhões anuais a partir dessa atividade. (WOOD, 2001) As coletas desses organismos são pescarias artesanais multi-específicas, na maioria das vezes envolvendo pequenas embarcações e mergulhadores. Esse tipo pesca artesanal ainda se encontra em expansão nos países tropicais das Américas, África e Ásia. (NOTTINGHAM, et al., 2005a; ROSA et al., 2006; SADOVY; VICENT, 2002; SAMPAIO; ROSA, 2005; WABNITZ et al., 2003; WOOD, 2001)

Cerca de 1,5 a 2 milhões de pessoas no mundo possuem pelo menos um aquário marinho. (WABNITZ et al., 2003) A manutenção de aquários domésticos é o segundo maior *hobby* dos Estados Unidos da América, movimentando milhões de dólares. (LARKIN; ADAMS, 2003) Um comércio local, nacional e internacional bem estruturado fornece organismos vivos e todos os equipamentos necessários para sua manutenção em cativeiro. (ROSA et al., 2005; SAMPAIO, 2003; WABNITZ et al., 2003)

No Brasil, por se tratar de uma atividade pesqueira relativamente recente, além de ser caracteristicamente artesanal, multiespecífica e com diversos pontos de desembarque, seu monitoramento nunca foi oficialmente implementado, embora algumas informações existam para os estados do Ceará (MONTEIRO NETO et al., 2003; NOTTINGHAM et al., 2000, 2005b), Bahia (SAMPALIO, 2003) e Espírito Santo. (GASPARINI et al., 2005) Paradoxalmente à falta de informações sistematizadas sobre essa atividade, o Brasil está entre os principais exportadores mundiais. (GASPARINI et al., 2005; NOTTINGHAM et al., 2005a; ROSA et al., 2005a; SAMPAIO; ROSA, 2005; SAMPAIO et al., 2015)

informações pretéritas sobre desembarques pesqueiros de vertebrados e invertebrados marinhos para a aquarioria (ou aquarismo) ainda são raras.

(GASPARINI et al., 2005) Espécies recifais coletadas para fins ornamentais apresentam características que as tornam particularmente vulneráveis a sobreexploração (ARAÚJO; ALBUQUERQUE FILHO, 2005), especialmente aquelas que são alvo de extração sequencial, *i.e.*, quando jovens são destinadas ao mercado ornamental e na fase adulta são pescadas para fins alimentícios. O conhecimento sobre o que é capturado e comercializado é essencial para o delineamento de medidas conservacionistas e normativas que certamente devem ser implementadas no Brasil. (SAMPAIO; ROSA, 2005)

A Baía de Todos os Santos (BTS) é uma região que abriga alta diversidade biológica associada aos remanescentes de Mata Atlântica, manguezais, restingas e áreas úmidas, que são base de subsistência para centenas de comunidades ribeirinhas por meio da pesca artesanal, consumo e comércio de recursos marinhos. (HATJE; ANDRADE, 2009) Entretanto, a intensa ocupação desordenada dessa Baía vem acarretando a degradação dos recursos naturais, comprometendo as populações que dependem diretamente destes, configurando assim conflitos socioambientais. (CAROSO et al., 2011) É surpreendente que, apesar de toda importância da BTS, ainda existam poucos trabalhos sobre produtividade pesqueira. (REIS FILHO, 2016; SOARES et al., 2009, 2011)

De um modo geral, o entendimento dos processos regionais que influenciam e/ou governam a dinâmica da pesca de pequena escala (CADDY; SEIJO, 2005; JACQUET; PAULY, 2007) e da coleta de organismos ornamentais é pouco entendido. (GASPARINI et al., 2005) Assim, neste capítulo iremos: a) apresentar dados sobre a captura de organismos ornamentais marinhos na BTS; b) caracterizar a pesca artesanal da região central e oeste da BTS com base na dinâmica espaço-temporal dos desembarques e métodos de captura e; c) discutir aspectos relacionados à conservação dos recursos pesqueiros na BTS.

Obtenção dos dados de coletas de organismos ornamentais marinhos

Os dados aqui apresentados foram coletados para caracterizar a pesca e o manuseio de peixes ornamentais marinhos provenientes da atividade diurna de mergulhadores com e sem auxílio de equipamento autônomo de mergulho. (SAMPAIO, 2003) A coleta manual dos organismos ocorreu com auxílio de pequenas redes (puçás) e sacos plásticos (Figura 1). Para a obtenção dos dados foi desenvolvido um programa de monitoramento dos desembarques desses coletores, em colaboração com o maior comerciante de organismos ornamentais marinhos, na cidade de Salvador (BA). Nesse período, foram realizadas visitas e acompanhamento de coletores.

A amostragem ocorreu entre os anos de 1996 a 2005 (Tabela 1) anotando-se as espécies e números de indivíduos capturados. Os habitats explorados foram majoritariamente os recifes costeiros, compostos por corais hermatípicos, naufrágios e costões rochosos, com profundidades variando de 2 a 15 metros.

Figura 1. Mergulhador capturando *Anisotremus virginicus* na Baía de Todos os Santos
Foto: Leo Dutra, extraída de Sampaio e Rosa (2005).



Tabela 1. Registro do número de dias, desembarques e indivíduos de organismos capturados para fins ornamentais em Salvador (BA), no período de 1996-2005

Ano	Dias amostrados	Desembarques registrados	Esponjas	Equinodermas	Peixes
1996	111	672	336	1.085	19.280
1997	73	1.007	1.302	3.952	23.241
1998	57	336	650	4.505	20.659
1999	13	1.302	14	119	2.107
2000	21	79	0	525	4.783
2001	284	1.430	1.559	5.454	47.548
2002	197	848	1.307	3.613	43.761
2003	221	1.448	1.464	5.417	42.457
2004	56	654	577	3.583	18.127
2005	146	612	870	2.803	11.506
Total	1.179	8.388	8.079	31.056	233.469

Fonte: dados da pesquisa.

Coleta dos dados da pesca artesanal

Os dados sobre a pesca foram obtidos nas regiões: central e oeste da BTS (Figura 2), onde há forte influência hidrológica, socioeconômica e ecológica¹ do complexo estuarino Paraguaçu (Baía do Iguape [BI] e Canal do Paraguaçu [CP]). Este sistema possui alto valor para a conservação da vida selvagem e fornece a principal fonte de proteína e de renda para as comunidades locais e adjacentes.

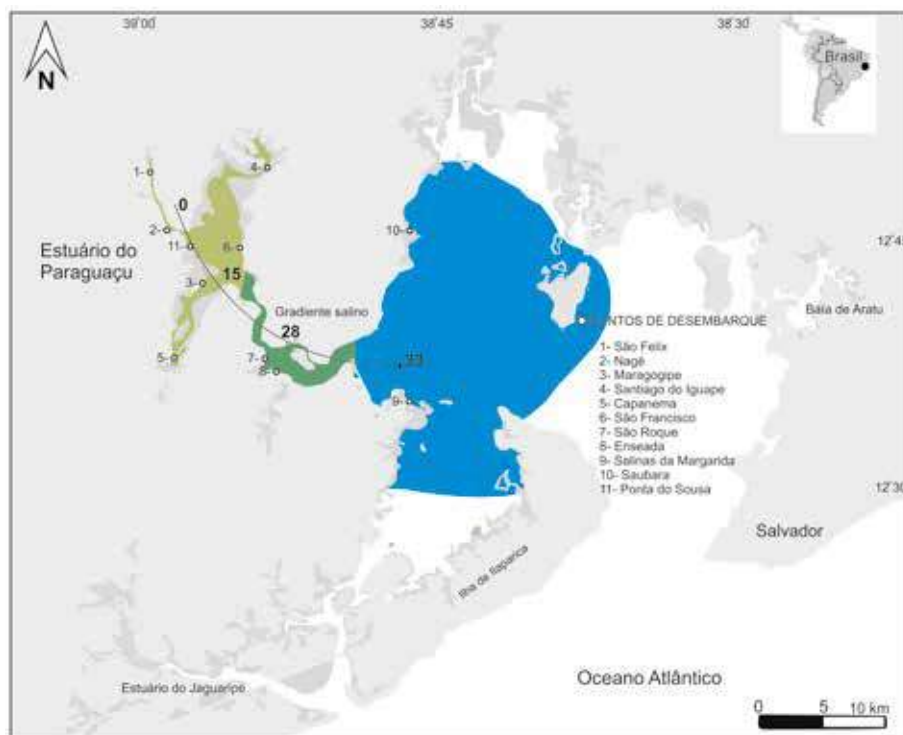


Figura 2. Área de estudo onde foram monitorados os desembarques pesqueiros da pesca artesanal em 11 comunidades. Nota: Os números em negrito referem-se a valores de salinidade média para as zonas. (REIS FILHO; SANTOS, 2014)

Informações referentes à frota pesqueira de pequena escala e dados de desembarque foram coletados entre março de 2012 e janeiro de 2015, a partir de monitores locais treinados e residentes em cada uma das comunidades monitoradas (Figura 3). Onze comunidades situadas ao longo do gradiente estuarino do Rio Paraguaçu até a BTS foram acompanhadas durante esse período, das quais o efetivo pesqueiro local foi dividido em três regiões, devido ao perfil espacial de atuação da frota. Nos pontos de desembarques pesqueiros, dados diários relativos aos artefatos de captura, duração das pescarias (horas), áreas de pesca, número de indivíduos capturados (N), comprimento total (CT) e biomassa (kg) por espécie foram obtidos

¹ Ver detalhes em Barros e outros (2008) e Reis-Filho e Santos (2014).

por meio de inspeções nas embarcações, pescadores e marisqueiras no entreposto pesqueiro. Através dos valores de biomassa registrados por espécie em cada um dos desembarques, os dados foram apresentados da seguinte maneira: a) total de recurso pesqueiro e; b) recursos separados em grandes categorias como peixes, crustáceos (especialmente siris e camarões) e moluscos (geralmente bivalves).

Figura 3. Atividades de monitoramento pesqueiro realizadas por monitor treinado e residente na comunidade alvo do desembarque
Fotos: José Amorim Reis-Filho.



Coleta de organismos ornamentais na BTS

Peixes ornamentais

Foram monitorados 1.179 dias entre os anos de 1996 e 2005 e examinados 6.968 desembarques. Um total de 233.469 indivíduos, distribuídos em 66 famílias e 212 espécies foram registrados no período monitorado.

Em monitoramento realizado na América do Norte (Flórida), entre os anos de 1990-1998 (LARKIN; ADAMS, 2003), foi observada uma média anual de 23,2 peixes por desembarque, variando de 9,5 a 51,9, enquanto que em Salvador, essa média foi de 36,4 (Tabela 2) peixes por desembarque, chegando a 121,2 indivíduos por desembarque em 1998.

Tabela 2. Média diária do desembarque, por família de peixes capturados para fins ornamentais em Salvador (BA), no período de 1996-2005

Ano	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Acanthuridae	1,1	1,8	8,4	1,0	0,7	1,7	1,1	1,3	2,1	2,8
Apogonidae	0,5	0,5	1,6	0,0	0,0	0,3	0,8	0,6	0,4	0,7
Diodontidae	0,3	1,2	7,4	0,8	6,1	1,2	2,2	0,8	0,9	1,3
Gobiidae	1,5	3,3	39,3	5,1	14,8	8,8	11,7	7,9	5,5	0,0
Grammatidae	0,1	1,3	17,9	0,2	7,2	1,2	2,0	1,6	1,8	0,0
Labridae	0,2	0,7	3,2	1,6	2,1	1,2	1,5	0,9	1,6	1,2
Ogcocephalidae	0,3	0,2	2,6	0,2	0,1	0,4	0,4	0,3	0,3	0,6
Pomacanthidae	4,1	7,0	29,4	3,4	7,8	5,9	7,8	5,2	4,8	9,9
Pomacentridae	0,5	0,4	2,2	1,0	0,8	0,6	0,2	0,3	0,4	0,8
Syngnathidae	0,3	1,6	9,2	23,3	32	0,8	1,8	0,8	0,3	0,7

Fonte: dados da pesquisa.

As cinco espécies mais capturadas foram *Elacatinus figaro* (n=57.715), seguida por *Pomacanthus paru* e *Holacanthus tricolor* (Figura 4), com 21.876 e 13.578 indivíduos, respectivamente, *Gramma brasiliensis* (n=12.275) e *Pomacanthus arcuatus* (n=10.519). A soma dessas cinco espécies correspondeu a 50,3% do total registrado.

Cerca de 90% dos peixes comercializados durante o período amostrado foram destinados exclusivamente para o mercado interno. Por outro lado, em Fortaleza - CE, o mesmo percentual foi destinado ao mercado internacional, sendo a maior parte dos peixes oriundos da Bahia (MONTEIRO NETO et al., 2003), indicando assim o papel de destaque de Salvador como um grande centro fornecedor de peixes ornamentais marinhos para o mercado brasileiro internacional via Fortaleza.

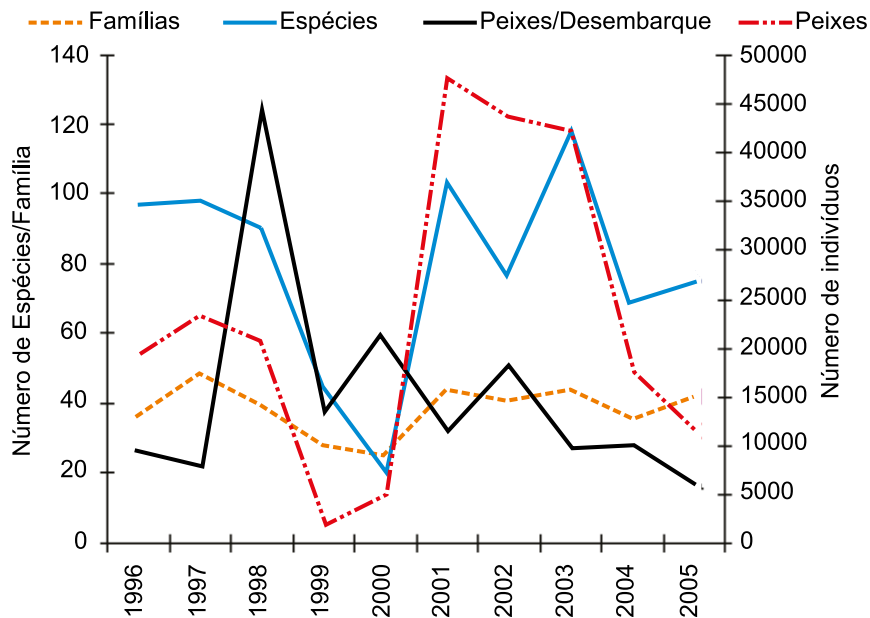


Figura 4. *Holocanthus ciliaries*, *Elacatinus figaro* e *Pomacanthus paru*
Fotos: Cláudio Sampaio.

Claramente, existe a necessidade de um monitoramento para que se possa estimar a quantidade e a diversidade de espécies coletadas para fins ornamentais no Brasil. (GASPARINI et al., 2005; MONTEIRO NETO et al., 2003; ROSA et al., 2006)

De acordo com os dados aqui apresentados, foi observada uma variação relativamente maior no número de espécies coletadas do que no número de famílias (Figura 5). A diminuição em mais de 50% do número de indivíduos por desembarque (entre 1998 e 1999) pode ser um reflexo da redução das capturas de *Elacatinus figaro* e de *Gramma brasiliensis*, espécies cuja exportação deixou de ser autorizada no final de 2004. Outro padrão observado foi a redução das capturas dos *Hippocampus* spp., possivelmente refletindo a inclusão do gênero na Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna (CITES).

Figura 5. Número total das famílias, espécies, peixes capturados e número médio de peixes por desembarque para fins ornamentais em Salvador (BA)
Fonte: dados da pesquisa.



Entre as espécies registradas nas coletas para fins ornamentais entre os anos de 1996 a 2005 realizadas na Baía de Todos os Santos: *Hippocampus erectus*, *H. reidi*, *Epinephelus itajara*, *E. morio*, *Mycteroperca bonaci*, *M. interstitiales*, *Microspathodon chrysurus*, *Scarus trispinosus*, *S. zelindae*, *Sparisoma axillare*, *S. frondosus*, *Elacatinus figaro*, *Ginglymostoma cirratum* e *Mobula japanica*, encontram-se atualmente ameaçadas de extinção. (BRASIL, 2014) Essas espécies são capturadas para fins ornamentais (presente estudo), e quando adultos, por meio de arpões (NUNES et al., 2012), com exceção dos cavalos marinhos, ou com redes e linhas. (OLAVO et al., 2005) Monteiro Neto e outros (2003) detectaram inúmeros equívocos nas guias oficiais de exportação de peixes ornamentais marinhos no Ceará, notadamente a inclusão de espécies que não ocorrem no litoral brasileiro e que estão entre as mais registradas (e.g. *Gramma loreto*, *Gobiosoma evelyne* e *Hippocampus kuda*). Tal fato contribui para o cenário de incertezas com relação a essa atividade que certamente se trata de uma fonte de renda, entretanto que precisa ter seu impacto monitorado para que possam ser geradas diretrizes adequadas de manejo.

Esponjas

Foram desembarcadas 8.079 esponjas marinhas correspondendo a 10 táxons. As maiores capturas (em número de indivíduos) foram registradas em 2001 (1.559 indivíduos), 2003 (1.464) e 2002 (1.307). As espécies mais capturadas foram a esponja dedo, *Axinyssa* sp. (Figura 6), uma esponja não identificada e *Aplysina fulva*, que somadas perfizeram 66,8% do total registrado.

Sadovy (1992) registrou através de entrevistas e listas de exportações, a captura de 241 espécimes (*Haliclona* spp.) em Porto Rico, entre os anos de 1990-1991, mas sugeriu que este número pode ter sido subestimado. O volume desembarcado em Salvador (BA) foi o triplo que aquele registrado em Porto Rico.



Figura 6. Esponja amarela (*Aplysina fulva*) e esponja "dedo" (*Axinyssa* sp.)
Nota: fotografadas no interior da Baía de Todos os Santos.
Fotos: Cláudio Sampaio.

A coleta comercial de organismos recifais bentônicos para fins ornamentais tem causado preocupação, uma vez que a demanda para o comércio, tanto para aquarofilia quanto para a produção de *souvenirs* e para uso religioso é crescente em todo o mundo. (ADAMS et al., 2001; ALVES; ROSA, 2006; LOVELL, 2001)

Mesmo tendo seu potencial econômico como organismos ornamentais virtualmente desconhecido, as esponjas são atualmente investigadas como fonte de novos produtos naturais bioativos. (BERLINK et al., 2004; MORAES et al., 2006) A esponja *Aplysina fulva*, uma das mais capturadas na BTS, apresenta atividade antimicrobiana e citotóxica. (BERLINK et al., 2004) Assim, ainda existe a necessidade de monitoramento sistemático de desembarques desses organismos.

Equinodermos

Entre 1996 e 2005 foram registrados 6.968 desembarques, totalizando 31.056 exemplares de equinodermos coletados (Tabela 3). As espécies mais abundantes foram a estrela vermelha ou laranja, gênero *Echinaster*, seguida pelo ofiúro *Ophioderma cinereus*. Esses dois táxons representaram 76,4% do total de indivíduos de equinodermos capturados. Ressalta-se que foram observadas capturas das espécies ameaçadas de extinção (BRASIL, 2003, 2015) *Linckia guildingii* e *Oreaster reticulatus* (Figura 7).

Tabela 3. Lista dos Echinodermata registrados durante o monitoramento das coletas para fins ornamentais, no período de 1996 a 2005, seus nomes populares em Salvador (BA) e respectivos número de exemplares capturados

Nome popular	Nome científico	Nº exemplares
Ouriço-rei	<i>Astropyga magnifica</i>	184
Estrela vermelha ou laranja	<i>Echinaster</i> spp.	11.894
Ouriço-preto	<i>Echinometralucunter</i>	926
Ouriço-satélite	<i>Eucidaris tribuloides</i>	254
Holotúria/Pepino	Não determinado	1.283
Estrela-linckia	<i>Linckia guildingii</i>	348
Bolacha	<i>Mellitasesia perforata</i>	1
Ofiúro-peludo	<i>Ophiocomaechinata</i>	1.532
Ofiúro	<i>Ophioderma cinereus</i>	11.848
Ofiúro-vermelho	<i>Ophiotrix angulata</i>	116
Estrela-imperial	<i>Oreaster reticulatus</i>	281
Ouriço-roxo	<i>Tripneustes ventricosus</i>	1.155
Crinóide	<i>Tropiometra carinata</i>	1.234
TOTAL		31.056

Fonte: dados da pesquisa.

Gasparini e colaboradores (2005) registraram dez espécies comercializadas para fins ornamentais no Espírito Santo, incluindo aquelas vendidas desidratadas (como suvenires), destas, três não foram observadas nos desembarques monitorados: *Astrophyton* sp., *Meoma ventricosa* e *Narcisia trigonaria*. Por outro lado, três espécies com ampla distribuição na costa brasileira (*Ophiotrix angulata*, *Ophiocoma echinata* e *Tropiometra carinata*) e relativamente comuns nos desembarques monitorados no presente estudo não foram incluídas na listagem apresentada por Gasparini e outros (2005).

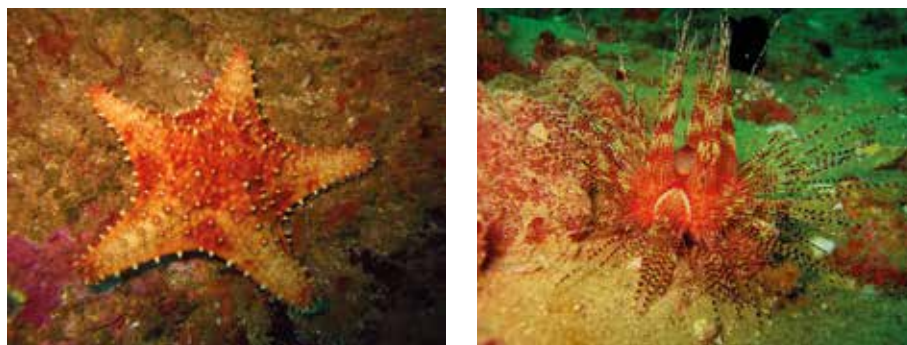


Figura 7. Exemplares da ameaçada estrela imperial, *Oreaster reticulatus* e do raro ouriço rei, *Astropyga magnifica*
Fotos: Cláudio Sampaio.

Espécies que até pouco tempo não apresentavam qualquer interesse comercial no Brasil, a exemplo do crinoide *Tropiometra carinata* e dos ofiúros *Ophioderma*, *Ophiotrix* e outros (BORGES et al., 2002, 2004), atualmente são coletados para abastecer o mercado ornamental. Da mesma forma, os ouriços-do-mar (*Echinometra lucunter*, *Diadema antillarum* e *Tripneustes vetricosum*), embora popularmente reconhecidos por provocarem frequentes acidentes com banhistas, são também alvo de captura com fins ornamentais. Sendo que em algumas localidades do litoral brasileiro, essas espécies também são utilizadas na alimentação humana. (BORGES et al., 2002; MAGALHÃES et al., 2005)

Apesar de pouco valorizados no Brasil, os equinodermos apresentam importância econômica no comércio de organismos ornamentais marinhos em vários países. (WABNITZ et al., 2003; WOOD, 2001) No Brasil, os equinodermos têm sido utilizados na medicina popular (ALVES; ROSA, 2006; COSTA NETO, 2001) e são alvos de bioprospecção, devido à presença de substâncias biologicamente ativas. (BERLINCK et al., 2004) Assim, como grande parte dos organismos ornamentais do litoral brasileiro (GASPARINI et al., 2005; MONTEIRO NETO et al., 2003; ROSA et al., 2002, 2006; SAMPAIO; ROSA, 2005), as pescarias com fins ornamentais de Echinodermata são ainda pouco conhecidas, sendo a sua quantificação e qualificação fundamentais para ações de conservação e manejo.

Caracterização da pesca artesanal na BTS

Durante o período de monitoramento pesqueiro (abril de 2012 a janeiro de 2015), 87 áreas de desembarque pesqueiros foram mapeados e 77.863 desembarques foram acompanhados, o que permitiu mapear os tipos de embarcações, as modalidades e artefatos de pesca e as espécies-alvo na área estudada. Por se tratar de uma atividade de pequena escala, com reduzido aparato tecnológico e tempo de embarque relativamente baixo (*i.e.*, horas) e/ou na atividade de mariscagem desembarcada, cada desembarque representou uma unidade de esforço laboral, ou seja, uma pescaria. Majoritariamente três arranjos de embarcações dominaram as pescarias: canoa de fibra motorizada (45,6% das pescarias), canoa de madeira motorizada (13,5%) e canoa de madeira sem motor (remos ou vela; 40,9%) (Figura 8). Quanto ao tipo de artefato pesqueiro, foram identificados 18 tipos de petrechos (Figura 9), sendo os mais frequentes a gaiola usada na captura de siris (33,1%), rede de emalhe (15,3%), coleta manual (12,7%), redinha de arrastos marginal (11,5%), ferro de mariscar (5,9%), tarrafa (5,1%), grosseira (5,1%), camboa (3,3%) 3 rede de calão (2%). Em conjunto, estes petrechos foram responsáveis por mais de 94% de todas as pescarias (Figura 10).

Composição e biomassa desembarcada

Em três anos de monitoramento pesqueiro, 1.639.066,84 kg de pescado (>1600 ton) foram desembarcados. Os principais grupos foram: os siris, com oito espécies respondendo pelos desembarques: *Callinectes danae*, *C. exasperatus*, *C. ornatos*, *C. larvatus*, *C. sapidus*, *C. bocourti*, *Portunus spinimanus* e *Charybdis helleri*. Entre os peixes, as pescadas (Sciaenidae), robalos (Centropomidae), sardinhas (Clupeidae), xangós (Engraulidae), carapebas (Gerreidae), tainhas (Mugilidae), cabeçudos e afins (Carangidae), parus brancos (Ephippidae), arraia (Dasyatidae e Milyobatidae) e cações (Carcharhinidae) foram os mais abundantes. Outro importante recurso foram os moluscos bivalves, comumente chamados de mariscos na região de estudo, sendo os mais coletados o sarnambi (*Ephigenia brasiliensis*), o chumbinho ou papa-fumo (*Anomalocardia brasiliensis*), a lambreta (*Lucina pectinata*), o rala-coco (*Trachicardium sp.*), os sururus (*Mytella falcata* e *M. brasiliensis*) e as ostras (*Crassostrea rizophorae* e *C. brasiliensis*). Os camarões, apesar de apresentarem reduzida biomassa desembarcada, são muito importantes, pois possuem um valor comercial relativamente alto. As espécies foram: camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), camarão rosa (*Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. subtilis*) e camarão pistola (*Litopenaeus schmitti*). Outros crustáceos decápodos como: aratu (*Goniopsis cruentata*), caranguejos (*Ucides cordatus*), lagostas (*Panilurus spp.*)



Figura 8. Tipos de embarcações responsáveis pela atividade pesqueira no oeste da Baía de Todos os Santos. a) canoa de fibra motorizada, b) canoa de madeira motorizada e c) canoa de madeira sem motor movida a remo e/ou velas
Fotos: José Amorim Reis-Filho.

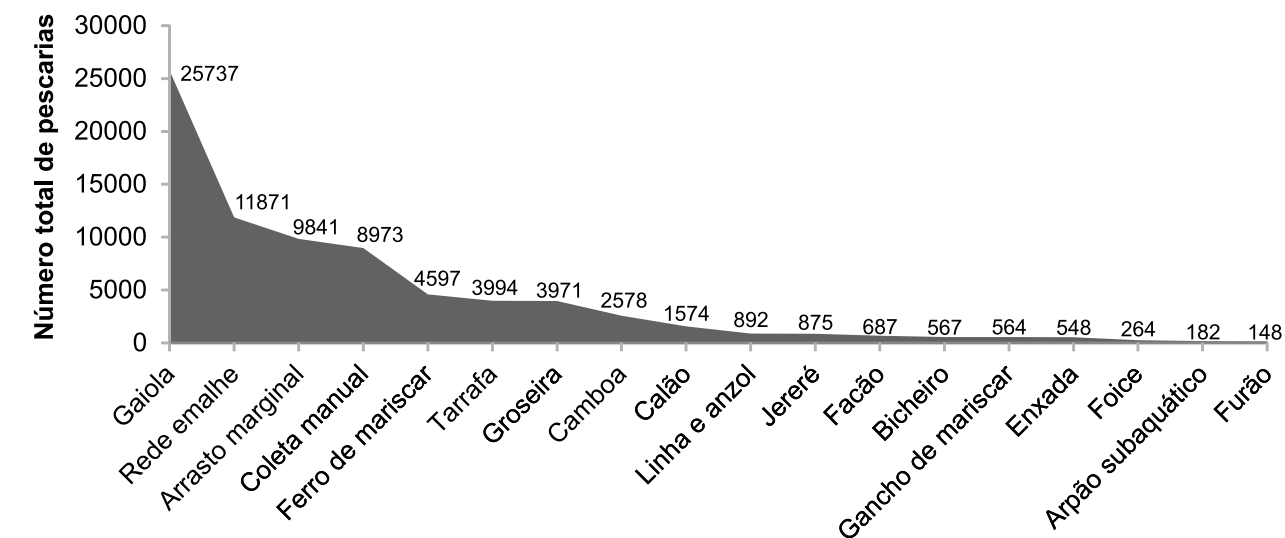


Figura 9. (Abaixo) Número total de pescarias por tipo de petrecho utilizado no oeste da Baía de Todos os Santos (2012-2015)
Fonte: dados da pesquisa.

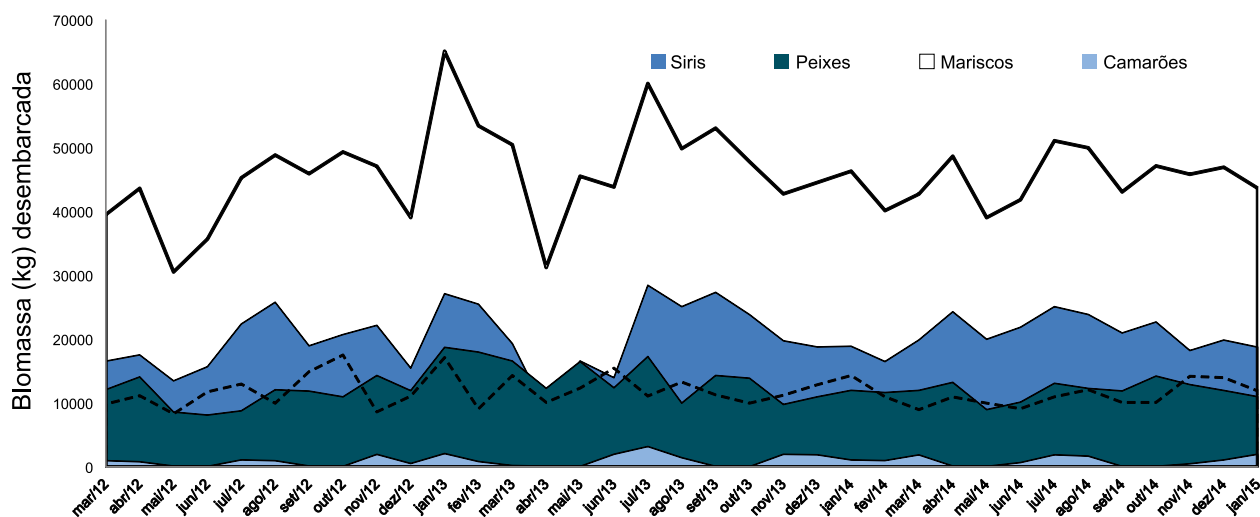
Figura 10. Petrechos de pesca e captura de mariscos mais utilizados no oeste da Baía de Todos os Santos. a) gaiola; b) rede de emalhe; c) coleta de mariscos; d) tarrafa e e) rede de arrasto manual
Fotos: José Amorim Reis-Filho.



e bivalves como unhas-de-velho (*Tagelus* spp.) foram capturados em menor proporção e agrupados com os mariscos (Figura 11).

Os maiores valores de biomassa desembarcada foram de siris (Figura 11). Peixes e mariscos oscilaram ao longo dos meses ocupando a segunda e terceira posições no volume de desembarques. A biomassa desembarcada de mariscos foi relativamente estável ao longo do período estudado. A média desembarcada para todos os recursos pesqueiros na porção oeste da BTS foi de 45,5 ton/mês. Para siris essa média foi de 20,6 ton/mês, peixes com 11,8 ton/mês, mariscos 11,7 ton/mês e camarões com 1,3 ton/mês.

Figura 11. Biomassa total (linha preta) e biomassa para os principais recursos (siris, peixes, mariscos e camarões) desembarcados no oeste e centro da Baía de Todos os Santos. Fonte: dados da pesquisa.



Dinâmica temporal da captura de siris

Foram registradas um total de aproximadamente 600 toneladas de siris nos desembarques do oeste da BTS. Cerca de 99% do esforço para captura desse grupo foi obtido através das gaiolas, sendo o pertrecho mais utilizado na BTS (Figura 9). Houve uma relação entre o número de pescarias utilizando gaiolas e os rendimentos (kg) de siri obtidos através desse petrecho (Figura 12) e o aumento do esforço pesqueiro para captura dos siris foi contingente ao volume desembarcado. Ressalta-se que em janeiro de 2013 foram registradas mais de 35 toneladas de siris capturados, representando a maior biomassa mensal registrada durante o período de monitoramento. Maior volume de isca posto pelos pescadores nas gaiolas, maior tempo de exposição de artefato na água para atividade de captura e direcionamento da frota pesqueira para regiões ainda pouco exploradas podem justificar esse volume.

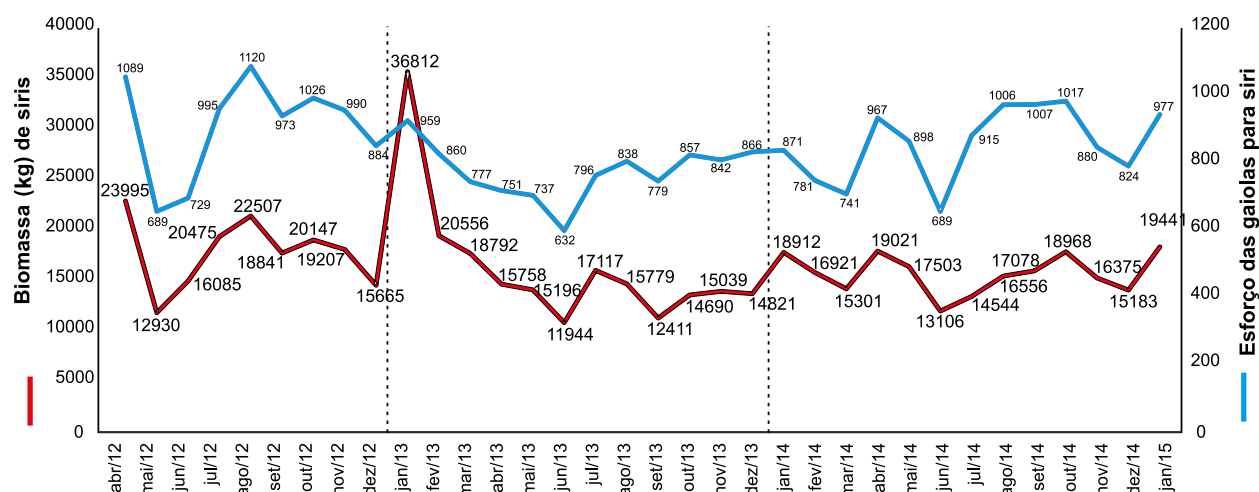


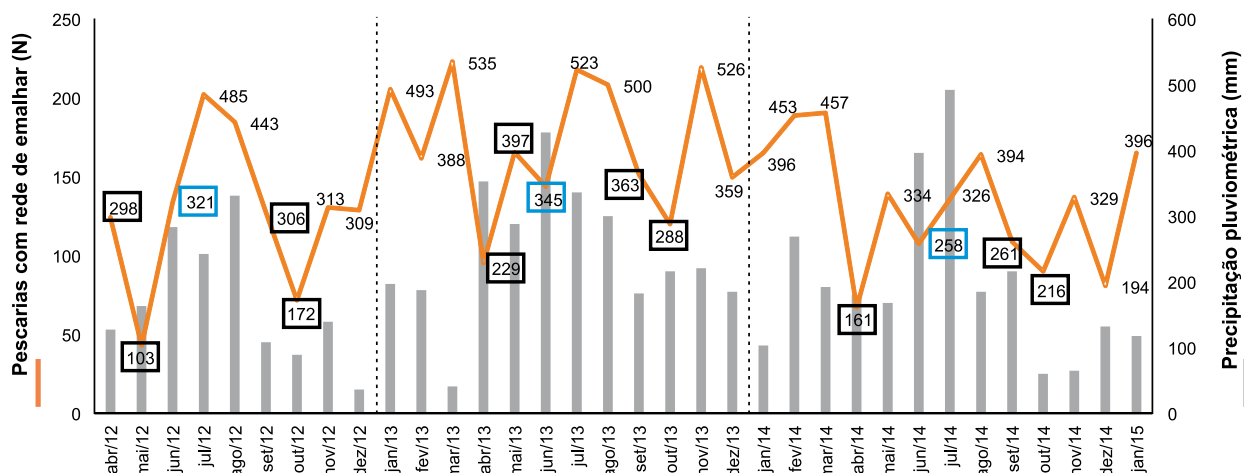
Figura 12. Relação entre a biomassa de siris (kg) (linha vermelha) e esforço de captura (linha azul) para o oeste da Baía de Todos os Santos
Fonte: dados da pesquisa.

Dinâmica temporal da rede de emalhe

A rede de espera ou rede de emalhe foi o segundo petrecho mais utilizado na região estudada. Esse artefato foi utilizado geralmente de duas formas: fixo ao fundo estuarino-marinho através de lastros como pedras e ferros, ou sem lastreamento e disposto de acordo com o fluxo das marés, derivando, sob a vigília dos pescadores. Empregado na captura de camarões e peixes, esse artefato (quando com malha de 20 mm entre nós ou menos) tem sua utilização proibida entre os meses de abril-maio e setembro-outubro, devido ao período de defeso do camarão, imposto pelo Ibama. Nesses meses, foi observada uma diminuição na utilização desse tipo de rede (Figura 13), indicando que existe um efeito da restrição de uso devido ao período de defeso. Outro importante fator foram os meses em que ocorreram fortes chuvas na região, o que impede que muitos pescadores armem suas redes, ou devido a temporais (tempestades), ou por precaução devido ao potencial extravio do petrecho.

Na região estudada, existe uma relação entre alguns peixes clupeiformes (utilizados como isca) e a captura dos siris (recurso pesqueiro mais importante) (Figura 14). O xangó (*Cetengraulis edentulus*) como principal recurso, e a sardinha maçambê (*Opisthonema oglinum*), em caso de diminuição da primeira, são as principais fontes de iscas utilizadas nas gaiolas para captura de siris. Isso implica que a captura de siris na BTS é fortemente associada à captura e disponibilidade desses recursos ícticos, nesse caso, suas iscas.

Outra importante relação apresentada nesse estudo trata dos rendimentos a partir dos desembarques (kg), número total de pescarias (combinadas por petrechos e modalidades) e número de pescadores e/ou marisqueiras entrevistados por mês (Figura 15). Dois cenários surgiram a partir da análise dessa relação; 1) Comunidades onde o número de entrevistados mostrou-se estável ao longo do



período monitorado, permite-nos avaliar com segurança quando determinado recurso pesqueiro é naturalmente abundante devido a processos biológicos (i.e., flutuação populacional, migração alimentar ou reprodutiva); e 2) Comunidades onde o número de entrevistados varia concomitantemente ao número de pescarias e seus rendimentos (kg), potencialmente indicando ainda existir uma relação positiva de esforço/captura. Algumas comunidades (e.g., Maragogipe, Enseada, São Felix e Saubara) apresentaram uma tendência mais homogênea ao longo do tempo (cenário 1). Possivelmente os pescadores e marisqueiras dessas localidades se dedicam quase que de modo integral à atividade extrativista marinha (Figura 15). Nas demais comunidades, o perfil de participação dos atores sociais na atividade pesqueira foi bastante variável ao longo do tempo e o número de pescarias foi proporcional aos rendimentos (kg).

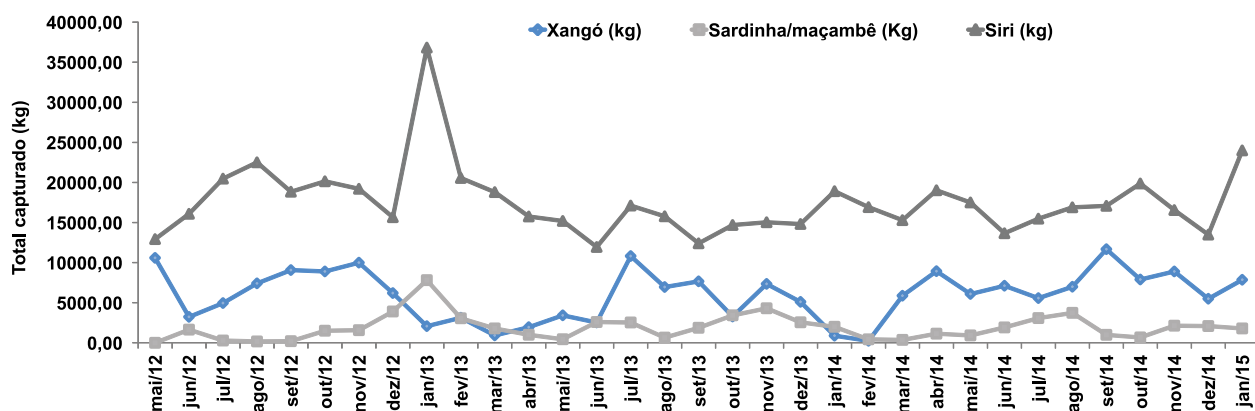
Figura 13. (Acima) Número de pescarias com rede de espera na Baía de Todos os Santos durante o período estudado

Nota: destaque para os períodos de vigência do defeso do camarão (retângulos pretos) e para meses com fortes chuvas (retângulos em azul).

Fonte: dados da pesquisa.

Figura 14. (Abaixo) Biomassa desembarcada de siris, xangó e sardinha/maçambê com dados de todas as comunidades monitoradas entre 2012 e 2015

Fonte: dados da pesquisa.



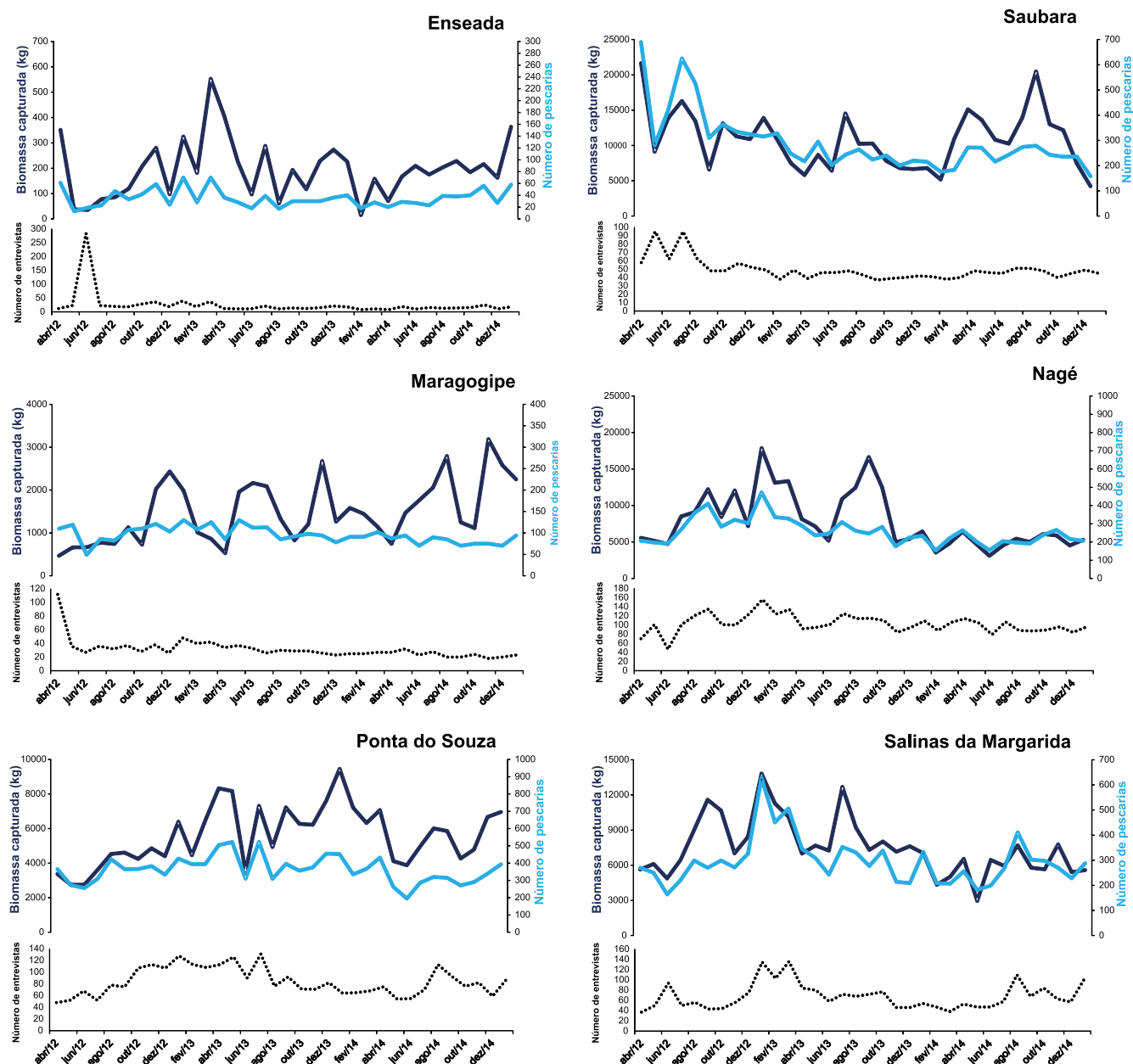
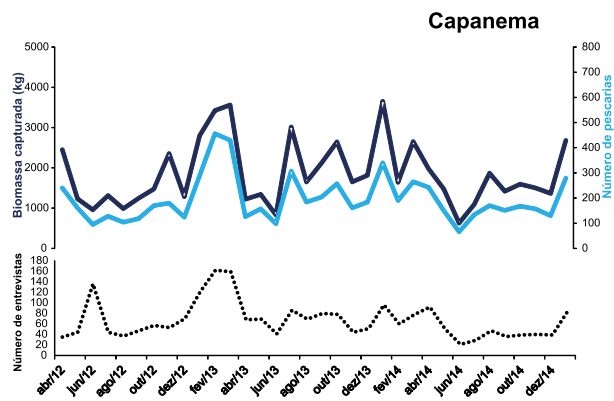
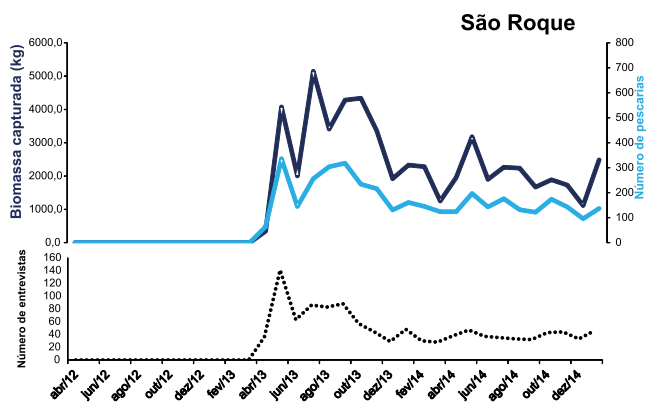
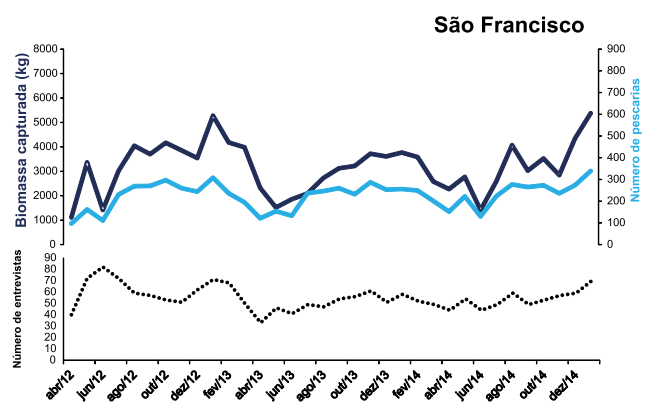
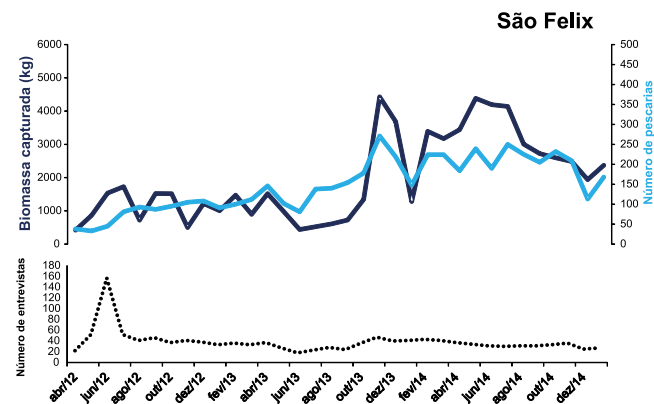
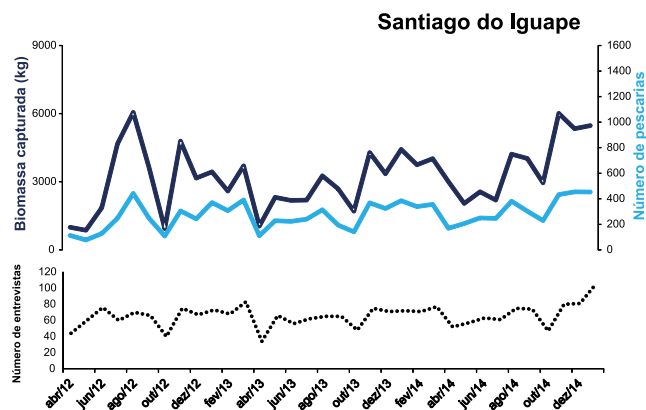


Figura 15. Relação entre número de pescarias totais, biomassa nos desembarques (kg) e número de entrevistados/mês em cada uma das comunidades monitoradas na Baía de Todos os Santos
Fonte: dados da pesquisa.



Considerações finais

Coleta de organismos ornamentais

A Baía de Todos os Santos é uma importante fonte de organismos ornamentais marinhos no Brasil (GASPARINI et al., 2005; ROSA et al., 2006; SAMPAIO, 2003; SAMPAIO; ROSA, 2005), e está sob forte pressão urbana, agrícola, turística e industrial, (HATJE; ANDRADE, 2009) além de apresentar pesca desordenada e pesca criminosa. (SAMPALIO; NUNES, 2004)

Apesar dos esforços de alguns grupos de pesquisa, o conhecimento sobre o volume ou a composição das espécies de peixes e outros organismos ornamentais marinhos coletados no Brasil ainda é deficiente. (NOTTINGHAM et al., 2005b; ROSA et al., 2006; SAMPAIO; ROSA, 2005) Informações sobre a coleta e comercialização de esponjas e equinodermos para fins ornamentais no mundo são raras e quando disponíveis, são subestimadas, embora sua demanda tenha crescido rapidamente nos últimos anos. (AMARAL, 2005; AMARAL; JABLONSKI, 2005) A maior parte das espécies, tanto de esponjas, quanto de equinodermos, registradas nos desembarques no presente trabalho, não foram identificadas ao nível de espécie. Todavia, aquelas identificadas, possuem ampla área de distribuição geográfica. (BORGES et al., 2002; MARTINS, et al., 2005) Ainda que algumas estejam listadas pelo MMA (2004, 2014), não existem informações precisas do grau de ameaça sobre muitas espécies bentônicas especialmente coletadas para fins ornamentais. (BRASIL, 2002)

A esponja-dedo *Axinyssa* sp. e o ouriço-rei *Astropyga magnifica*, são novos registros, com material testemunho, para o litoral brasileiro e baiano, respectivamente. (LIMA; FERNANDES, 2009; MAGALHÃES et al., 2005) Estas novas ocorrências, apontam para a necessidade de estudos sistemáticos adicionais além de estudos ecológicos e de dinâmica populacional da maioria das espécies.

É importante destacar que grande parte dos coletores de organismos ornamentais monitorados, eram oriundos de outras atividades pesqueiras que entraram em declínio. Uma tendência já observada em outros locais e evidenciando a importância social dessa modalidade de pesca, que envolve baixa tecnologia e absorve trabalhadores com relativamente pouca qualificação profissional. Com a continuada ausência de regulamentação e fiscalização, a pesca de organismos com fins ornamentais irá contribuir para agravar o quadro de declínio, já observado em outras modalidades de pesca.

O presente estudo recomenda que ações para gestão participativa da atividade sejam delineadas. A possibilidade da utilização dos próprios coletores (na sua maioria pescadores), sempre que houver equivalência entre a taxonomia *folk* e a científica, como observado no presente estudo, é um caminho a se seguir.

Programas de qualificação profissional e orientações ambientais são necessárias para que os atores ligados à atividade de coleta de organismos ornamentais possam desenvolver uma atividade sustentável.

A pesca artesanal e de subsistência

No presente trabalho, monitoramos regularmente a cada mês, aproximadamente 1.000 pescadores e marisqueiras. No entanto, algumas comunidades que vivem da pesca e do extrativismo marinho-estuarino não foram contempladas nesse programa de monitoramento, o que pode aumentar para mais de 2.000 pessoas exercendo atividades piscatórias na região de interesse. É importante mencionar que grande parte das comunidades monitoradas pertencem a Reserva Extrativista Marinha do Iguape (Resex do Iguape), a qual prevê em sua constituição, o uso ordenado dos recursos e empoderamento dos usuários devidamente reconhecidos e legitimados. Assim, as informações aqui apresentadas são especialmente valiosas para subsidiar tomadas de decisões por essa Unidade de Conservação (UC).

Muitos pescadores e marisqueiras exercem outras atividades dentro de suas comunidades, situando a pesca artesanal de pequena escala dentro de modelos produtivos onde uma variedade de atividades comerciais acontece suplementarmente à pesca. A economia dos pescadores artesanais ao longo da história nunca ficou exclusivamente dependente da pesca. Begossi (2006) nos mostra que houve ciclos adaptativos na economia do pescador caiçara do sudeste brasileiro, no qual a maioria dos pescadores sempre conviveu de modo integrado com outras atividades econômicas a fim de complementar a renda e a dinâmica familiar.

Os pescadores e marisqueiras de pequena escala da BTS incrementam a sua renda através de outras fontes (*i.e.*, agricultura, pequeno comércio e empregos informais). Dessa forma, esse grupo social possui uma certa resiliência temporal, apresentando flexibilidade e adaptação às sucessivas mudanças de paradigmas laborais e econômicas as quais foram impostas. Aliado a isso, existe um importante componente sazonal associado às capturas dos recursos pesqueiros, especialmente em baías (BASTOS; PETRERE JR., 2011; CHAVES et al., 2002; RAMIREZ et al., 2007), com alterações ao longo do ano em relação aos pescadores/marisqueiras, artes de pescas e táticas de capturas de acordo com a espécie mais abundantes. O detalhamento dessas relações pode ajudar a entender como se dá o processo de ajustamento das comunidades pesqueiras diante da necessidade de permanecer e prevalecer como extrativista, e será tratado com detalhes em demais estudos a partir do conjunto de informações aqui apresentados.

Os resultados aqui descritos permitem identificar na Baía de Todos os Santos, um grande número de práticas pesqueiras associadas à atividade de captura de

peixes e crustáceos, bem como coleta de mariscos, em sua maioria bivalves. Além disso, ressalta a importância dos siris e sua potencial relação com as iscas usadas para captura (xangós e sardinhas) como importante catalizador dos desembarques artesanais e economia das comunidades envolvidas.

Referências

- ADAMS, C. M.; LARKIN, S. L.; LEE, D. J. Volume and value of marine ornamentals collected in Florida, 1990-98. *Aquarium Sciences and Conservation*, v. 3, n. 1/3, p. 25-36, Mar. 2001.
- ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L. From cnidarians to mammals: The use of animals as remedies in fishing communities in NE Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 107, n. 2, p. 259-276, Sep. 2006.
- AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 43-51, jun. 2005.
- AMARAL, A. C. Z. Invertebrados aquáticos: In Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de extinção. In: MACHADO, A. B. M.; MARTINS, C. S.; DRUMMOND, G. M. (Ed.). *Incluídos na lista das espécies quase ameaçadas e deficientes em dados*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005.
- ARAÚJO, M. E.; ALBUQUERQUE FILHO, A. C. Biologia das principais espécies e peixes ornamentais marinhos do Brasil: uma revisão bibliográfica e documental. *Boletim Técnico Científico CEPENE*, Tamandaré, v. 13, n. 1, p. 9-163, 2005.
- BARKER, M. J.; SCHLUESSEL, V. Managing global shark fisheries: suggestions for prioritizing management strategies. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 15, n. 4, p. 325-347, Jul./Aug. 2005.
- BARROS, F. et al. The structure of the benthic macrofaunal assemblages and sediments characteristics of the Paraguaçu estuarine system, NE, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 78, n. 4, p. 753-762, 2008.
- BASTOS, G. C.; PETRERE JR. M. Small-scale marine fisheries in the municipal district of Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 79, p. 947-953, 2011.
- BEGOSSI, A. Áreas, pontos de pesca, pesqueiros e territórios na pesca artesanal. In: BEGOSSI, A (Org.). *Ecologia de pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia*. São Paulo: HUCITEC, 2004. p. 223-253.
- BEGOSSI, A. The stability in fishing spots: conservation and co-management in Brazilian artisanal coastal fisheries. *Ecology & Society*, v. 11, n. 1, 2006.
- BEGOSSI, A. O manejo da pesca artesanal. In: BEGOSSI, A (Org.). *Ecologia dos pescadores artesanais da Baía de Ilha Grande*. São Carlos: Rima Editora, 2010.

- BERLINK, R. G. S. et al. Challenges and rewards of research in marine natural products chemistry in Brazil. *Journal of Natural Products*, v. 67, p. 510-522, Mar. 2004.
- BORGES, M.; MONTEIRO, A. M. G.; AMARAL, A. C. Z. Taxonomy of Ophiuroidea (Echinodermata) from the continental shelf and slope of the Southern and Southeastern Brazilian coast. *Biota Neotropica*, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 38-69, 2002.
- BORGES, M.; MONTEIRO, A. M. G. Filo Echinodermata. In: AMARAL, A. C. Z.; ROSSI-WONGSTCHOWSKI, C. M. L. (Org.). *Biodiversidade bentônica da região Sudeste-Sul do Brasil, plataforma externa e talude superior*. São Paulo: Instituto Oceanográfico/USP, 2004. (Série documentos Revizee: Score Sul).
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa n. 5, de 21 de maio de 2004. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 28 de maio de 2004, Seção 1, p. 136.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura et al. *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha*. Brasília: MMA/SBF, 2002.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, Brasil 2008-2009*. Brasília, 2010.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, Brasil 2010*. Brasília, 2012.
- CADDY J. F.; SEIJO J. C. This is a more difficult than we thought! The responsibility of scientists, managers and stakeholders to mitigate the unsustainability of marine fisheries. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, v. 360, n. 1453, p. 360, 59-75, Jan. 2005.
- CAROSO, C.; TAVARES, F.; PEREIRA, C. *Baía de Todos os Santos: aspectos humanos*. Salvador: EDUFBA, 2011. 600 p.
- CASTRO J. I.; WOODLEY, C. M.; BRUDEK, R. R. *A preliminary evaluation of the status of shark species*. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1999.
- CASTRO, A. G. S. *O uso dos recursos naturais e os desafios para a conservação da biodiversidade marinha: mudanças e conflitos em uma comunidade pesqueira na Ilha de Santa Catarina, Brasil*. 2008. 197 f. Tese (Dourado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- CHAVES, P. T. C.; ROBERT, M. C. Embarcações, artes e procedimentos da pesca artesanal no litoral Sul do Estado do Paraná, Brasil. *Atlântica*, v. 25, n. 1, p. 53-59, 2003.
- COSTA NETO, E. M. *A cultura pesqueira do litoral norte da Bahia: etnoictiologia, desenvolvimento e sustentabilidade*. Salvador: EDUFBA; Maceió: EDUFAL, 2001.

- COUTO, V. A.; AZIZ, C.; ROCHA, A. G. P. Caracterização Sócio-econômica. In: TAVARES, T. M. *Baía de Todos os Santos: diagnóstico sócio-ambiental e subsídios para a gestão*. Salvador: Edições Gêrmen, 1997. p. 167-184.
- CRUZ, I. C. S. et al. Evidence of a phase shift to *Epizoanthus gabrieli* Carlgreen, 1951 (Order Zoanthidea) and loss of coral cover on reefs in the Southwest Atlantic. *Marine Ecology*, v. 36, n. 3, p. 318-325, Sep. 2015a.
- CRUZ, I. C. S. et al. Effect of phase shift from corals to zoantharia on reef fish assemblages. *PLOS ONE*, v. 10, n. 1, p. 1-16, Jan. 2015b.
- FAO. Fisheries management. The ecosystem approach to fisheries. *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries*, v. 4, Suppl. 2, 2003.
- GASPARINI, J. L. Marine Ornamental trade in Brazil. *Biodiversity and Conservation*, v. 14, n. 12, p. 2883-2899, nov. 2005.
- GERHARDINGER, L. P. et al. *Omobranchus punctatus* (Teleostei: Blenniidae), an exotic blenny in the Southwestern Atlantic. *Biological Invasions*, v. 8, n. 4, p. 941-946, jun. 2006.
- HATJE, V.; ANDRADE, J. B. *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*. Salvador: EDUFBA, 2009.
- HENDERSON, A. C. et al. The Sultanate of Oman shark fishery: species composition, seasonality, and diversity. *Fisheries Research*, v. 86, p. 159-168, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Instrução Normativa Nº 14, de 18 e fevereiro de 2004. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 19 fev. 2004, Seção 1, p. 100.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Instrução Normativa n. 56, de 23 de novembro de 2004. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 23 nov. 2004. Seção 4, p. 98.
- JACQUET J.; PAULY, D. Funding Priorities: Big barriers to small-scale fisheries. *Conservation and Policy*, v. 22, n. 4, p. 832-835, Aug. 2008.
- LARKIN, S. L. et al. *An Economic Profile of Florida's Marine Life Industry*. 2001.
- LARKIN, S. L.; ADAMS, C. M. The marine life fishery in Florida, 1990-98. *Marine Fisheries Review*, v. 65, n. 1, p. 21-31, 2003.
- LISSO ALCALÁ, O. M. et al. Invasion of the Indo-Pacific blenny *Omobranchus punctatus* (Perciformes, Blenniidae) on the Atlantic Coast of Central and South America. *Neotropical Ichthyology*, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 571-578, 2011.
- LEAL, M. C. et al. Marine ornamental fish imports in the European Union: an economic perspective. *Fish and Fisheries*, v. 17, n. 2, p. 459-468, Jun. 2016.
- LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; TESTA, V. Corals and Coral Reefs of Brazil. In: CORTÉS, J. (Org.). *Latin American Coral Reefs*. [s.l.]: Elsevier B.V, 2003. p. 9-52.

- LIMA, E. J. B.; FERNANDES, M. L. B. Diversidade de equinodermos (Echinodermata) no Estado de Pernambuco (Brasil). *Revista Brasileira de Zoociências*, Juiz de Fora, v. 11, n. 1, p. 55-63, abr. 2009.
- LOVELL, E. R. *Status Report: Collection of Coral and other benthic reef organisms for the marine aquarium and curio trade in Fiji*. Suva: WWF South Pacific Program Office, 2011.
- MAGALHÃES, W. F.; MARTINS, L. R.; ALVES, O. F. S. Inventário dos Echinodermata do estado da Bahia. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 9, n. 1, p. 61-65, 2005.
- MARCHAL, P.; POOS, J. J.; QUIRJINS, F. Linkage between fishers foraging, market and fish stocks density: Examples from some North Sea fisheries. *Fisheries Research*, v. 83, n. 1, p. 33-43, 2007.
- MIRANDA, R. J.; CRUZ, I. C. S.; LEÃO Z. M. A. N. Coral bleaching in the Caramuanas reef (Todosos Santos Bay, Brazil) during the 2010 El Niño event. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 41, n. 2, p. 351-360, 2013.
- MONTEIRO NETO, C. et al. 2003. Analysis of the marine ornamental fish trade at Ceará State, northeast Brazil. *Biodiversity and Conservation*, v. 12, n. 6, p. 1287-1295, jun. 2003.
- MORAES, F. M. et al. Biodiversidade de Esponjas das Ilhas Oceânica Brasileiras. In: ALVES, R. J. V.; CASTRO, J. W. de A. (Org.). *Ilhas oceânicas brasileiras: da pesquisa ao manejo*. Brasília: MMA/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2009. p. 149-177. v. 1.
- NOTTINGHAM, M. C. et al. A exploração de peixes ornamentais marinhos no estado do Ceará, Brasil: Capturas e manutenção nas empresas e exportação. *Boletim Técnico Científico do Cepene*, Tamandaré, v. 13, n. 1, p. 53-73, 2005b.
- NOTTINGHAM, M. C. et al. O ordenamento da exploração de peixes ornamentais marinhos no Brasil. *Boletim Técnico-Científico.CEPENE*, Tamandaré, PE, v. 13, n. 1, p. 75-107, 2005a.
- NOTTINGHAM, M. C.; CUNHA, F. E. A.; MONTEIRO NETO, C. Captura de peixes ornamentais marinhos no Estado do Ceará. *Arquivos de Ciências do Mar*, Fortaleza, v. 33, p. 113-118, 2000.
- NUNES, J. A. C. C. et al. Reef fishes captured by recreational spearfishing on reefs of Bahia State, northeast Brazil. *Biota Neotropica*, v. 12, p. 179-185, 2012.
- PAULY, D.; ZELLER, D. Catch reconstruction reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Nature Communications*, v. 7, n. 10244, jan. 2016.
- RAMIRES, M.; MOLINA, S. M. G.; HANAZAKI, N. Etnoecologia caiçara: o conhecimento dos pescadores artesanais sobre aspectos ecológicos da pesca. *Biotemas*, v. 20, n. 1, p. 101-113, 2007.

REIS FILHO, J. A. et al. Moon and tide effects on fish capture in a tropical tidal flat. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 1, p. 1-9, 2011.

REIS FILHO, J. A. et al. Rediscovery of bonnethead shark *Sphyrna tiburo* (Linnaeus, 1758) after more than two decades on non-record in central coast of Brazil. *Marine Biodiversity Records*, v. 7, p. 1-7, 2014.

REIS FILHO, J. A.; SANTOS A. C. A. Effects of substratum type on fish assemblages in shallow areas of a tropical estuary. *Marine Ecology*, v. 35, n. 4, p. 456-470, 2014.

REIS FILHO, J. A. A pesca artesanal do camurupim e do xaréu no litoral baiano: Conhecimento ecológico local e monitoramento do desembarque revelam sobreexploração dessas espécies. In: CASTELLUCCI JR, W.; BLUME, L. H. S. (Org). *Populações litorâneas e ribeirinhas na América Latina: estudos interdisciplinares*. Salvador: EDUNEB, 2016. v. I.

ROSA, I. L., SAMPAIO, C. L. S.; BARROS, A. T. Collaborative monitoring of the ornamental trade of seahorses and pipefishes (Teleostei: Syngnathidae) in Brazil: Bahia State as a case study. *Neotropical Ichthyology*, v. 4, n. 2, Apr./Jun. 2006.

ROSA, I. L.; SAMPAIO, C. L. S.; DIAS, T. L. Peixes ornamentais marinhos. *Revista Eletrônica Aqua@*, abr. 2002. Disponível em: <<http://www.aqua.brz.com.br>>.

ROSA, I. M. L. et al. Dados populacionais de cavalos-marinhos *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Teleostei: Syngnathidae) capturados para fins de aquarismo no Nordeste do Brasil. *Boletim Técnico Científico do Cepene*, v. 13, n. 1, p. 25-38, 2005a.

SADOVY, Y. A Preliminary assessment of the marine aquarium export trade in Puerto Rico. Proc. In: OF THE SEVENTH INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 7., 1992, Guam. *Proceedings...* Guam, 1992. v. 2.

SADOVY, Y. J.; VICENT, A. C. J. Ecological Issues and the Trades in Live Reef Fishes. In: SALE, P. F. (Ed.). *Coral Reef Fishes*. San Diego: Academic Press, 2002.

SAMPAIO, C. L. S.; NUNES, J. A. C. Elasmobrânquios capturados com fins ornamentais em Salvador, Bahia, Brasil, durante o ano de 1997. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O ESTUDO DE ELASMOBRÂNQUIOS, 4., 2004, Recife. *Anais...* Recife, 2004. p. 167-167. v. 1.

SAMPAIO, C. L. S.; ROSA, I. L. Comércio de peixes ornamentais marinhos na Bahia: passado, presente e futuro. *Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia*, João Pessoa, n. 72, jul. 2003.

SAMPAIO, C. L. S.; ROSA, I. L. A coleta de peixes ornamentais marinhos na Bahia, Brasil: técnicas utilizadas e implicações à conservação. *Boletim Técnico Científico do Cepene*, Tamandaré, v. 13, n. 1, p. 39-51, 2005.

SAMPAIO, C. L. S. *Análise do comércio de peixes ornamentais marinhos no Estado da Bahia, Brasil*. 2003. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Zoologia) - Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Universidade Federal da Paraíba, 2003.

- SAMPAIO, C. L. S.; NUNES, J. A. C.; KITAHARA, M. V. Ampliação de ocorrência de *Palinurellus gundlachi* Von Martens, 1878 (Decapoda, Synaxidae) no litoral brasileiro. *Revista Nordestina de Zoologia*, v. 2, n. 1, p. 59-65, 2005.
- SAMPAIO, C. L. S. et al. Peixes recifais endêmicos e ameaçados das ilhas oceânicas brasileiras e do Complexo Recifal dos Abrolhos: uma síntese. In: ALVES, R. J. V. ; CASTRO J.W. de Alencar. (Org.). *Ilhas oceânicas brasileiras: da pesquisa ao manejo*. Brasília: MMA/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2006. p. 217-234. (v. 1).
- SAMPAIO, C. L. S. et al. Descrição da variação cromática “blue face” em peixe-anjo-rainha, *Holacanthus ciliaris* (Linnaeus, 1758) (Perciformes: Pomacanthidae) do litoral do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. *Aquarium*, v. 47, p. 4-7, 2005b.
- SAMPAIO, C. L. S. et al. New occurrences of the nonindigenous orange cup corals *Tubastraea coccinea* and *T. tagusensis* (Scleractinia: Dendrophylliidae) in Southwestern Atlantic. *CheckList*, v. 8, n. 3, p. 528-530, 2012.
- SAMPAIO, F. D. F. et al. The precautionary principle and its approach to risk analysis and quarantine related to the trade of marine ornamental fishes in Brazil. *Marine Policy*, v. 51, p. 163-168, 2015b.
- SILVA, E. M. da; et al. Baía de Todos os Santos: Situação atual e perspectivas. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 27, n. 2, p. 207-232, abr./jun. 1996.
- SILVANO, R. A. M.; BEGOSSI, A. Fishermen's local ecological knowledge on Southeastern Brazilian coastal fishes: contribution to research, conservation, and management. *Neotropical Ichthyology*, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 133-147, Jan./Mar. 2012.
- SIMPFENDORFER, C. A.; MILWARD, N. E. Utilization of a tropical bay as a nursery area by sharks of the families Carcharhinidae and Sphyrnidae. *Environmental Biology of Fishes*, v. 37, n. 4, p. 337-345, Aug. 1993.
- SOARES, L. S. H. et al. Pesca e produção pesqueira. In: HATJE, V.; ANDRADE, J. B. de. (Org.). *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*. Salvador: EDUFBA, 2009.
- SOARES, L. S. H. et al. Capture fishery in northern Todos os Santos Bay, Tropical Southwestern Atlantic, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, São Paulo, v. 59, n.1, p. 61-74, 2011.
- TUBINO, R. A. et al. Artisanal fisheries production in the coastal zone of Itaipi, Niterói, RJ, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, São Paulo, v. 55, n. 3, July/Sept. 2007.
- YOKOTA, L.; LESSA, R. P. A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, v. 75, n. 3, p. 349-360, Mar. 2006.
- WABNITZ, C. et al. *From Ocean to Aquarium*. The global trade in marine ornamental species. Cambridge: UNEP-WCMC, 2003.

WELLS, S.; WOOD, E. *The Marine Curio Trade*. Conservation guidelines and legislation. Edinburgh: Marine Conservation Society, 1991.

WHITE, W. T. Data on the bycatch fishery and reproductive biology of mobulid rays (Myliobatiformes) in Indonesia. *Fisheries Research*, v. 82, p. 65-73, 2006.

WILBERG, M. J. et al. Overfishing, disease, habitat loss, and potential extirpation of oysters in upper Chesapeake Bay. *Marine Ecology Progress Series*, v. 463, p. 131-144, 2011.

WOOD, E. *Collection of coral reef fish for aquaria: Global trade, conservation issues and management strategies*. Edinburgh: Marine Conservation Society, 2001. 80p.

WORM, B. Rebuilding Global Fisheries. *Science*, v. 325, n. 5940, p. 578-585, Jul. 2009.



729

Boy
pcha



I: dogfading

[illegible]

I. domata

TERRAS
DE DO
ALVARO
RODA
PCOS
TA.

Bahia de
-todologsã
-tes

P:deg

6: Inuag
depreamar
digoasvina

mandam, Incog

CL

Background



Espécies marinhas exóticas e invasoras na Baía de Todos os Santos

Francisco Carlos Rocha de Barros Júnior

Ana Carolina Sousa de Almeida

Fernanda Fernandes Cavalcanti

Ricardo Jessouroun de Miranda

José de Anchieta Cintra da Costa Nunes

José Amorim Reis-Filho

Eder Carvalho da Silva

Introdução

Espécies exóticas são aquelas introduzidas em um ecossistema no qual elas não ocorrem naturalmente. Existem vários sinônimos comumente utilizados na literatura para se referir a espécies exóticas, por exemplo, espécies introduzidas, não nativas e alienígenas. Uma espécie exótica em um determinado ecossistema, se refere a qualquer espécie, incluindo seus estágios larvais, sementes, ovos ou esporos ou outro material biológico capaz de propagar a espécie não nativa naquele ecossistema. (BECK, 2008) As invasões biológicas são causadas principalmente por atividades antrópicas e aumentaram extraordinariamente com a intensificação do transporte devido às relações comerciais entre países de todas as regiões do globo, especialmente nos últimos 200 anos. (MACK et al., 2000)

Uma espécie exótica passa a ser considerada **espécie invasora** apenas após causar danos ecológicos, econômicos e/ou para a saúde. (BARROS, 2015; RICHARDSON et al., 2011) Algumas invasões biológicas tiveram sérias consequências como novos vetores de doenças, grandes prejuízos financeiros, alterações ecossistêmicas profundas (como alteração na produção primária, em processos de decomposição, na ciclagem de nutrientes) e redução da biodiversidade. (VITOUSEK et al., 1997) As perdas financeiras podem ser diretas, por exemplo na diminuição da produção de sistemas agrícolas devido à espécie invasora, ou indiretas, em tentativas de controle ou erradicação da invasora. Existem estimativas de que o prejuízo com os danos causados por espécies invasoras no Brasil, Índia, Estados Unidos, Reino Unido, Austrália e África do Sul são superiores a 300 bilhões de dólares por ano. (PIMENTEL et al., 2001)

As fontes de invasões mais comuns em ambientes costeiros são cascos de navio, água de lastro, atividades relacionadas ao transporte e comércio de organismos para aquariofilia e a aquicultura. (NAYLOR et al., 2001; RUIZ et al., 1997; RUIZ et al., 2000) O estudo das invasões biológicas nesses ambientes se iniciou posteriormente aos estudos em sistemas terrestres e dulcícolas sendo que grande parte dos estudos são notificações de ampliação de distribuição geográfica. Alguns trabalhos realizados em sistemas costeiros invadidos por muitas espécies, como por exemplo a Baía de São Francisco (COHEN; CARLTON, 1998), colaboraram para aumentar nossa compreensão sobre como os invasores podem alterar ecossistemas naturais.

Em 1958, Charles Elton publicou o livro *The Ecology of Invasions by Animals and Plants* reconhecido como um marco importante no estudo das invasões biológicas. Atualmente, no cenário global existem pesquisas sobre os mais diversos aspectos da ecologia relacionados a espécies invasoras com ligações importantes com várias outras disciplinas. (RICHARDSON; PYSEK, 2008) O conhecimento

recente sobre mudanças ecológicas e evolutivas provocados por espécies costeiras exóticas pode ser apenas uma pequena parte de um grande problema ambiental. (GROSHOLZ, 2002) e pesquisas indicam que a complexidade das consequências também excede as primeiras percepções levantadas pela ecologia da invasão. (SIMBERLOFF et al., 2013)

No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente produziu um documento amplo sobre as espécies exóticas invasoras marinhas. (BRASIL, 2009) Esse informe relata o histórico dos principais marcos legais no Brasil e, entre outros diversos aspectos tratados, apresenta uma lista de espécies exóticas com a descrição de suas características taxonômicas e ecológicas. Entretanto, esse documento aponta que para a maioria das espécies marinhas detectadas ou introduzidas na costa brasileira ainda não existiam avaliações de impactos individualizadas e detalhadas. Foi destacado também que o Brasil ainda não possui estrutura para a execução de programas de monitoramento no ambiente marinho direcionados à detecção precoce de espécies exóticas potencialmente invasoras. (BRASIL, 2009) Esse cenário ainda permanece e a Baía de Todos os Santos não é exceção.

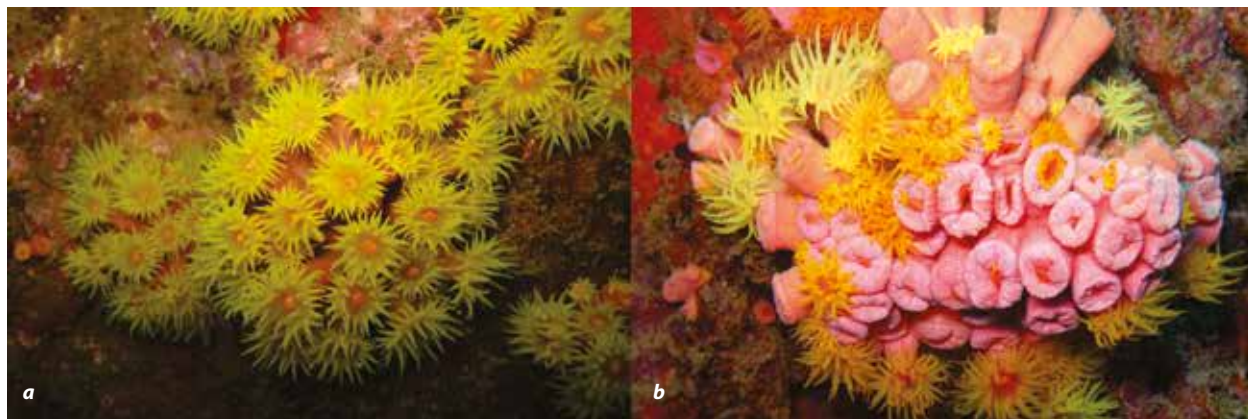
Táxons

Na Baía de Todos os Santos já foram registradas algumas espécies exóticas de invertebrados e de peixes. A seguir trazemos informações sobre algumas dessas espécies e ressaltamos a necessidade do desenvolvimento de trabalhos ecológicos e taxonômicos com outras espécies exóticas na região. Assim, os exemplos que apresentamos abaixo tratam de espécies bentônicas amplamente reconhecidas como exóticas na BTS (coral-sol e siri-bidu), bem como espécies exóticas de peixes (*Omobranchus punctatus* e *Butis koilomatodon*), espécies pertencentes a grupos zoológicos menos populares (briozoário *Triphyllozoon arcuatum*) e, mais brevemente, de uma espécie que ainda não podemos comprovar se é nativa ou não (esponja do gênero *Heteropia*).

Coral-sol: *Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis*

Tubastraea é um gênero de coral ahermatípico e azoxantelado conhecido vulgarmente como coral-sol (Figura 1). No Brasil duas espécies desse gênero são reconhecidas como invasoras, *T. coccinea* e *T. tagusensis*. (DE PAULA; CREED, 2004) Essas espécies pertencem à ordem Anthozoa, subordem Scleractinia, família Dendrophylliidae e são nativas do Oceano Pacífico. *Tubastraea coccinea* foi descrita

na Ilha de Bora Bora, no centro do Indo-Pacífico (WELLS, 1936) e hoje ocorre nos três oceanos. (CAIRNS, 1994, 2000) *T. tagusensis* foi descrita nas Ilhas Galápagos, no leste do Pacífico (WELLS, 1982), e posteriormente registrada em várias regiões do globo, como no Kuwait (HODGSON; CARPENTER, 1995), nas Ilhas Nicobar e em Palau (CAIRNS, 2000) e no Brasil. (DE PAULA; CREED, 2004)



No Brasil, o gênero *Tubastraea* foi reportado pela primeira vez na década de 1980, em uma plataforma de petróleo na Bacia de Campos, na costa do Rio de Janeiro. (CASTRO; PIRES, 2001) Desde então, as espécies *T. coccinea* e *T. tagusensis* vêm sendo registradas ao longo da costa brasileira nos estados do Rio de Janeiro (FERREIRA, 2003; DE PAULA; CREED, 2004), São Paulo (MANTELATTO et al., 2011), Santa Catarina (CAPEL, 2012), Espírito Santo (COSTA, et al., 2014) e na Bahia. (SAMPAIO et al., 2012)

O primeiro registro publicado de coral-sol na BTS foi em 2008 (SAMPAIO et al., 2012) e, atualmente, em 21 locais já foi registrada a presença deste invasor, sendo 9 na porção central e na entrada da BTS e 12 no estuário do Paraguaçu na região noroeste. (MIRANDA et al., 2016a) Nestas áreas o coral-sol colonizou tanto substratos consolidados naturais (recife de coral e costão rochoso) como artificiais (naufrágio, píer, plataformas de petróleo, quebra-mar, flutuadores e boias de sinalização náutica). (MIRANDA, et al., 2016a)

Diversos registros do coral-sol em plataformas de petróleo sugerem que esse é o principal vetor de introdução deste invasor na costa brasileira. (CREED et al., 2016; MIRANDA et al., 2016a) Os estaleiros navais no estuário do rio Paraguaçu, que recebem frequentemente plataformas de petróleo e gás colonizadas pelas espécies de *Tubastraea* (Figura 2), são uma importante fonte de coral-sol para outros locais na BTS.

Figura 1. Colônias do gênero *Tubastraea*

Fotos: Ricardo J. Miranda.

Figura 2. Vetor de introdução do coral-sol na BTS: a) plataforma de petróleo ancorada no estaleiro São Roque do Paraguaçu, no estuário do rio Paraguaçu, b) *T. coccinea* incrustada na plataforma, c) mergulhador coletando colônia do coral-sol na plataforma, d) alta densidade de esqueletos do coral-sol na estrutura da plataforma. Fotos: Ricardo J. Miranda.



Vários aspectos da biologia e ecologia das espécies do coral-sol contribuem para o amplo sucesso desse invasor no ambiente. Por exemplo, as espécies de coral-sol não possuem zooxantelas simbiotes e se alimentam por meio da captura de organismos do zooplâncton. Portanto, são denominados de azooxantelados heterotróficos. Diferente de muitas outras espécies de corais (zooxanteladas autotróficas), as espécies de coral-sol não são importantes construtores de recifes de coral. As espécies de coral-sol, por não dependerem de luz, podem ser encontradas em uma ampla faixa de profundidade desde 0,5 a 110 metros. (CAIRNS; ZIBROWIUS, 1997; DE PAULA; CREED, 2004; MIRANDA et al., 2016b) Frequentemente ocupam habitats sombreados como cavernas, fendas e paredes verticais em recifes de corais e costões rochosos, assim como em substratos artificiais – naufrágios, píeres, plataformas de petróleo/gás. O coral-sol tem alta capacidade reprodutiva, são espécies hermafroditas e a liberação de gametas pode ocorrer em até dois picos de desova anual. A maturação das colônias é atingida rapidamente (com cerca de 2 cm de diâmetro e com apenas 2 pólipos) e as colônias liberam um grande número de larvas por desova (80 a 300 larvas/cm²/ano) com longa viabilidade na coluna d'água (18 a 100 dias). (DE PAULA et al., 2014; GLYNN et al., 2008; PAZ-GARCÍA et al., 2007) Adicionalmente, as larvas de ambas as espécies de *Tubastraea* podem

assentar em diferentes tipos de substratos consolidados, sejam eles naturais ou artificiais. (CREED; DE PAULA, 2007)

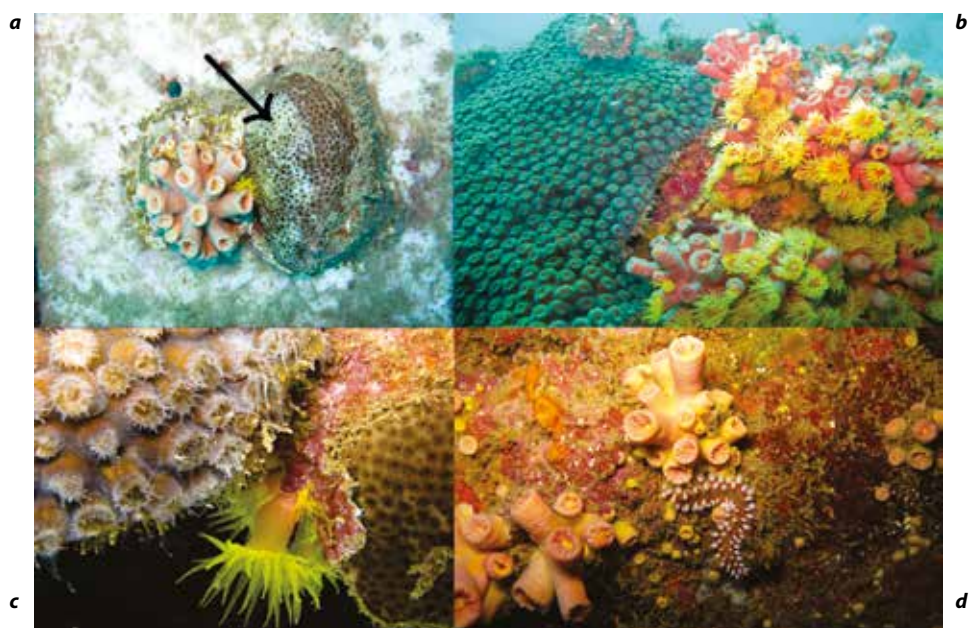
O crescimento das colônias do coral-sol é relativamente rápido, podendo chegar a mais de 3 cm² por ano, e normalmente os recrutas frequentemente crescem próximos às colônias originais, nesses casos facilitando o desenvolvimento de agregações. (CREED; DE PAULA, 2007) Os recrutas podem desenvolver estratégias de crescimento especializado, como por exemplo, o alongamento do tecido para escapar da competição com outros organismos bentônicos. (VERMEJI, 2005) O coral-sol também pode produzir esteroides e alcaloides (metabólitos secundários) que podem agir como aleloquímicos na competição por espaço ou como proteção contra alguns peixes e invertebrados que são potenciais predadores. (LAGES et al., 2010, 2012) Mecanismos físicos de competição também já foram descritos como pólipos alongados (MIRANDA et al., 2016b), além de outras estratégias de sobrevivência tais como pólipos de resgate (CAPEL et al., 2014) e pólipos pendurados. (YAMASHIRO, 2015)

Relativamente poucos estudos com coral-sol foram realizados na BTS até o momento. O poliqueta-de-fogo *Hermodice curunculata* foi pontualmente registrado predando coral-sol em um naufrágio (SAMPAIO et al., 2012), como pode ser observado na Figura 3d e experimentos que avaliem a eficiência dessa predação devem ser realizados. Um estudo que testou o efeito do coral-sol sobre as assembleias bentônicas nativas foi realizado no Recife dos Cascos, localizado na entrada da BTS. (MIRANDA et al., 2016b) Nesse recife, que está a 21 metros de profundidade, o coral-sol foi encontrado em alta cobertura (~27%) em uma área com aproximadamente 800 m², ocupando topos (11-12m) e paredes recifais (13-19m). Este estudo mostrou que as espécies de coral nativas *Mussismilia hispida* e *Madracis decatis* tiveram cobertura significativamente menores nas áreas invadidas quando comparadas com as áreas não invadidas por coral-sol. Esse efeito foi relacionado com as estratégias eficientes de competição direta desse invasor, que pode causar mortalidade tecidual em algumas espécies de corais nativas. (CREED, 2006; SANTOS et al., 2013) Um experimento manipulativo, também realizado no Recife dos Cascos mostrou que o coral nativo *Siderastrea stellata*, em contato direto com o coral-sol, sofreu mortalidade significativa após 60 dias, conforme Figura 3, (MIRANDA et al., 2016b) corroborando resultados de trabalhos realizados em costões rochosos do sudeste brasileiro (SANTOS et al., 2013) e sugerindo que os corais da BTS podem sofrer reduções de cobertura.

Os corais escleractíneos são essenciais para manutenção da alta complexidade estrutural dos recifes de corais, gerando microhabitats e contribuindo para a existência de uma grande quantidade de espécies associadas. Existe a necessidade de realização de estudos experimentais para que sejam testados os efeitos do coral-sol sobre as funções desempenhadas por corais zooxantelados na BTS. Todavia,

os estudos existentes indicam que o coral-sol pode alterar a biodiversidade e o funcionamento do ecossistema recifal aumentando a mortalidade de três espécies de corais nativos (*S. stellata*, *M. hispida* e *M. decactis*) e alterando a estrutura da comunidade bentônica. Outro resultado interessante na BTS foi de que uma espécie nativa (*Montastrea cavernosa*) não sofreu aumento da mortalidade em contato direto com o coral-sol no período do experimento. (MIRANDA et al., 2016b) Contudo, a longo prazo a resistência de corais em eventos de intensa competição, o coral-sol pode prejudicar o investimento energético em outras funções biológicas como crescimento e reprodução (TANNER, 1997), sendo portanto crucial a realização de experimentos que avaliem essa questão.

Figura 3. Interações do coral-sol com outros organismos no Recife dos Cascos na BTS: a) experimento de competição entre *Tubastraea tagusensis* (esquerda) e *Siderastraea stellata* (direita) com presença de mortalidade tecidual (seta), b) encontro competitivo entre *T. tagusensis* (direita) e *M. cavernosa* (esquerda), c) tentáculos varredores do coral *M. cavernosa* (esquerda), *T. tagusensis* (centro) e *S. stellata* (a direita), d) o poliqueta-de-fogo *Hermodice curunculata* sobre o coral-sol. Fotos: Ricardo J. Miranda.



Siri-bidú: *Charybdis hellerii*

O siri *Charybdis hellerii* (Figura 4) é um crustáceo, decápode da família Portunidae, conhecido popularmente por siri bidú, siri de espinho, siri da pedra e siri capeta. (MANTELATTO; GARCIA, 2001) Apresenta superfície dorsal da carapaça nua, margem anterolateral com seis dentes agudos (incluindo o orbital externo) e carapaça verde clara ou marrom (regiões frontal, hepática e epibrânquial). Os dedos do quelípodo são púrpura escuro. (DINEEN et al., 2001; TAVARES; MENDONÇA-JR, 1996) Seu tamanho é reduzido quando comparado com as espécies nativas sendo que o maior exemplar de *C. hellerii* registrado na literatura foi um macho de 8,2 cm de largura de carapaça. (BOSS-JR et al., 2010)

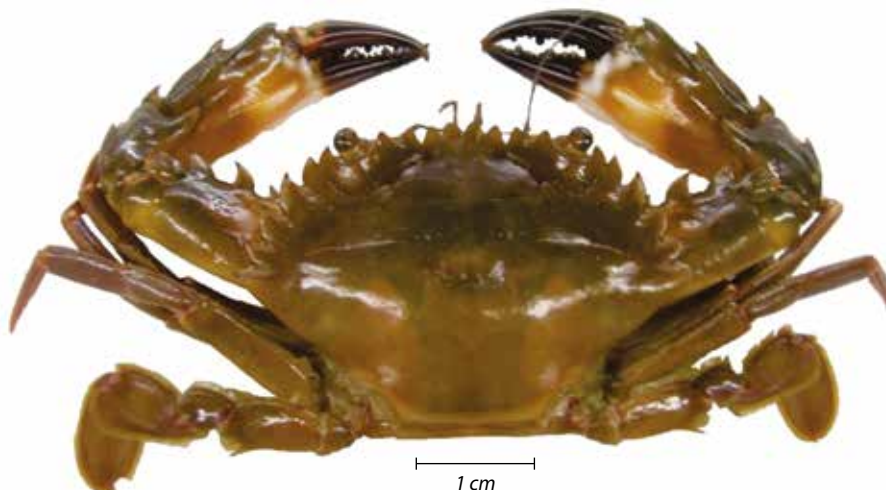


Figura 4. *Charybdis hellerii*
coletado na BTS
Foto: Eder Carvalho.

A espécie é registrada desde a região de entre marés até 51 m de profundidade, em substratos consolidados e inconsolidados e em diversos habitats como recifes de corais, manguezais e costões rochosos. (LEMAITRE, 1995) Este siri invasor, originário do oceano Indo-Pacífico, atualmente possui registros de ocorrência em todo o oceano Atlântico, desde o Caribe até o sul da América do Sul. (LEMAITRE, 1995; TAVARES; MENDONÇA JR, 1996)

O primeiro registro da espécie fora do oceano Indo-Pacífico foi no Mar Mediterrâneo, possivelmente após atravessar o Canal de Suez. (STEINITZ, 1929) No Atlântico Ocidental foi registrada pela primeira vez em 1987, em Cuba, sendo posteriormente identificada na Venezuela e Colômbia ainda na década de 1980, e na Flórida seis anos depois. (LEMAITRE, 1995; TAVARES; MENDONÇA JR, 1996)

No território brasileiro o primeiro registro dessa espécie foi na Baía da Guanabara, estado do Rio de Janeiro, em 1995. (TAVARES; MENDONÇA JR, 1996) Atualmente já existem registros do Nordeste ao Sul do Brasil, em 13 estados brasileiros (PA, MA, RN, CE, PE, AL, SE, BA, ES, RJ, SP, PR, SC), sendo a espécie invasora marinha bentônica com maior ocorrência em território nacional. (BENTES et al., 2013; FRIGOTTO; SERAFIM JÚNIOR, 2007; ROSA, 2014; SILVA; BARROS, 2011) No estado da Bahia o primeiro registro da espécie ocorreu em 1996, na Ilha das Fontes, dentro da BTS. (CARQUEIJA; GOUVÊA, 1996)

Charybdis hellerii consegue se dispersar de modo muito eficaz, as larvas podem ser facilmente dispersas por correntes oceânicas ou por água de lastro e os adultos podem viajar por longas distâncias agarrados em incrustações de cascos de navios. (COELHO; SANTOS, 2013; MANTELATTO; DIAS, 1999) A espécie possui algumas características que permitem que ela se estabeleça em novas regiões, como a capacidade de desovas múltiplas, vida larval relativamente longa (44 dias)

(DINEEN et al., 2001), maturidade sexual precoce, dieta carnívora generalizada e comportamento agressivo com outras espécies. (SANT'ANNA et al., 2012)

Vários trabalhos sugerem que a presença desse siri invasor pode representar um enorme risco à diversidade das espécies nativas (BENTES et al., 2013) e à pesca (BENTES et al., 2011), podendo até mesmo afetar as comunidades humanas que utilizam siris nativos para sua subsistência (HATJE; ANDRADE, 2009; IBAMA, 2008) visto que *C. hellerii* não é comercializado no Brasil. (FERREIRA et al., 2001) Todavia, os potenciais efeitos de *C. hellerii* foram pouco testados experimentalmente e os efeitos ecológicos desta espécie ainda são pouco conhecidos. (FERREIRA et al., 2001) Recentemente um experimento manipulativo foi realizado em campo, em um estuário da BTS, para testar os efeitos de *C. hellerii* e de uma espécie de siri nativo (*Callinectes danae*) sobre assembleias bentônicas nativas. (SILVA, 2016) Os resultados desse experimento mostraram que o siri invasor pode afetar negativamente a abundância e riqueza dos invertebrados bentônicos em fundos inconsolidados.

Além dos danos diretos por predação e competição o *C. hellerii* é um potencial hospedeiro para o *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) (TAVARES; MENDONÇA JR, 2004), uma doença causada pelo vírus do gênero *Whispovirus* (VAN HULTEN; VLAK, 2001), que pode infectar camarões, lagostas, copépodos e caranguejos (HAMEED et al., 2001) podendo resultar em grandes danos econômicos.

Briozoário: *Triphyllozoon arcuatum*

Os briozoários são animais pouco populares e apesar de serem componentes comuns e importantes nas comunidades bentônicas marinhas, podem ser encontrados desde a zona entre marés até profundidades abissais. (GORDON; MAWATARI, 1992) São invertebrados coloniais sésseis que vivem associados a substratos diversos e que possuem colônias de formas variadas. Por exemplo, as colônias podem ser laminares, frequentemente formando crostas, ou eretas, formando estruturas arborescentes.

Triphyllozoon arcuatum (Figura 5) pertence à família Phidoloporidae, que reúne mais de 300 espécies de briozoários distribuídas por todos os oceanos, mas com maior diversidade na região do Indo-Pacífico. (ALMEIDA et al., 2015; HAYWARD, 1999) Essa espécie possui colônias eretas, tridimensionais e está incluída em um grupo popularmente conhecido como “briozoários de renda”, nome dado justamente pela forma exuberante de suas colônias que são facilmente reconhecíveis no ambiente natural (Figura 6). Espécies de *Triphyllozoon* estão frequentemente associadas a substratos vivos como corais, algas e esponjas, mas também são encontrados em rochas e estruturas artificiais. (ALMEIDA et al., 2015)



Figura 5. Colônias vivas de *Triphylllozoon arcuatum* na BTS
Foto: Ricardo J. Miranda.

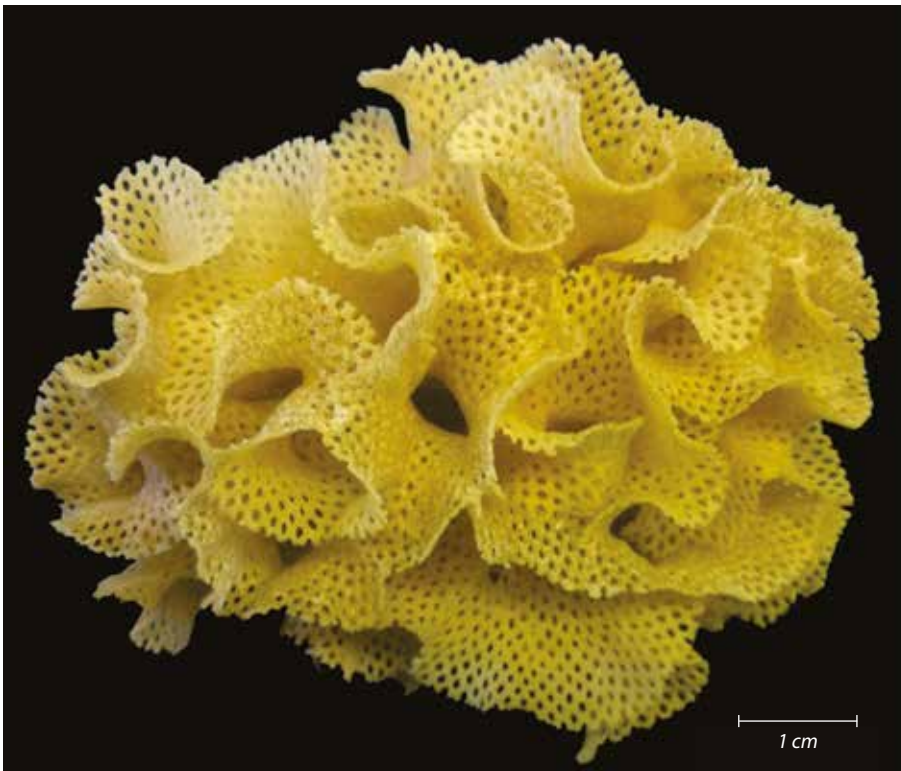


Figura 6. Colônia de *Triphylllozoon arcuatum* coletada em plataforma de petróleo na BTS
Foto: Ana C. S. Almeida.

Triphyllozoon arcuatum foi originalmente descrita para Austrália e sua distribuição natural compreende a província biogeográfica marinha do Indo-Pacífico Ocidental. (ALMEIDA et al., 2015; HAYWARD, 1999; TILBROOK; GORDON, 2015) Nenhuma espécie do gênero havia sido registrada para o oceano Atlântico até recentemente, quando *Triphyllozoon arcuatum* foi reportado para a costa brasileira, inclusive na BTS. (ALMEIDA et al., 2015)

Briozoários são relatados como um dos organismos incrustantes mais comuns em regiões portuárias de todo o mundo. (GORDON; MAWATARI, 1992; MARQUES et al., 2013) O hábito incrustante e a habilidade de fixação desses animais em estruturas artificiais, como cascos de navios e plataformas de petróleo, facilitam o transporte de espécies para regiões distantes de sua distribuição nativa. (GORDON; MAWATARI, 1992; WATTS et al., 1998) No Brasil, ao menos nove espécies de briozoários são reportadas como exóticas —*Hippopodina viriosa*, *Licornia diadema*, *Membraniporopsis tubigera*, *Schizoporella errata*, *Amathia verticillata*, *Virididentula dentata*, *Watersipora subtorquata*, *Licornia jolloisii* e *Triphyllozoon arcuatum*. Sendo que *L. jolloisii*, juntamente com *T. arcuatum*, foram registradas na Baía de Todos os Santos. (ALMEIDA et al., 2015; VIEIRA et al., 2013)

Além da ocorrência na BTS, *Triphyllozoon arcuatum* foi também registrado na Baía de Camamu, na Bahia e no Porto de Suape, em Pernambuco. (ALMEIDA et al., 2015) Essa espécie foi registrada em uma plataforma de petróleo originária de Singapura que veio para o Brasil em 1998 e permaneceu na Bacia de Campos, Rio de Janeiro. Em 2014, foi deslocada para o canteiro do estaleiro de São Roque do Paraguaçu. Assim, é provável que *T. arcuatum* tenha sido transportado para a BTS por meio de plataformas de petróleo. (ALMEIDA et al., 2015)

Briozoários competem por espaço com diversos grupos de organismos bentônicos, incluindo outras espécies de briozoários, acídias, esponjas e poliquetas tubícolas. (GORDON, 1972) Em geral, quando em competição com outros animais, os briozoários tendem a perder espaço por conta do lento desenvolvimento e da fragilidade colonial em comparação ao rápido crescimento e robustez de organismos como acídias e esponjas. (GORDON, 1972) *T. arcuatum*, entretanto, possui colônias densamente calcificadas, rígidas e que formam largas estruturas tridimensionais. Apesar de Almeida e colaboradores (2015) terem reportado a espécie para duas localidades dentro da BTS, novos relatos de ocorrência da espécie já são conhecidos, indicando que *T. arcuatum* pode estar se dispersando na área com rapidez. Todas as colônias coletadas na BTS estavam em fase reprodutiva (Figura 7), evidenciando que a espécie está se reproduzindo. Existe uma clara necessidade de que sejam desenvolvidos estudos ecológicos (e.g. competição com espécies nativas) para avaliar potenciais impactos ecológicos de *T. arcuatum* na estrutura das comunidades bentônicas na BTS.

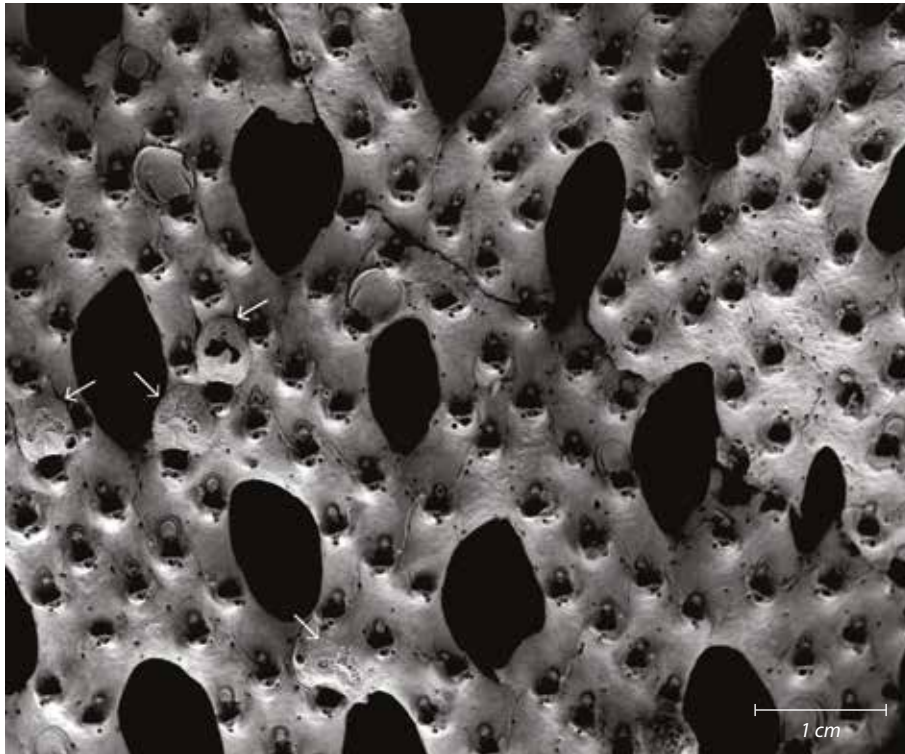


Figura 7. Microscopia eletrônica de varredura de colônia de *Triphylozoon arcuatum* da BTS. Setas indicam estruturas reprodutivas
Foto: Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz (FIOCRUZ/BA).

Esponja: *Heteropia* sp.

Heteropia sp. é uma esponja calcária formada por diversos tubos ramificados e que se projetam de uma base em comum, o que lhe confere um aspecto semelhante a um cacho de bananas de coloração bege (Figura 8). Em geral, os indivíduos medem cerca de 2 cm, mas frequentemente são encontrados exemplares maiores, com até 5 cm de altura. As espículas, elementos que compõem seu esqueleto, são visíveis a olho nu e compostas por carbonato de cálcio, de forma que essa espécie é classificada como pertencente à classe Calcarea do filo *Porifera*. Em contraste com a maioria das esponjas calcárias, *Heteropia* sp. pode ser facilmente encontrada em ambientes expostos à luminosidade. Devido a esse hábito fotófilo e também por conta do formato do corpo e tamanho dos indivíduos, *Heteropia* sp. é uma espécie conspícua no ambiente, ou seja, ela pode ser facilmente reconhecida.

Os primeiros indivíduos de *Heteropia* sp. foram encontrados em 2009 na Baía de Sepetiba (Rio de Janeiro), que abriga uma das grandes zonas portuárias do litoral brasileiro. Eles foram encontrados sobre placas de granito que permaneceram imersas por um período de dois meses durante experimentos sobre o recrutamento de larvas de esponjas. (CAVALCANTI, F. F.) Na BTS, *Heteropia* sp. foi observada em duas localidades, na marina do Terminal Turístico Náutico da Bahia, desde 2012,

e em uma marina da Baía de Aratu, onde foi feito um registro pontual em 2013. Nesses casos, os indivíduos colonizavam cabos náuticos e madeira, respectivamente. Assim, ao longo de toda sua faixa de distribuição, *Heteropia* sp. vem sendo encontrada apenas em áreas de portos e marinas, estando sempre associada a substratos artificiais. Por conta disso, e também por ser uma espécie facilmente reconhecida no ambiente, suspeita-se que *Heteropia* sp. tenha sido introduzida no litoral brasileiro por meio da incrustação em estruturas flutuantes. Todavia, a escassez de dados pretéritos sobre a diversidade de esponjas não permite afirmar se esta seria uma espécie exótica. Assim, no momento, *Heteropia* sp. deve ser considerada como sendo criptogênica, um termo cunhado por Carlton (1996) para alocar espécies que não podemos comprovar se são nativas ou não. Vale ressaltar, porém, que o status de criptogênica não descarta a possibilidade de ela ter sido introduzida na BTS.

Figura 8. *Heteropia* sp.
a) indivíduos (setas) aderidos a cabos náuticos de embarcações do Terminal Turístico Náutico da Bahia; b) indivíduo após ser coletado e fixado em etanol
Fotos: Fernanda F. Cavalcanti.



Peixe: ***Omobranchus punctatus***

Omobranchus punctatus (Figura 9) é um pequeno peixe da família Blenniidae que vive em ambientes rasos, podendo ser encontrado em manguezais, costões rochosos e em diversos recifes artificiais como píers, atracadouros e molhes. *Omobranchus punctatus* alcança cerca de 10 cm, é ovíparo, com desova demersal e adesiva e suas larvas são planctônicas. A distribuição geográfica natural de *O. punctatus* se estende desde o oceano Índico Norte ao oceano Pacífico Ocidental. Na década de 1960, surgiram os primeiros registros de espécimes coletados no Atlântico. Atualmente a espécie já foi registrada no Caribe, leste da África e no Brasil. (CERVIGÓN, 1966, 1994; GERHARDINGER et al., 2006; SPRINGER; GOMON, 1975)



Figura 9. Exemplar de *Omobranchus punctatus*
Foto: Cláudio Sampaio.

Em 2002, 90 espécimes foram capturados dentro da BTS. (GERHARDINGER et al., 2006) Em 2004, Gehardinger e colaboradores (2006) encontraram dois espécimes no Rio de Janeiro, e seis espécimes foram coletados em organismo incrustantes no casco de um navio no estado de Santa Catarina. Posteriormente novos registros entre 2005 e 2006 foram realizados na foz do rio Amazonas e no estado do Pará. (LASSO-ALCALA et al., 2011)

Além da possível introdução por água de lastro, cascos de navios e plataformas incrustadas, o alcance geográfico de *O. punctatus* pode ter acontecido através

da dispersão larval via correntes oceânicas. (LASSO-ALCALA et al., 2011) A Corrente do Sul Equatorial, Corrente Norte do Brasil, e a Corrente Sul do Brasil são consideradas importantes na dispersão de peixes. (ROCHA, 2003) Apesar de *O. punctatus* ter se espalhado por quase toda BTS, ainda não sabemos os potenciais efeitos dessa espécie nos diferentes habitats em que ocorre (e.g. manguezais, zonas entre marés lamosas ou em ambientes artificiais). Competição com outras espécies das famílias Gobiidae e Blenniidae já foram sugeridas na literatura, no entanto, nenhum registro de competição direta foi documentado até a presente data na BTS.

Peixe: ***Butis koilomatodon***

O *Butis koilomatodon* (Figura 10) é um pequeno peixe estuarino e marinho pertencente à família Eleotridae que pode alcançar até 15 cm de comprimento total. (DAWSON, 1973) Alimenta-se de crustáceos e peixes, habitando desde pequenos trechos de rios até canais de maré e estuários de forma geral (FROESE; PAULY, 2016) com hábitos exclusivamente bentônicos. A distribuição geográfica natural de *Butis koilomatodon* se estende do oceano Indo-Pacífico a partir da África e China. (MACIEIRA et al., 2012)

Figura 10. *Butis koilomatodon* (7,6 cm) capturado no estuário do rio Paraguaçu, BTS
Foto: Heigon Henrique.



Invasões por *B. koilomatodon* foram reportadas para diversas áreas costeiras do mundo, incluindo a costa pacífica do Panamá (DAWSON, 1973), noroeste do oceano Atlântico na costa entre Nigéria, Camarões e Guiné Equatorial (MILLER et al., 1989; VREVEN et al., 2007) e nordeste do oceano Atlântico na Venezuela. (LASSO-ALCALÁ et al., 2005)

O primeiro registro no Brasil foi em 1989, na cidade de Mosqueiro, Paraíba, sendo reconhecido como a espécie em questão, apenas em 2000, quando em uma revisão taxonômica o material depositado em museu foi reexaminado. (MACIEIRA et al., 2012) Atualmente, já foram relatados vários outros pontos onde a espécie foi observada na costa brasileira, como Curaçá (Pará) e Soledade (Paraíba). No estado da Bahia foram registradas ocorrências ao sul em Mucuri e Conceição da Barra e no Espírito Santo em Piraquê-açu e rio Escuro. (MACIEIRA et al., 2012) Macieira e colaboradores (2012) sugeriram que a ocorrência da espécie no Brasil provavelmente está associada ao trânsito de embarcações com água de lastro ou em incrustações em cascos de navios, de acordo com o que foi sugerido para outros locais no globo.

Das espécies de peixes exóticos registrados para a BTS, *B. koilomatodon* constitui o caso mais recente, ampliando a distribuição da espécie na costa brasileira. Dados de desembarques de pesca oriundos de um programa de monitoramento da fauna marinha – Projeto *Entendendo a Dinâmica dos Recursos Pesqueiros e da Ictiofauna da Baía de Todos os Santos*, Instituto ECUS –, dados de vários outros estudos realizados na região. (REIS FILHO et al., 2010, 2012; REIS FILHO; SANTOS, 2014) e informações colhidas diretamente junto às comunidades pesqueiras e habitantes locais mostram registros importantes sobre essa espécie dentro da BTS. O primeiro registro de *B. koilomatodon* foi na Baía de Aratu (uma baía interna da BTS) em 2010 e um aumento na captura e registro dessa espécie foi observado entre 2010 a 2014. Possivelmente, a chegada dessa espécie foi a partir de indivíduos oriundos de água de lastro nas regiões Aratu e Madre de Deus por conta da intensa atividade naval de grande porte. Apenas em 2012 e 2013 *B. koilomatodon* foi registrado na região oeste da BTS e no estuário do rio Paraguaçu, regiões com atividade naval menos intensa. Assim, nessas duas últimas áreas, a colonização deve ter sido por migrações e ou dispersão de ovos e larvas por correntes a partir de pontos colonizados anteriormente. Surpreendentemente, ainda não existem registros de *B. koilomatodon* nas proximidades do porto de Salvador.

Os efeitos da invasão por *B. koilomatodon* na BTS ainda não foram investigados. Macieira e colaboradores (2012) sugeriram que essa espécie pode ser um competidor com espécies nativas – gobídeos como *Bathygobius soporator*, peixes do gênero *Ctenogobius* e *Microgobius meeki* e eleotrídeos como *Eleotris pisonis*, *Erotelis smaragdus* e *Guavina guavina* – que ocupam micro-habitat similares, i.e. substrato lamoso e água sobre influência estuarina. As observações realizadas na BTS indicam que *B. koilomatodon* está colonizando a região relativamente rápido,

provavelmente se beneficiando de mecanismos de transporte por maré (JOYEUX et al., 2004) associados com abundante fonte de alimentos encontradas nos ambientes estuarinos.

Considerações Finais

A introdução de espécies exóticas pode causar diversos problemas ecológicos incluindo a perda da biodiversidade nativa, alteração da estrutura das comunidades, perda de funções de ecossistemas além de prejuízos econômicos e sociais. O entendimento das causas e efeitos das diferentes invasões biológicas variam de acordo com o local e com a espécie estudada. Na BTS, como na maioria das outras regiões do globo, ainda são necessários diversos tipos de experimentos para que os reais efeitos dessas espécies sobre espécies nativas ou sobre atividades socioeconômicas sejam adequadamente testados.

No caso do coral-sol, o controle das populações conhecidas pode ser a principal estratégia de manejo a ser adotada para minimizar a pressão de propágulos (larvas) do invasor e reduzir a chance de expansão da invasão em outras áreas. Ações para remoção do coral-sol na BTS foram realizadas em alguns locais pela ONG Pró-Mar, seguindo os procedimentos adotados em outras regiões no Sudeste do Brasil. Entretanto a eficiência da remoção ainda não foi adequadamente testada e futuros trabalhos experimentais devem ser realizados para tal. O histórico de invasão das espécies de coral-sol tem sido associado principalmente ao trânsito e fundeio de plataformas e outros flutuadores da indústria do petróleo e gás. Portanto, esse setor da indústria deve, juntamente com outros setores da sociedade (e.g. universidades, órgãos ambientais), discutir e propor estratégias de manejo com o objetivo de minimizar novos eventos de introdução ao longo da costa brasileira. Recentemente, o governo brasileiro por meio do Ministério do Meio Ambiente instituiu um grupo de trabalho para elaborar o *Plano de controle e monitoramento do coral-sol* para mitigar os seus impactos negativos sobre a biodiversidade marinha. (BRASIL, 2016)

O siri-bidu (*Charybdis hellerii*) já está muito bem estabelecido na BTS e estudos experimentais indicaram que essa espécie pode estar afetando as assembleias bentônicas estuarinas e competindo com espécies de siri nativas. A pesca de siri na BTS é uma atividade muito importante e pode estar sendo afetada com a invasão do siri-bidu e isto deve ser avaliado de maneira objetiva. Diferentes metodologias para controle e remoção de *C. hellerii* devem ser discutidas.

A distribuição precisa do briozoário *T. Arcuatum* na BTS ainda precisa ser caracterizada e são necessários experimentos que possibilitem avaliar as relações desse invasor com espécies nativas. No caso da esponja *Heteropia* sp., a avaliação

de seus aspectos biológicos, tais como a competição, potencial reprodutivo e dinâmica populacional, pode ajudar na compreensão do papel desempenhado por essa espécie nas comunidades incrustantes da BTS.

Os peixes invasores aqui apresentados, *O. punctatus* e *B. koilomatodon*, necessitam de estudos ecológicos que permitam caracterizar se de fato essas espécies competem com espécies de peixes nativas. Investigações que permitam a delimitação da posição na cadeia trófica dessas duas espécies de peixes invasores são necessárias para a discussão de eventuais medidas de controle ou mitigação.

Na Baía de Todos os Santos existe uma demanda clara e urgente de regulamentação e fiscalização que possibilitem a prevenção de novas invasões biológicas. As instituições governamentais juntamente com outros setores da sociedade devem promover a discussão e a implementação de medidas eficientes para o controle da entrada de espécies exóticas e isso deve envolver a criação de regras claras sobre a fiscalização da água de lastro e da entrada de navios e plataformas na BTS. Todavia, outras atividades humanas, a saber, a comercialização de espécies para o aquarismo e a maricultura também devem ser consideradas.

Para as espécies já estabelecidas, são necessários (i) a caracterização precisa da distribuição, (ii) o monitoramento dessa distribuição, (iii) o desenvolvimento de estudos visando à caracterização dos efeitos ecológicos e socioeconômicos e (iv) o desenvolvimento de metodologias eficientes para controle de espécies invasoras.

Referências

- ALMEIDA A. C. S. et al. The non-indigenous bryozoan *Triphyllozoon* Canu & Bassler, 1917 in the Atlantic: morphology and dispersion on the Brazilian coast. *Zoologia*, Curitiba, v. 32, n. 6, p. 476-484, Nov./Dec. 2015.
- BARROS, F. Invasive species. In: KENNISH, M. J. (Ed.). *Encyclopedia of Estuaries*. New York: Springer Dordrecht; London: Heidelberg, 2015.
- BECK, K. G. et al. Invasive species defined in a policy context: recommendations from the federal invasive species advisory committee. *Invasive Plant Science and Management*, Cambridge, v. 1, n. 4, p. 414-421, Oct./Dec. 2008.
- BENTES, B. S. et al. Spatial distribution of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Caridea, Palaemonidae) in two perennial creeks of an estuary on the northern coast of Brazil (Guajará Bay, Belém, Pará). *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 71, n. 4, p. 925-935, nov. 2011.
- BENTES, A. B. et al. Occurrence of *Charybdis hellerii* (Milne- Edwards, 1867) (Crustacea: Decapoda: Portunidae) in Amazonian Estuary. *Biota Amazônica*, Macapá, v. 3, n. 3, p. 181-184, dez. 2013.

BOSS, J. H.; OLIVEIRA, M. M.; DELFIM, R. Novos registros do siri exótico *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Crustacea, Portunidae), no litoral do Estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista CEPsul*, Itajaí, SC, v. 1, p. 1-7, jan./dez. 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. *Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil*. Brasília: MMA/SBF, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria MMA n. 94, de 6 de abril de 2016. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, n. 66, 07 abr. 2016. Seção 1, p. 70. Disponível em: < <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=70&data=07/04/2016>>. Acesso em: 23 set. 2017.

CAIRNS, S. D. *Scleractinia of the temperate North Pacific*. Washington: Smithsonian Institution Press, 1994. (Smithsonian Contributions to Zoology, n. 557).

CAIRNS, S. D. A revision of the shallow-water azooxanthellate Scleractinia of the Western Atlantic. *Studies on the Natural History of Caribbean Region*. Washington: Smithsonian Institution, 2000.

CAIRNS, S.; ZIBROWIUS, H. Cnidaria Anthozoa: azooxanthellate Scleractinia from the Philippine and Indonesian regions. *Memoires du Museum National d'Histoire Naturelle*, Paris, v. 172, n.2, p. 27-243, 1997.

CAPEL, K. C. C. Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (SC), com ênfase na estrutura espaço-temporal da formação mais meridional de corais recifais no Oceano Atlântico. 111 p. 2012. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

CAPEL, K. C. C. et al. Another tool towards invasion? Polyp "bail-out" in *Tubastraea coccinea*. *Coral Reefs*, v. 33, n. 4, p. 1165-1165, Ago. 2014.

CARLTON, J. T. Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology*, Washington, EUA, v. 77, n. 6, p. 1653-1655, Sept. 1996.

CARQUEIJA, C. R. G.; GOUVEA, E. P. A ocorrência, na costa brasileira, de um Portunidae (Crustacea, Decapoda), originário do Indo-Pacífico e Mediterrâneo. *Nauplius*, Rio Grande, v. 4, n. 1, p. 105-112, 1996.

CASTRO, C. B.; PIRES, D. O. Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. *Bulletin of Marine Science*, Miami, USA, v. 69, p. 357-371, 2001.

CERVIGÓN, F. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Caracas: Fundación La Salle de Ciencias Naturales, 1966. (t. II, Monografía, n. 12).

CERVIGÓN, F. *Los peces marinos de Venezuela*. Caracas: Fundación Científica Los Roques, 1994. t. III.

COELHO, P. A.; SANTOS, M. C. F. Ocorrência de *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867) (Crustacea, Decapoda, Portunidae) no litoral de Pernambuco. *Boletim Técnico Científico CEPENE*, Tamandaré, PE, v. 11, p. 167-173, 2003.

- COHEN, A. N.; CARLTON, J. T. Accelerating invasion Rate in a Highly Invaded Estuary. *Science*, Washington, EUA, v. 279, n. 5350, p. 555-558, jan. 1998.
- COSTA, T. J. F. et al. Expansion of an invasive coral species over Abrolhos Bank, Southwestern Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, Amsterdã, NL, v. 85, p. 252-253, jun. 2014.
- CREED, J. C. Two invasive alien azooxanthellate corals, *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate *Mussismilia hispida* in Brazil. *Coral Reefs*, v. 25, n. 3, p. 350-350, jan. 2006.
- CREED, J. C.; DE PAULA, A. F. Substratum preference during recruitment of two invasive alien corals onto shallow-subtidal tropical rocky shores. *Marine Ecology Progress Series*, v. 330, p. 101-111, 2007.
- CREED, J. C. et al. The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. *Biological Invasions*, Washington, EUA, v. 19, n. 1, p. 283-305, Jan. 2017.
- DAWSON, C. E. Occurrence of an exotic eleotrid fish in Panama with discussion of probable origin and mode of introduction. *Copeia*, v. 5, n. 1, p. 141-144, 1973.
- DE PAULA, A. F.; CREED, J. C., Two species of the coral *Tubastraea* (cnidaria, scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. *Bulletin of Marine Science*, Miami, v. 74, p. 175-183, 2004.
- DE PAULA, A. F.; PIRES, D. O.; CREED, J. C. Reproductive strategies of two invasive sun corals (*Tubastraea* spp.) in the southwestern Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, Cambridge, v. 94, n. 3, p. 481-492, Jan. 2014.
- DINEEN, J. F. Life history, larval description and natural history of *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Portunidae), an invasive crab in the western Atlantic. *Journal of Crustacean Biology*, Oxford, v. 21, n. 3, p. 774-805, July 2001.
- FERES, S. J. C.; LOPES, A. T. L.; SANTOS, L. A. Primeiro registro de *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867) para o litoral Maranhense - Brasil (Crustacea, Decapoda, Portunidae). *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, São Luís, v. 20, n. 1, p. 77-82, abr./jun. 2007.
- FERREIRA, A. C. et al. Yet another record of *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards) (Crustacea, Decapoda) from the Northeast of Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 18, p. 357-358, July 2001.
- FERREIRA, C. E. L. Non-indigenous corals at marginal sites. *Coral Reefs*, v. 22, n. 4, p. 498-498, Dec. 2003.
- FRIGOTTO, S. F.; SERAFIM JUNIOR, M. Primeiro registro de *Charybdis hellerii* (MILNE EDWARDS, 1867) (CRUSTACEA) no litoral do Paraná. *Estudos de Biologia*, Curitiba, v. 29, n. 67, p. 227-230, abr./jun. 2007.

- FROESE, R.; PAULY, D. (Ed.). *FishBase*, 2016. Available at: <<http://www.fishbase.us/>> Accessed: 13 July 2016.
- GERHARDINGER, L. et al. *Omobranchus punctatus* (Teleostei: Blenniidae), an exotic blenny in the Southwestern Atlantic. *Biological Invasions*, Washington, v. 8, p. 941-946, June, 2006.
- GLYNN, P. W. et al. Reproductive ecology of the azooxanthellate coral *Tubastraea coccinea* in the Equatorial Eastern Pacific: Part V. Dendrophylliidae. *Marine Biology*, v. 153, p. 529-544, Apr. 2008.
- GORDON, D. P. Biological relationships of an intertidal Bryozoan population. *Journal of Natural History*, v. 6, p. 503-514, 1972.
- GORDON, D. P.; MAWATARI, S. F. Atlas of marine fouling Bryozoa of New Zealand ports and harbours. *Miscellaneous publication New Zealand Oceanographic Institute*, v. 107, p. 1-52, 1992.
- GROSHOLZ, E. Ecological and evolutionary consequences of coastal invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 17, n. 1, p. 22-27, Jan. 2002.
- HAMEED, A. S. S. et al. White spot syndrome virus (WSSV) in two species of freshwater crabs (*Paratelphusa hydromomous* and *P. pulvinata*). *Aquaculture*, v. 201, n. 3-4, p. 179-186, Oct. 2001.
- HATJE, V.; ANDRADE, J. B. *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*. Salvador: EDUFBA, 2009.
- HAYWARD, P. J. Taxonomic studies on some Australian Phidoloporidae (Bryozoa: Cheilostomatida). *Journal of Zoology*, v. 249, n. 2, p. 219-240, Oct. 1999.
- HODGSON, G.; CARPENTER, K. Scleractinian corals of Kuwait. *Pacific Science*, v. 49, n. 3, p. 227-246, 1995.
- IBAMA. Monitoramento da atividade pesqueira no litoral nordestino - Projeto Estatpesca. *Boletim da Estatística da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil*, 2006, Tamandaré, 2008.
- LAGES, B. G. et al. Chemical defenses against generalist fish predators and fouling organisms in two invasive ahermatypic corals in the genus *Tubastraea*. *Marine Ecology*, São Paulo, v. 31, p. 473-482, 2010.
- LAGES, B. G. Proximity to competitors changes secondary metabolites of nonindigenous cup corals, *Tubastraea* spp., in the southwest Atlantic. *Marine Biology*, v. 159, p. 1551- 1559, 2012.
- LAGO ALCALA, O. M. et al. The mud sleeper *Butis koilomatodon* (Pisces: Eleotridae): first record from the Western Central Atlantic. *Revista de Biologia Tropical*, San José, CRO, v. 53, p. 1-2, mar./jun. 2005.
- LAGO-ALCALA, O. et al. Invasion of the Indo-Pacific blenny *Omobranchus punctatus* (Perciformes: Blenniidae) on the Atlantic Coast of Central and South America. *Neotropical Ichthyology*, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 571-578, 2011.

- LEMAITRE, R. *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867), a nonindigenous portunid crab (Crustacea, Decapoda, Brachyura), discovered in the Indian River lagoon system of Flórida. *Proceeding of the Biological Society of Washington*, v. 108, n. 4, p. 643-648, 1995.
- MACIERIA, R. M. et al. Geographic expansion of the invasive mud sleeper *Butis koilomatodon* (Perciformes: Eletridae) in the western Atlantic Ocean. *Journal of Fish Biology*, v. 81, n. 1, p. 308-313, July, 2012.
- MACK, R. N. et al. Biotic Invasions: causes, epidemiology, global consequences and control. *Ecological Applications*, v. 10, n. 3, p. 689-710, June, 2000.
- MANTELATTO, F. L. M.; DIAS, L. L. Extension of the known distribution of *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Decapoda, Portunidae) along the western tropical south Atlantic. *Crustaceana*, v. 6, n. 72, p. 617-620, 1999.
- MANTELATTO, F. L. M.; GARCIA, R. B. Biological aspects of the nonindigenous portunid crab *Charybdis hellerii* in the western Tropical South Atlantic. *Bulletin of Marine Science*, Miami, v. 68, n. 3, p. 469-477, May, 2001.
- MANTELATTO, M. C. et al. Range expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* in the Southwest Atlantic. *Coral Reefs*, v. 30, p. 397-397, June, 2011.
- MARQUES, A. C. et al. Rapid assessment survey for exotic benthic species in the São Sebastião Channel, Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, Valparaíso, v. 41, n. 2, p. 265-285, 2013.
- MILLER, P. J.; WRIGHT, J.; WONGRAT, P. An Indo-Pacific goby (Teleostei: Gobioidi) from West Africa, with systematic notes on *Butis* and related eleotridine genera. *Journal of Natural History*, v. 23, n. 2, p. 311-324, 1989.
- MIRANDA, R. J. et al. New records of the alien cup-coral (*Tubastraea* spp.) within estuarine and reef systems in Todos os Santos Bay, Southwestern Atlantic. *Marine Biodiversity Records*, v. 9, n. 35, p. 1-6, 2016a.
- MIRANDA, R. J.; CRUZ, I. C. S.; BARROS, F. Effects of the alien coral *Tubastraea tagusensis* on native coral assemblages in a southwestern Atlantic coral reef. *Marine Biology* v. 163, n. 45, p. 1-12, 2016b.
- NAYLOR, R. L.; WILLIAMS, S. L.; STRONG, D. R. Aquaculture: a gateway for exotic species. *Science*, Washington, v. 294, n. 5547, p. 1655-1656, Nov. 2001.
- PAZ-GARCÍA, D. A. et al. Larval release from *Tubastraea coccinea* in the Gulf of California, Mexico. *Coral Reefs*, v. 26, n. 2, p. 433-433, Jan. 2007.
- PIMENTEL, D. et al. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 84, n. 1, p. 1-20, 2001.
- REIS-FILHO, J. A.; SANTOS, A. C. Effects of substratum type on fish assemblages in shallow areas of a tropical estuary. *Marine Ecology*, v. 35, n. 4, p. 456-470, Dec. 2014.

- REIS-FILHO, J. A. et al. Effects of a red tide on the structure of estuarine fish assemblages in northeastern Brazil. *International Review of Hydrobiology*, v. 97, n. 5, p. 389-404, Oct. 2012.
- REIS-FILHO, J. A.; NUNES, J. D. A. C. D. C.; FERREIRA, A. Estuarine ichthyofauna of the Paraguaçu River, Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, p. 301-3012, 2010.
- RICHARDSON, D. M.; PYSEK, P. Fifty years of invasion ecology – the legacy of Charles Elton. *Diversity and Distributions*, Stellenbosch, v. 14, n. 2, p. 161-168, Feb. 2008.
- RICHARDSON, D. M.; PYSEK, P.; CARLTON, J. T. A compendium of essential concepts and terminology in invasion ecology In: RICHARDSON, D. M. (Ed.). *Fifty Years of Invasion Ecology: The Legacy of Charles Elton*. Hoboken, EUA: Blackwell Publishing, 2011.
- ROCHA, L. Patterns of distribution and processes of speciation in Brazilian reef fishes. *Journal of Biogeography*, v. 30, n. 8, p. 1161-1171, Aug. 2003.
- ROSA, L. C. New records of portunid crabs (Decapoda: Brachyura: Portunidae) from Sergipe, NE Brazil. *Check List*, v. 10, n. 2, p. 445-447, May. 2014.
- RUIZ, G. M., et al. Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent, and consequences. *Integrative and Comparative Biology*, v. 37, n. 6, p. 621-632, Dec. 1997.
- RUIZ, G. M., et al. Global spread of microorganisms by ships. *Nature*, v. 408, n. 6808, p. 49-50, Nov. 2000.
- SAMPAIO, C. L. S. et al. New occurrences of the nonindigenous orange cup corals *Tubastraea coccinea* and *T. tagusensis* (Scleractinia: Dendrophylliidae) in Southwestern Atlantic. *Check List*, v. 8, n. 3, p. 528-530, 2012.
- SANT'ANNA, B. S. et al. Relative abundance and population biology of the non-indigenous crab *Charybdis hellerii* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) in a southwestern Atlantic estuary-bay complex. *Aquatic Invasions*, v. 7, n. 3, p. 347-356, Sept. 2012.
- SANTOS, L. A. H. dos; RIBEIRO, F. V.; CREED, J. C. Antagonism between invasive pest corals *Tubastraea* spp. and the native reef-builder *Mussismilia hispida* in the southwest Atlantic. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 449, p. 69-76, Nov. 2013.
- SILVA, E. C.; BARROS, F. Macrofauna bentônica introduzida no Brasil: lista de espécies marinhas e dulcícolas e distribuição atual. *Oecologia Australis*, v. 15, n. 2, p. 326-344, jun. 2011.
- SILVA, E. C. Efeito das espécies invasoras *Charybdis hellerii* (Crustacea; Portunidae) e *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda; Thiaridae) sobre a estrutura das assembleias macrobentônicas em dois ambientes aquático, Bahia, Brasil. 2016. 121 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Biomonitoramento) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

- SIMBERLOFF, D. et al. Impacts of biological invasions: what's what and the way forward. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 28, n. 1, p. 58-66, 2013.
- SPRINGER, V.; GOMON, M. Revision of the blennioid fish genus *Omobranchus* with descriptions of three new species and notes on other species of the tribe Omobranchini. Washington: Smithsonian Institution Press, 1975. p. 1-135. (Series Smithsonian Contributions to Zoology, n. 177),
- STEINITZ, W. Die Wanderung indopazifischer Arten ins Mittelmeer seit Beginn der Quartarperiode. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie Hydrographie*, v. 22, p. 1-90, 1929
- TANNER, J. E. Interspecific competition reduces fitness in scleractinian corals. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 214, n. 1/2, p. 19-34, July, 1997.
- TAVARES, M.; MENDONÇA, J. B. J. *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Brachyura, Portunidae), eighth nonindigenous marine decapod recorded from Brazil. *Crustacean Research*, v. 25, p. 151-157, 1996.
- TAVARES, M.; MENDONÇA, J. B. J. Introdução de Crustáceos Decápodes Exóticos no Brasil: Uma Roleta Ecológica. In: SILVA, J. S. V.; SOUZA, R. C. C. L. (Org.). *Água de lastro e bioinvasão*. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 59-76.
- TILBROOK, K. J.; GORDON, D. P. Bryozoa from the Straits of Johor, Singapore, with the description of a new species. *Raffles Bulletin of Zoology Supplement*, n. 31, p. 255-263, 2015.
- VAN HULTEN, M. C. W.; VLAK, J. M. Identification and phylogeny of a protein kinase gene of white spot syndrome virus. *Virus Genes*, v. 22, n. 2, p. 201-207, Mar. 2001.
- VERMEIJ, M. J. A. A novel growth strategy allows *Tubastrea coccinea* to escape small-scale adverse conditions and start over again. *Coral Reefs*, v. 24, n. 3, p. 442-442, Nov. 2005.
- VIEIRA, L. M.; JONES, M. S.; WINSTON, J. E. Resurrection of the genus *Licornia* for *Scrupocellaria jolloisii* (Bryozoa) and related species, with documentation of *L. jolloisii* as a non-indigenous species in the western Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 93, n. 7, p. 1911-1921, 2013.
- VITOUSEK, P. M. et al. Introduced Species: a Significant Component of Human-Caused Global Change. *New Zealand Journal of Ecology*, v. 21, n. 1, p. 1-16, 1997.
- VREVEN, E. J. et al. Introduced or alien species of Lower Guinea. In: STIASSNY, M. L. J. (Ed.). *The Fresh and Brackish Water Fishes of Lower Guinea, West-Central Africa*. Paris: Institut de Recherche pour le Développement & Muséum National d'Histoire Naturelle, 2007. p. 57-101.
- WATTS, P. C.; THORPE, J. P.; TAYLOR, P. D.. Natural and anthropogenic dispersal mechanisms in the marine environment: a study using cheilostome Bryozoa. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, n. 1367, p. 453-464, Mar. 1998.

WELLS, J. W. The nomenclature and type species of some genera of recent and fossil corals. *American Journal of Science*, v. 31, p. 97-134, Feb. 1936

WELLS, J. W. Notes on Indo-Pacific scleractinian corals, part 9: new corals from the Galápagos Islands. *Pacific Science*, v. 36, n. 2, p. 211-219, Apr. 1982.

YAMASHIRO, H. Dangling polyp from *Tubastraea* during low tide. *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies*, v. 17, n. 1, p. 17-18, 2015.



Taq

Boys
peba

I: dogfiades

I: dade
Maz

I: dade
pauaen

I: domelo

TERRAS
DE D.

ALVARO
RODRIGUES

PCOS
TA

T
CA

P

A

B

C

I

modam turcos

Bahia de
todolosantos

P: des

6: bracas
de preamar
da goasvina





Variabilidade intra-anual da oceanografia da Baía de Todos os Santos

*evidências de três anos de
monitoramento*

Guilherme Camargo Lessa

Marcelo F. Landim Souza

Paulo de Oliveira Mafalda Júnior

Doriedson Ferreira Gomes

Christiane Sampaio de Souza

Carlos E. P. Teixeira

José Roberto Luiz Bispo de Souza

Maria do Rosário Zucchi

Introdução

A Baía de Todos os Santos está localizada em um litoral tropical com clima úmido onde, em média, 53% do total anual de precipitação ocorre entre abril e julho. A sazonalidade da precipitação costeira provoca um ciclo bem-marcado de descarga das bacias de drenagem periféricas à BTS que, somadas a um balanço de água atmosférico (precipitação – evaporação) altamente positivo, geram a formação de uma massa de água mais fria e menos salgada que a Água Tropical – massa de água oceânica presente na borda da plataforma continental à frente da BTS. (CIRANO; LESSA, 2007) A água da Baía torna-se progressivamente mais quente e salgada a partir de setembro quando, simultaneamente à diminuição da precipitação local, a temperatura do ar aumenta, o fluxo de água atmosférico é consideravelmente reduzido e os valores de salinidade e temperatura da água se tornam semelhantes aos da Água Tropical. (CIRANO; LESSA, 2007) A sazonalidade hidrológica da BTS afeta a circulação não mareal, a qual é distinta da oscilação diária das correntes de maré e com velocidades 1 ordem de magnitude inferior. A circulação não mareal é largamente forçada por diferenças de densidade ao longo da baía, e é, ultimamente, a responsável pelo transporte efetivo de materiais em suspensão e solução.

A sazonalidade hidrológica parece ter reflexos também na comunidade biológica local. Poucos estudos foram realizados procurando caracterizar a associação planctônica e ictiológica da Baía, e aqueles existentes se utilizaram de programas de monitoramento de curta duração e restrita cobertura espacial. Mafalda e outros (2003) identificaram diferenças significativas, sazonais e espaciais, de variáveis hidroquímicas e dos níveis de biomassa planctônica no norte da BTS, e Soares e outros (2011) identificaram uma tênue correlação entre o ciclo médio anual da precipitação e a produção pesqueira em Madre de Deus. Apesar dos efeitos da sazonalidade climática terem sido de alguma forma reconhecidos na qualidade da água e na estrutura de comunidades biológicas da BTS, não se sabe qual a magnitude das oscilações interanuais das variáveis físico-químicas e a consequência destas na circulação, nos mecanismos de troca de água e materiais com a plataforma, e suas repercussões no meio biótico.

Alterações da circulação e da qualidade de água ocorrem devido a mudanças dos processos atmosféricos e oceânicos que se processam de dias a décadas. (MARANI; ZANETTI, 2015; MÉLICE; SERVAIN, 2003) Vários estudos expõem a importância de monitoramentos de longo prazo para se estabelecer relações de causalidade entre fatores físicos e biológicos associados a alterações ambientais. Cloern e outros (2007), investigando as causas de eventos de proliferação de algas na Baía de São Francisco, mostraram que mais de duas décadas de observação foram necessárias para descobrir que alterações da circulação oceânica de larga escala

no Pacífico Norte induzem profundas alterações na ecologia da Baía. Southward (1995), com base em séries temporais centenárias de dados bióticos do Canal da Mancha, mostrou grandes alterações do ecossistema fortemente correlacionadas com variáveis físicas em ciclos de 11 a 45 anos. Revelações semelhantes com base em longas (> 40 anos) séries temporais de dados bióticos e abióticos foram feitas por Nicolas e outros (2014) e Kjesbu e outros (2014) sobre a variabilidade do estoque do bacalhau no Mar do Norte, e Lennartz e outros (2014) mostram que o aquecimento das águas de fundo do Mar Báltico nos últimos 50 anos tem contraposto o declínio da eutrofização e causado baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Na BTS, a falta de séries temporais de longa duração, tanto do meio físico como biótico, impede a identificação da variabilidade temporal de fatores ambientais que controlam seu ecossistema.

Em maio de 2012, com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb) ao projeto *Estudo multidisciplinar da Baía de Todos os Santos*, foram instalados sensores para o monitoramento contínuo da salinidade e temperatura em alguns pontos da BTS. A coleta de dados foi ampliada em escopo com a inclusão de dados biológicos e geoquímicos em 2013 após aprovação do projeto *Circulação residual e dinâmica do material em suspensão e matéria orgânica na BTS* no Edital FAPESB Baías da Bahia, o qual possibilitou a continuidade do monitoramento até dezembro de 2015. Em 2014, em parceria com o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ) e ainda com recursos obtidos através do Edital CAPES 024/2012 Pró-Equipamentos (UFBA), um conjunto de novos sensores permitiu a aquisição de dados de correntometria e meteorologia até dezembro de 2015. Com estes esforços foi construída uma série temporal de dados com qualidade, cobertura espacial e extensão raras no país. O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados obtidos de modo a estabelecer valores de referência para trabalhos ambientais, e analisá-los à luz das variações interanuais da sazonalidade climática, cujos reflexos foram observados em alterações significativas de processos físicos, químicos e biológicos. Utilizando longas (>40 anos) séries temporais de dados meteorológicos e fluviométricos, o período de monitoramento será contextualizado à luz de tendências de longo prazo da variação do clima regional, evidenciando o significativo impacto que as alterações interanuais do balanço hídrico durante o monitoramento tiveram na oceanografia da Baía. Por fim, serão discutidas as possíveis consequências de cenários climáticos futuros para a circulação de água e o ecossistema da BTS.

Base de dados e métodos de coleta

A Figura 1 mostra a natureza dos dados obtidos e sua cobertura temporal. Devido a defasagens no início da coleta de algumas informações e impossibilidade da manutenção de alguns monitoramentos até dezembro de 2015, não ocorreu uma completa simultaneidade na coleta de todos os dados. Neste trabalho estará sendo considerado o ano hidrológico, que se inicia no primeiro mês da estação úmida e finda no último mês do período seco, cujo ano cunha o ano hidrológico. O início do período de chuvas em Salvador ocorre entre abril (60% dos anos) e maio (40% dos anos), e assim abril marca o início do ano hidrológico. No entanto, dado que o início das campanhas de campo se iniciou em maio de 2012 – coincidente com o início das chuvas naquele ano –, o mês de maio estará sendo a referência do início do ano hidrológico neste trabalho.

A estrutura termohalina da BTS foi continuamente monitorada com sensores fundeados e perfilagens verticais com condutividade, temperatura e pressão (CTD) em estações fixas. Sensores HOBO (U24-002) foram utilizados para registrar leituras de condutividade (resolução de 2uS/cm) e temperatura (resolução de 0.01°C), em intervalos horários, em três estações espaçadas ao longo do eixo principal da BTS: #1 (superfície e fundo), #4 (fundo) e #4.1 (superfície), e #10 (superfície) (Figura 2). Os sensores foram trocados mensalmente através de mergulho autônomo. A calibração dos sensores foi feita com o cruzamento de registros obtidos por um CTD Sea-Bird de alta resolução durante os momentos de resgate dos sensores e no dia seguinte ao resgate, de modo que desvios e derivas nos dados puderam ser identificados e corrigidos.

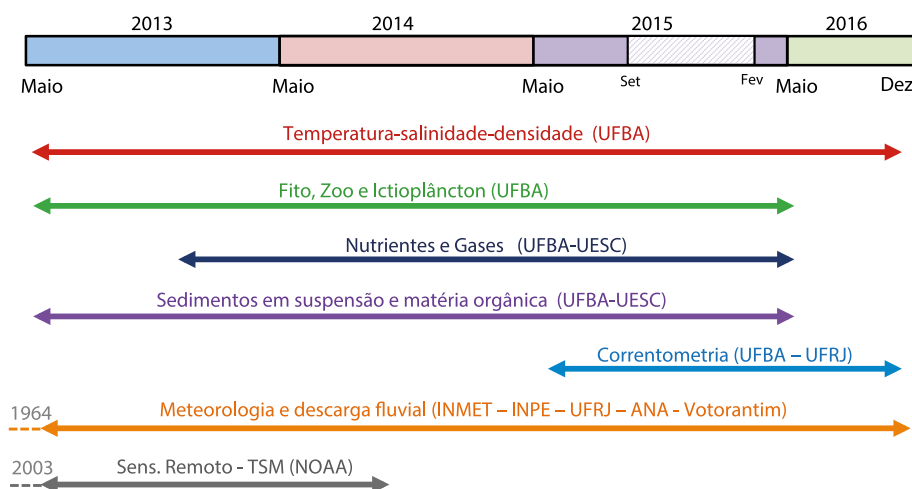


Figura 1. Cobertura temporal dos dados e instituições envolvidas em sua obtenção

Nota: os anos se referem ao ano hidrológico, que neste trabalho se inicia no mês de maio (ver o texto). O período branco em 2014 se refere ao intervalo de tempo quando a embarcação esteve inoperante, e a coleta de dados de plâncton, sedimentos em suspensão, nutrientes e gases não foi realizada.

Fonte: dados da pesquisa.

Perfilagens verticais da coluna d'água foram feitas em nove estações distribuídas ao longo de uma seção longitudinal ao eixo principal da Baía entre o canal de Salvador (#1) e o canal de São Roque (#10) (Figura 2). O adensamento das estações a oeste justifica-se pelo aumento do gradiente longitudinal de salinidade próximo à saída do rio Paraguaçu, conforme indicado por Lessa e outros (2009). Em cada estação foi realizado um perfil vertical da coluna d'água com um CTD *Seacat Profiler*, modelo SBE 19 *Plus*, que registrou a uma frequência de 4 Hz dados de temperatura (°C), condutividade (mS/cm), salinidade (PSU), densidade (kg/m³) e turbidez (NTU), este último com um sensor de retroespalhamento ótico *Seapoint*. Em cada campanha foram coletadas, em média, nove amostras de água (entre superfície e fundo) para filtração através do método gravimétrico, de modo a gerar equações para conversão da turbidez (NTU) em concentração de sólidos em suspensão (mg/L). Foram realizadas 28 campanhas mensais, em preamar de quadratura, entre maio de 2012 e abril de 2015. Treze campanhas em baixamar de sizígia foram realizadas em intervalos bimensais, quando foram coletadas amostras para obtenção de dados geoquímicos e de fluxo de gases. Nestas ocasiões apenas as estações #1, #4, #7 e #10 foram visitadas.

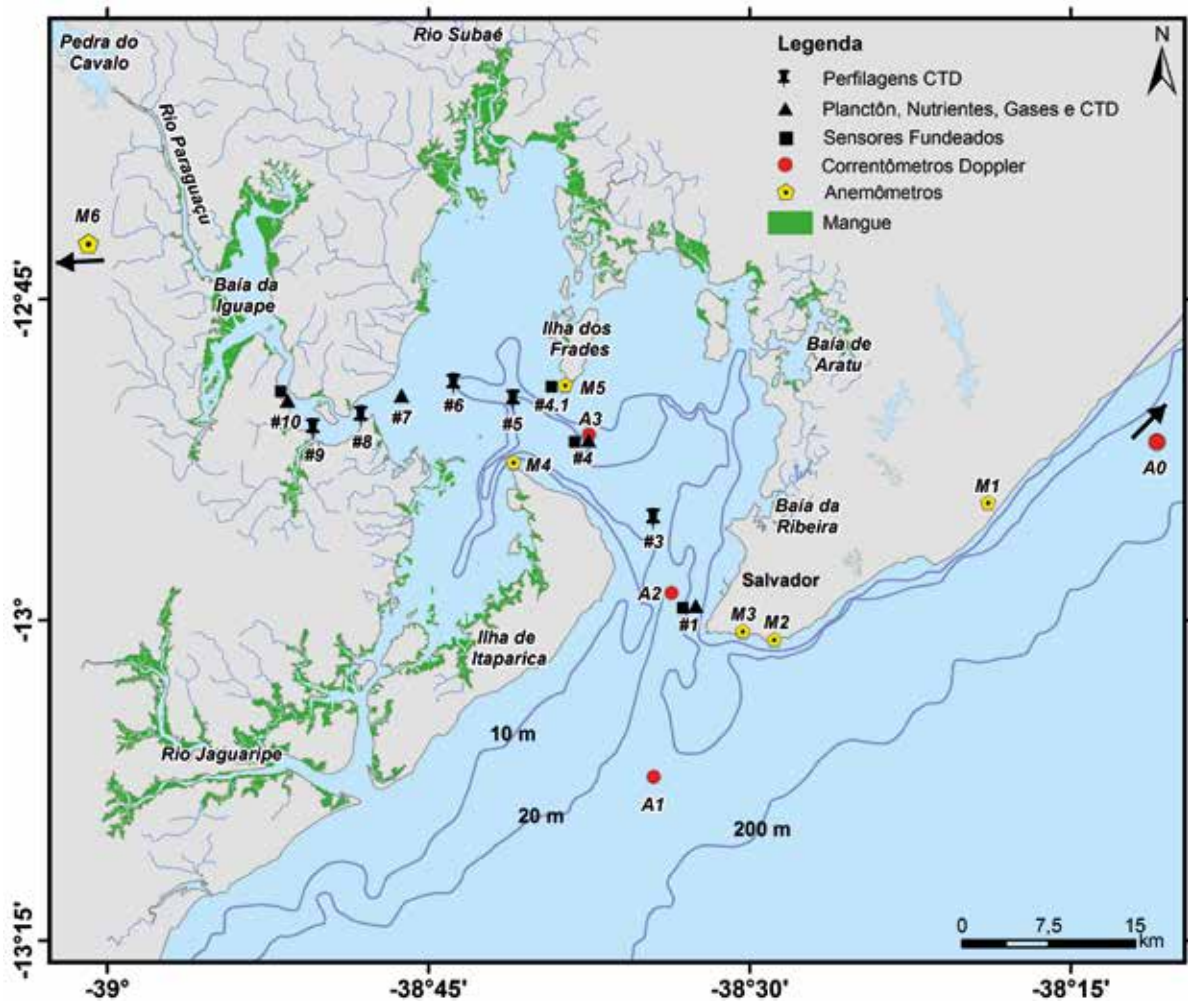
Séries históricas de variáveis meteorológicas foram obtidas junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para as estações de Ondina (M3) e Cruz das Almas (M6 - Figura 2). Através do site do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (INPE-CPTEC) foram resgatados dados históricos da estação situada no Aeroporto de Salvador (M1 - Figura 2). Outras três estações meteorológicas foram instaladas pela COPPE-UFRJ nas posições M2, M4 e M5 (Figura 2), tendo funcionado entre novembro de 2014 e novembro de 2015.

A fração orgânica de 92 amostras de sedimentos em suspensão, coletados entre as estações #5 e #10, foram analisadas para determinação da razão isotópica do carbono e nitrogênio. Amostras coletadas nas estações #1, #3 e #4 não apresentaram concentrações altas o suficiente para as análises.

Foram realizadas 13 campanhas para a determinação da pressão parcial do CO₂ *in situ* – verificando se a massa d'água exporta ou absorve o gás – entre fevereiro de 2013 e abril de 2015, em maré de sizígia, com amostragem de água de superfície e fundo em quatro estações (#1, #4, #7 e #10 - Figura 2), tendo sido analisado um total de 94 amostras. Fluxos de CO₂ através da interface água-atmosfera foram calculados em 41 amostras das 13 campanhas.

A concentração de nutrientes e clorofila-a foi determinada em 98 amostras coletadas durante as 13 campanhas bimensais de sizígia a partir de fevereiro de 2013. Com a chegada de um Aquafluor Turner® foram feitas 66 medições de ficocitrina e matéria orgânica colorida dissolvida (CDOM).

Amostras de plâncton foram obtidas com arrastes simultâneos de redes de fito (20 µm de abertura) e zooplâncton (200 µm de abertura e dotada de fluxômetro)



na superfície nas estações #1, #4, #7 e #10 (Figura 2). As coletas foram feitas em intervalos mensais durante a estufa de preamar de quadratura, e intervalos bimestrais durante a estufa de baixamar de sizígia. Amostras 1,5 L de água foram também coletadas junto à superfície e próximo ao fundo, utilizando garrafa de Ninsky, para caracterização quantitativa da comunidade fitoplanctônica. Os resultados apresentados sobre a comunidade fitoplanctônica refere-se a 86% (184 amostras) das amostras coletadas em maré de quadratura e 100% (80 amostras) das amostras de sizígia. Quanto ao zooplâncton e ao ictioplâncton, os resultados se referem a 60% das amostras coletadas em maré de quadratura e sizígia, ou seja, 84 de um total de 152 amostras coletadas entre maio de 2012 e maio de 2015. No entanto, 100% dos dados de biovolume do zooplâncton foram processados.

Dados de correntometria foram obtidos por perfiladores acústicos de correntes por efeito Doppler em três estações (A1, A2 e A3), como pode ser observado na

Figura 2. Mapa batimétrico da BTS com a localização das estações de monitoramento

Nota: A estação de correntometria A0 está posicionada à frente da Praia do Forte, distante cerca de 80 km a NE de da entrada da BTS. M6 está localizada 13 km a oeste de sua posição na figura.

Fonte: dados da pesquisa.

Figura 2. Em A1 e A2 foram utilizados perfiladores Workhorse 600 kHz da Teledyne RD Instruments, com operação a partir do fundo do mar e programados para adquirir valores médios de velocidade e direção da corrente a cada metro ao longo da coluna de água, em intervalos de 10 minutos. Em A3 foi utilizado um perfilador Argonaut 750 kHz da Sontek, também operado a partir do fundo do mar e programado para medir perfis de velocidade média e direção das correntes em camadas de três metros de espessura a intervalos de 30 minutos.

A modelagem numérica do fluxo de água foi executada com o modelo Regional Ocean Model System (ROMS) com uma grade de resolução espacial de 500 m e 20 níveis verticais. Foram realizados experimentos forçando o modelo com: 1) marés astronômicas (oito principais componentes harmônicas de maré da solução local do modelo global de maré TPXO 7.2); 2) ventos (dados mensais climatológicos de vento provenientes do NCEP/DOE AMIP-II Reanalysis-2, do Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) e de estações meteorológicas locais; 3) marés astronômicas e ventos; 4) fluxo de calor e fluxo hídrico atmosférico; 5) maré, ventos, fluxo hídrico atmosférico, fluxo de calor e descarga fluvial. Os experimentos foram rodados por um período de quatro anos e o resultados do terceiro ano utilizado nas análises dos resultados. As condições de contorno do modelo utilizaram ainda o campo de correntes e nível d'água do Hybrid Coordinate Ocean Model (Hycom). Para detalhes sobre a configuração do modelo ver Santana e colaboradores (no prelo).

Os resultados do 1º experimento foram validados através da comparação dos dados harmônicos de cinco principais componentes de maré de três estações do domínio. Em todos os experimentos foram introduzidas partículas em cada ponto de grade da BTS no primeiro dia do terceiro ano de simulação. A trajetória das partículas foi acompanhada por 330 dias e a concentração – relação entre a quantidade inicial e quantidade em um dado momento – calculada.

Destaca-se o fato de que o modelo foi forçado com condições médias ou climatológicas, ou seja, não houve a intenção de reproduzir os campos meteorológicos e oceanográficos observados, mas sim de investigar quais as principais forçantes do fluxo não mareal. Apesar de simular campos médios, a comparação entre os dados simulados e observados foi surpreendentemente boa, tendo o modelo sido capaz de reproduzir velocidades de escoamento e estrutura do fluxo bastante realistas. (SANTANA, 2015)

Resultados

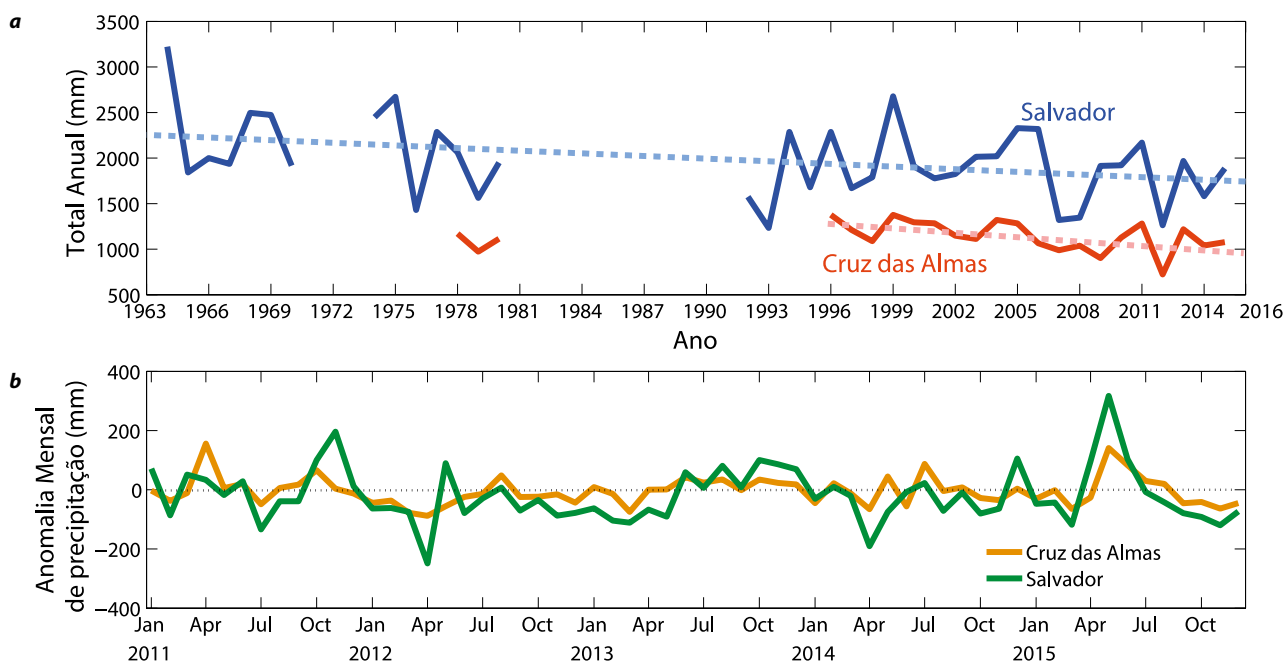
A seguir os resultados serão apresentados por tópico de investigação.

Variações de longo prazo do clima e descarga fluvial

Os resultados mostram que o clima tem se tornado progressivamente mais seco desde a década de 1960, que o rio Paraguaçu tem se tornado menos caudaloso e que o represamento causado pela barragem de Pedra do Cavalo prejudica ainda mais a chegada de água doce à BTS.

A Figura 3a mostra a variação do total de precipitação anual para as estações INMET de Salvador (Ondina) e Cruz das Almas (M3 e M6 na Figura 2) até dezembro de 2015. As lacunas nas séries se referem a anos sem dados mensais. Apenas os meses com menos de 10% de perda de dados foram considerados nos cálculos. Observa-se uma tendência linear de redução dos totais anuais de precipitação ao longo das cinco décadas de registros em Salvador (-10 mm/ano) e das duas últimas décadas em Cruz das Almas (-15 mm/ano). Anomalias mensais de precipitação (Figura 3b), calculadas com referência às médias mensais do período 1964-2015), mostram o predomínio de anomalias negativas em todo o período de monitoramento, porém mais acentuado entre dezembro de 2011 e maio de 2013, coincidente com o primeiro ano do projeto.

Figura 3. Séries temporais de precipitação
a) Variação do total de precipitação anual em Salvador e Cruz das Almas. b) Anomalias mensais de precipitação, com referência às precipitações médias mensais para o período de 1964-2015. Exemplo: média do mês de janeiro de 2000 subtraída da média de todos os meses de janeiro na série histórica. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia.

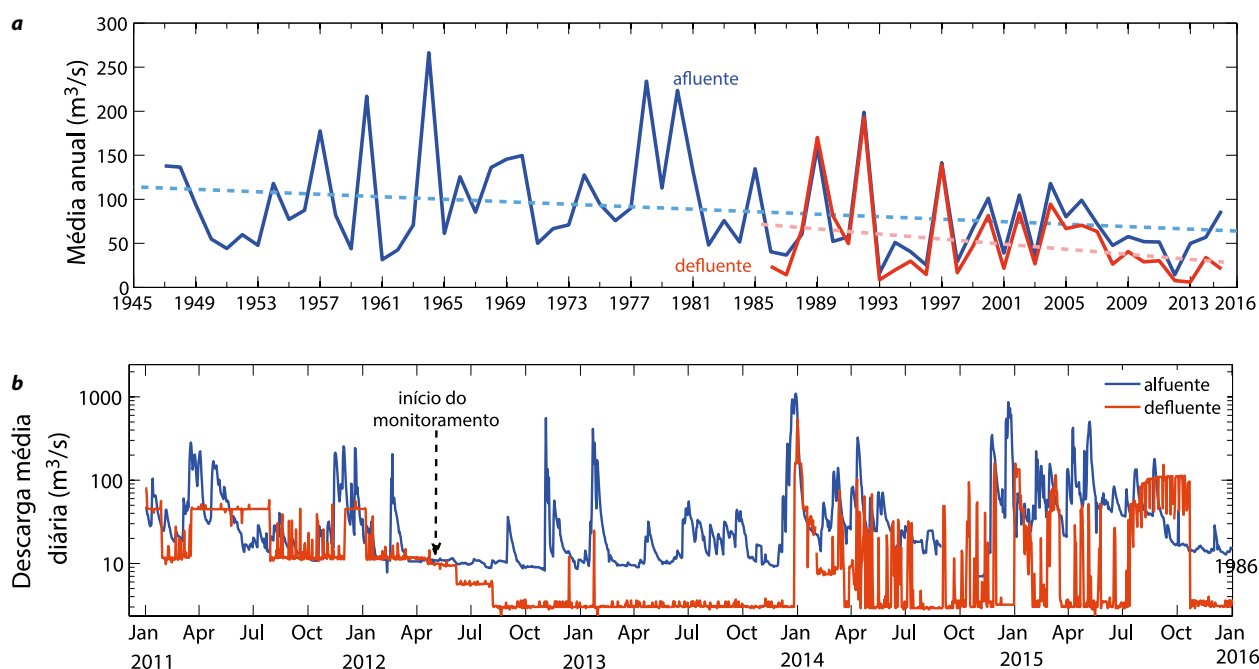


Os dados de descarga do rio Paraguaçu, cuja bacia de drenagem cobre aproximadamente 10% da área do estado e incorpora zonas de clima tropical e principalmente clima semiárido (SEI, 1998), indicam também uma tendência de longo

prazo de redução do aporte de água doce fluvial à BTS (Figura 4a). A descarga fluvial passou a ser regulada pela represa de Pedra do Cavalo a partir de 1986 (linha vermelha na Figura 4a). Observa-se que a retenção de água em Pedra do Cavalo reduziu a descarga que chegaria naturalmente à BTS, e acentuou a tendência de queda das vazões (tendência de queda em vermelho é mais acentuada). Genz e Lessa (2015) indicam que a barragem de Pedra do Cavalo impôs uma severa alteração no regime hidrológico do rio Paraguaçu à jusante da represa, com aumento do número de dias com descargas nulas e redução da descarga média, efeitos estes surpreendentes ao se considerar que barragens tendem a regular (minimizar variações sazonais) da descarga.

A regularização do fluxo fluvial pela represa foi especialmente drástica em 2012 (primeiro ano de monitoramento), pois reteve quase que a totalidade do fluxo fluvial por 1 ano e 4 meses (Figura 4b). O ano de 2012 foi também um dos períodos de maior aridez registrados na bacia de drenagem do rio Paraguaçu. A vazão defluente de Pedra do Cavalo se manteve em torno de $3 \text{ m}^3/\text{s}$ por quase 16 meses a partir de agosto de 2012, voltando a liberar água pelas turbinas a partir do final de dezembro de 2013. A descarga média anual da represa aumentou progressivamente entre os hidrológicos de 2013 e 2015, saltando de $4 \text{ m}^3/\text{s}$ para $32 \text{ m}^3/\text{s}$. Dada a correspondência existente entre as taxas de precipitação e a descarga fluvial, considera-se que as descargas das bacias marginais da BTS também aumentaram entre 2012 e 2015.

Figura 4. Séries temporais de descarga fluvial
a) Variação da descarga média anual do rio Paraguaçu entre 1946 e 2015, em azul. Em vermelho a vazão defluente da barragem a partir de 1986, mostrando que a represa reduziu o volume de água que deveria chegar à BTS. b) Variação das descargas médias diárias afluente e defluente de Pedra do Cavalo. É notável a retenção de água na represa entre maio de 2012 e dezembro de 2014. Fonte: Votorantim Energia, EMBASA e Agência Nacional de Águas.



Campos de salinidade, temperatura e densidade

Estes parâmetros hidrográficos mostraram-se muito sensíveis ao aumento do aporte de água atmosférico e de água fluvial relatado no capítulo anterior. Os valores de temperatura, salinidade e densidade, de uma forma geral, foram reduzidos ao longo dos três anos.

A Figura 5 mostra a variação da temperatura da água, salinidade e densidade em sete estações de monitoramento de temperatura e cinco estações de monitoramento de salinidade e densidade entre maio de 2012 e dezembro de 2015. Observa-se a existência de ciclos anuais bem-marcados dos três parâmetros, com valores mais elevados no verão e mais baixos no outono-inverno, em todas as estações de monitoramento. Devido aos pequenos valores de salinidade e densidade da estação #3, a escala gráfica foi ampliada e a presença destes ciclos torna-se menos evidente nesses dois gráficos.

A temperatura na BTS aumenta para o interior e alcança valores máximos em abril e mínimos em agosto (Figura 5a). A temperatura máxima registrada foi de 31,1 °C na estação #3, e a mínima de 24,6 °C na estação #1. A amplitude térmica anual aumentou para dentro da Baía, sendo de 4,1 °C, 4,7 °C, e 5,4 °C para as estações #1, #2 (superfície e fundo) #3 respectivamente.

Observa-se grandes variações de temperatura ao longo da Baía no verão (Figura 5a). A temperatura média da estação #1 fundo, a mais fria, para os três verões monitorados foi 26,7 °C. Já a média na estação #3, a mais quente, com 28,9 °C, gerando uma diferença de 2,2 °C. As diferenças de temperatura entre superfície e fundo em um mesmo local é, em geral, menor que 1 °C durante o verão, mas pode chegar a valores maiores que 2 °C na estação #1. A temperatura tende a ser a mesma em toda a Baía entre o outono e o inverno.

As maiores diferenças de temperatura entre a entrada e o interior da Baía ocorrem em fevereiro devido ao lento aquecimento das águas na estação #1, quando comparado às demais estações. Isto ocorre devido a um processo de ressurgência costeira que se estabelece na plataforma entre outubro e março, mas com maior intensidade em dezembro (SANTOS, 2014), e que afeta preferencialmente a entrada da BTS. Os eventos de ressurgência estão bem-marcados na Figura 5a por abruptas quedas de temperatura na estação #1 nos meses de verão.

A temperatura da água tendeu a cair entre 2012 e 2015 junto à diminuição do gradiente térmico (Quadro 1). A razão para o resfriamento está relacionada à maior precipitação acumulada nos anos hidrológicos de 2014 (1968 mm) e 2015 (1581 mm) em relação a 2013 (1262 mm) (Figura 3a) e provavelmente também a uma diminuição de respectivamente 10% e 7% no total de horas de insolação. Um sensível aumento da temperatura foi observado, entretanto, na estação #1 fundo, onde a temperatura média foi maior em 0,7 °C em 2014 e 0,5 °C em 2015 do que

o ano de 2013. Este aumento da temperatura se relaciona à menor frequência de eventos de ressurgência, o que é explicado pela diminuição da frequência e intensidade dos ventos de NE, principal motor da ressurgência de acordo com Santos (2014), nos verões de 2014 e 2015 quando comparados a 2013.

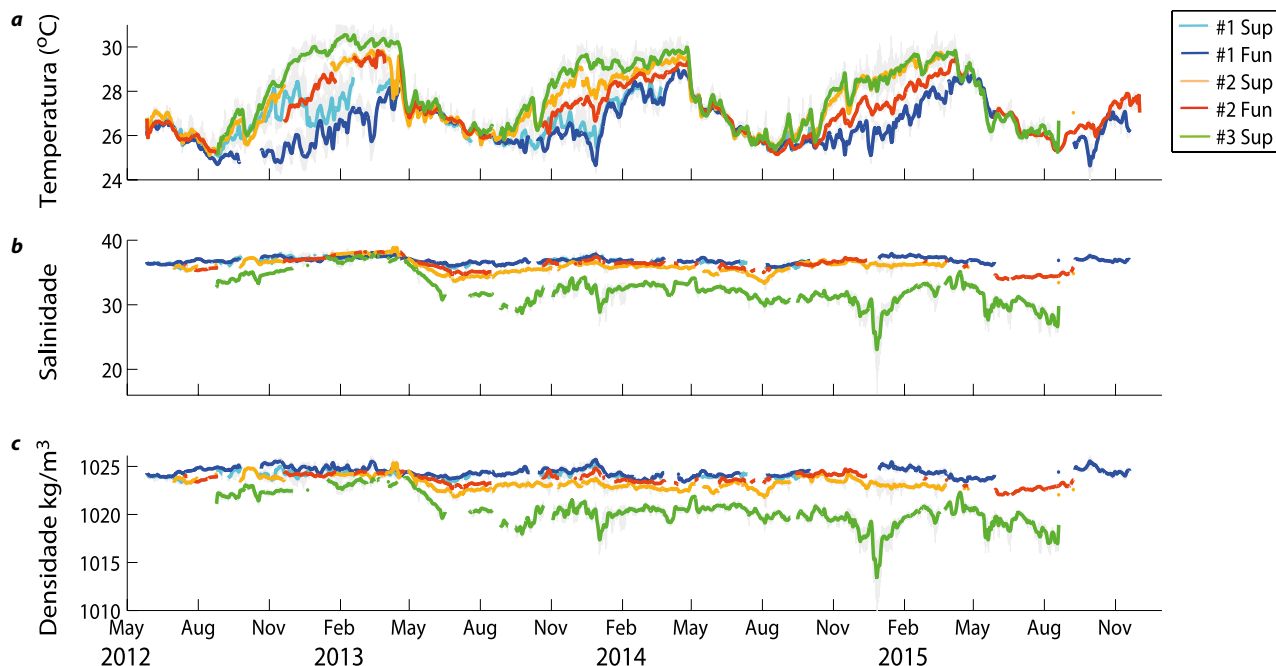


Figura 5. Séries temporais de parâmetros hidrográficos
Nota: registros de temperatura, salinidade e densidade da água nos locais de fundeio de sensores mostrados na Figura 2. As linhas cinza claro no fundo mostram a variação dos registros horários, enquanto as linhas coloridas representam as séries filtradas para remoção do sinal de maré, variações dos parâmetros sem a influência dos ciclos de maré diurnos e semidiurnos.
Fonte: dados da pesquisa.

A salinidade alcançou valores máximos entre dezembro e março e mínimos em agosto (Figura 5b). Os valores máximos e mínimos de salinidade registrados em todo o período foram de respectivamente 38,7 psu e 35 psu na estação #1, 39,3 psu e 32,3 psu na estação #2 e 38,1 psu e 16,3 psu na estação #3. A amplitude anual média de salinidade foi de 2,9 psu, 3,7 psu, e 10,5 psu para as estações #1, #2 e #3 respectivamente. A salinidade tende a diminuir no outono/inverno devido à precipitação na zona costeira, e no verão devido à descarga do rio Paraguai, com efeito mais evidente na estação #3. É notável o efeito do aumento da descarga na segunda metade de dezembro de 2015, com pico de 644 m³/s (Figura 4b), causando uma redução imediata dos valores de salinidade nesta estação. As descargas de cheia do rio Paraguai causam uma diminuição da salinidade na Baía, que alcança valores máximos no início do verão. No entanto, a ausência destas descargas em anos secos permite que um progressivo aumento da salinidade ocorra até o início do outono, como foi o caso do ano hidrológico de 2013. Nesta ocasião, o balanço hídrico extraordinariamente negativo na BTS gerou uma situação de hipersalinidade

no centro da Baía, quando foi registrado o maior valor de salinidade (39,3 psu) de todo o monitoramento na estação #2 superfície em abril de 2013 (Figura 5b).

Assim como a salinidade, a densidade da água apresentou pouca diferença ao longo das estações no ano hidrológico de 2013 (Figura 5c), passando a mostrar maiores gradientes longitudinais com o retorno das chuvas em maio de 2013 e posteriormente com o aumento das descargas de Pedra do Cavalo em dezembro de 2013.

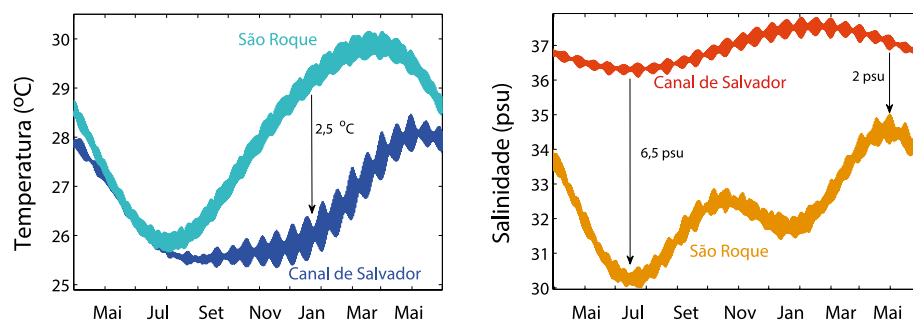
Quadro 1. Médias e desvios padrões anuais de temperatura e salinidade para os anos hidrológicos de 2012 a 2015 nas quatro estações de monitoramento

Ano	#1 (fundo)		#2 (superfície)		#2 (fundo)		#3 (superfície)	
	Temp. °C	Sal. psu	Temp. °C	Sal. psu	Temp. °C	Sal. psu	Temp. °C	Sal. Psu
2013	26,0 ± 0,9	37,0 ± 0,4	27,4 ± 1,5	37,2 ± 0,9	27,3 ± 1,4	37,0 ± 0,9	28,8 ± 1,5	35,6 ± 1,4
2014	26,7 ± 1,0	36,7 ± 0,4	27,6 ± 1,2	35,5 ± 0,7	27,5 ± 1,0	36,0 ± 0,7	28,2 ± 1,3	32,3 ± 1,5
2015	26,5 ± 1,0	37,1 ± 0,9	27,5 ± 1,3	35,8 ± 0,8	27,0 ± 1,1	36,3 ± 0,5	27,7 ± 1,3	31,4 ± 1,8

Fonte: dados da pesquisa.

A variação dos valores de temperatura e salinidade é fortemente modulada por fatores astronômicos como a maré (com correntes de enchente e vazante) e a sazonalidade climática. A extração das principais componentes harmônicas das oscilações nas estações #1 fundo e #3 superfície, mostra que forçantes astronômicas tem maior controle sobre a salinidade do que sobre a temperatura. Fatores astronômicos explicam 53% da variabilidade da salinidade observada na estação #1 e 74% da variabilidade da salinidade observada na estação #3. Já no que se refere à temperatura, as forçantes astronômicas explicam apenas 24% e 13% da variabilidade observada nas mesmas estações. A Figura 6 mostra as variações de temperatura e salinidade para o ano hidrológico de 2014 com base nas forçantes astronômicas. Observa-se que a temperatura alcança valores mínimos no final do inverno e máximos no final do verão. Em ambas as estações o resfriamento no inverno é mais rápido do que o aquecimento na primavera e verão, especialmente em Salvador, onde a progressão do aquecimento é lenta entre outubro e dezembro, fato associado ao fenômeno de ressurgência costeira. A amplitude de salinidade anual no interior da Baía (30 psu a 35 psu) é superior à do Canal de Salvador (36,1 psu a 37,8 psu), e apresenta duas oscilações de menor período associadas ao desencontro do período úmido no litoral (precipitação direta na BTS e descarga das bacias costeiras maior no outono) e no interior (descarga do rio Paraguaçu mais elevada no verão), que causa dois mínimos de salinidade em São Roque ao longo do ano.

Figura 6. Variação dos valores de salinidade e temperatura na BTS nas estações #1 (São Roque) e #10 (Salvador), correspondentes aos extremos interno e externo da BTS, para o ano hidrológico de 2014, resultado da reconstituição harmônica dos registros
Fonte: dados da pesquisa.



O comportamento da circulação média, ou não mareal, na BTS

As variações sofridas pelos campos hidrográficos ao longo dos três anos impactaram a circulação média, ou circulação não mareal, da BTS, dinamizando as trocas entre diferentes setores da Baía e entre esta e a plataforma continental. Como consequência o tempo de residência e o tempo de descarga deve ter sido consideravelmente reduzido ao longo dos três anos, conforme sugerem os resultados da modelagem numérica, apresentados ao final deste capítulo.

A estrutura da circulação não mareal da água na BTS é caracteristicamente estuarina, conforme indicam os registros da componente da velocidade paralela ao canal nos correntômetros A2 e A3. Por circulação estuarina entende-se um padrão de circulação não mareal estratificado, forçado por fluxos gravitacionais onde a água marinha mais densa penetra na Baía pela parte inferior da coluna d'água, e a água menos salgada, de menor densidade no interior da Baía, flui em direção ao mar mais próximo à superfície. A circulação não mareal foi obtida através de promediações da série de velocidades em intervalos de 50 horas, de modo a remover o efeito das correntes de maré. O procedimento é executado em cada uma das camadas de fluxo discretizadas pelos correntômetros. O resultado final indica direções opostas dos fluxos médios, ou não mareais (Figura 7). A magnitude dos fluxos não mareais nas estações A1, A2 e A3 alcança valores máximos da ordem de 0,25 m/s nas três estações.

A estratificação do fluxo não mareal é normalmente modulada pela maré, entre períodos de sizígia e quadratura, sendo estabelecida ou intensificada em períodos de maré de quadratura devido à menor capacidade de mistura das correntes de maré. (RIBEIRO et al., 2004) Este padrão é bem observado na estação A2 (Figura 7b), onde percebe-se a existência de uma estratificação com fluxos direcionados para o mar (em azul) na superfície e fluxos direcionados para o interior da Baía (em vermelho) em profundidade. O contato entre as correntes de direções opostas (zona de maior cisalhamento) varia entre 5 m e 22 m, sendo mais elevada nos meses secos de verão e mais profunda nos meses mais chuvosos de inverno.

A estação A1, apesar de localizada na plataforma continental, mostra também a existência de fluxo não mareal verticalmente estratificado em marés de quadratura entre nov/2014 e abr/2015, e posteriormente depois de ago/2015. Fluxos unidirecionais (para dentro ou para fora da BTS) prevaleceram entre maio e julho, em associação a ventos de sul/sudeste e quando a circulação gravitacional no canal de Salvador (estação A2) parece enfraquecer. É importante mencionar que processos outros não associados à circulação estuarina baroclínica, como por exemplo a ressurgência costeira, também geram estratificação do fluxo médio sobre a plataforma.

Comparado à estação A2, na estação A3 a estratificação da circulação não mareal foi menos frequente, de forma que o fluxo foi unidirecional é orientado para o mar em toda a coluna d'água em boa parte do tempo (Figura 7c). A estratificação do fluxo se estabelece apenas em marés de sizígia, contrário à situação típica relacionada na literatura. Esta diferença ocorre devido a particularidades da topografia local que geram forte variabilidade espacial do fluxo e intensificam a assimetria da corrente de maré (MACCREADY; GEYER, 2010), gerando grandes resíduos de fluxo em toda a coluna d'água orientados com a maré vazante. A altura associada à estratificação do fluxo é menor que em A2, ocorrendo a menos de 10 m acima do fundo. Observa-se, no entanto, que a circulação é intensificada (tonalidades mais escuras no gráfico), e a estratificação do fluxo torna-se mais frequente, em direção ao final do monitoramento, quando o balanço hídrico foi mais positivo. Longos períodos de estratificação, compreendendo marés de sizígia e quadratura, são observados no mês de agosto de 2015.

Os resultados apresentados Figura 7 corroboram análises anteriores feitas por Cirano e Lessa (2007) e Pereira e Lessa (2009) as quais, com base em curtos registros de velocidade, indicaram ser a circulação não mareal estratificada uma característica comum da BTS. Os resultados das simulações numéricas (SANTANA, 2015; SANTANA; TEIXEIRA; LESSA, no prelo) reproduzem de modo bastante satisfatório não só a circulação não mareal já observada como a distribuição espacial do campo termohalino registrado durante os três anos de levantamentos de campo. As simulações contemplaram cenários distintos para isolar os efeitos individuais da maré e ventos, que não geram gradientes de densidade, e dos balanços de água e calor e descarga fluvial, que geram variações espaciais de densidade. Os resultados da modelagem indicam que a inclusão de variações espaciais de densidade causa fluxos não mareais estratificados em praticamente toda a região da BTS com profundidades superiores a 5 m.

O tempo de descarga da BTS, que indica o tempo necessário para renovar a água da Baía, foi calculado com base no tempo de descarga neperiano (SANTANA; TEIXEIRA; LESSA, no prelo), que se refere ao intervalo de tempo necessário para que a concentração de uma substância alcance 37% da sua concentração inicial. O modelo numérico foi iniciado com concentração homogênea de uma substância (ou traçador) em toda a Baía. Os resultados (Figura 8) mostram que a existência da

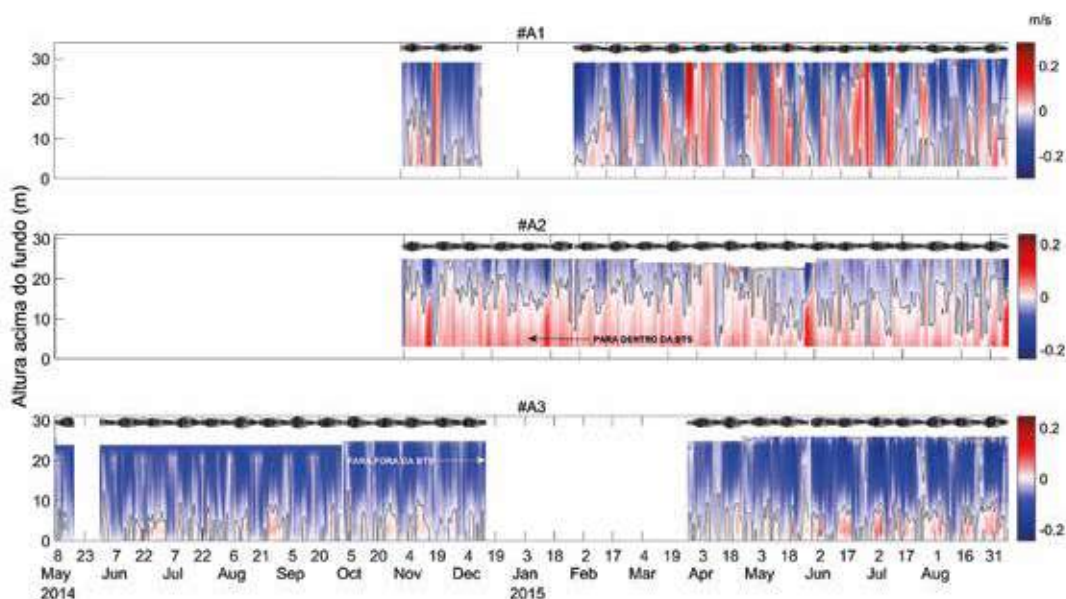


Figura 7. Variação da circulação estacionária nas estações A1, A2 e A3 (ver localização da Figura 2)

Nota: A figura mostra a intensidade da componente do fluxo alinhada com o canal. Valores positivos de corrente indicam fluxo para dentro da Baía, e valores negativos fluxos para fora da Baía. A ordenada indica altura acima do aparelho e as áreas em branco nos limites superior e inferior significa trechos da coluna d'água sem medições. A espessura média da lâmina d'água coincide com o nível médio das variações de maré apresentadas no topo da figura.

Fonte: dados da pesquisa.

circulação não mareal estratificada na BTS é fundamental para manter a qualidade da água da Baía. Na simulação forçada apenas com a maré, as concentrações não alcançam o patamar de 37% (ou 0,37) após um ano de simulação (Figura 8a). A inclusão do vento nas simulações estabelece um tempo de descarga de 330 dias. Este valor é reduzido em proporção geométrica quando se adiciona o efeito dos balanços de água e calor e finalmente o fluxo fluvial, que gera um tempo de descarga de aproximadamente 2 meses. O tempo de descarga varia se o modelo for iniciado (ou substâncias forem lançadas) em diferentes épocas do ano. Por exemplo, o lançamento de substâncias no início de junho resulta em um aumento de mais de um mês no tempo de descarga.

O tempo de residência da água dentro da Baía, definido como o tempo necessário para que uma partícula com posição definida no espaço cruze o limite externo da Baía, foi calculado para cada elemento da malha do modelo (Figura 8b) considerando o traçador lançado em janeiro a meia coluna d'água. Observa-se que os tempos de residência aumentam para dentro da Baía, e superam 330 dias no cenário modelado apenas com vento e maré. No entanto, no cenário modelado com a presença de gradientes de densidade, estes se tornam inferiores a 150 dias, mesmo nas seções mais internas da BTS. Desta forma, verifica-se que a entrada de água doce na BTS acelera a circulação não mareal estratificada e reduz consideravelmente o tempo de descarga e o tempo de residência da Baía. Experimentos executados simulando alterações da descarga do rio Paraguaçu, com cenários mais úmidos com e sem a presença de Pedra do Cavalo, sugerem que nos anos mais úmidos anteriores à construção de Pedra do Cavalo (ver Figura 3 e Figura 4) o tempo de descarga era 20 dias inferior ao atual.

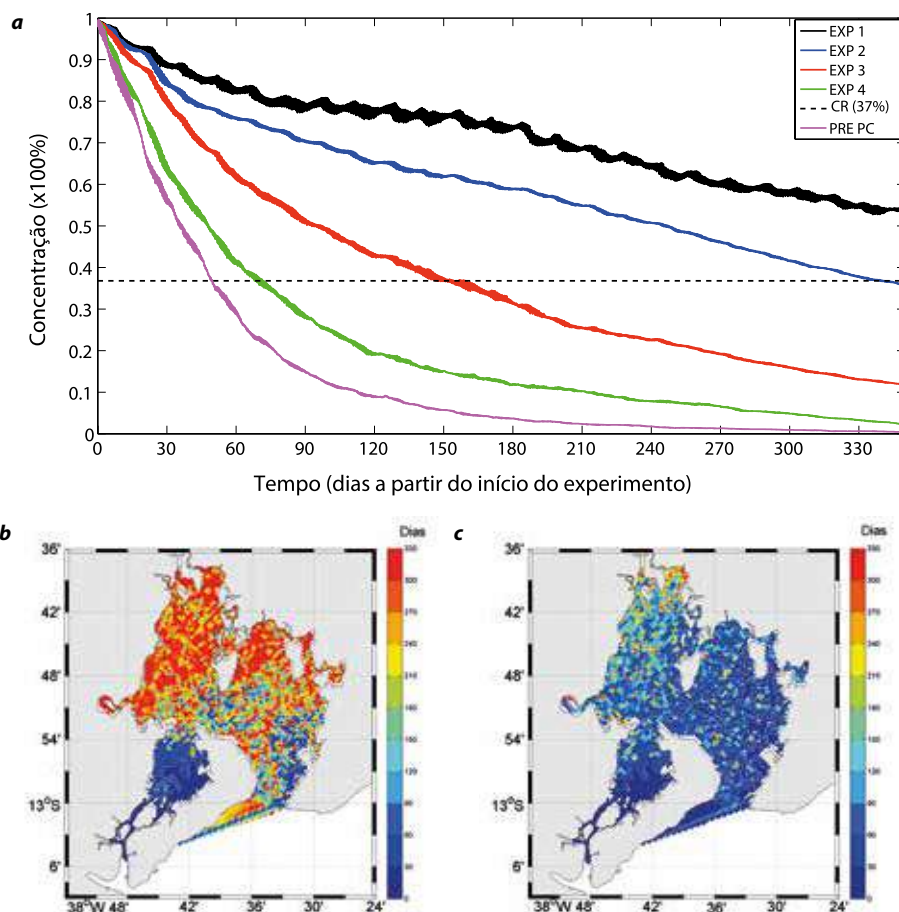


Figura 8. Escalas de tempo para trocas na BTS
a) Evolução da concentração de traçadores, lançados em janeiro à meia coluna d'água, com o tempo no experimento apenas com maré (Exp1), maré e vento (Exp2), maré+vento+fluxo de água e calor (Exp3) e o Exp3 mais a adição dos rios (Exp4). A linha rosa (Pre PC) se refere ao tempo de descarga associado à vazão do Rio Paraguaçu anterior a Pedra do Cavalo. A linha pontilhada indica a concentração de referência, de 37%; b) Tempos de residência para partículas de água localizadas em cada um dos elementos da malha do modelo no início da simulação (resolução horizontal de 500 m). À esquerda modelo executado apenas com maré e vento, e à direita com a inclusão das forçantes baroclínicas (balanços de água e calor e vazões fluviais).
Fonte: dados da pesquisa.

Comportamento dos Material Particulado em Suspensão

O Material Particulado em Suspensão (MPS) refere-se a partículas (ou sedimentos) orgânicos e minerais mantidos em suspensão na coluna d'água pela turbulência do fluxo. Foi observado que as concentrações do MPS, suas características químicas e composição foram alteradas ao longo dos três anos como resposta ao aumento da entrada de água doce.

As concentrações do MPS na BTS são relativamente baixas, e aumentam da entrada da Baía para o interior. O Quadro 2 mostra as concentrações médias na coluna d'água para as campanhas em maré de sizígia e quadratura. Em quadratura as concentrações aumentam em cerca de três vezes em média, ou 6,4 mg/L, enquanto que em sizígia o incremento é de 33 mg/L, ou cerca de sete vezes o valor médio na entrada da Baía. A natureza do material em suspensão parece variar bastante na parte central da BTS, ou entre as estações #1 e #6 (acima da Ilha dos Frades), conforme indicado pela falta de correlação entre as medidas do turbidímetro e a

concentração do MPS. O turbidímetro é sensível tanto às variações de concentração do MPS como à sua composição. A correlação entre as medidas de turbidez e concentrações do MPS é mais baixa (semelhante a 0,48) para as estações no corpo central da BTS (estações de #1 a #6) do que para as estações no canal de São Roque (#7 a #10), próximas a 0,91. Esta diferença sugere que a natureza ou tamanho do MPS nestes dois trechos da BTS seja diferente, e que haja uma grande variabilidade temporal da qualidade do material na área central da Baía.

Quadro 2. Valores da concentração média do material particulado em suspensão na coluna d'água, e seu desvio padrão, em marés de sizígia e quadratura. Apenas quatro estações foram investigadas em marés de sizígia (veja capítulo 2)

	Estações									
	#1	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	
Média Quadratura (mg/L)	3,1	2,9	3,6	4,4	5,4	6,7	6,5	9,4	9,1	
Desv. Pad. Quadratura (mg/L)	0,3	0,3	0,6	1,0	1,0	1,7	2,8	2,6	2,7	
Media Sizigia (mg/L)	6,0		10,1			33,4			39,5	
Desv.Pad. Sizígia (mg/L)	0,4		9,0			8,2			12,9	

Fonte: dados da pesquisa.

A razão para o fraco ajuste entre a turbidez e o MPS parece se associar à quantidade de matéria orgânica presente em suspensão, cuja proporção no MPS é cinco vezes maior na metade externa da Baía. A Figura 9 mostra a interpolação dos dados de concentração do MPS, concentração de matéria orgânica e porcentagem de matéria orgânica do MPS ao longo da Baía (eixo X) e ao longo do tempo (eixo Y), compreendendo o período de agosto de 2012 a agosto de 2014. Elevadas concentrações de MPS são observadas entre a estação #4 (km 18) e #10 (km 47) entre novembro de 2012 e março de 2013 (Figura 9a). Estas elevadas concentrações são coincidentes com a dragagem do Estaleiro Enseada do Paraguaçu, no Canal de São Roque. Na Figura 9b observa-se que os valores absolutos de concentração de matéria orgânica são aproximadamente iguais em toda a BTS, inferiores a 4 mg/L, porém a quantidade relativa da matéria orgânica (Figura 9c) aumenta consideravelmente em direção à entrada da Baía. Ao longo do tempo observa-se um aumento do teor de matéria orgânica no MPS em toda a BTS, com pico em junho de 2014.

A origem da matéria orgânica pode ser avaliada a partir de diagramas combinando a razão entre isótopos de carbono 12 e carbono 13 ($\delta^{13}\text{C}$) versus a razão do carbono orgânico com o nitrogênio (COT/N). O diagrama, exposto na Figura 10, indica que os valores isotópicos do material em suspensão na BTS caracterizam material de origem marinha e terrígeno, assim como uma mistura desses dois componentes. Existe ainda em algumas amostras uma boa quantidade de pontos localizados na região associada a material antrópico. Destaca-se uma contribuição peculiar próxima à classificação de manguezais na estação #10 superfície.

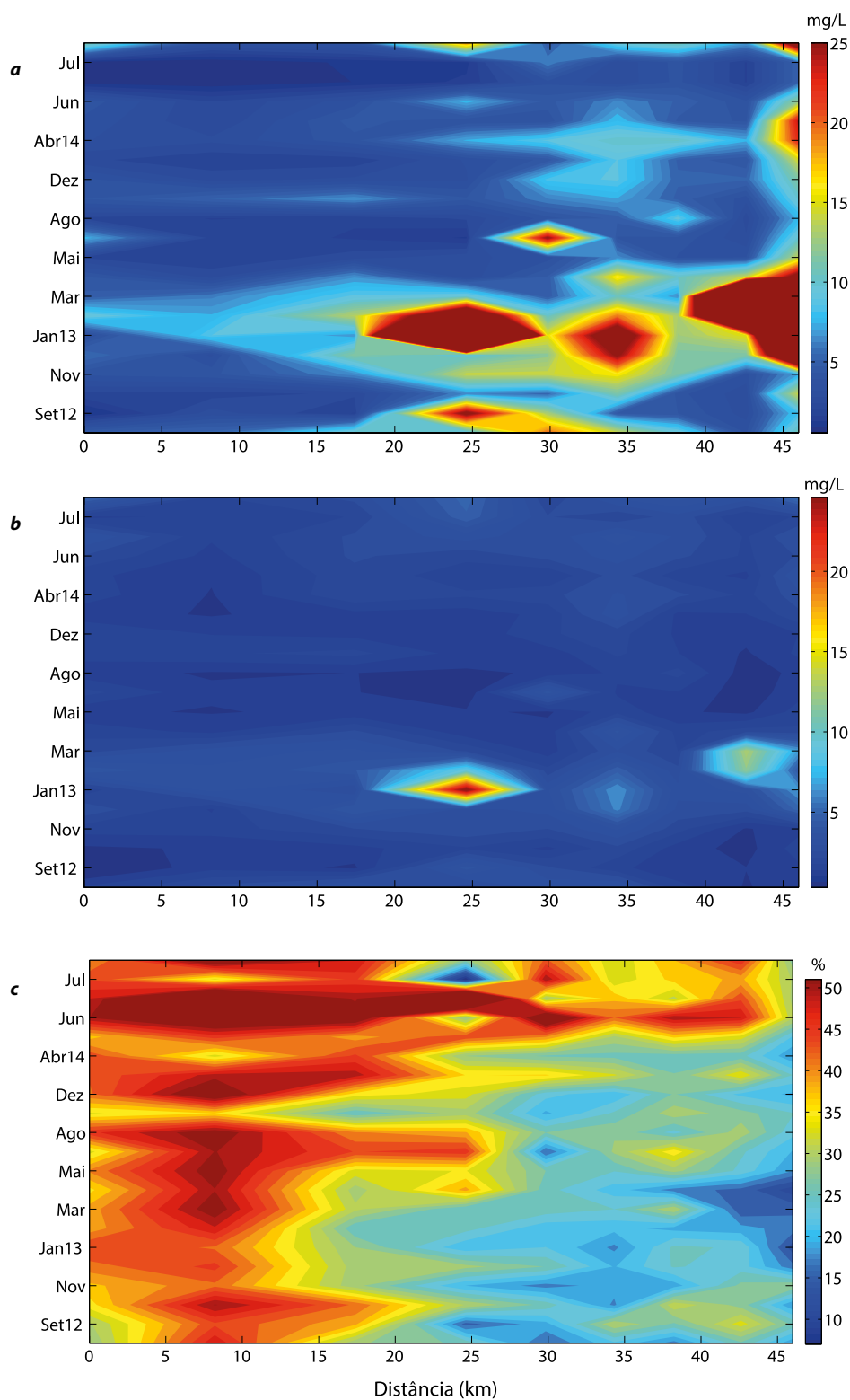


Figura 9. Variação do MPS ao longo da sessão principal da BTS (abscissa) e no tempo (ordenada). Nota: Em (a) a concentração de MPS em mg/L, em (b) a quantidade de matéria orgânica presente no MPS em mg/L, e em (c) a porcentagem de matéria orgânica na massa de sedimentos em suspensão. Medidas se referem às coletas de maré de quadratura e próximo ao fundo. As distâncias são relativas a estação #1. Fonte: dados da pesquisa.

Figura 10. Distribuição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e razão entre o carbono orgânico total (C) razão e nitrogênio presente no MPS da Baía de Todos os Santos

Nota: áreas coloridas indicam a fonte provável para a matéria orgânica.

Fonte: dados da pesquisa.

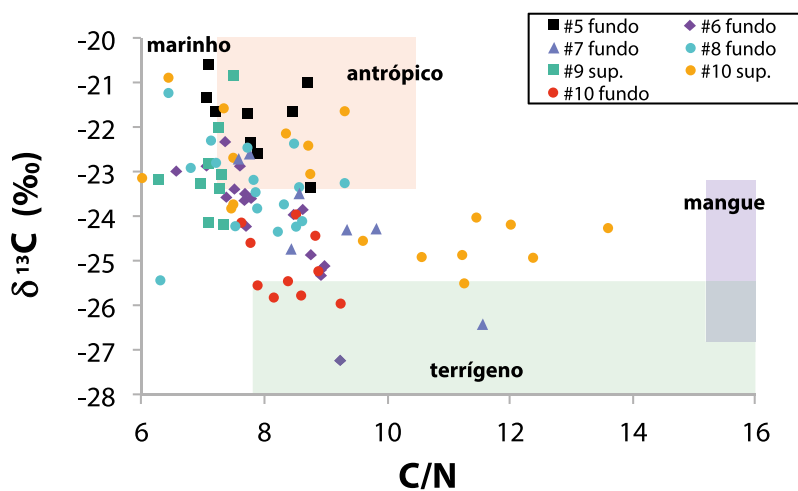
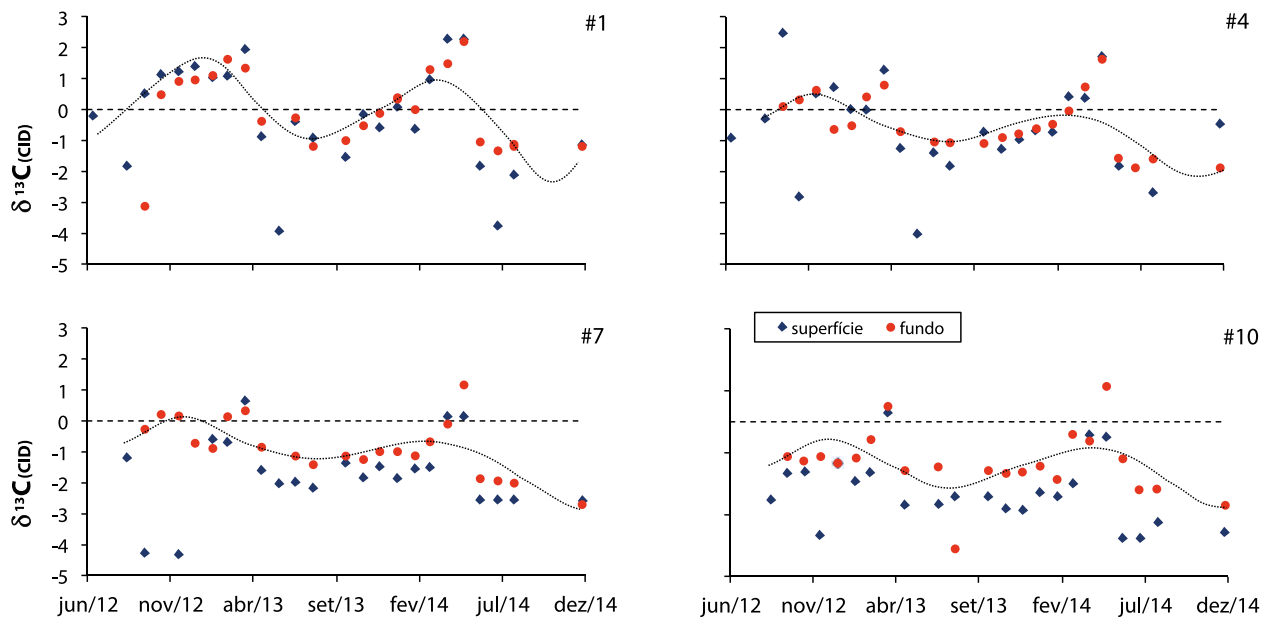


Figura 11. Variação temporal do isótopo de carbono 13 dissolvido na água ($\delta^{13}\text{CDIC}$) nas quatro estações de monitoramento

Nota: a linha pontilhada indica a tendência para as amostras de fundo com base em uma função polinomial de quinta ordem.

Fonte: dados da pesquisa.



O razão isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) do carbono dissolvido na água também fornece informações. A assinatura isotópica do carbono inorgânico dissolvido no corpo principal da BTS indica uma alternância da fonte, entre marinha e continental, da matéria orgânica dissolvida, com fonte marinha ($\delta^{13}\text{C} > 0$) prevalecendo no período seco e fonte continental ($\delta^{13}\text{C} < 0$) no período úmido (Figuras 11a-c). Uma variação sazonal do $\delta^{13}\text{C}$ também é notada dentro do canal de São Roque (estação #10), mas os valores não chegam a se tornar positivos. Observa-se que o aumento da entrada de água doce em 2014 gerou uma queda dos valores de $\delta^{13}\text{C}$, o que é salientado pela tendência decrescente da curva de ajuste (linha preta) à distribuição dos dados. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ são mais negativos na superfície nas estações #4, #7 e #10, o que sugere influência da circulação estuarina, descrita acima, no movimento da massa d'água.

Fitoplâncton

O fitoplâncton é parte componente do MPS, e base da cadeia trófica. A densidade do fitoplâncton, bem como a estrutura da comunidade, também foram alteradas ao longo dos três anos de monitoramento, com ano mais úmido associado à maior quantidade de organismos e maior diversificação de espécies.

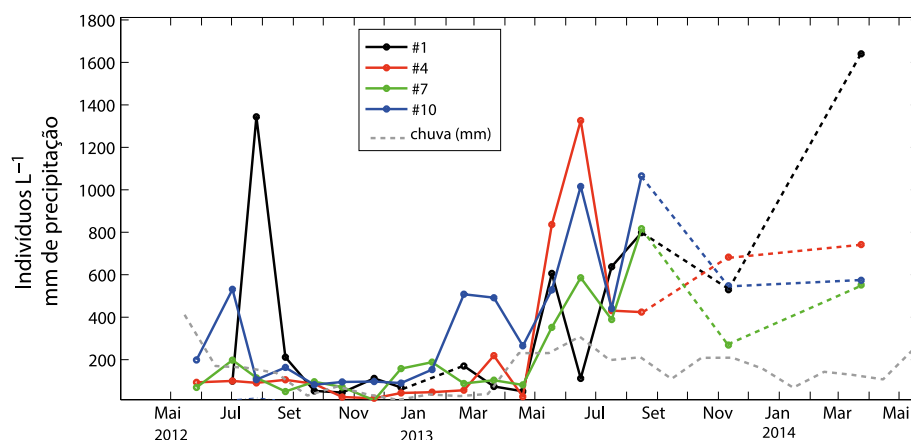
Foram identificadas 112 espécies de fitoplâncton nas amostras analisadas de 27 campanhas, enquadradas em 52 gêneros, 36 famílias e cinco divisões. As diatomáceas dominaram a comunidade fitoplanctônica nos dois anos com resultados disponíveis, tendo representado 85% da comunidade em 2013 e 73% da comunidade em 2014. Os dinoflagelados e as cianobactérias foram o segundo e terceiro grupos mais importantes, representando respectivamente 10% e 4% da comunidade em 2013 e 24% e 2% em 2014.

As comunidades presentes foram típicas de ambientes estuarino-marinhos, com forte influência de processos de resuspensão. A densidade média da comunidade fitoplanctônica registrou um aumento de até cinco vezes ao longo dos 22 meses analisados, como pode ser visto na Figura 12. A maior parte dos valores de densidade foram inferiores a 600 indivíduos L^{-1} até maio de 2013. Os três picos de densidade em julho 2012 (estação #10) e fevereiro e março de 2013 estão associados respectivamente a precipitação local e à dragagem do porto do Estaleiro Enseada em São Roque – sem aparente relação de causa e efeito dada a ausência de sinal na concentração de nutrientes.

A partir de maio de 2013, com o aumento da pluviosidade (linha tracejada em cinza na Figura 12), aumenta a densidade de organismos em todas as estações, uma consequência do aumento da disponibilidade de nutrientes como ilustrado pela Figura 13. A concentração de fosfato, silicato e nitrogênio amoniacal aumentou entre 2013 e 2014, com valores máximos de 13 μM para fosfato e nitrogênio amoniacal e 26 μM para o silicato. A diminuição da concentração destes

três elementos em dezembro de 2014, com a liberação de maiores descargas no rio Paraguaçu, está relacionada a uma fase da histerese em que predominou a diluição. A liberação de maior quantidade de água de Pedra do Cavalo coincide com lacunas na série (Figura 12), não tendo sido possível observar os efeitos desta súbita entrada de água fluvial na densidade dos organismos. A biomassa do fitoplâncton, expressa como concentração de clorofila-*a* (Figura 13d), aumenta ao longo dos anos especialmente nas estações #7 e #10, atingindo $7 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$. Não foram, entretanto, observados quaisquer padrões espaciais ou sazonais, diferente do que ocorreu com a densidade do fitoplâncton (Figura 12). As concentrações médias são em geral baixas ($1,45 \pm 1,22 \mu\text{g/L}$), com 90% das concentrações abaixo de $2,5 \mu\text{g/L}$.

Figura 12. Densidade média da comunidade fitoplanctônica em preamar de quadratura na Baía de Todos os Santos
Fonte: dados da pesquisa.



Três grupos fitoplanctônicos se alternaram no domínio da comunidade: diatomáceas, dinoflagelados e cianobactérias. (ALMEIDA, 2016) As diatomáceas predominaram de maio de 2012 a fevereiro de 2013 em toda a coluna d'água, assim como foram preponderantes em todas as amostras de fundo durante todo o monitoramento, com mais de 70% de participação do total da comunidade (Figura 14). Dinoflagelados compuseram o segundo grupo mais importante, seguidos pelas cianobactérias. Os dinoflagelados tenderam a dominar a comunidade fitoplanctônica na superfície em 2014, como mostra a queda da razão diatomácea/dinoflagelado (Figura 14). Já a quantidade de cianobactérias parece flutuar sazonalmente, adquirindo maior importância relativa nos meses mais secos de verão (menores razões na Figura 14). A dominância de dinoflagelados na superfície em todas as estações em 2014 sugere seu transporte, pela superfície, da área de reprodução e maior densidade no interior da Baía para a plataforma. (ALMEIDA, 2016)

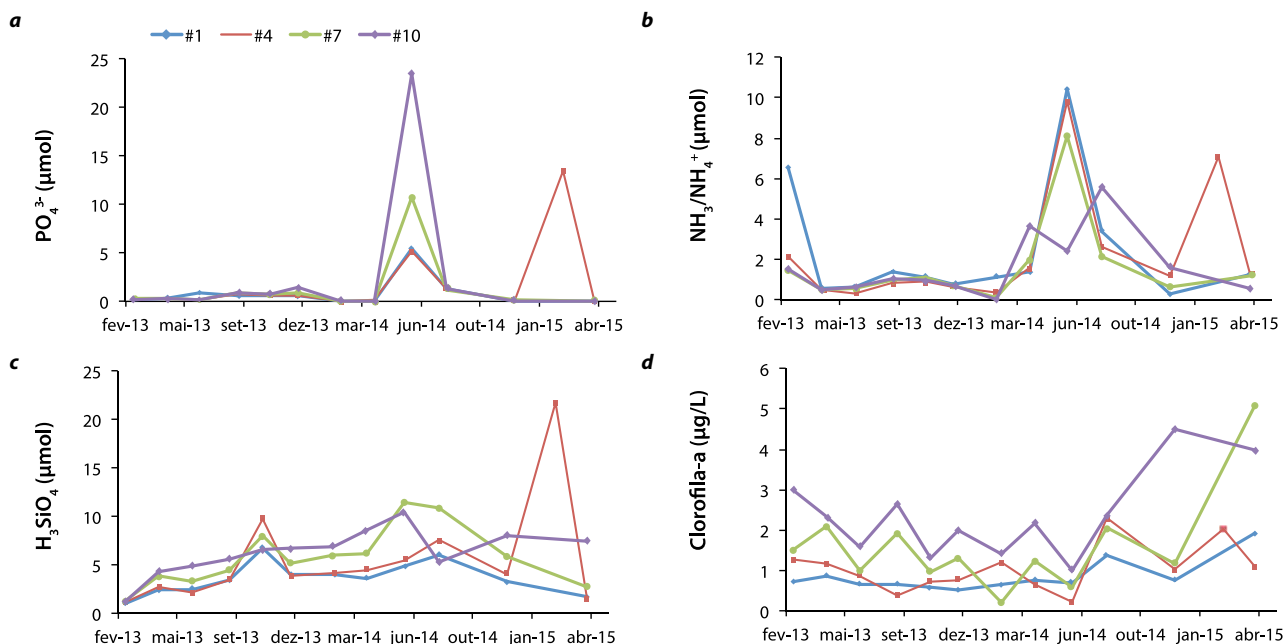


Figura 13. Variação temporal das concentrações médias na coluna d'água de fosfato (a), nitrogênio amoniacal (b) e silicato (c) e clorofila-a (d).
Fonte: dados da pesquisa.

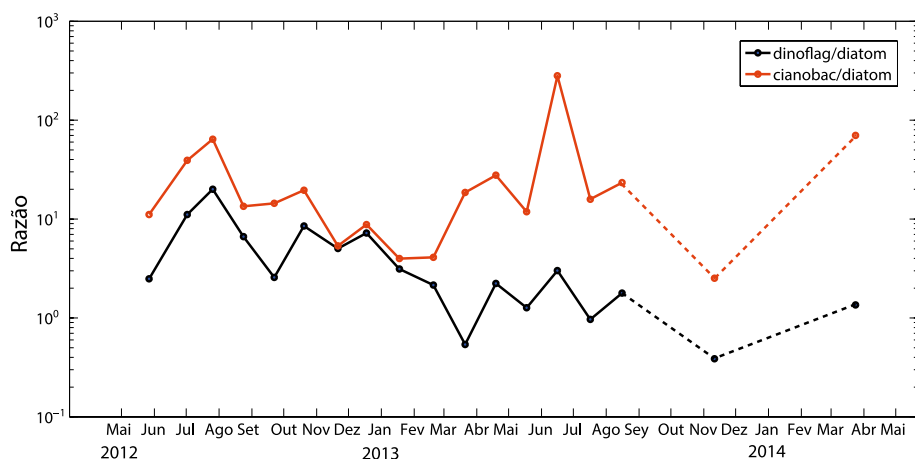


Figura 14. Variação mensal da participação de dinoflagelados e cianobactérias na comunidade fitoplanctônica
Nota: a ordenada indica a razão do número de cianobactérias e dinoflagelados contra o número de diatomáceas na comunidade fitoplanctônica de superfície e fundo.
Fonte: dados da pesquisa.

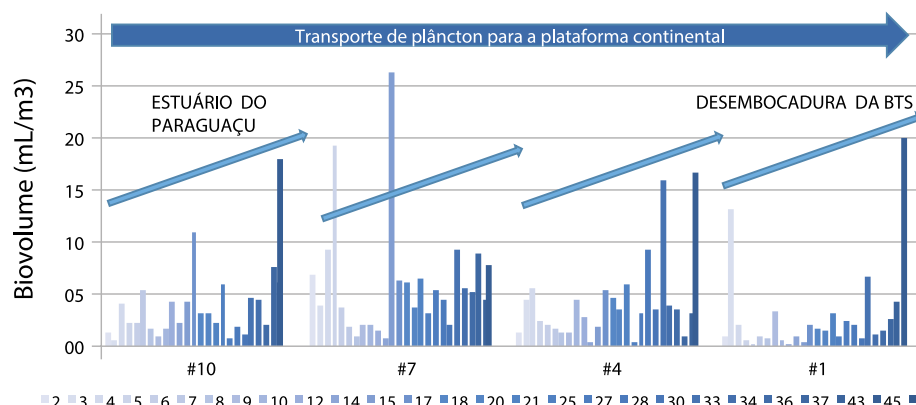
Zooplâncton

Representando um nível trófico acima do fitoplâncton, o zooplâncton também apresentou variações temporais decorrentes das mudanças das propriedades hidrográficas.

O zooplâncton presente na água superficial da BTS é característico de ambientes tropicais estuarinos, com predomínio de organismos holoplanctônicos (Copepoda, *Lucifer faxoni*, Chaetognata, *Penilia avirostris*, Brachyura e Larvacea) que passam todo o seu ciclo de vida no plâncton, em relação aos meroplânctônicos, que são formados por larvas e jovens de organismos bentônicos (zoea e megalopa de Brachyura).

Foi constatada uma elevada variabilidade espacial no biovolume do zooplâncton, com maiores níveis de concentração localizados no estuário do Paraguaçu (estações #10 e #7) e menores valores em direção à desembocadura da BTS (estações #4 e #1) (Figura 15). Também foi detectada a tendência estatisticamente significativa de aumento do biovolume zooplanctônico ao longo das campanhas em todas as estações. Este aumento é positivamente correlacionado com o aumento do balanço hídrico entre 2013 e 2015, que gerou o aumento da concentração de nutrientes na BTS, estimulando o aumento da produção planctônica.

Figura 15. Variabilidade espacial (entre estações #10 e #1) e temporal (ao longo das campanhas em cada estação) do biovolume de mesoplâncton, em preamar de quadratura, entre maio de 2012 (campanha 2) e maio de 2015 (campanha 45)
Fonte: dados da pesquisa.



A biomassa do zooplâncton, assim como sua densidade (org/m^3), diminuíram em até três vezes ao longo do ano hidrológico de 2013 (mais seco) entre as estações #10 e #1, onde os valores foram aproximadamente três vezes inferiores aos da estação #10. Esta tendência pode ser interpretada tanto como um resultado da variação espacial da concentração de nutrientes, que diminui em direção à saída da Baía, como do transporte superficial do zooplâncton de uma zona de reprodução (estação #7) no canal do Paraguaçu para a área externa da BTS por força da circulação não mareal, como sugerido para a distribuição espacial da concentração de dinoflagelados ao longo destas estações.

Entre os organismos zooplânctônicos pertencentes ao Filo Chaetognata, foi possível reconhecer espécies indicadoras de Água Costeira, Água Tropical e de água de ressurgência (proveniente da parte superior do talude continental). As espécies epipelágicas de origem estuarino-costeira, *Parasagitta friederici* e *Parasagitta tenuis*, foram capturadas ao longo de todo o eixo central da BTS, predominando na massa de Água Costeira (Figura 28). Já a espécie epipelágica oceânica *Flaccisagitta enflata*, que esteve presente apenas nas estações #1 e #4, é indicadora de Água Tropical. Por fim, as espécies mesopelágicas superficial *Flaccisagitta hexaptera* e *Krohnitta pacifica*, estiveram presentes durante a ocorrência de eventos localizados de ressurgência costeira, são consideradas indicadoras de água de ressurgência ou advectadas do talude.

Ictioplâncton

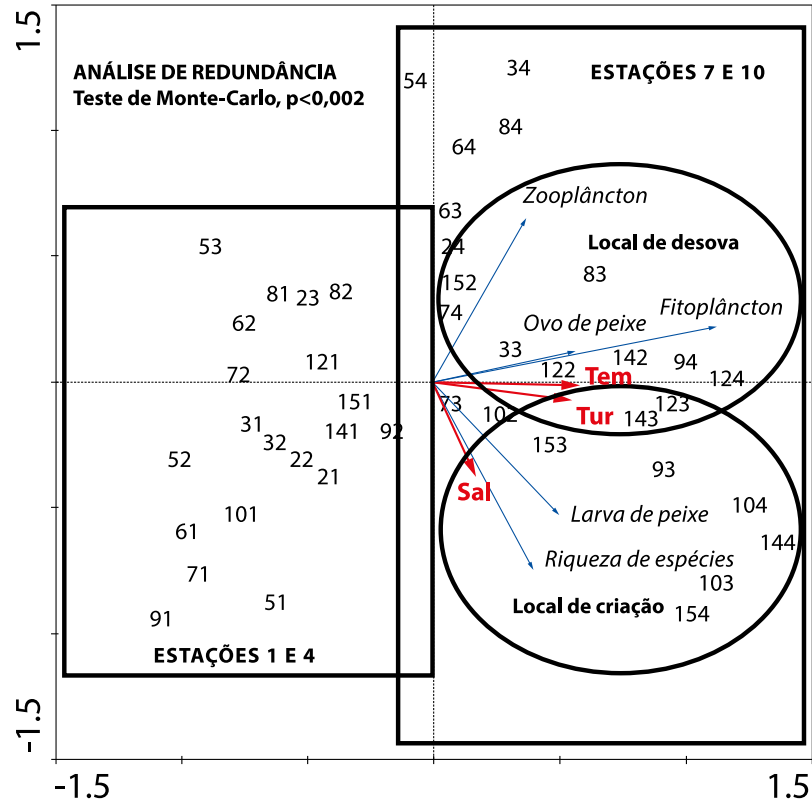
Em 12 campanhas de amostragem, realizadas entre maio de 2012 e abril de 2013, foram capturadas 605 larvas de peixes pertencentes a 18 famílias, das quais dez (56%) famílias são de origem demersal (Achiriidae, Blenniidae, Gerreidae, Gobiidae, Haemulidae, Labrisomidae, Microdesmidae, Pomacentridae, Sciaenidae, Sparidae), sete (39%) de origem pelágica (Atherinopsidae, Carangidae, Clupeidae, Engraulidae, Exocoetidae, Hemiramphidae e Sphyrnidae) e apenas uma (5%) família mesopelágica (Myctophidae) originária de mar profundo. Neste período as famílias mais abundantes foram: Carangidae (*Chloroscombrus crysurus*, *Oligoplites saurus*, *Oligoplites* sp e *Naucrates ductor*), Sparidae, Gobiidae, Engraulidae (*Lycengraulis grossidens*), Achiriidae (*Achirus lineatus*), Blenniidae (*Hypsoblennius* sp) e Haemulidae, que juntos totalizaram 47% das larvas capturadas.

Entre as 55 famílias de peixes marinhos que frequentam a BTS, 33 famílias estão presentes no ictioplâncton, totalizando 60% das famílias que constituem a comunidade de peixes da BTS. Assim, o ictioplâncton identificado é muito importante para a formação dos recursos pesqueiros da BTS e plataforma continental adjacente, os quais incluem: *Chloroscombrus crysurus* (palombeta), *Oligoplites saurus* (tibi-ro), *Achirus lineatus* (linguado) e *Lycengraulis grossidens* (sardinha-prata).

A distribuição espacial da densidade de ovos e larvas de peixes sugere que um local de desova e criação de peixes existe entre as estações #7 e #10 (canal de São Roque), onde densidades de até 18.000 ovos/100 m³, além de diversas espécies de ovos de peixes, foram observadas. Água com menor salinidade, elevada temperatura e turbidez, favoreceram a desova e a sobrevivência das espécies costeiras, tais como Achiriidae, Clupeidae, Engraulidae, além de diversas famílias de Perciformes. O número de larvas de peixes cai em uma ordem de magnitude em direção à saída da BTS, apresentando variabilidade espacial significativa. Da mesma forma como ocorre com as larvas e jovens de crustáceos braquiúros (siris e caranguejos), o crescimento das larvas de peixes e a diminuição da densidade

sugerem que estes são transportados superficialmente da área de desova (estações #7 e #10) para a saída da Baía, mais uma vez sugerindo o efeito advectivo da circulação não mareal na transferência de organismos entre a BTS e a plataforma.

Figura 16. Diagrama de ordenação da Análise de Redundância para a massa de água e plâncton, entre maio de 2012 e abril de 2013 (Campanhas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 e 14; estações de amostragem 1, 4 7 e 10)
Fonte: dados da pesquisa.



Através de uma Análise de Redundância (RDA), como pode ser observado na Figura 16, realizada para 11 campanhas de amostragem (maio de 2012 a abril de 2013), foi possível verificar uma clara separação entre as estações de #1 e #4 (lado esquerdo do diagrama de ordenação), em relação as estações 7 e 10 (lado direito do diagrama de ordenação). No grupo superior se encontram as estações de amostragem que estiveram sob influência dos valores mais elevados de turbidez e temperatura e que também apresentaram as maiores densidades de fitoplâncton, densidade de zooplâncton e densidade de ovos de peixes, configurando locais de desova de peixes. No grupo inferior se encontram as estações de amostragem que estiveram sob influência dos valores mais elevados de salinidade e que também apresentaram as maiores densidades de larvas de peixes, além de maior riqueza de espécies, configurando locais de criação de larvas e peixes juvenis. A sobreposição espacial da área de desova com a área de crescimento deve ocorrer promovida

pelo transporte superficial de larvas de peixes, em direção ao canal de Salvador, seguida de migração vertical na coluna de água para retomar o transporte próximo ao fundo, em direção a desembocadura do Paraguaçu (estação #7), caracterizada assim como berçário de peixes.

Dinâmica de gases

Processos biogeoquímicos são altamente complexos devido à grande quantidade de fatores envolvidos e à dinâmica de retroalimentação nas reações. Desta forma, apesar de menos evidentes, ainda é possível observar alterações nas concentrações de alguns elementos e na intensidade de processos como consequência das mudanças de temperatura e salinidade da água, concentração de matéria orgânica e densidade de organismos planctônicos.

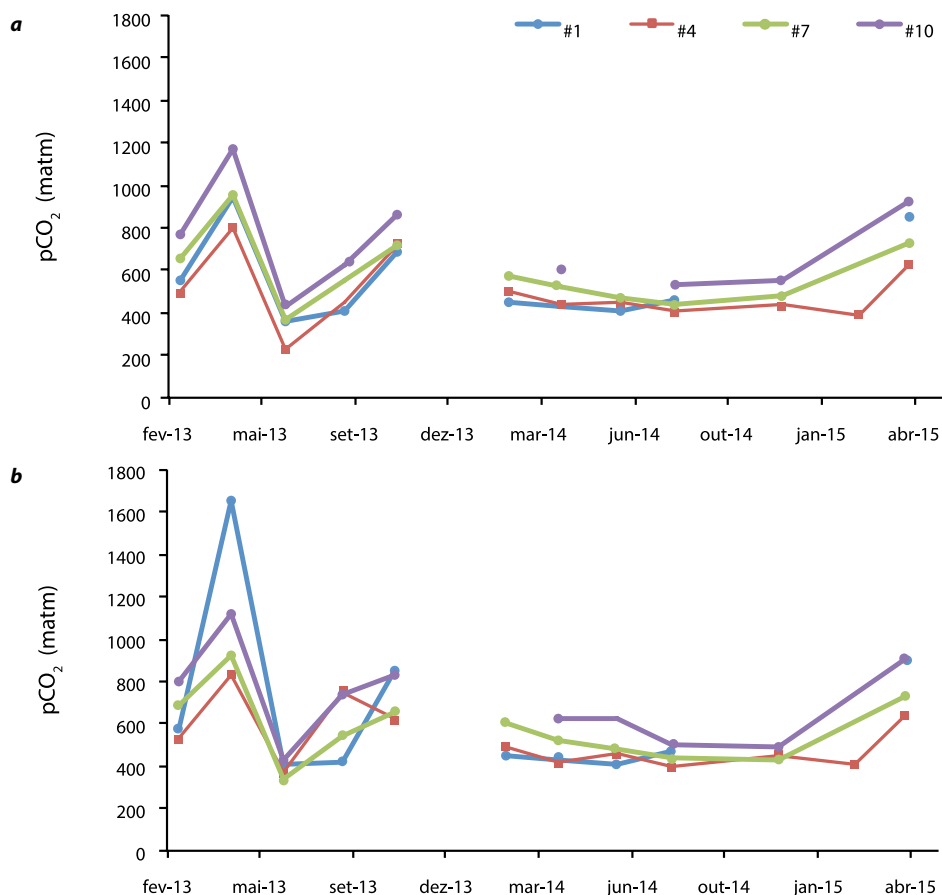
O pH variou de 7,69 a 8,35 (média $8,06 \pm 0,11$), com os menores valores em fevereiro de 2013 ($=7,69$). Baixos valores de pH são normalmente associados à entrada fluvial e diminuição da salinidade, fato não observado no ano hidrológico de 2013, quando uma situação de hipersalinidade foi observada. A provável explicação para baixos valores de pH são concentrações mais elevadas de MPS, resultado das dragagens realizadas à frente do estaleiro Enseada do Paraguaçu (Figura 9) as quais devem ter liberado água intersticial mais ácida.

A alcalinidade total, que reflete a concentração de carbonatos e bicarbonatos na água, apresentou uma concentração média de $2.302 \pm 110 \mu\text{M}$. A alcalinidade total tendeu a diminuir com a entrada de água doce, com concentrações particularmente baixas em junho de 2013, abril e dezembro de 2014. Nestes períodos também foi observado um maior predomínio de valores negativos de $\delta^{13}\text{CCID}$ (Figura 11), indicando que origem do carbono inorgânico dissolvido é em grande parte a degradação de material orgânico terrestre e/ou antropogênico.

As pressões parciais de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$) calculadas foram superiores à média atmosférica para o hemisfério Sul (388 matm) Global Greenhouse Gas Reference Network, 2014) (Figura 17). Pressões parciais de dióxido de carbono inferiores à atmosférica indicam que a massa d'água absorve o gás da atmosfera, e que pressões superiores à atmosférica fazem com que a massa d'água exporte este gás para a mesma. As $p\text{CO}_2$ foram inferiores às atmosféricas apenas nas amostras de superfície das estações #1 e #7 na campanha de junho de 2013, e as maiores $p\text{CO}_2$ foram registradas no fundo e em especial na estação #10 (Figura 17). Observa-se a ocorrência de três episódios com $p\text{CO}_2$ mais elevadas nas amostras de superfície ao longo do período de estudo: abril de 2013, outubro de 2013 e abril de 2015. Em junho de 2013 foram registrados os valores mais baixos, com três amostras subsaturadas em relação à atmosfera. Os resultados mostram de maneira inequívoca

que a BTS funcionou como uma fonte de CO₂ para a atmosfera neste período, de moderada a intensa, comparável a sistemas estuarinos altamente impactados ou sujeitos a forte aporte de matéria orgânica natural.

Figura 17. Variação sazonal da pCO₂ nas amostras de superfície (a) e fundo (b) nos quatro pontos de coleta
Fonte: dados da pesquisa.



O oxigênio dissolvido na água se origina da atividade fotossintética das algas, incluindo o fitoplâncton, e pode ser absorvido pela água a partir de processos difusos na interface ar-água. Assim como para o dióxido de carbono, a difusão do gás a partir do ar ocorre quando a pressão parcial do oxigênio na água é menor que na atmosfera, ou quando a água está subsaturada. O percentual de saturação do oxigênio foi maior nas estações #1 e #4, com as estações #7 e #10 apresentando concentrações de oxigênio dissolvidos constantemente mais baixas. Estes resultados são coerentes com a degradação de matéria orgânica como fonte de dióxido de carbono para as águas da BTS. A pressão parcial do oxigênio foi significativamente mais baixa no ano hidrológico de 2013, o que pode ser explicado pela temperatura da água mais elevada – que tem menor capacidade de retenção de gases.

Discussão e conclusões

Os resultados apresentados mostram que as alterações do balanço hídrico durante o período de monitoramento forçaram nítidas variações físicas, químicas e biológicas. O clima mais árido no verão gera um balanço atmosférico de água negativo, com perda de água doce na BTS, que se não compensada pelas descargas do rio Paraguaçu (com cheias no verão), pode resultar em uma hipersalinidade das águas da Baía. A hipersalinidade foi verificada por medições esparsas de campo no início de maio de 2012, antes do início das campanhas regulares (ver anomalias negativas de precipitação na Figura 3b), e novamente entre dezembro de 2012 e abril de 2013, quando as descargas médias diárias de Pedra do Cavalo foram de $10 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (maio 2012) e $3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (dezembro 2013 a abril de 2013). Em condições de hipersalinidade a temperatura da água é mais elevada, a pressão parcial do oxigênio é menor, a pressão parcial do gás carbônico é maior e os fluxos deste gás para a atmosfera são aumentados, a concentração de carbono inorgânico dissolvido é maior com assinatura isotópica mais marinha, as concentrações de nutrientes são menores, o que acarreta em menores densidades de biomassa e riqueza dos organismos planctônicos. Também nesta situação a circulação não mareal estratificada, com padrão estuarino, diminui de intensidade e pode até ser invertida quando valores de densidade da água dentro da BTS superam a densidade da água oceânica.

Esta anomalia do campo de densidade foi observada apenas uma vez em abril de 2013, quando a densidade da BTS aumentou em consequência da diminuição da temperatura da água. A Figura 18 mostra a situação hidrológica da BTS em 19 de fevereiro de 2013, quando tanto a salinidade como a temperatura aumentam para dentro da Baía, gerando uma distribuição de densidade característica de estuários. Nesta situação a estrutura da circulação não mareal é típica, como sugerido pelas setas no gráfico de densidade. Já no perfil obtido em 19 de abril ocorre a manutenção dos valores de salinidade, mas com uma diminuição das temperaturas, o que causa o aparecimento de gradientes opostos de densidade: a densidade da água aumenta da entrada da Baía até seu centro e posteriormente diminui em direção ao rio Paraguaçu. Esta foi uma situação hidrológica excepcional, denominada por “rolha de densidade”, a qual gera uma inversão da estrutura da circulação não mareal, como mostram as setas no gráfico de densidade. Nesta situação ocorre, na parte mais interna da Baía, um sistema de represamento onde a água escoada do Canal de São Roque (drenando a Baía de Iguape e rio Paraguaçu) pela superfície retorna ao local de origem pelo fundo. Situações como essa são potencialmente dramáticas do ponto de vista ambiental, pois podem levar ao infinito o tempo de residência na metade interna da Baía.

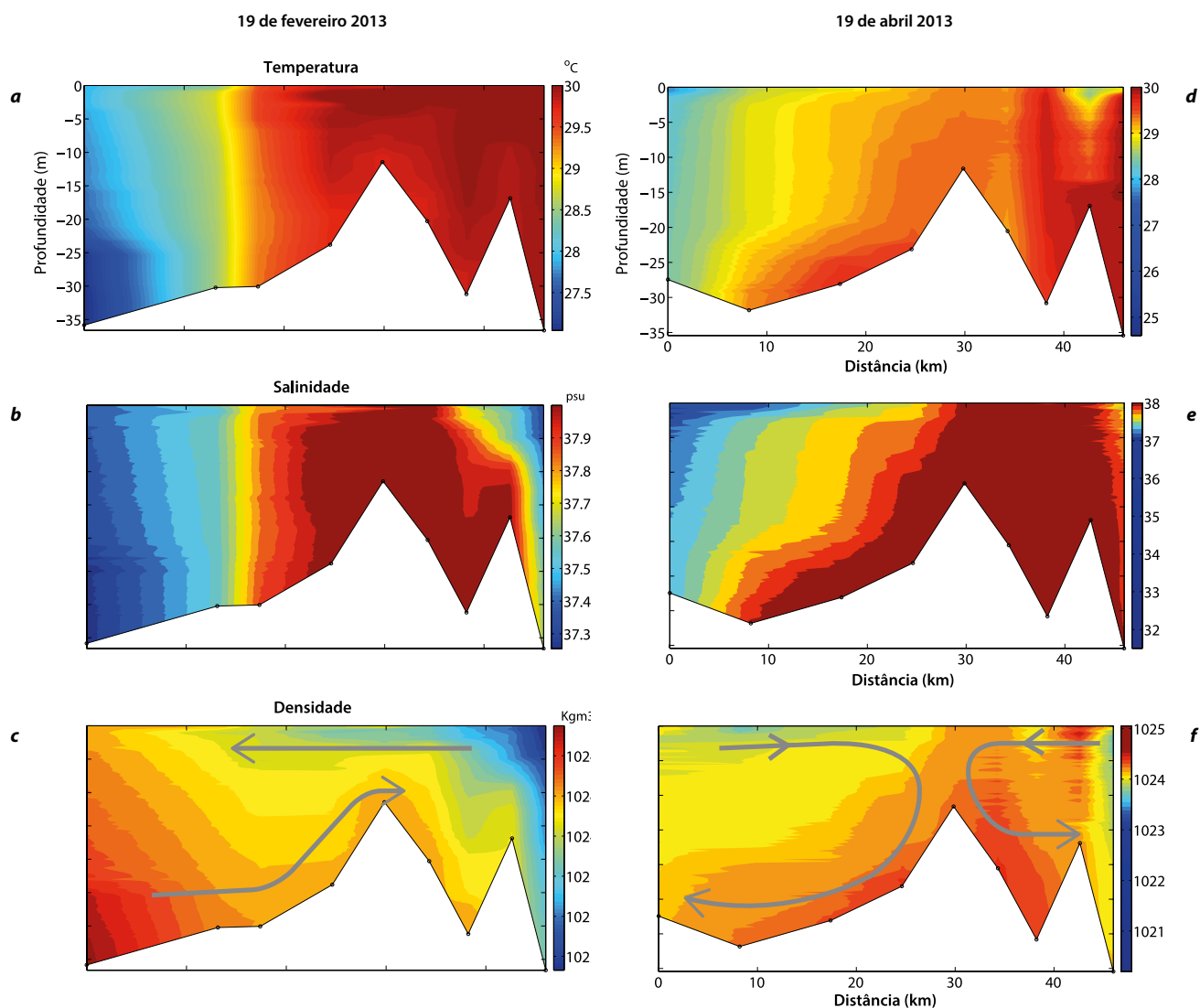


Figura 18. Perfis de temperatura (A-D), salinidade (B-E) e densidade (C-F) longitudinais à BTS (ver estações e #1 a #10 na Figura 2), em fevereiro e abril de 2013

Nota: o polígono branco representa a topografia de fundo, delineada pelas profundidades máximas registradas em cada estação de monitoramento. A hipersalinidade ocorre em ambas as situações, sendo que em abril observa-se concomitantemente a queda da temperatura e o associado aumento da densidade no centro da Baía. As setas indicam a estrutura da circulação residual (não mareal) resultante: circulação estuarina em fevereiro e circulação estuarina inversa em abril.

Fonte: dados da pesquisa.

A importância do rio Paraguaçu para manutenção de uma circulação não mareal com padrão estuarino foi sugerida por Santana, Teixeira e Lessa (no prelo) com base em modelagem numérica da circulação, e comprovados aqui com o monitoramento correntométrico. Verificou-se que a circulação gravitacional é melhor estruturada no verão (estação seca) do que no outono (estação úmida), quando

ocorre acelerada queda da salinidade na BTS. Isso ocorre porque o gradiente de densidade é maior no verão com a entrada de água doce na retaguarda da Baía (descarga pontual) do que no outono, quando a entrada de água é disseminada por toda a Baía (descarga difusa tanto atmosférica como fluvial).

Com o aumento da entrada de água doce, principalmente por parte do rio Paraguaçu, a pressão parcial do CO₂ cai e os fluxos deste gás para a atmosfera são até nove vezes menores. As concentrações de carbono inorgânico dissolvido também diminuem e sua assinatura isotópica passa a ser altamente influenciada por material de origem continental. A circulação gravitacional é fortalecida e com ela os processos de transporte advectivo, reduzindo o tempo de residência. A concentração de nutrientes aumenta e a densidade de organismos planctônicos, sua biomassa e riqueza cresce significativamente. A resposta à maior entrada de nutrientes na BTS parece ocorrer em todos os níveis tróficos, refletindo no aumento da oferta de pescado, incluindo siri, como documentado por Reis-Filho (neste volume) em análise de desembarques pesqueiros na BTS entre 2011 e 2015.

A troca de organismos planctônicos entre estuários e o mar pode ocorrer passivamente, impulsionados por forças físicas, como também pode ser resultado de um comportamento ativo dos organismos. (EPIFANIO, 1988; JANSSEN, 1988) A “hipótese passiva” acredita que os movimentos horizontais das larvas estuarinas são controlados principalmente por fatores físicos, como correntes, e que a natação larval não é importante. Já a “hipótese ativa” preconiza que as larvas nadam ativamente vertical e horizontalmente na coluna de água e aproveitam as correntes de maré. A circulação não mareal, com padrão estuarino, na BTS parece ser responsável pelo transporte passivo de organismos planctônicos da parte ocidental da Baía, área berçário na estação #7, em direção ao oceano pela superfície.

Da mesma forma, a circulação não mareal estuarina está associada ao transporte passivo de espécies epipelágica (*F. enflata*) e mesopelágica oceânicas (*F. hexaptera* e *K. pacifica*) pelo fundo do oceano em direção ao interior da Baía. Estas espécies ocorrem no talude até 200 m de profundidade, e foram encontradas no interior (estação #7) da BTS. Os indivíduos chegam à plataforma transportados pela ressurgência costeira nos meses de verão, e então advectados pelo fundo para o interior da Baía pela circulação não mareal. As espécies identificadas já foram registradas na plataforma continental em frente a Salvador (AVILA; ARRUDA; BONECKER, 2006), sendo organismos exclusivamente marinhos encontrados em maior número a 300 m de profundidade e no estrato entre 800 m e 1000 m de profundidade. (PIERROT-BULTS, 1991)

A definição de uma área berçário na BTS, na estação #7, envolve o reconhecimento deste local como o que apresenta a maior contribuição em relação à abundância, crescimento, sobrevivência e migração dos recrutas para o habitat parental, comparativamente a outros habitats em que os jovens da mesma espécie também

ocorrem. (BECK et al., 2001) Esta área pode ser estratégica para a dinâmica populacional dos peixes de grande parte da BTS, a qual parece ser o ambiente costeiro mais complexo da costa brasileira, abrigando a maior riqueza de peixes marinhos do Atlântico Sul (José Amorim Reis-Filho, IBIO-UFBA).¹

As tendências de redução da precipitação e descargas fluviais aqui observadas estão de acordo com os resultados de reanálise climática das últimas cinco décadas para o Recôncavo Baiano. (HARTMANN et al., 2013) Estes resultados, divulgados no âmbito do IPCC 2013, apontam uma tendência linear de redução da precipitação entre 5 mm/ano e 25 mm/ano. Estes mesmos autores apontam ainda para um aumento de até 1.75 °C da temperatura média regional no último século, o que junto a uma tendência de aumento da velocidade do vento observada desde 1988, tende a induzir um aumento das taxas de evaporação. Os dados de evaporação disponibilizados pelo INMET são dados inferidos e apresentam grandes lacunas, mas dada a conjunção de tendências regionais apresentadas por Hartmann e outros (2013), é possível deduzir uma tendência de balanço hídrico progressivamente menos positivo (clima progressivamente menos úmido ou mais árido) na região de influência da BTS ao longo das últimas décadas.

De acordo com Kirtman e outros (2013), a temperatura média mundial deverá ser mais alta em até 1.0°C nas próximas duas décadas, valor este relativo à média do período 1986-2005. Para a região da BTS este aumento poderá ser menor, alcançando 0.75 °C no verão e 0,35 °C no inverno. Com relação à precipitação, uma intensificação generalizada do ciclo hidrológico é prevista com uma atmosfera mais aquecida, gerando condições de intensificação da precipitação, porém com aumento da aridez em regiões localizadas do globo. Para a BTS e sua área de influência, a precipitação média nos próximos 20 anos poderá ser 10% menor que a média do período 1986-2005, com correspondente aumento do déficit hídrico atmosférico de 0,1 mm/dia e diminuição do escoamento superficial em 10%. Desta forma, as tendências aqui identificadas nos dados de precipitação e descarga fluvial das últimas cinco décadas não será invertida em um futuro próximo. Genz e outros (2010, 2012) simularam as alterações de descarga fluvial dos rios Paraguaçu e Pojuca (no litoral norte) decorrentes do lançamento de gases estufa em um mundo com maior integração e economicamente pujante (cenário A1B do IPCC). Os resultados indicam uma redução de 29% e 49% para as descargas dos rios Paraguaçu e Pojuca, respectivamente, até 2040.

As consequências do aumento da aridez previsto para as próximas décadas podem, de certo modo, ser antecipadas a partir da variabilidade anual do clima e da oceanografia da BTS observadas durante o monitoramento. As condições de extrema aridez no ano hidrológico de 2013 serve como referência para o cenário

.....
¹ Entrevista concedida em outubro de 2016.

hidrológico que deverá ser gradativamente mais agudo e frequente ao longo dos anos. Nesta situação a salinidade e a temperatura da água serão aumentadas, e condições de hipersalinidade com potencial desenvolvimento de uma circulação estuarina inversa poderá ser comum no verão. A menor descarga fluvial poderá acarretar em menor turbidez dada a redução na entrada de sedimentos, o que favorece a maior penetração de luz na água e dinamização da atividade fotossintética. Talvez um fator positivo decorrente das alterações no clima seja a maior frequência e intensidade dos ventos de nordeste no verão, associados à ressurgência costeira. As temperaturas mais frias na estação #1 em 2013 estão associadas à maior incidência de ventos de nordeste. Ainda a ser comprovada é a possibilidade da ressurgência se relacionar positivamente com a abundância da pesca ao longo do litoral norte, como tem sido observado por técnicos do Projeto TAMAR.²

O tempo de residência da BTS nesta situação de maior aridez será drasticamente aumentado, e condições propícias a *blooms* algais deverão ocorrer. Lehman e outros (2013) documentam o aumento da frequência e extensão de *blooms* de cianobactéria na Baía de São Francisco devido ao aumento da temperatura da água e baixas descargas fluviais. O primeiro fator causa a migração vertical de indivíduos inicialmente em estágio vegetativo sobre o fundo, e o segundo gera aumento do tempo de residência. De modo coincidente foi observado que a densidade relativa de cianobactérias na BTS tende a aumentar nos meses quentes e secos. Se o tempo de residência e a temperatura mais alta durante estes períodos de balanço hídrico negativo favorecem o aumento da pCO_2 e os fluxos deste gás estufa para a atmosfera, a redução da turbidez e aumento das taxas fotossintéticas tem o efeito contrário. O consumo de carbono orgânico dissolvido e o aumento do pH diminuem a pressão parcial do gás carbônico na água, e a ocorrência de *blooms* algais pode até reverter a direção do fluxo de CO_2 , passando a ser da atmosfera para a água.

Os resultados mostram a tendência de redução da densidade e riqueza da comunidade fitoplânctônica no ano mais árido, assim como uma redução da biomassa planctônica e da densidade do zooplâncton. A redução da biomassa pode estar associada não apenas à redução do número de indivíduos por metro cúbico, mas também à redução do tamanho dos indivíduos. Rice e outros (2015) sugerem que mesmo em condições eutróficas onde o alimento não é fator limitante, o aumento da temperatura da água pode resultar em uma redução do tamanho de copépodos em uma comunidade reduzida também em número de indivíduos. Como os copépodos são o membro dominante no zooplâncton e elo entre importantes níveis tróficos, os autores sugerem que a redução do seu tamanho e biomassa pode alterar a conectividade da cadeia alimentar reduzindo a transferência de energia entre o fitoplâncton e as larvas de peixes.

.....
² Entrevista concedida em outubro de 2016.

Os resultados apresentados indicam, em suma, que alterações ambientais consideráveis poderão ocorrer na BTS nas próximas décadas, e que planos de manejo, se existirem, devem prever adequações em um futuro próximo.

Referências

- AVILA, L. R. M.; ARRUDA, M. R.; BONECKER, S. L. C. Chaetognatha. In: BONECKER S. L. C. (Ed.). *Atlas de Zooplâncton da Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2006. p. 165-184. (Serie Livro; 21).
- BECK, M. W. et al. The Identification, Conservation, and Management of Estuarine and Marine Nurseries for Fish and Invertebrates. *BioScience*, London, v. 51, n. 8, p. 633-641, Aug. 2001.
- CIRANO, M.; LESSA G. C. Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. *Revista Brasileira de Geofísica*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 4, p. 363-387, Oct./Dec. 2007.
- CLOERN, J. E. et al. A cold phase of the East Pacific triggers new phytoplankton blooms in San Francisco Bay. *PNAS*, v. 104, n. 47, p. 18561-18565, 2007.
- EPIFANIO, C. E. Transport of invertebrate larvae between estuaries and the continental shelf. *American Fisheries Society Symposium Series*, v. 3, p. 104-114, 1988.
- GENZ, F.; TANAJURA, C. A. S.; ARAUJO, H. A. Impacto das mudanças climáticas nas vazões do rio Pojuca sob o cenário A2 do IPCC - 2070 A 2100. In: CONGRESSO BAIANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - COBESA, 1., 2010. Salvador. *Anais...* Salvador: 2010.
- GENZ, F.; SILVA, S. F.; TANAJURA, C. A. S. O impacto das mudanças climáticas nas vazões do Rio Paraguaçu - Cenário A1B de 2011 a 2040. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 11., 2012. João Pessoa. *Anais...* João Pessoa, 2012.
- GENZ, F.; LESSA, G. C. Twenty-six years of uneven changes in low flows due to different uses and operation of a large dam in a semiarid river. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 523-532, abr./jun. 2015.
- GLOBAL GREENHOUSE GAS REFERENCE NETWORK – Globalview. NOAA Earth System Research Laboratory. Available in: <<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/globalview/>>. Access in: fev. 2016.
- HARTMANN D. L. et al. Observations: Atmosphere and Surface. In: STOCKER, T. F. et al. (Ed.). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- JANSSON, B. O. *Coastal-Offshore Ecosystem Interactions*. New York: Springer-Verlag, 1988.

- KIRTMAN B. et al. 2013: Near-term Climate Change: Projections and Predictability. In: STOCKER, T. F. et al (Ed.). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 953-1028.
- KJESBU, O. S. et al. Making use of Johan Hjort's "unknown" legacy: reconstruction of a 150-year coastal time-series on northeast Arctic cod (*Gadus morhua*) liver data reveals long-term trends in energy allocation patterns. *ICES Journal of Marine Science*, London, v. 71, n. 8, p. 2053-2063, Oct. 2014.
- LEHMAN, P. W. Long-term trends and causal factors associated with *Microcystis* abundance and toxicity in San Francisco Estuary and implications for climate change impacts. *Hydrobiologia*, London, v. 718, n. 1, p. 141-158, Nov. 2013.
- LENNARTZ, S. T. et al. Long-term trends at the Boknis Eck time series station (Baltic Sea), 1957–2013: does climate change counteract the decline in eutrophication? *Biogeosciences*, Munich, v. 11, p. 6323-6339, Nov. 2014.
- LESSA G. C. et al. Physical Oceanography. In: HATJE, V.; ANDRADE, J. B. (Ed.). *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 67-120.
- MÉLICE, J. L.; SERVAIN, J. The tropical Atlantic meridional SST gradient index and its relationships with the SOI, NAO and Southern Ocean. *Climate Dynamics*, Berlin, v. 20, n. 5, p. 447-464, March, 2003.
- MAFALDA JR, P. O.; SOUZA, P. M. M.; SILVA, E. M. da. Estrutura hidroquímica e biomassa planctônica no norte da baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. *Tropical Oceanography*, Recife, v. 31, n. 1, p. 31-51, 2003.
- MARANI, M.; ZANETTI, S. Long-term oscillations in rainfall extremes in a 268 year daily time series. *Water Resources Research*, Hoboken, v. 51, n. 1, p. 639-647, Jan. 2015.
- MACCREADY, P.; GEYER, W. R. Advances in Estuarine Physics. *Annual Review of Marine Science*, Palo Alto, v. 2, p. 2-35, Jan. 2010.
- NICOLAS D. et al. Spatio-Temporal Variability of the North Sea Cod Recruitment in Relation to Temperature and Zooplankton. *PLoS ONE*, v. 9, n. 2, p. e88447, 2014.
- PEREIRA, M.; LESSA, G. C. Varying patterns of water circulation in Canal de Cotegipe, Baía de Todos os Santos. *Revista Brasileira de Geofísica*, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 103-119, Mar. 2009.
- PIERROT-BULTS, A. C.; NAIR, V. R. Distribution patterns in Chaetognatha. In: BONE, Q. et al. (Ed.). *The Biology of Chaetognaths*. Oxford: Oxford University, 1991. p. 86-116.
- RIBEIRO, C.; WANIEK, J. J.; SHARPLES, J. *Observations of the spring-neap modulation of the gravitational*. *Ocean Dynamics*, v. 54, p. 299-306, 2004.

RICE, E.; DAM, H. G.; STEWART, G. Impact of Climate Change on Estuarine Zooplankton: Surface Water Warming in Long Island Sound Is Associated with Changes in Copepod Size and Community Structure. *Estuaries and Coasts*, Washington, v. 38, n. 1, p. 13-23, Jan. 2015.

SANTANA, R. C. *O impacto de diferentes forçantes na circulação residual de um estuário tropical bem misturado: Baía de Todos os Santos, Brasil - 13°S*. 2015. 61 p. Dissertação (Mestrado em Geofísica) - Programa de Pós-Graduação em Geofísica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

SANTANA, R. C.; TEIXEIRA, C.; LESSA, G. C. The impact of different forcing agents on the residual circulation in a tropical estuary: Baía de Todos os Santos, Brazil. *Journal of Coastal Research*, no prelo (DOI: 10.2112/JCOASTRES-D-17-00044.1)

SANTOS, F. M. *Ressurgência costeira localizada na região de formação da Corrente do Brasil (13oS)*. 2014. 102 p. Dissertação. (Mestrado em Geofísica) - Programa de Pós-Graduação em Geofísica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. 102 p.

SOARES, L. S. H. et al. Capture fishery in northern Todos os Santos Bay, tropical southwestern Atlantic, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 59, n. 1, p. 61-74, 2011.

SOUTHWARD, A. J. The importance of long time-series in understanding the variability of natural systems. *Helgolander Meeresuntersuchungen*, Berlim, v. 49, n. 1-4, p. 329-333, March, 1995.



Taq

Boys
peba

I: dogfiades

Ilhade
Maz

Ilhade
pauaen

I: domolo

TERRAS
DE DO
ALVA
RODA
PCOS
TA

Bahia de
todologsã
tos

6 bracas
de preamar
da goasvina

molam turcos





Estudos de caso e futuros desafios para a avaliação da qualidade dos ecossistemas marinhos da Baía de Todos os Santos

Vanessa Hatje

Gisele Olímpio da Rocha

Juliana Leonel

Luisa Ferreira Ribeiro

Gabriel Cotrim de Souza

Cristiane Sampaio Fahning

Introdução

A comunidade científica concorda que nosso planeta deixou o Holoceno para trás e está agora vivenciando o Antropoceno. Embora exista uma grande discussão na literatura sobre quando este período se iniciou, bons argumentos indicam que este período coincidiu com a Revolução Industrial, no final do século 18. (CRUTZEN; STOERMER, 2000) O crescimento da população mundial associado ao desenvolvimento industrial e tecnológico; o aumento da exploração mineral, da agricultura intensiva, da produção de novos materiais (*e.g.*, plásticos); a extinção de espécies e a introdução de organismos exóticos em alguns lugares acabaram por criar a Era dos Homens. (WATERS et al., 2016, 2014)

Neste período, as atividades antrópicas passaram a exercer o domínio sobre muitos processos geológicos superficiais (*e.g.*, fluxo de nutrientes para os ecossistemas costeiros), aumentando substancialmente a escala dos impactos negativos na superfície do planeta. (MEYBECK, 2003) Consequentemente, a transferência de elementos traço, maiores e nutrientes através do contínuo continente – zona costeira – oceano foi substancialmente alterada, gerando importantes implicações para os ciclos biogeoquímicos.

Hoje existem evidências suficientes como, por exemplo, o aumento no nível de CO₂, para formalizar o Antropoceno como uma nova unidade de tempo ou período dentro da escala geológica. (STEFFEN et al., 2007; WATERS et al., 2016) Além disso, uma série vasta de marcadores, incluindo contaminantes orgânicos e inorgânicos, pode ser utilizada simultaneamente para identificar o Antropoceno, tais como plásticos (ZALASIEWICZ et al., 2016), radionuclédeos (WATERS et al., 2015; ZALASIEWICZ et al., 2016), metais (*e.g.*, ANDRADE et al., 2017), hidrocarbonetos, e compostos organoclorados.

Embora seja difícil determinar o número de substâncias químicas que são comercializadas mundialmente e são potencialmente contaminantes, sabe-se que atualmente mais de 140.000 produtos químicos são vendidos em grandes quantidades no mercado europeu. Estima-se que mais de 30.000 compostos com produção anual superior a uma tonelada sejam registrados até 2018. (EUROPEAN CHEMICALS AGENCY, 2015) A Agência de Proteção Ambiental Americana inclui anualmente cerca de 700 novas espécies químicas no inventário de Controle de Substâncias Tóxicas (TSCA). (GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE, 2009) A produção de compostos químicos tem crescido principalmente em países em desenvolvimento ou com economia em transição. Para o Brasil, por exemplo, está previsto um crescimento de 35% na produção de produtos químicos entre 2012 e 2020. (UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM, 2013)

O desenvolvimento efetivo de tecnologias que controlam a contaminação e suas fontes, incluindo o tratamento de resíduos líquidos e sólidos oriundos de

atividades domésticas, industriais e hospitalares não acompanhou o crescimento global da população e da produção de novas substâncias químicas. Este fato resultou em sérias consequências ambientais devido a demanda de um número cada vez maior de insumos químicos para a produção de alimentos, confecção de produtos de alta tecnologia e muitos processos tecnológicos. Muitas das substâncias utilizadas não são removidas por sistemas de tratamento de esgoto convencionais, e são liberadas em águas superficiais, sendo transportadas para rios, estuários e eventualmente para os oceanos.

A zona costeira é particularmente importante neste cenário, pois oferece espaços, bens e serviços para os seres humanos e habitats extremamente ricos para os organismos. (HATJE et al., 2013) Esta região se destaca entre os ambientes mais densamente povoados do planeta, o que a torna extremamente vulnerável às mudanças ecológicas, da paisagem e também de mudanças globais (*e.g.*, o aumento do nível do mar). Os sistemas costeiros, especialmente os tropicais, recebem a maior parte do aporte fluvial de água, material dissolvido e particulado. (MARTIN; MEYBECK, 1979; MILLIMAN; FARNSWORTH, 2011; VIERS et al., 2009) Estes também hospedam alguns dos ecossistemas mais diversos e produtivos do planeta, como recifes de corais e manguezais. A taxa de crescimento populacional nesta região é mais alta do que a média global, sendo que para mais de 50% dos países costeiros entre 80-100% da população vive em uma faixa de até 100 km da linha de costa. (MARTÍNEZ et al., 2007)

O impacto da intensa atividade humana nas zonas costeiras tem sido amplamente relatado na literatura, incluindo o aporte de contaminantes de origem doméstica, industrial e hospitalar, os quais podem causar vários impactos, como mortalidade de organismos, disfunções metabólicas, genéticas e hormonais, dentre outros. O baixo número de espécies sensíveis em ambientes contaminados está causando o decréscimo da biodiversidade e pode desencadear mudanças no funcionamento dos ecossistemas devido às alterações no ambiente, nas cadeias tróficas e nos padrões de produtividade. (DAHMS, 2014) O resultado deste processo é a perda de uma série de serviços ecológicos que estes ambientes potencialmente oferecem.

Para evitar o agravamento dessa situação e integrar conceitos de proteção ambiental e uso sustentável do ambiente, a União Europeia promove entre seus estados membros o trabalho pela busca do Bom Estado Ambiental (Good Environmental Status – GES). (EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL, 2008) Este é um conjunto de 11 descritores qualitativos que objetivam manter os ecossistemas diversos, saudáveis e sustentáveis, bem como garantir acesso a peixes e frutos do mar com qualidade adequada para o consumo humano. Os 11 descritores que permitem avaliar se o GES foi alcançado são: i. manutenção da biodiversidade; ii. espécies exóticas não alteram adversamente os ecossistemas; iii. preservação das malhas tróficas; iv. as concentrações dos contaminantes não causam efeitos

ambientais; v. peixes e frutos do mar são alimentos seguros; vi. o lixo marinho não causa danos em ambientes costeiros e marinhos; vii. estoques de peixes e frutos do mar comercializados são preservados; viii. eutrofização induzida pela ação humana é minimizada; ix. a integridade dos substratos de fundo garantem a funcionalidade do ecossistema; x. alteração permanente da hidrologia não afeta adversamente o ecossistema marinho; xi. energia, incluindo barulho subaquático, não causa efeitos adversos no ambiente marinho. Os descritores do GES focam em preservar a função dos ecossistemas e seus serviços ao invés de apenas a estrutura dos ecossistemas. (CHAPMAN, 2015) Neste sentido, é de vital importância trabalhar com linhas de múltiplas evidências para a avaliação da qualidade dos ambientes e o funcionamento dos ecossistemas. (HATJE; BARROS, 2012; KRULL et al., 2014; RIBEIRO et al., 2016) Combinar química e biologia é particularmente importante, uma vez que muitos contaminantes químicos, não só os tradicionais metais traço e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, mas também a enorme variedade de substâncias químicas emergentes – microplásticos, hormônios, alquilfenóis, fármacos, agentes de contraste etc. –, tem destino, comportamento e potencial para causar efeitos biológicos ainda desconhecidos. A combinação de contaminantes químicos e outros estressores – *e.g.*, mudanças climáticas e efeitos associados como a estratificação das águas, desoxigenação e diminuição de pH, além da invasão de espécies exóticas, e eutrofização – também aumenta a complexidade da determinação dos impactos e o que eles significam em termos de funcionamento dos ecossistemas e provimento de serviços ecológicos.

A Baía de Todos os Santos (BTS) é um dos maiores e mais ricos sistemas costeiros do Brasil. Suas águas são bordeadas por manguezais, planícies de marés e estuários, enquanto ilhas e recifes de corais podem ser encontrados no seu interior. Trata-se, portanto, de um conjunto de ambientes extremamente diverso do ponto de vista ecológico, que fornece muitos bens e serviços. Desde 1501, quando foi iniciada sua ocupação, a BTS esteve sujeita a uma multiplicidade de impactos incluindo a construção de portos, desmatamento de Mata Atlântica, construção de barragens, dragagens, mudança de uso de solo para a prática de agricultura, e pecuária. A região abriga ainda parques industriais importantes, com reconhecido potencial poluidor – *e.g.*, refinaria Landulfo Alves; Centro Industrial de Aratu, Camaçari, Subaé – e uma área metropolitana com cerca de 3 milhões de habitantes. Uma descrição do histórico de ocupação e das fontes poluidoras da região pode ser encontrada no primeiro livro da série Baía de Todos os Santos, organizado por Hatje e Andrade (2009) e também em Andrade e colaboradores (2017). Nestes estudos também foram apresentadas uma descrição da contaminação da BTS em termos de metais (ANDRADE et al., 2017; HATJE et al., 2009) e hidrocarbonetos. (HATJE et al., 2009)

Baseado nos resultados apresentados em Barros e colaboradores (2008), Eça e colaboradores (2013), Hatje e Barros (2012) e Hatje e colaboradores (2009, 2006)

e também nos capítulos desta edição, podemos concluir que a BTS não atende a todos os descritores do GES. Na realidade, o número de descritores que não são válidos para as condições atuais da BTS é grande. Algumas regiões da Baía, especialmente o estuário do Rio Subaé, têm sua diversidade comprometida pela enorme carga de Pb, Cd e Zn que recebeu por mais de 30 anos devido à presença de uma metalúrgica localizada em suas margens. (HATJE; ANDRADE, 2009; HATJE; BARROS, 2012; HATJE et al., 2006; KRULL et al., 2014) Em algumas localidades deste estuário a fauna bentônica é ausente (HATJE et al., 2006), indicando que a cadeia trófica (um dos descritores do GES) também foi adversamente impactada. Dessa forma, é de se esperar que os serviços ecológicos deste estuário estejam comprometidos. Como será discutido em Barros e colaboradores (Cap. 4), neste volume, algumas espécies invasoras já ocorrem na Baía. Um exemplo é a presença do coral sol (*Tubastrea sp*), espécie nativa do Oceano Índico e Pacífico, com ocorrências registradas na BTS. Um outro exemplo são as elevadas concentrações de As, Co, Cu e Pb detectadas em bivalves de algumas regiões da BTS, as quais podem causar risco toxicológico a depender da quantidade e regularidade de ingestão de frutos do mar. (SOUZA et al., 2011, 2014) Temos ainda a presença de resíduos sólidos nas praias (LEITE et al., 2014) e águas da BTS. Embora existam poucos estudos, é visualmente observado que os resíduos sólidos apresentam impactos negativos nos manguezais, praias e sedimento de fundo da Baía, podendo também causar danos à biota (Figura 1).

Figura 1. Tartaruga encontrada na BTS enrolada em rede de pesca
Foto: Gabriel Barros.



Até o momento, os estudos que avaliaram a qualidade dos diferentes ambientes da BTS focaram em aspectos específicos da contaminação e conjuntamente da estrutura de comunidades bentônicas, mas não em aspectos funcionais. A importância na mudança desta abordagem já foi reconhecida e representa um dos desafios a serem enfrentados com relação à avaliação e monitoramento a longo prazo da BTS. Muitos dos obstáculos associados às pesquisas de poluição marinha são decorrentes do crescente número de novas substâncias químicas que eventualmente são lançadas no ambiente e da carência de técnicas analíticas para identificá-las e quantificá-las. O desenvolvimento de novas metodologias e técnicas analíticas permite que sejam detectados contaminantes em concentrações cada vez mais baixas, mesmo em matrizes complexas como a água, material particulado em suspensão, sedimento e biota marinha. Como resultado, ocorreu um grande acréscimo no número de contaminantes que podem ser medidos em ambientes costeiros, para a maioria dos quais, a toxicidade, destino e efeitos potencialmente adversos são desconhecidos no ambiente. Portanto, existe uma série de desafios, não apenas do ponto de vista analítico, mas também ecotoxicológico e de interações entre contaminantes com os organismos.

A seguir, será apresentado um número não exaustivo de exemplos de “novos” contaminantes (interferentes endócrinos) ou problemas ambientais, exemplificados aqui pela carcinocultura, que ainda representam um grande desafio para as pesquisas sobre a contaminação, avaliação e remediação de efeitos de impactos antrópicos na BTS e em muitos outros ecossistemas no planeta. O campo de pesquisa que necessita de atenção é muito mais amplo do que o espectro apresentado nesta publicação e inclui o biomonitoramento, a avaliação de riscos ecológicos, a biorremediação de contaminantes emergentes (e.g., interferentes endócrinos) e tecnologicamente críticos (e.g., terras raras e metais do grupo platina), micropoluentes biológicos (vírus e bactérias), contaminação por águas subterrâneas, entre outros. Também são identificados desafios futuros para reduzir os impactos ambientais decorrentes destas atividades, com ênfase em ferramentas e tecnologias para o monitoramento, prevenção e mitigação das pressões e riscos ao ambiente e à saúde humana.

Desafios e estudos de caso sobre a contaminação da Baía de Todos os Santos

Interferentes endócrinos

Pesquisas mostram que um grande número de substâncias detectadas em baixas concentrações em águas superficiais é biologicamente ativa e tóxica. Em particular, um grupo de substâncias que tem recebido bastante atenção são os

interferentes endócrinos. Estes interagem com os sistemas hormonais causando efeitos adversos à saúde humana (câncer de mama e testículos, defeitos morfológicos na genitália, puberdade prematura, entre outros) e a biota (e.g., imposex). Estes contaminantes ainda foram pouco estudados e, conseqüentemente, o uso de muitos deles ainda não foi regulamentado. Para muitos compostos ainda não há informação suficiente sobre a ocorrência, destino e impacto no ambiente. Isso se dá, em parte, devido às dificuldades analíticas associadas à sua detecção em baixas concentrações em matrizes ambientais complexas. (RICHARDSON; TERNES, 2014) Muitos destes compostos são de uso farmacêutico (hormônios, analgésicos, aditivos), de cuidado pessoal (filtro solar) ou doméstico (produtos de limpeza) e mais informações são necessárias sobre sua ecotoxicologia e potenciais efeitos adversos. Além dos grupos de substâncias citados, alguns metais (Cd, Hg, ou Pb), um grande número de pesticidas e produtos abundantemente empregados na indústria (e.g., plastificantes) já são conhecidos por causar impactos nos sistemas endócrinos. (CALIMAN; GAVRILESCU, 2009; COOK et al., 2012) Conseqüentemente, os interferentes endócrinos e seus metabólitos constituem hoje um tópico extensivo de pesquisa. (GAVRILESCU et al., 2015; LI, 2014; RICHARDSON; TERNES, 2014) As fontes desses compostos para o ambiente são bastante variadas e entre as mais relevantes estão o lançamento direto na água, estações de tratamento de esgotos, efluentes hospitalares e industriais, fossas sépticas e águas de escoamento superficial. Embora hoje existam algumas revisões na literatura que tratam das fontes, ocorrência, comportamento e destino desses contaminantes (COTRIM et al., 2016; DEBLONDE et al., 2011; PAL et al., 2010; STUART et al., 2012), o entendimento dos processos e transformações envolvidos em suas transferências ao longo do contínuo continente-oceano ainda são desconhecidos.

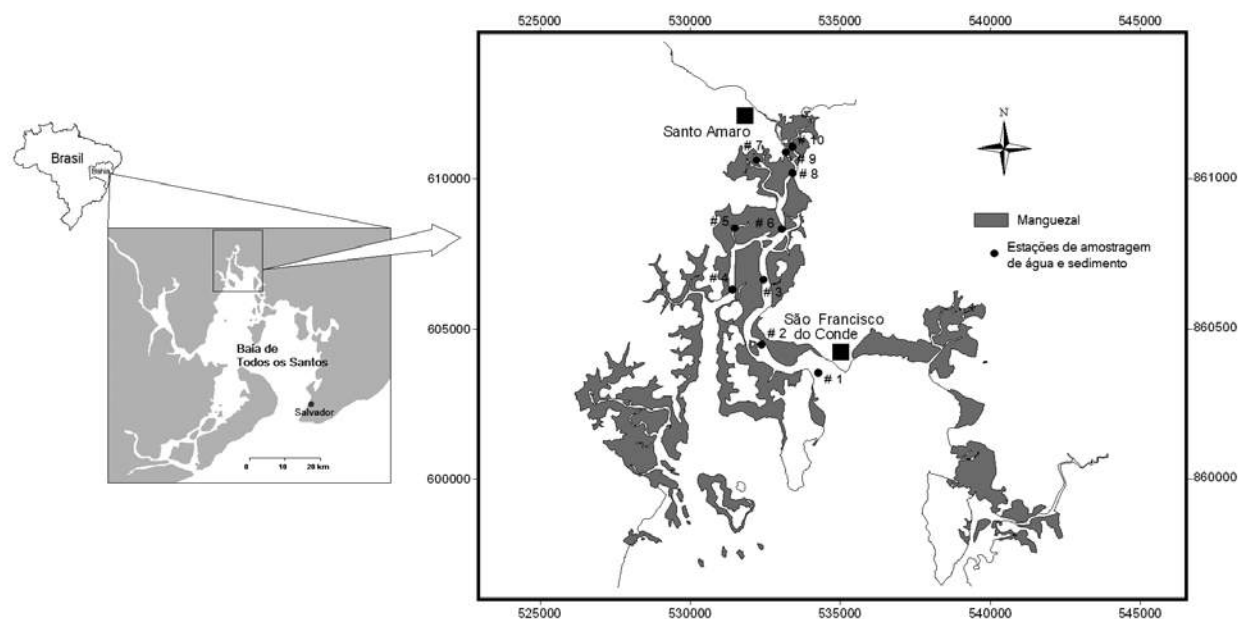
Neste sentido, algumas classes de interferentes endócrinos foram recentemente estudadas na BTS, a saber: bisfenol A (BPA), estriol (E3), estrona (E1), 17 β -estradiol (E2), 17 α -etinilestradiol (EE2), 4-*n*-nonilfenol (4-*n*-NP), 4-*n*-octilfenol (4-*n*-OP), 4-*tert*-octilfenol (4-*t*-OP), dimetil ftalato (DMP), dietil ftalato (DEP), butilbenzil ftalato (BBP), di-*n*-butilftalato (DBP), di(2-etilhexil) ftalato (DEHP) e di-*n*-octil ftalato (DnOP). Em um primeiro estudo, realizado no estuário do rio Subaé, foram analisadas amostras de água (fração dissolvida), material particulado em suspensão (MPS, fração particulada, >0,7 μ m) e sedimentos (Figura 2). (COTRIM, 2015) A escolha do Subaé como estudo de caso justifica-se por se tratar de uma das áreas mais contaminadas da BTS, inclusive com claros impactos na estrutura das assembleias bentônicas. (HATJE; BARROS, 2012; HATJE et al., 2009)

Outro estudo examinou a ocorrência dos interferentes endócrinos na fauna da BTS. (FAHNING, 2016) Estudos na biota são importantes porque fornecem informações da fração biodisponível e efetivamente assimilada de um ou mais contaminantes. Os bivalves tornaram-se bons candidatos para esse tipo de estudo por

acumularem uma grande quantidade de xenobióticos em seus tecidos, além de apresentarem limitada capacidade de metabolização e resistência a amplo intervalo de concentração de contaminantes. (BARTOLOMÉ et al., 2010; BOUZAS et al., 2011; CASATTA et al., 2015; GU et al., 2016) Outros organismos, tais como peixes, camarões e gastrópodes, também são empregados para avaliar a bioacumulação e/ou biomagnificação, potenciais efeitos ecotoxicológicos e deletérios à saúde humana. (COLIN et al., 2016; HUERTA et al., 2015; KABIR et al., 2015; PLAHUTA et al., 2015) Além disso, o uso combinado de biomonitores que possuem alta longevidade e posições tróficas variadas pode fornecer informações ou ajudar a rastrear alterações ambientais em diferentes escalas de tempo, que pode incluir desde semanas (invertebrados) até anos (peixes). (COLIN et al., 2016)

Figura 2. Estações (#; n=10) de coleta de água (MPS e dissolvido) e sedimento no estuário do rio Subaé, Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil

Fonte: Cotrim (2015).



A seguir serão apresentados alguns resultados sobre a ocorrência de hormônios, ftalatos e alquilfenóis nos estuários do rio Subaé (COTRIM, 2015) e na fauna da BTS (FAHNING, 2016), além de um estudo que avaliou a concentração total e individual de compostos perfluoroalquilados (PFASs) em amostras de águas superficiais da BTS. (GILLJAM et al., 2015)

Hormônios estrogênicos

Os hormônios de ocorrência natural estrona (E1), 17 β -estradiol (E2) e estriol (E3) são hormônios femininos que desempenham importantes funções no sistema

reprodutivo. Uma comparação da relativa potência deste grupo de hormônios esteroidais indica que o E2 tem estrogenicidade (capacidade de agir como um hormônio sexual feminino) entre 5-1000 vezes maior que o E3 e E1. (LEE et al., 2003 e outras refs. citadas neste texto) Entre os hormônios sintéticos, o 17 α -etinilestradiol (EE2), um dos principais componentes das pílulas anticoncepcionais, tem atividade estrogênica ainda mais elevada que os componentes naturais. Tanto os hormônios naturais como os sintéticos são excretados e liberados no ambiente através de estações de tratamento de esgoto, lançamento de esgoto *in natura* e também através de escoamento superficial de áreas agrícolas. A eficiência da retirada de hormônios das estações de tratamento é bastante variável e depende de fatores como tempo de residência, processos empregados, desenho da estação de tratamento e carga. Estudos mostram que a eficiência para estações de tratamento varia entre 38-91%. (CARGOUËT et al., 2004; DESBROW et al., 1998)

Os hormônios E1 e E2 são reconhecidos por causarem a maior parte da estrogenicidade *in vitro* em amostras de estações de tratamento de esgotos. Em geral, estas substâncias são encontradas em concentrações baixas, da ordem de poucos ng L⁻¹. (DESBROW et al., 1998) Mesmo nestes níveis, eles podem estimular a produção de vitelogenina e desenvolvimento de características sexuais anormais. (PAWLOWSKI et al., 2004) Especialmente os hormônios E1 e E2 não são bons traçadores de esgotos domésticos, pois se degradam facilmente no ambiente. O E2 tem meia-vida entre 0,2 e 9 dias devido à sua transformação em E1 por ação microbiana. (COTRIM, 2015) O E1 também sofre degradação microbiana em taxas semelhantes ao E2. O EE2 é mais resistente à degradação (JURGENS et al., 2002), constituindo-se um melhor traçador de esgotos domésticos. Como resultado, este foi o hormônio encontrado em maior ocorrência na fase dissolvida no estuário do Subaé, especialmente na sua porção superior, a qual é mais urbanizada e industrializada (Figura 3). Este resultado reflete a proximidade das fontes – *i.e.*, pontos de lançamento de esgotos domésticos em grande número e, portanto, menor diluição do sinal dos efluentes, e também menor degradação. Os teores de EE2 encontrados são superiores ao nível responsável por causar a feminilização de algumas espécies de peixes. (HIRAI et al., 2006; PURDON et al., 1994)

No material particulado em suspensão, dentre os hormônios estudados, apenas o EE2 (6,5 ng g⁻¹; Figura 4) foi detectado na desembocadura do estuário, próximo ao município de São Francisco do Conde, o qual lança efluentes domésticos sem tratamento prévio nas águas do rio Subaé. A ocorrência de E1, E2, E3 e EE2 foi observada em amostras de sedimentos. No entanto, dentre os hormônios estudados, apenas o E1 ocorreu em mais de uma localidade (Figura 5), variando entre 4,28 e 11,2 ng g⁻¹. (COTRIM, 2015) Os teores de E1 observados para os sedimentos do Subaé foram, em geral, inesperadamente inferiores aos teores máximos observados em outros estudos (FROEHNER et al., 2011), visto que a grande carga

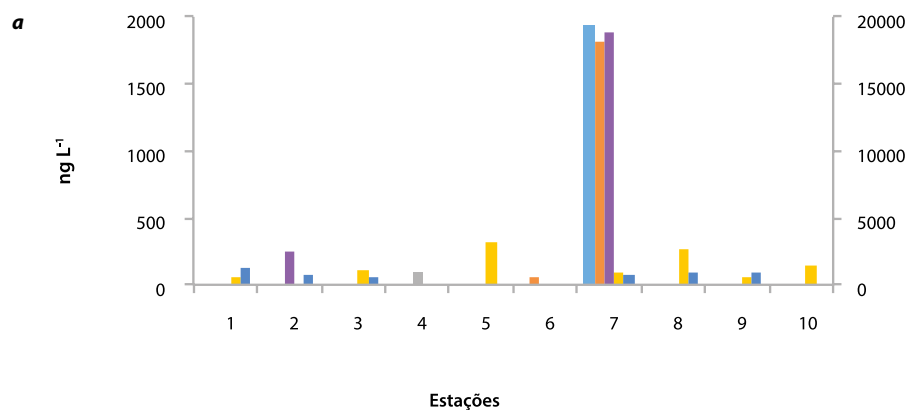


Figura 3. Concentrações de ftalatos (a), hormônios (b) e alquilfenóis (c) na fração dissolvida em águas do estuário do rio Subaé
Fonte: Cotrim (2015).

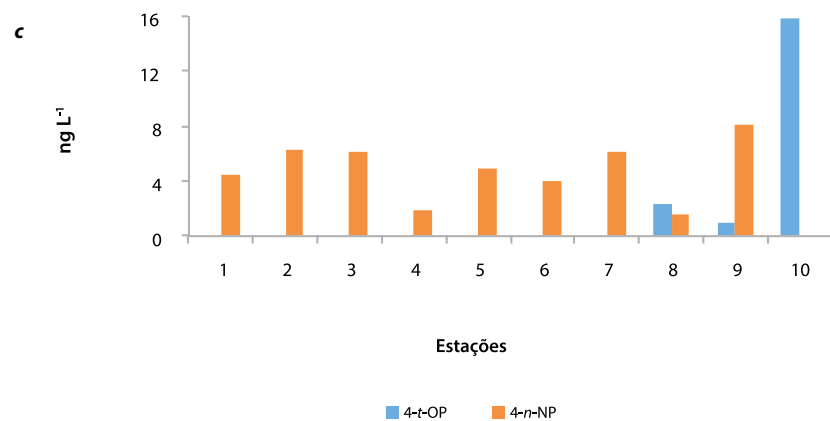
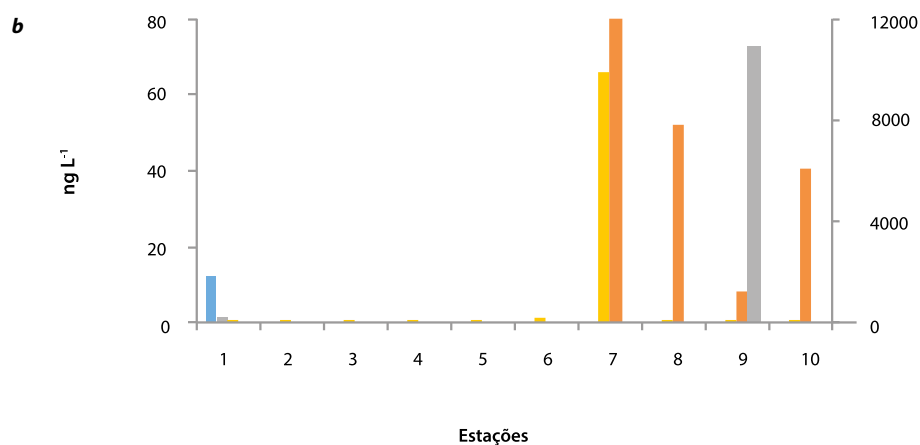
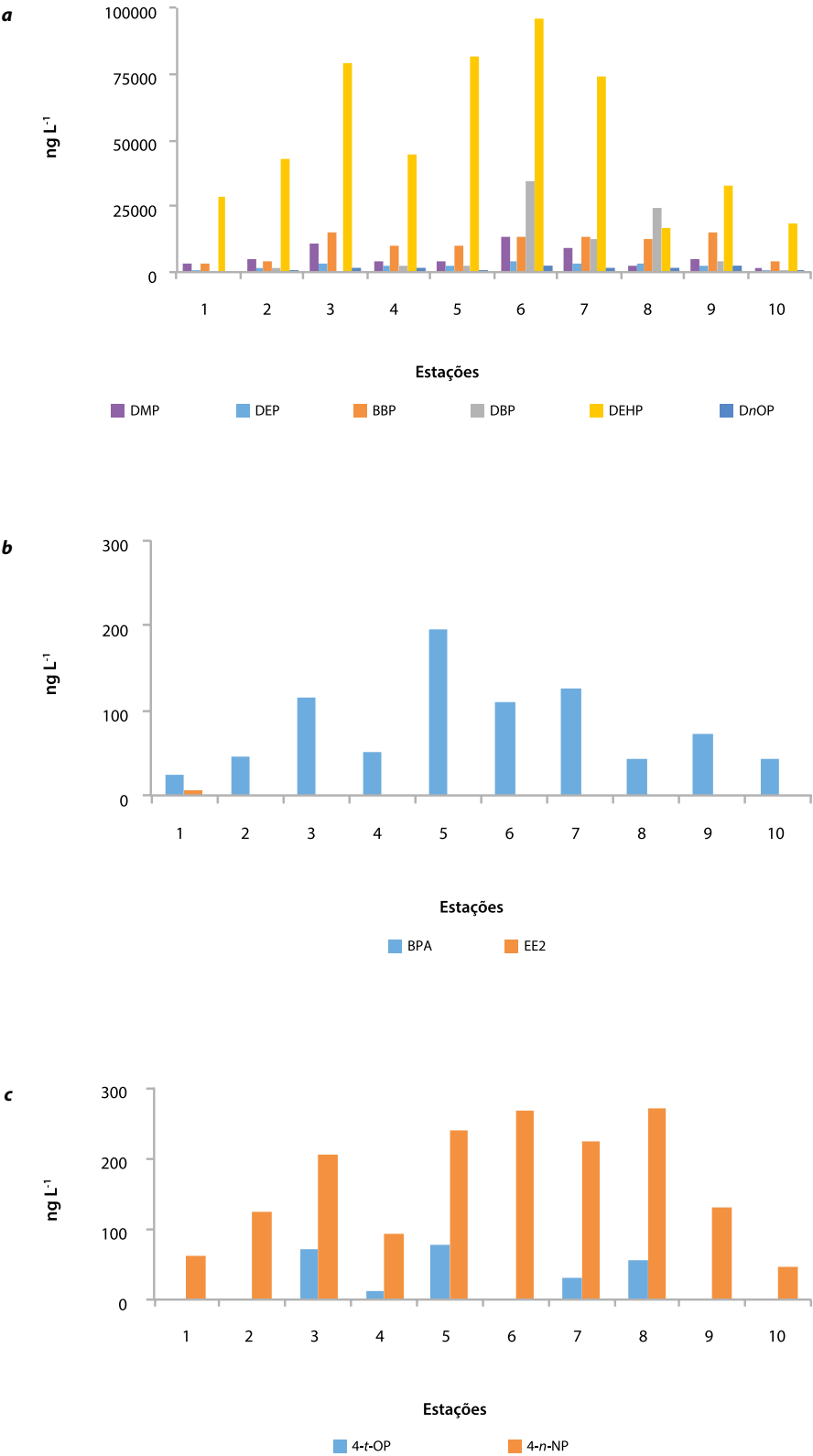


Figura 4. Concentrações de ftalatos (a), hormônios e bisfenol A (b) e alquilfenóis (c) no material particulado em suspensão do estuário do rio Subaé
 Fonte: Cotrim (2015).



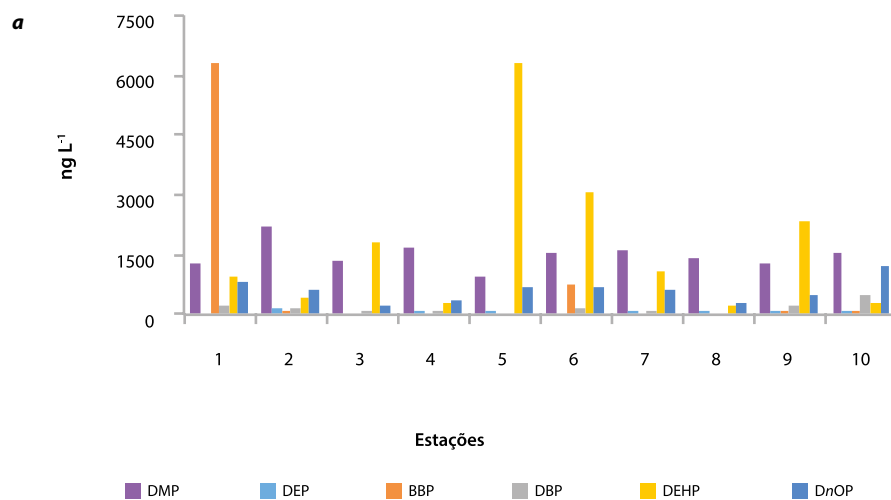
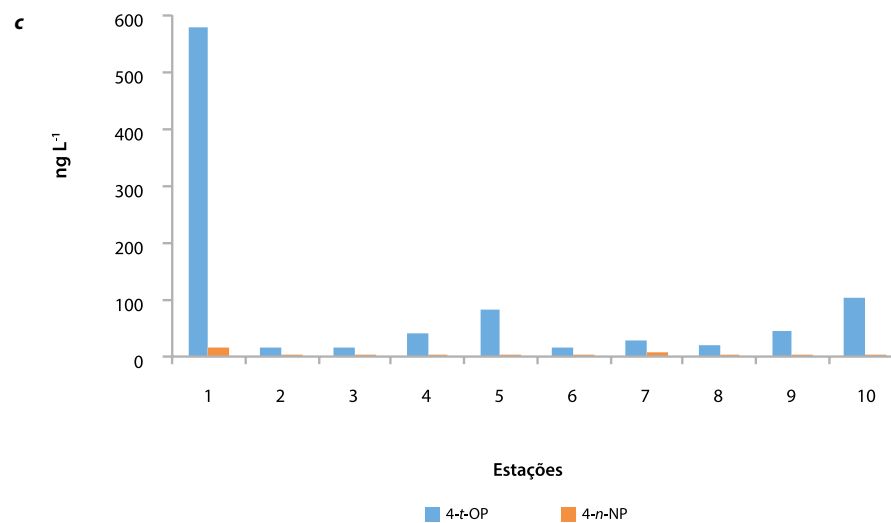
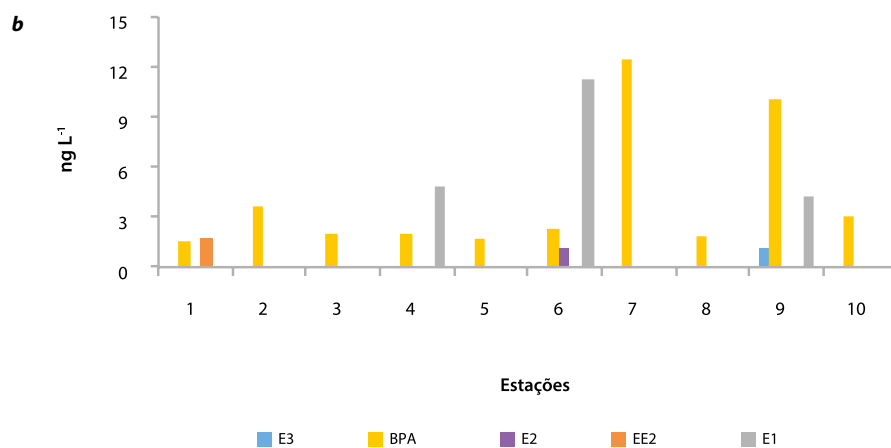


Figura 5. Concentrações de ftalatos (a), hormônios e BPA (b) e alquilfenóis (c) em amostras de sedimento de fundo coletadas no estuário do rio Subaé
Fonte: Cotrim (2015).



de esgotos domésticos que são lançados diretamente nas águas do estuário, é proveniente das regiões urbanizadas ou das pequenas vilas localizadas nas margens adjacentes. Os hormônios, após alcançarem as águas do Subaé, sofrem diluição e possivelmente degradação microbiológica e fotodegradação antes de se associarem ao MPS e, eventualmente, serem incorporados aos sedimentos. A ocorrência mais frequente de E1 no sedimento, comparada aos outros hormônios estudados, está associada à sua formação como produto de degradação dos outros hormônios, conforme previamente observado. (ZUO et al., 2006)

Para avaliar a presença dos hormônios em organismos marinhos na BTS, foram coletadas amostras de chumbinho (*Anomalocardia brasiliiana*), sururu (*Mytella guyanensis*) e ostras (*Crassostera rhizophorae*) em 13 pontos da BTS distribuídos entre Madre de Deus, praia da Ribeira (Salvador) e nos estuários dos rios Paraguaçu e Jaguaripe. Também foram coletadas amostras de sedimento para avaliar a possível bioacumulação dos contaminantes pela biota a partir do sedimento.

Todos os hormônios avaliados apresentaram-se abaixo do Limite de Detecção (LOD) para as amostras coletadas no rio Jaguaripe. Isso se deve provavelmente ao fato do rio Jaguaripe ser o tributário da BTS menos impactado por fontes poluidoras. (BARROS et al., 2008; HATJE; BARROS, 2012; HATJE et al., 2009, 2006) O estriol (E3) foi encontrado acima do LOD apenas nas amostras de chumbinho das localidades de Madre de Deus (ponto 1 - 3 ng g⁻¹) e Ribeira (ponto 9 - 23 ng g⁻¹) e também em amostras de sururu coletados no rio Paraguaçu (ponto 7 - 17 ng g⁻¹). Por sua vez, o hormônio sintético EE2 foi encontrado apenas em amostras de chumbinho de Madre de Deus (ponto 1 - 5 ng g⁻¹), enquanto que E1 foi encontrado em concentrações de 43 ng g⁻¹ em ostras e 80 ng g⁻¹ em chumbinho provenientes de Madre de Deus (ponto 1) e 14 ng g⁻¹ em sururu coletado no Rio Paraguaçu (ponto 7). O E2 apresentou-se abaixo do LOD em todas as amostras (Tabela 1, Figura 6). (FAHNING, 2016)

De maneira similar, estudos publicados recentemente em outros lugares do mundo (Tabela 1) também não encontram os hormônios acima dos limites de detecção, tanto em amostras de bivalves quanto em amostras de peixes. Os hormônios E1, E2 e E3, por serem produzidos naturalmente, provavelmente devem estar sendo degradados por processos naturais – bactérias, fotodegradação, e/ou outros processos associados – ao invés de se acumularem nos tecidos dos bivalves estudados. O EE2, que é sintético, e poderia potencialmente ser um traçador de esgoto doméstico não tratado, também se apresentou em baixas concentrações (<LOD – 5 ng g⁻¹). (FAHNING, 2016) Comportamento similar é também observado com os estudos relatados na Tabela 1. Os resultados obtidos indicam que as áreas estudadas não estão impactadas por esses compostos. Entretanto, mais estudos na BTS ainda são necessários para a melhor compreensão das fontes e destino dos hormônios E1, E2, E3 e EE2 lançados na BTS.

Tabela 1. Ocorrência de bisfenol A, alquilfenóis e hormônios em organismos marinhos (ng g⁻¹ massa seca)

Organismo	Local de estudo	BPA	E1	E2	E3	EE2	OP	NP	Referências
BIVALVES									
Chumbinho (<i>A. brasiliiana</i>)	Baía de Todos os Santos, Brasil	<LOD-20,0	<LOD-80,0	<LOD	<LOD-23,0	<LOD-5,01	<LOD	<LOD-34,0	Fahning et al., 2016
Sururu (<i>B. exustus</i> , <i>M. guyanensis</i>)	Baía de Todos os Santos, Brasil	<LOD-1,01	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	Fahning et al., 2016
Mexilhões (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)	Costa da Espanha	-	-	-	-	-	<LOD-2,50	<LOD-120	Bouzas et al., 2011
Mexilhões	Malásia	-	-	-	-	-	0,73-54,4	18	Isolbe et al., 2007
Mexilhões	Baía de Tóquio, Japão	-	-	-	-	-	54,4	18-1347	Isolbe et al., 2007
Mexilhões	Baía de Masan, Coreia do Sul	-	-	-	-	-	2,7-4,9	51-290	Pojana et al., 2007
Mexilhões (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)	Lagoa Veneza, Costa da Itália	11	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD-38	<LOD	115-240	Li et al., 2008
Poliquetas (<i>Paraprionospio sp.</i>)	Baía de Osaka, Japão	22,5-39,6	0,06-2,50	0,89-4,35	-	-	18,9-45,4	1458-4410	Nurulnadia et al., 2014
Moluscos antárticos (<i>Latemula elliptica</i>)	Winter Quarters Bay, Antártica	<LOD	-	5,1-10,9	-	8,1-23,1	<LOD	-	Emnet et al., 2015
Moluscos (<i>D. trunculus</i>)	Costa da Espanha	-	-	-	-	-	<LOD-4,00	<LOD-147	Bouzas et al., 2011
Moluscos Manila (<i>R. philippinarum</i>)	Lagoa costeira ao Mar Adriático, Itália	<LOD-9.5	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD-5.3	412-506	Casatta et al., 2015
Moluscos (<i>Bullacta exarata</i>)	Delta do Rio Yangtze, China	<LOQ	-	-	-	-	<LOQ	556	Gu et al., 2016
Moluscos (<i>Cyclina inensis</i>)	Delta do Rio Yangtze, China	<LOQ	-	-	-	-	3,33	76,1	Gu et al., 2016
Sinonovacula	Delta do Rio Yangtze, China	<LOQ	-	-	-	-	<LOQ	1315	Gu et al., 2016
Camarão chinês (<i>Penaeus chinensis</i>)	Delta do Rio Yangtze, China	<LOQ	-	-	-	-	<LOQ	17,3	Gu et al., 2016
camarão (<i>Solenocera crassicornis</i>)	Delta do Rio Yangtze, China	<LOQ	-	-	-	-	<LOQ	82,6	Gu et al., 2016
Ostras	Costa de Taiwan	-	-	-	-	-	<LOQ-1460	<LOQ-5190	Cheng et al., 2006
Ostras (<i>C. rhizophorae</i>)	Baía de Todos os Santos, Brasil	<LOD-4,0	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD-32,0	Fahning et al., 2016
Ouriço-do-mar (<i>Sterechinus neumayeri</i>)	Cabo Armitage, Antártica	<LOD	-	-	-	-	-	-	Emnet et al., 2015
PEIXES									
Musculos do peixe (<i>Trematomus bernacchii</i>)	Cabo Evans, Antártica	<LOD	-	-	-	-	1,6-5,0	-	Emnet et al., 2015
Barbo (<i>Barbus barbus</i>)	Rio Rhone, França	3,20	-	-	-	-	41	65,8	Miège et al., 2012
Sargo comum (<i>Abramis brama</i>)	Rio Rhone, França	19,8	-	-	-	-	70,8	126,4	Miège et al., 2012
Sargo branco (<i>Blicca bjoerkna</i>)	Rio Rhone, França	9,6	-	-	-	-	71,8	105,7	Miège et al., 2012

Organismo	Local de estudo	BPA	E1	E2	E3	EE2	OP	NP	Referências
PEIXES									
Club (<i>Squalius cephalus</i>)	Rio Rhone, França	18,6	-	-	-	-	88,1	93,2	Miège et al., 2012
Carpa, carpa Cruciana, vairão prateado (<i>C. carpio</i> , <i>C. auratus</i> , <i>A. alburnops</i>)	Lago Dianchi, China	10,1-83,5	<LOD	<LOD	<LOD	3,9-11,3	<LOD-4,6	<LOD-18,9	Liu et al., 2011
48 espécies de peixes de água doce, de 12 diferentes gêneros	16 diferentes rios, Taiwan	<LOD-25,2	-	-	-	-	-	18,5-176	Lee et al., 2015
Cavala (<i>Scomber japonicus</i>)	Delta do Rio Yangtze, China	<LOQ	-	-	-	-	<LOQ	481	Gu et al., 2016

Alquilfenóis e bisfenol A

Os alquilfenóis (AP) e o bisfenol A (BPA) estão entre os interferentes endócrinos mais estudados. Ambos têm uma ampla gama de aplicações e, hoje, podem ser considerados ubíquos nas águas superficiais devido à lixiviação de produtos que empregam BPA ou como componentes de efluentes domésticos e industriais. A concentração de BPA em estações de tratamento de esgoto é bastante variável (0,088 – 11,8 µg L⁻¹), sendo que a taxa de eficiência de remoção deste composto é de cerca de 71%. (DEBLONDE et al., 2011)

O BPA é usado na fabricação de resinas epóxi, filmes plásticos protetores de latas e acabamentos, na produção de polímeros, fungicidas, antioxidantes, retardantes de chama, selantes odontológicos, entre outros. A utilização de BPA em recipientes plásticos e *containers* tem sido responsável por grande parte da exposição humana a estes compostos, mas níveis moderadamente elevados têm sido detectados em peixes e frutos do mar. (BASHEER et al., 2004; BOUZAS et al., 2011; CASATTA et al., 2015; EMNET et al., 2014; GU et al., 2016; NURULNADIA et al., 2014) Seu emprego em produtos infantis foi banido recentemente em muitos países, inclusive no Brasil, muito embora a atividade estrogênica desse composto já tenha sido observada há quase 70 anos atrás. (DODDS; LAWSON, 1938) Comparados ao estradiol, a potência estrogênica do BPA é de 10⁻³ a 10⁻⁵ vezes menor. (LINTELMANN et al., 2003; MILLIGAN et al., 1998) O BPA decompõe naturalmente no ambiente por atividade bacteriana, como resultado, seu descarte não é controlado em muitos países.

As concentrações de BPA nas águas do Subaé variaram entre 4,4 - 9869 ng L⁻¹ (Figura 3), sendo que a maior concentração ocorreu próximo à uma fábrica de papel da região. Estudos prévios mostraram elevadas concentrações de BPA tanto em estações de tratamento de esgotos (JONKERS et al., 2009; ZHOU et al., 2010) como em efluentes

de fábrica de papel (*i.e.*, até 37 µg L⁻¹). (FUKAZAWA et al., 2002) Concentrações acima de 1 µg L⁻¹ de BPA são capazes de produzir efeitos adversos na biota (LAHNSTEINER, et al., 2005), indicando que os organismos na região próxima a Santo Amaro podem estar sofrendo impactos negativos devido à presença deste composto.

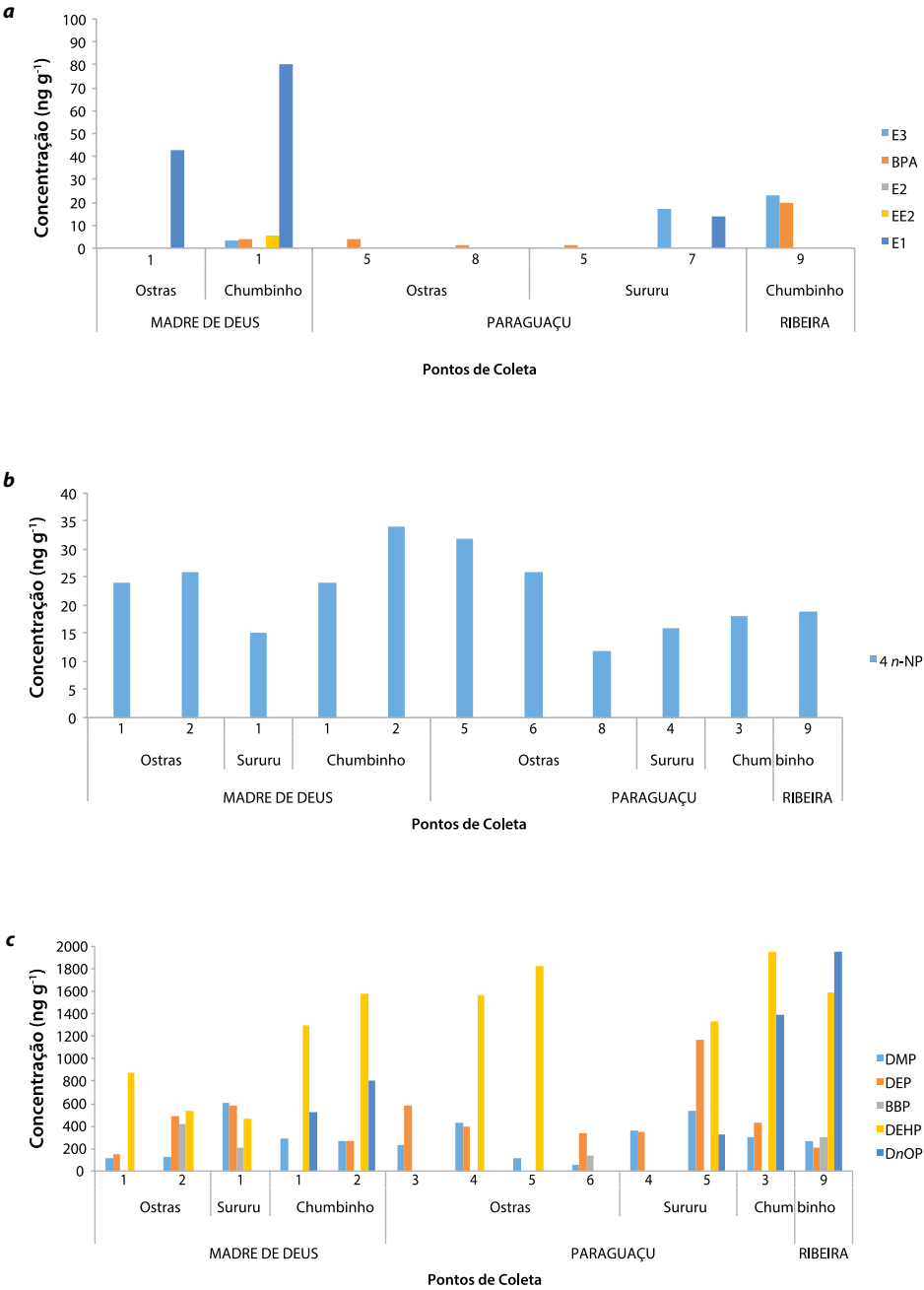


Figura 6. Concentração de IE (ng g⁻¹ de massa seca) em mariscos coletados em diferentes pontos da BTS. (a) Bisfenol A e hormônios estrogênicos, (b) 4-n-NP, (c) ftalatos
Fonte: Fahning (2016).

Os teores de BPA no MPS (Figura 4) e nos sedimentos (Figura 5) variaram em um intervalo mais restrito do que na fração dissolvida e são comparáveis e/ou inferiores aos teores observados em sedimentos em outras localidades, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Interferentes endócrinos em sedimentos marinhos (ng g⁻¹)

Local	BPA	E1	E2	E3	EE2	OP	NP	Referências
Baía de Todos os Santos, Brasil	1,54-12,4	<LD-11,2	<LD-1,03	<LD-1,15	<LD-1,7	13,9-577	1,14-14,7	Cotrim, 2015
Estuário Abra e Urdaibai, Espanha	<LD-0,04	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD-0,2	Puy-Azurmendi et al., 2013
Baía de Morro, Estados Unidos	-	-	-	-	-	-	0,01-157	Diehl et al., 2012
Baía de Biscay, costa de Santander, Espanha	4-59	-	-	-	-	9-14	150-210	De Los Ríos et al., 2012
Golfo Thermaikos, Grécia	7,2-39	<LD	<LD	<LD	<LD	6,0-25	223-2695	Arditsoglou e Voutsas, 2012
Costa nordeste, Espanha	-	-	-	-	-	38-39	79-521	Sánchez-Avila et al., 2011
Costa centro-sul do Chile	-	0,06-4,61	0,06-16,8	0,01-53,2	4,18-48,1	-	-	Bertin et al., 2011
Estuário Urdaibai, Espanha	0,01-43	<LD	<LD	<LD	<LD	0,01-0,03	154-264	Puy-Azurmendi et al., 2010
Costa Nordeste, China	-	-	-	-	-	-	8,8-1000	Wang et al., 2010
Estuário Yangtze, China	0,72-13,2	-	-	-	-	-	1,56-35,8	Bian et al., 2010
Baía de Xiamen, China	1,7-121,9	1,1-7,4	1,0-2,4	<LD	0,9-2,2	1,4-24,0	12,9-1160,0	Zhang et al., 2009
Golfo Thermaikos, Grécia	17	<LD	<LD	<LD	<LD	8	266	Arditsoglou e Voutsas, 2008a
Baía de Masan, Japão	-	-	-	-	-	-	92-557	Li et al., 2008a
Estuário Savannah, Estados Unidos	-	-	-	-	-	1,1-29	8,2-78	Kumar et al., 2008
Laguna Veneza, Itália	3,4-1,45	<LD	<LD	-	12-41	-	47-192	Pojana et al., 2007
Baía de Tóquio, Japão	-	0,05-3,6	<LD-0,59	-	-	-	-	Isobe et al., 2006
Costa de Taiwan	-	-	-	-	-	27-49	130-190	Cheng et al., 2006
Baía de Yeongil, Coreia	<LD-191	-	-	-	-	<LD-24,3	<LD-1430	Koh et al., 2006
Costa leste de Sydney, Austrália	-	0,16-1,17	0,22-2,48	-	0,05-0,5	-	-	Braga et al., 2005
Costa da Califórnia, Estados Unidos	-	<LD-0,6	0,16-0,45	-	-	1,9-8,2	122-3200	Schlenk et al., 2005
Estuário Rhine, Holanda	-	-	-	-	-	-	1,5-92,2	Jonkers et al., 2003
Estuário Scheldt, Holanda	-	-	-	-	-	-	0,4-1080	Jonkers et al., 2003
Costa da Espanha, Mediterrâneo e Atlântico	-	-	-	-	-	17-145	18-1050	Petrovic et al., 2002
Baía de Tóquio, Japão	-	-	-	-	-	6-10	120-640	Isobe et al., 2001
Baía da Jamaica, Jamaica	-	-	-	-	-	<LD-45	6,99-13700	Ferguson et al., 2001
Baía da Jamaica, Jamaica	-	-	-	-	-	8,1	846	Ferguson et al., 2000
Baía de Masan, Coreia do Sul	2,7-50,3	-	-	-	-	4-179	113-3890	Khim et al., 1999

Por sua vez, na fauna coletada na BTS, a concentração de BPA variou entre $< \text{LOD}$ e 20 ng g^{-1} , tendo sido encontrado nos três organismos estudados (ostra, sururu e chumbinho) (Figura 6, Tabela 2). Entretanto, o BPA foi encontrado acima do limite de detecção em apenas 5 dos 13 pontos de coleta, distribuídos em Madre de Deus, estuários dos rios Paraguaçu e Jaguaripe e na Ribeira. Similarmente ao ocorrido para as demais substâncias estudadas, o BPA não foi encontrado acima do LOD em nenhuma das amostras coletadas no rio Jaguaripe. (FAHNING, 2016)

Nas amostras de chumbinho a concentração de BPA encontrada foi de 4 ng g^{-1} para o ponto 1 (Madre de Deus) e de 20 ng g^{-1} para o ponto 9 (Ribeira), inferiores aos níveis detectados em ostras e sururus. Em ostras, as concentrações de BPA variaram entre 1 ng g^{-1} e 4 ng g^{-1} nos pontos 8 e 5 (ambos no Paraguaçu), respectivamente. Em sururu, encontrou-se 1 ng g^{-1} de BPA no ponto 5. (FAHNING, 2016) Comparando esses resultados àqueles apresentados na Tabela 2 observa-se que o BPA não foi encontrado em concentrações apreciáveis em diferentes espécies de bivalves e peixes ao redor do mundo. Frequentemente, nos estudos que avaliaram a ocorrência de BPA em fauna marinha, é reportado que as concentrações encontradas estão abaixo dos limites de detecção (LOD) e/ou de quantificação (LOQ) (CASATTA et al., 2015; GU et al., 2016; NURULNADIA et al., 2014, e nos demais estudos citados na Tabela 2). Tal fato pode estar relacionado à possível biodegradação do BPA por bactérias e/ou à baixa afinidade das espécies biomonitoras usadas nesses estudos. Outros fatores importantes a serem considerados na tentativa de melhor entender as baixas concentrações detectadas nas espécies biomonitoras são algumas de suas características físico-químicas, tais como os valores de solubilidade em água, $\log K_{ow}$ e o tempo de meia-vida, que são 120 mg L^{-1} (a 20°C) e 3,3 e 28 dias, respectivamente. A solubilidade do BPA em água é cerca de 1-2 ordens de grandeza superior a outros IE estudados (tais como 4OP e o 4NP). Consequentemente, o BPA apresentou-se em níveis relativamente altos nas águas do Subaé. (COTRIM, 2015) Por sua vez, se considerarmos o tempo de meia-vida do BPA – aproximadamente metade do tempo de meia-vida do 4-*n*-OP –, este tende a ser removido e/ou degradado mais rapidamente que os demais IE estudados. Além disso, o $\log K_{ow}$ do BPA, apesar de favorecer a sua partição relativa ao MPS e ao sedimento, como observado por Cotrim (2015), é cerca de uma unidade menor do que os alquilfenóis estudados. Considerando-se a escala logarítmica, uma diferença de uma unidade inferior para o K_{ow} do BPA não deve ser desprezada. Alguns autores (YING et al., 2002) estimam que os compostos que possuem $\log K_{ow}$ acima de 4,0 tendem a se bioacumular mais facilmente em organismos aquáticos. Um $\log K_{ow} = 4,0$ pode ser considerado um valor arbitrário para explicar uma maior ou menor bioacumulação de um determinado composto em organismos biológicos já que a bioacumulação depende de diversos fatores – espécie monitorada, concentração detectada, comportamento do composto etc. No entanto, esse parâmetro parece ser útil, juntamente com o tempo de meia-vida,

para explicar porque o BPA não foi encontrado acima do LOD na maior parte das amostras de organismos coletadas na BTS.

Os Alquilfenóis Polietoxilados (APE) são surfactantes não iônicos usados na formulação de uma grande variedade de detergentes, tintas, resinas, pesticidas e lubrificantes. Os alquilfenóis (AP) são produtos da biotransformação de seus correspondentes precursores. Cerca de 80% da produção global dos APE compreendem os Nonilfenóis (NP), amplamente usados na fabricação de pesticidas, agentes umidificantes, dispersantes e emulsificantes. (PAL et al., 2014, 2010) As principais fontes dos AP para o ambiente são os efluentes domésticos e industriais, bem como os efluentes de estações de tratamento de esgotos. (SOLÉ et al., 2000; USA, 1997) Além do aporte continental, os AP também podem ser lançados no ambiente marinho devido às atividades de exploração de petróleo, como a liberação de água de produção em plataforma. (BOITSOV et al., 2007) Os APs estudados foram os 4-*n*-OP, 4-*n*-NP, e 4-*t*-NP.

As concentrações de 4-*n*-NP nas amostras de água foram quase sempre acima das concentrações de 4-*t*-OP, possivelmente porque a produção e uso de nonilfenol polietoxilado são maiores do que os de octilfenol polietoxilado. (ISOBE et al., 2001) Os alquilfenóis nas águas do rio Subaé apresentaram baixas concentrações (0,993 ng L⁻¹ a 15,8 ng L⁻¹ e 1,59 ng L⁻¹ a 8,16 ng L⁻¹, para 4-*t*-OP e 4-*n*-NP, respectivamente). Similarmente, baixas concentrações também foram observadas no MPS (Figura 4). Enquanto a presença de 4-*n*-NP foi detectada (47 ng g⁻¹ a 269 ng g⁻¹) em todas as estações estudadas, a ocorrência de 4-*t*-OP foi detectada em apenas metade das estações estudadas e não foi observada a presença de 4-*n*-OP em amostras de material particulado em suspensão. Os alquilfenóis nos sedimentos apresentaram um padrão de distribuição diferente (Figura 5) do MPS. A presença de 4-*t*-OP foi constante ao longo do estuário e em geral superior ao 4-*n*-NP. Uma possível causa para explicar os padrões observados seria a diferença no tempo de meia-vida desses dois compostos: 30 dias para o 4-*n*-NP e quase o dobro (51 dias) para o 4-*t*-OP. (FAHNING, 2016; YING et al., 2002) Logo, se o 4-*t*-OP leva mais tempo para se degradar que o 4-*n*-NP, ele terá mais chances ser transportado por distâncias mais longas e de se acumular no sedimento do que o 4-*n*-NP, justificando, pelo menos parcialmente, o fato do 4-*t*-OP ter sido encontrado na maior parte das amostras de sedimento ao longo do estuário do Subaé.

Muitos países baniram o uso e produção de nonilfenol devido aos efeitos estrogênicos que podem causar à biota. (LAHNSTEINER et al., 2005; LEE et al., 2015; OELMANN et al., 2000) Similarmente ao que se observa com outros contaminantes, a expectativa é que as concentrações deste composto na água diminuam com o tempo em países onde esta medida foi adotada. Entretanto, não existe legislação restringindo o descarte de 4-*t*-OP, o qual poderá ter seu emprego aumentado, como resultado do seu provável uso em substituição ao nonilfenol. Os valores de 4-*n*-NP observados neste estudo foram bastante inferiores aos previstos em legislação canadense (*i.e.*, 7 µg L⁻¹; CEQG, 2002), indicando que não é esperado que seja

observado efeito adverso em organismos devido aos teores deste composto nas águas do estuário do Subaé.

Em relação às amostras de fauna coletadas no estuário do rio Jaguaripe, não foram encontrados níveis acima do LOD para os alquilfenóis estudados (4-*n*-OP, 4-*n*-NP, e 4-*t*-NP). Para os demais pontos de coleta na BTS também não foram encontrados os compostos 4-*n*-OP e 4-*t*-NP. Entretanto, o 4-*n*-NP foi encontrado entre <LOD a 34 ng g⁻¹ nas amostras de ostras, sururu e chumbinho coletados em Madre de Deus, Ribeira e rio Paraguaçu (Figura 6b e Tabela 1). (FAHNING, 2016) Para as amostras de ostras, o 4-*n*-NP apresentou os seguintes níveis de concentração: 24 ng g⁻¹ (ponto 1) e 26 ng g⁻¹ (ponto 2) em Madre de Deus, e 12 ng g⁻¹ (ponto 8), 26 ng g⁻¹ (ponto 6), e 32 ng g⁻¹ (ponto 5) no rio Paraguaçu. Nas amostras de sururu, os níveis de 4-*n*-NP foram de 15 ng g⁻¹ (ponto 1) em Madre de Deus e de 16 ng g⁻¹ (ponto 4) no rio Paraguaçu. Por fim, em chumbinho os níveis encontrados foram de 18 ng g⁻¹ (ponto 3) no rio Paraguaçu, 19 ng g⁻¹ (ponto 9) na Ribeira, 24 ng g⁻¹ (ponto 1) em Madre de Deus, e 34 ng g⁻¹ (ponto 2) em Madre de Deus. (FAHNING, 2016)

Os níveis de alquilfenóis nas amostras de biota da BTS foram menores que os encontrados em outros lugares ao redor do globo (Tabela 1). Por exemplo, Nurulnadia e outros (2014) reportaram níveis de 4NP entre 1458 a 4410 ng g⁻¹ em poliquetas (*Paraprionospio* sp.) da baía de Osaka, Japão. Li e outros (2008) encontraram 4NP na ordem de 115-240 ng g⁻¹ em mexilhões (*Mytillus galloprovincialis*) na costa da Itália. Embora tratem de organismos diferentes, esses estudos apresentaram concentrações de 4-*n*-NP cerca de 2-3 ordens de grandeza superiores aos encontrados nos organismos da BTS.

Com o objetivo de avaliar uma possível bioacumulação de IE do sedimento para a biota na BTS, foi calculado o fator de bioacumulação sedimento-biota (BSAF) do 4-*n*-NP e dos ftalatos DMP, DEP e o DEHP (apresentados subsequentemente), únicos compostos detectados tanto nos organismos como no sedimento que os envolvia. Os valores do fator de acumulação biota-sedimento (BASf) para o 4-*n*-NP foram 1,07 (ostras), 0,80 (sururu) e 0,32 (para o chumbinho) na região de Madre de Deus. De acordo com a ASTM (1997), somente é considerado que houve bioacumulação quando o BSAF é maior que 1,7, que é o valor estimado para representar a partição no equilíbrio teórico de compostos orgânicos não iônicos entre a quantidade de lipídios nos organismos e de carbono nos sedimentos. Desse modo, considera-se que não houve bioacumulação de 4-*n*-NP nos bivalves estudados. (FAHNING, 2016)

Ftalatos

Devido às suas variadas e frequentes aplicações, os ftalatos têm sido amplamente utilizados nos últimos 50 anos. As moléculas dos ftalatos, quando encontram-se em uma matriz polimérica (dos materiais plásticos), não ficam

quimicamente ligadas a esta matriz, mas sim fisicamente aderidas. Por isso podem ser mais facilmente liberadas, de modo direto ou indireto, para o ambiente durante a manufatura, uso e/ou disposição. (NET et al., 2015) Em escala global, foi observado um aumento de 2 para 5,5 milhões de toneladas de ftalatos entre 1980 e 2000. (LIANG et al., 2008) Atualmente, a produção mundial de plásticos é de cerca de 150 milhões de toneladas, e entre 6 e 8 milhões de toneladas de ftalatos são consumidos por ano. (DEBLONDE et al., 2011; NET et al., 2015) Sua ampla produção e aplicação resultaram na liberação de elevadas concentrações de ftalatos para o ambiente e, hoje, sua presença é ubíqua em vários compartimentos ambientais. (NET et al., 2015; PÉREZ-FEÁS et al., 2011) Estes compostos são utilizados em muitos produtos como agentes plastificantes para torná-los flexíveis e melhorar a sua resistência térmica e a impactos. Ftalatos são também muito utilizados em cosméticos, tanto como agentes fixadores, para aumentar o poder de penetração de um determinado produto na pele, como para proteção de unhas. O ftalato mais utilizado é o di(2-etilhexil)ftalato (DEHP); este é amplamente empregado em perfumes, embalagens de alimentos, entre outros. (CLARA et al., 2010; DARGNAT et al., 2009; NET et al., 2015; OLUJIMI et al., 2012)

Ftalatos e seus metabólitos têm potencial para causar efeitos adversos para os humanos e para o ambiente devido às suas características carcinogênicas, teratogênicas e hepatotóxicas. (MATSUMOTO et al., 2008) Mesmo em baixas concentrações, muitos estudos também relataram os efeitos de interferência endócrina dos ftalatos em organismos e seres humanos. (AGAS et al., 2013; BENJAMIN et al., 2015; KORNER et al., 2009; MANKIDY et al., 2013; TRANFO et al., 2012.; WOLFF et al., 2010) Em especial, os ftalatos se tornaram alvo de muita preocupação devido à suspeita desses compostos serem a principal causa de puberdade prematura. (COLÓN et al., 2000)

Nas águas do rio Subaé apenas o DMP ocorreu em concentrações elevadas (Figura 3) em duas estações (estações 2 e 7), enquanto valores relativamente altos de DEP (1942 ng L^{-1}) e BBP (1815 ng L^{-1}) também foram encontrados para a estação 7. No MPS e nos sedimentos, a ocorrência de ftalatos foi mais frequente, destacando-se o DEHP, que apresentou altas concentrações no MPS (16688 ng g^{-1} - 95970 ng g^{-1}) e também nos sedimentos (688 ng g^{-1} - 2530 ng g^{-1}). Dentre os ftalatos, o DEHP apresenta a maior produção e utilização.

A ocorrência dos ftalatos em sedimentos e MPS pode estar associada ao uso de inseticidas e ao lançamento de efluentes domésticos e industriais. Determinar a proveniência destes compostos é difícil devido às diversas fontes presentes na região. Outro fato importante a ser considerado é a maior solubilidade em água dos representantes mais leves e a brusca queda na solubilidade apresentada pelos de maior massa molar, já que esses últimos apresentam longas cadeias carbônicas nas “posições de ésteres” nos ftalatos. Consequentemente, o DMP e o DEP apresentam

menores valores de K_{ow} ($\log K_{ow}$ 1,2 e 2,4; respectivamente), aumentando esses valores gradualmente para 4,5 (DBP); 4,6 (BBP); 7,5 (DEHP) e 9,2 (DnOP). Similarmente, a lipofilicidade aumenta no mesmo sentido e é por isso que o DEHP e DnOP concentram-se principalmente no MPS e no sedimento, e apresentam maior tendência de serem bioacumulados nos tecidos adiposos da biota.

Dentre as classes de compostos estudados, os ftalatos estiveram presentes na maioria dos organismos coletados. O DEHP (1296-1952 ng g⁻¹ em chumbinho, <LOD-1337 ng g⁻¹ em sururu, e <LOD-1826 ng g⁻¹ em ostras) e o DnOP (521-1953 ng g⁻¹ em chumbinho e <LOD-329 ng g⁻¹ em sururu) (Figura 6c) estiveram presentes em concentrações relativamente elevadas nos organismos coletados. (FAHNING, 2016) Mesmo assim, estas concentrações foram menores do que em outras regiões do mundo (*i.e.*, a concentração de DEHP na BTS foi de 2 a 20 vezes menores que as encontradas em mexilhões no estuário de Bilbao, na Espanha, de acordo com Bartolomé e colaboradores (2010), como podemos observar na Tabela 3). O DBP não foi encontrado em nenhuma amostra de bivalves. Os ftalatos menores, tais como o DMP e o DEP variaram de <LOD-607 ng g⁻¹ e <LOD-1167 ng g⁻¹. Não foram encontrados ftalatos acima do LOD em nenhuma das amostras coletadas no estuário do Jaguaripe, uma das regiões mais bem preservadas da Baía.

Na avaliação sobre bioacumulação dos ftalatos nos bivalves a partir do sedimento, foram calculados o BSAF para o DMP, DEP e DEHP em Madre de Deus. Para as amostras de ostras os BSAF foram 0,11 (DMP), 0,02 (DEP) e 0,22 (DEHP). Por sua vez, os valores de BASF para as amostras de sururu foram 0,32 (DMP), 0,19 (DEP) e 0,06 (DEHP). Por último, para o chumbinho, os valores de BASF foram 0,20, 0,96, e 0,11 para os DMP, DEP e DEHP, respectivamente. Considerando que os valores encontrados foram abaixo de 1,7 para todos os casos, concluiu-se que não houve bioacumulação desses ftalatos nos organismos estudados. (FAHNING, 2016)

De um modo geral, os níveis de hormônios, BPA, alquilfenóis e ftalatos presentes em amostras de água, MPS, sedimento e biota coletados na BTS (COTRIM, 2015; FAHNING, 2016) foram inferiores em relação a outras regiões ao redor do mundo. Entretanto, para uma avaliação ainda mais abrangente, seja com relação aos compostos estudados até agora ou outras classes de compostos “emergentes”, estudos sistemáticos, abrangentes e de longo termo são necessários. Nesses estudos futuros é aconselhável que não apenas os IE, mas também seus produtos de degradação – que normalmente são mais tóxicos que os compostos originais – sejam monitorados.

Tabela 3. Ocorrência de ftalatos em organismos marinhos (ng g⁻¹ massa seca)

Organismo	Local de estudo	DMP	DEP	DBP	BBP	DEHP	DnOP	Referências
BIVALVES								
Chumbinho (<i>A. brasiliana</i>)	Baía de Todos os Santos, Brasil	266-304	<LOD-429	<LOD	<LOD-299	1296-1952	521-1953	Fahning et al., 2016
Sururu (<i>B. exustus</i> , <i>M. guyanensis</i>)	Baía de Todos os Santos, Brasil	<LOD-607	<LOD-1167	<LOD	<LOD-203	<LOD-1337	<LOD-329	Fahning et al., 2016
Ostras (<i>C. rhizophorae</i>)	Baía de Todos os Santos, Brasil	<LOD-431	<LOD-580	<LOD	<LOD-421	<LOD-1826	<LOD	Fahning et al., 2016
Camarão (<i>Parapenaeus longirostris</i>)	Mar de Marmara	-	-	<LOD	-	-	<LOD	Güven et al., 2013
Mexilhões ^a	Estuário de Bilbao, Espanha	<LOD-646	80,8-753,2	<LOD-8054	93,0-6430	2983-24096	<LOD-127,1	Bartolomé et al., 2010
PEIXES								
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Mar Negro	-	-	-	<LOD	-	<LOD	Güven et al., 2013
<i>Merlangius merlangus</i>	Mar Negro	-	-	-	<LOD	-	<LOD	Güven et al., 2013
<i>Mullus surmuletus</i>	Mar Negro	-	-	-	<LOD	-	<LOD	Güven et al., 2013
<i>Sarda sarda</i>	Mar Negro	-	-	-	<LOD	-	<LOD	Güven et al., 2013
Linguado (<i>Platichthys flesus</i>)	França	-	100-200	-	-	40-70	-	Dargnat et al., 2009
Bigeye ^a	Hong Kong	<LOD	10	20	50	790	30	Cheng et al., 2013
Bleeker's grouper	Hong Kong	<LOD	<LOD	20	60	680	40	Cheng et al., 2013
Golden threadfin bream	Hong Kong	2	20	40	100	390	40	Cheng et al., 2013
Bartail flathead	Hong Kong	2	10	40	100	4260	120	Cheng et al., 2013
Croaker amarelo	Hong Kong	<LOD	20	30	120	520	170	Cheng et al., 2013
Snubnose pompano	Hong Kong	<LOD	10	20	40	420	20	Cheng et al., 2013
Orange-spotted grouper	Hong Kong	<LOD	<LOD	20	60	690	40	Cheng et al., 2013
Goldspotted rabbitfish	Hong Kong	2	10	20	70	200	20	Cheng et al., 2013
Seafin amarelo	Hong Kong	3	<LOD	40	110	270	40	Cheng et al., 2013
Tongue sole	Hong Kong	1	10	30	100	2200	70	Cheng et al., 2013

^aEspécies não informadas pelos autores.

Ácidos perfluoralquilados (PFAAs)

Os ácidos perfluoralquilados (PFAAs) são contaminantes com ocorrência reportada nos mais diversos ambientes, incluindo regiões remotas do globo. (BENSKIN et al., 2012; CAI et al., 2012a, 2012b; LEONEL et al., 2008) Esses compostos têm sido objeto de um grande número de estudos e recebido grande atenção por parte da comunidade científica e dos órgãos ambientais e de saúde. Essa atenção se deve à sua alta persistência no ambiente e seus efeitos tóxicos (MARIUSSEN, 2012; STAHL et al., 2011), além de suas capacidades de bioacumulação e/ou biomagnificação através da cadeia trófica. (LAU et al., 2007)

Em análises ambientais, os principais grupos estudados de PFAAs são os ácidos perfluoroalquilados sulfonados (PFSA) e os ácidos perfluoroalquilados carboxilados (PFCA), representados principalmente pelo ácido perfluorooctânico sulfônico (PFOS) e o ácido perfluorooctanóico (PFOA), respectivamente. Devido à alta estabilidade das ligações F-C e de suas estruturas químicas, esses compostos têm alta resistência (química e térmica) e possuem características anfipáticas. Essas características fazem desses compostos excelentes ingredientes para muitos produtos comerciais e processos industriais, tais como: surfactantes industriais e domésticos, espuma de combate a incêndios, embalagens para alimentos, fitas adesivas, aditivos, produtos de higiene pessoal, praguicidas, galvanização, tecidos resistentes à manchas, estofamentos, carpetes, entre outros. (BUCK et al., 2011)

A ampla distribuição ambiental do PFOA e do PFOS é atribuída às emissões antropogênicas diretas e indiretas. As fontes diretas se referem às descargas intencionais. As fontes indiretas são os processos de degradação biótica e abiótica a partir de seus precursores. (AVENDAÑO; LIU, 2015; BUCK et al., 2011) Uma fonte indireta de PFOS no ambiente, por exemplo, se dá através da degradação da sulfluramida. (AVENDAÑO; LIU, 2015) Esta (*N*-etil perfluoro-octano sulfonamida; EtFOSA) é o ingrediente ativo na produção de iscas formicidas para o controle de formigas cortadeiras (*Atta spp.* e *Acromyrmex spp.*) e sua produção utiliza o Perfluoro-octano sulfonamida (PFOSF) como matéria-prima. (BRASIL, 2015a) A produção, comercialização e uso da sulfluramida no Brasil começaram em 1993, quando o uso do Mirex (praguicida clorado) foi banido. A sulfluramida é usada principalmente nos plantios e viveiros recentes de culturas de *Eucaliptus sp.* e *Pinus sp.* onde formigas cortadeiras são capazes de desfolhar mudas levando grande parte à morte.

Muitas publicações recentes aludem aos efeitos negativos dos PFAAs. Uma revisão (STAHL et al., 2011), por exemplo, descreve as formas de exposição, toxicologia e efeitos adversos causados por estes compostos. Entre os efeitos, destaca-se a carcinogenicidade, genotoxicidade, toxicidade reprodutiva e de desenvolvimento, além de efeitos no sistema endócrino.

A Bahia é um dos cinco estados com os maiores valores de comercialização de sulfluramida no Brasil. (BRASIL, 2015a) Dessa forma, um estudo inicial foi realizado com amostras de águas superficiais da BTS. (GILLJAM et al., 2015) Os valores de PFAAs detectados variaram de 0,28 a 4,9 ng L⁻¹ (GILLJAM et al., 2015), com o PFOS presente em todas as amostras (Figura 7). Alguns padrões foram observados nesse estudo: a) Rio Paraguaçu: a alta razão FOSA/PFOS (~14) observada sugerem a sulfluramida como fonte de PFAAs para a região; b) Madre de Deus: perfil de distribuição dos PFAAs típico de regiões industrializadas, provavelmente devido à proximidade com a região de Camaçari; c) Rio Subaé: compostos encontrados indicam mistura de fontes (sulfluramida e produtos industriais).

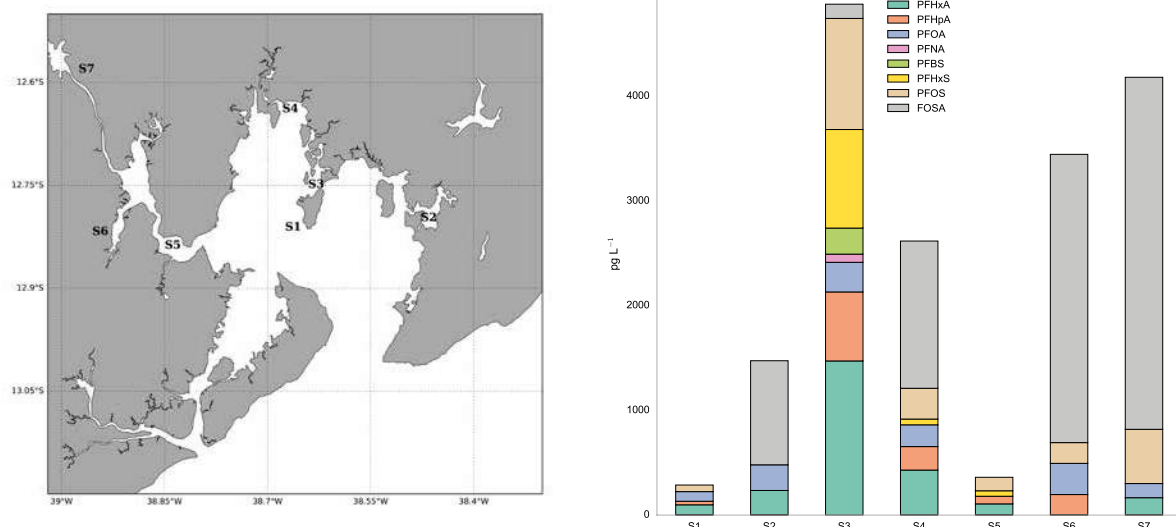


Figura 7. Concentrações de PFAAS em amostras de sedimentos da Baía de Todos os Santos
Fonte: Gilljam e outros (2015).

Aspectos de segurança alimentar devido à ingestão de frutos do mar contaminados por IE

Do ponto de vista de segurança alimentar, foram avaliados os níveis de BPA, hormônios (E1, E2, E3 e EE2), alquilfenóis (4-*n*-OP, 4-*n*-NP e 4-*t*-NP) e ftalatos (DMP, DEP, DBP, BBP, DEHP e DnOP) em diferentes peixes e mariscos comercializados na cidade de Salvador/BA, com o objetivo de avaliar a qualidade dos alimentos consumidos pela população. (FAHNING, 2016) Para esse estudo foram avaliadas 13 espécies de peixes e 6 espécies de mariscos. Os peixes analisados foram: araraia (*Dasyatis americana*), vermelho (*Lutjanus synagris*), sororoca (*Scomberomorus brasiliensis*), guaiuba (*Ocyurus chrysurus*), sardinha (*Opisthonema oglinum*), corvina (*Micropogonias furnieri*), chumbrega (*Caranx crysos*), pititinga (*Anchoa lyolepis*), olho de boi (*Seriola dumerili*), atum (*Thunnus atlanticus*), pescada branca (*Cynoscion leiarchus*), badejo (*Mycteroperca bonaci*) e dourado (*Salminus maxillosus*). Dentre os frutos do mar comercializados na região foram analisadas amostras de sururu (*Mytella guyanensis*), ostras (*Crassostera rhizophorae*), chumbinho (*Anomalocardia brasiliensis*), caranguejo (*Ucides cordatus*), camarão (*Penaeus subtilis*) e siri (*Callinectes sapidus*). As amostras compradas em mercados municipais encontravam-se frescas e desembaladas, ou seja, não estavam envolvidas em embalagens plásticas ou de isopor, que podem ser uma fonte de contaminação de BPA, alquilfenóis e ftalatos.

As concentrações encontradas estão apresentadas na Tabela 4. Não foram encontrados teores de E1, E3, 4-*t*-OP, DBP e DnOP acima do limite de detecção para nenhuma das amostras de mariscos estudadas. Nos peixes, as concentrações

dos hormônios variaram de 1 ng g⁻¹ para o EE2 (chumbrega) a 26 ng g⁻¹ para o E3 (guaiuba). O BPA foi encontrado em concentrações de 3 ng g⁻¹ (dourado) a 81 ng g⁻¹ (chumbinho). Já o 4-*n*-OP foi o composto que apresentou a maior concentração (26 ng g⁻¹, no dourado), e o 4-*n*-NP a menor concentração (1 ng g⁻¹, ostras).

Os ftalatos foram os contaminantes presentes em maiores níveis, tanto nas amostras de frutos do mar quanto nos peixes. As concentrações encontradas variaram de <LOD a 405 ng g⁻¹ para o DMP (maior concentração encontrada no sururu) e <LOD a 3397 ng g⁻¹ para o DEP (maior concentração encontrada para a ostra). O BBP somente foi encontrado acima do LOD no chumbinho (253 ng g⁻¹) e o DEHP somente foi detectado no siri (1718 ng g⁻¹). Nos peixes o DMP variou entre <LOD (sororoca, sardinha, chumbrega, pititinga, atum, pescada branca, badejo e dourado) e 2739 ng g⁻¹ (vermelho), o DEP variou entre <LOD (arraia, vermelho, sororoca, guaiuba, chumbrega, pititinga, atum, pescada branca e dourado) e 664 ng g⁻¹ (sardinha). O BBP foi detectado apenas no atum (126 ng g⁻¹), arraia (316 ng g⁻¹), olho de boi (459 ng g⁻¹), dourado (613 ng g⁻¹), badejo (696 ng g⁻¹), e guaiuba (1551 ng g⁻¹). O DEHP foi detectado apenas nos peixes dourado (87 ng g⁻¹), atum (201 ng g⁻¹), olho de boi (750 ng g⁻¹), corvina (831 ng g⁻¹), guaiuba (1356 ng g⁻¹) e sororoca (2176 ng g⁻¹). Por sua vez, o DnOP foi encontrado apenas na corvina (198 ng g⁻¹), guaiuba (204 ng g⁻¹), dourado (326 ng g⁻¹), atum (354 ng g⁻¹), olho de boi (386 ng g⁻¹) e sororoca (729 ng g⁻¹).

Estimou-se a ingestão de IE, através do consumo de frutos do mar e peixes comercializados em Salvador, similarmente aos estudos realizados para avaliar o risco toxicológico devido a ingestão de mariscos contaminados por elementos traço. (SOUZA et al., 2011, 2014) A quantidade ingerida desses compostos pode ser estimada por meio do cálculo da dose Diária Ingerida (DI). Segundo a Environmental Protection Agency (USA, 1989), a DI quantifica a exposição a um contaminante, expressa em mg kg⁻¹ dia⁻¹, e pode ser calculada pela equação:

$$DI = \frac{(C \times IR \times FI \times EF \times ED)}{(BW \times AT)}$$

onde, C é a concentração do contaminante no alimento (mg kg⁻¹), IR a taxa de ingestão (kg dia⁻¹), FI a fração ingerida do contaminante, e EF a frequência de exposição (dias ano⁻¹), ED corresponde ao tempo de duração da exposição (anos); BW o peso corporal (kg) e AT o período de exposição (anos). Os dados utilizados para a estimativa de ingestão foram: IR x FI de 0,0301 kg dia⁻¹ (DUAN et al., 2011), EF de 365 dias (USA, 2011), ED de 30 anos (DUAN et al., 2011), BW de 60 kg (DUAN et al., 2011) e AT de 365 dias x ED. (USA, 2004)

Os valores de DI encontrados neste trabalho, que variaram de $6,1 \times 10^{-7}$ para o 4-*n*-NP (ostra) a $1,1 \times 10^{-3} \text{ mg kg}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para o DEHP (sororoca), foram inferiores aos sugeridos pelas agências regulamentadoras. Logo, é possível avaliar que os peixes e frutos do mar avaliados não apresentam riscos toxicológicos para a população, em relação os IE estudados.

Tabela 4. Níveis de concentração (ng g⁻¹ massa seca) dos IE estudados em amostras de peixes e mariscos comercializados na cidade de Salvador, Estado da Bahia (FAHNING, 2016)

Organismo	Espécie	BPA	E1	E2	E3	EE2	4nOP	4nNP	DMP	DEP	BBP	DEHP	DnOP
MARISCOS													
sururu	<i>Mytella guyanensis</i>	<LOD ^a	<LOD	23	<LOD	<LOD	14	<LOD	405	807	<LOD	<LOD	<LOD
ostra	<i>Crassostera rhizophorae</i>	14	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	1	<LOD	3397	<LOD	<LOD	<LOD
chumbinho	<i>Anomalocardia brasiliana</i>	81	<LOD	<LOD	<LOD	14	<LOD	<LOD	323	477	253	<LOD	<LOD
carangueijo	<i>Ucides cordatus</i>	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	5	<LOD	402	137	<LOD	<LOD	<LOD
camarão	<i>Penaeus subtilis</i>	31	<LOD	<LOD	<LOD	3	7	<LOD	247	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
siri	<i>Callinectes sapidus</i>	16	<LOD	20	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	1718	<LOD
PEIXES													
arraia	<i>Dasyatis americana</i>	7	5	<LOD	<LOD	<LOD	14	4	2121	<LOD	316	<LOD	<LOD
vermelho	<i>Lutjanus synagris</i>	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	3	2739	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
sororoca	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	3	<LOD	<LOD	<LOD	2176	729
guaiuba	<i>Ocyurus crysurus</i>	<LOD	<LOD	<LOD	26	<LOD	76	6	<LOD	<LOD	1551	1356	204
sardinha	<i>Opisthonema oglinum</i>	<LOD	10	7	<LOD	<LOD	<LOD	3	461	664	<LOD	<LOD	<LOD
corvina	<i>Micropogonias furnieri</i>	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	4	1174	376	<LOD	831	198
chumbrega	<i>Caranx crysus</i>	<LOD	5	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	5	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
pititinga	<i>Anchoa lyolepis</i>	<LOD	18	<LOD	<LOD	5	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
olho de boi	<i>Seriola dumerili</i>	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	26	3	1365	210	459	750	386
atum	<i>Thunnus atlanticus</i>	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	126	201	354
pescada branca	<i>Gymnoscion leiarchus</i>	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
badejo	<i>Mycteroperca bonaci</i>	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	216	696	<LOD	<LOD
dourado	<i>Salminus maxillosus</i>	3	<LOD	<LOD	<LOD	4	45	<LOD	<LOD	<LOD	613	87	326

^aLOD = Limite de Detecção. [LOD (em ng g⁻¹ de massa seca): E3 = 0,6; BPA = 0,7; E2 = 0,8; EE2 = 0,6; E1 = 3,9; 4 n-OP = 0,4; 4 t-OP = 0,6; 4 n-NP = 0,5; DMP = 40; DEP = 45; BBP = 55; DBP = 60; DEHP = 30; DnOP = 30].

Carcinicultura

A aquicultura contribui expressivamente para a segurança alimentar mundial, sendo uma alternativa importante para atender demandas futuras de proteína de alta qualidade (HERBECK et al., 2013; OLSEN, 2015), rica em nutrientes e ácidos graxos. Dentre os organismos cultivados, os camarões têm emergido como um dos mais valiosos produtos negociados globalmente.

Existe um potencial considerável para o desenvolvimento da carcinicultura em áreas tropicais, como a Baía de Todos os Santos. No entanto, o debate sobre os seus potenciais benefícios econômicos versus sociais continua, visto as práticas, muitas vezes controversas, da indústria. (BLYTHE et al., 2015) Geralmente, as fazendas de camarão são construídas em detrimento de habitats naturais, levando à perda de florestas de manguezais e restingas, juntamente com muitos dos serviços ecológicos providos por estes ecossistemas. (HA et al., 2014; POLIDORO et al., 2010; SENARATH; VISVANATHAN, 2001) Um dos serviços mais importantes destes ecossistemas é a capacidade dos manguezais em armazenar carbono. A destruição destes habitats, para a construção de viveiros de camarão, pode promover a mobilização dos estoques de carbono dos solos e sedimentos, liberando volumes substanciais dos gases de efeito estufa para a atmosfera, e o comprometimento do futuro potencial armazenador de carbono destas áreas. (BOURNAZEL et al., 2015; HOWARD et al., 2014) Outros impactos associados com a criação de camarão são a introdução de espécies e doenças exóticas (DOYLE, 2014; FULLER et al., 2014), alterações na composição e quantidade de matéria orgânica; a contaminação causada pela liberação de águas residuais não tratadas, enriquecidas por metais, fertilizantes e antibióticos (GRASLUND; BENGTSOON, 2001; SWAPNA et al., 2012; THUY et al., 2011); eutrofização (HERBECK et al., 2013; SMITH, 2006) e mudanças na estrutura das assembleias bentônicas. (FREITAS et al., 2008; RIBEIRO et al., 2016)

Os municípios do entorno da BTS hospedam mais de 60% da produção de camarão no estado da Bahia, o terceiro maior produtor do Brasil. (ABCC; BRASIL, 2013) Os cultivos são semi-intensivos, produzindo cerca de 10 ton ano⁻¹ da espécie exótica *Litopenaeus vannamei*, o camarão branco do Pacífico. Segundo um levantamento das atividades de carcinicultura da região (INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE, 2009), um grande número de irregularidades está associado aos cultivos desenvolvidos na BTS, sendo que a maioria das fazendas não possui autorização legal para operar.

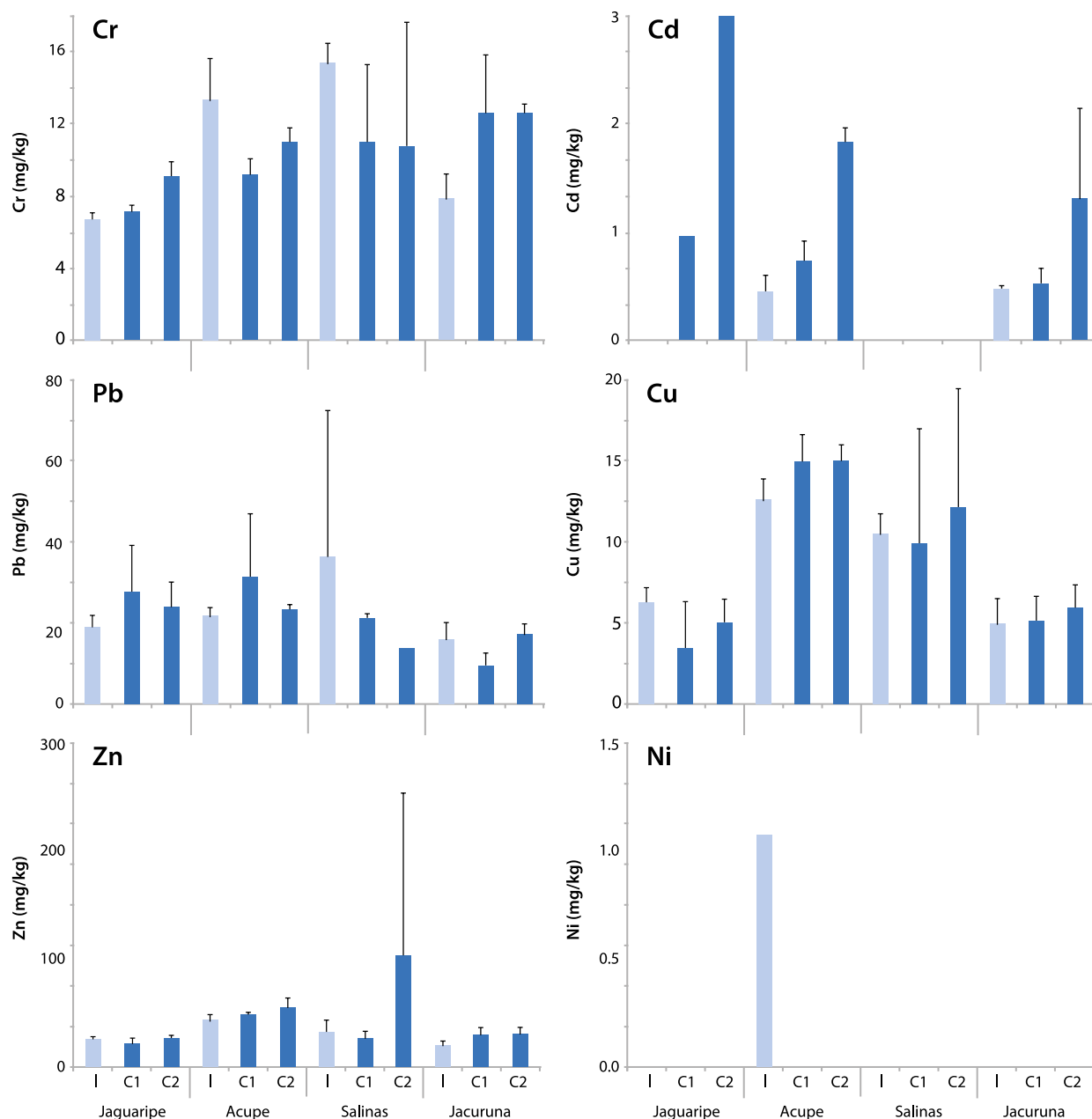
Quatro carciniculturas nas regiões de Jaguaripe, Jacuruna, Salinas e Acupe foram estudadas. (RIBEIRO et al., 2016; SOUZA, 2013) Para a fazenda de Acupe, foi também desenvolvido um segundo estudo que avaliou a influência dos diferentes estágios da cultura de camarão nos impactos gerados nos ecossistemas bentônicos. (RIBEIRO, 2015; RIBEIRO et al., 2016) As fazendas avaliadas apresentam sistemas de produção semelhantes (i.e., semi-intensivo, com camarões alimentados

com ração peletizada e proteína bruta). Em visitas de campo, foi observado que os efluentes de fazendas, sem qualquer tratamento prévio, são descartados em áreas adjacentes às lagoas de cultivo, em manguezais da BTS ou em seus tributários. O ciclo de produção dura cerca de 3 meses, e ocorre entre duas a três vezes por ano, dependendo da fazenda.

Os resultados apresentados por Hatje e colaboradores (2016) mostraram que existem diferenças significativas entre as características encontradas na coluna d'água das distintas áreas de impacto (*i.e.*, I = áreas nas imediações das fazendas de carcinicultura, sob influência direta dos efluentes das fazendas) e áreas controle (C1 e C2 = áreas controle fora da influência das fazendas de carcinicultura). As diferenças entre os resultados foram principalmente devido aos nutrientes dissolvidos e concentrações de Material Particulado em Suspensão (MPS).

As concentrações dos elementos traço no material particulado em suspensão foram baixas, apesar dos metais, especialmente Zn e Cu, estarem presentes em concentrações relativamente elevadas em alimentos e aditivos amplamente utilizados na carcinicultura. (BURRIDGE et al., 2010; GRIGORAKIS; RIGOS, 2011; SAPKOTA et al., 2008) As concentrações de Pb (Figura 8) foram superiores ao nível de limiar de efeito (TEL = 30,2 mg kg⁻¹) (BUCHMAN, 1999) em um local na área de I de Salinas e um local no controle C1 em Acupe e Jaguaripe. As concentrações de cádmio foram acima do TEL (0,68 mg kg⁻¹) em Jaguaripe (C1 e C2) e Acupe (C1), e em dois locais em Jacuruna (C2). A concentração de Zn foi alta apenas no C2 para Salinas. As concentrações de metais no MPS não exibiram padrões claros de impactos das fazendas de camarão. Ademais, houve grande variabilidade entre as réplicas de campo (amostras coletadas com 30 m de distância entre um ponto e outro). Cobalto (0,77 mg kg⁻¹) e Ni (1,07 mg kg⁻¹) só foram detectados em uma réplica na área de I de Acupe. Apesar das concentrações destes elementos terem sido baixas, as concentrações de Ni, Co e Cr parecem ser resultado do impacto causado pela carcinicultura no Acupe, quando comparados aos teores observados nos controles.

As concentrações de todos os metais avaliados (*i.e.*, Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb e Zn) foram abaixo do TEL, com exceção de Co que apresentou valores acima do limiar de efeito aparente (AET; 10 mg kg⁻¹) (BUCHMAN, 2008), na maioria dos locais estudados. Concentrações elevadas de Co foram relatadas para os sedimentos intermareais da BTS e foram descritos como resultado dos processos redox, que podem ser responsáveis pela mobilização não só de Co, mas também de Fe e Mn. (EÇA et al., 2013) Em geral, Acupe apresentou as maiores concentrações de metais nos sedimentos (Figura 9). Esta região apresenta uma contaminação histórica associada a uma fundição desativada de Pb (HATJE; BARROS, 2012; HATJE et al., 2006; KRULL et al., 2014), que causou significativos impactos negativos para a comunidade macrobentônica (HATJE et al., 2006) e, potencialmente, também para a saúde humana. (SOUZA et al., 2011, 2014)

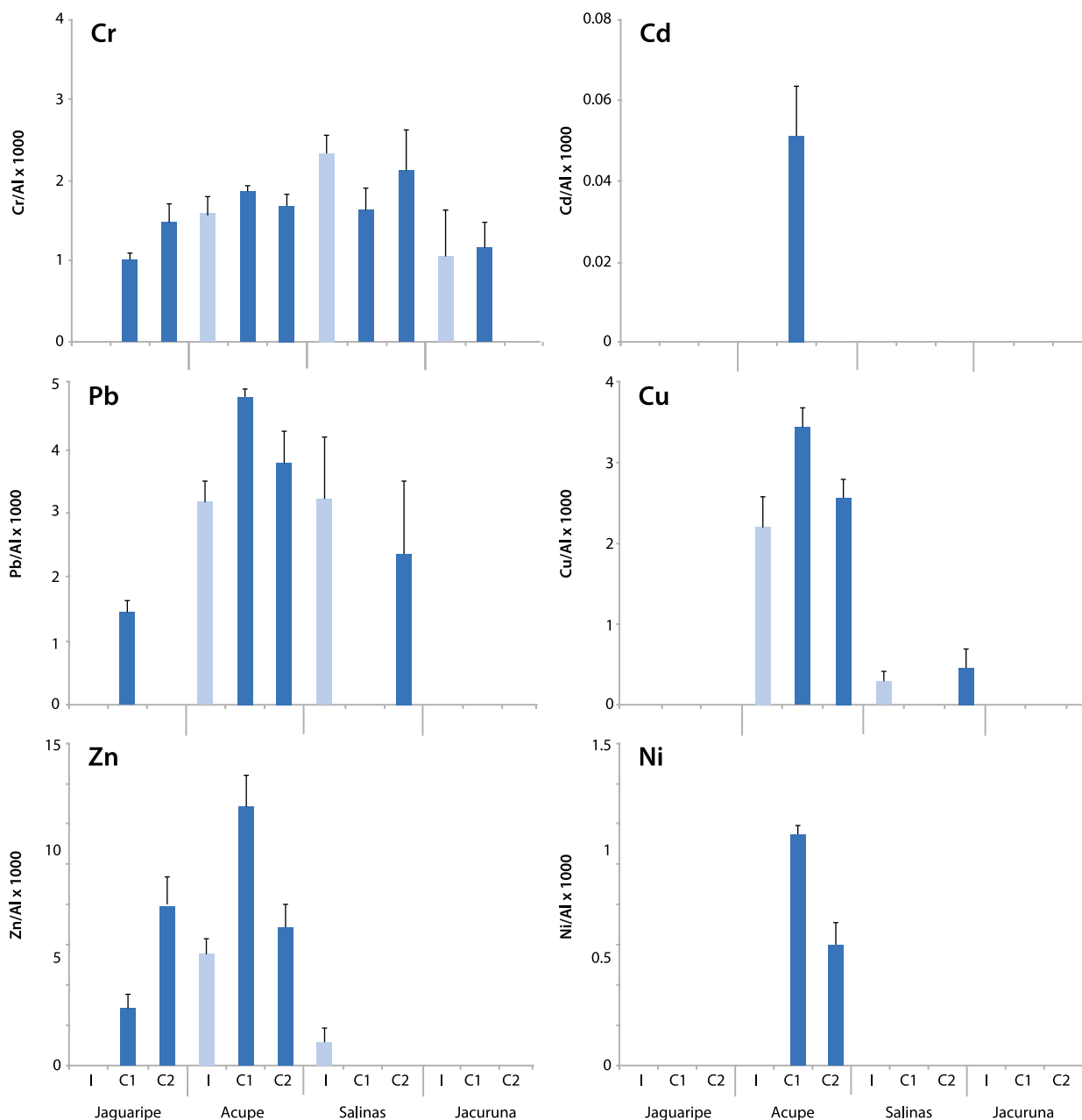


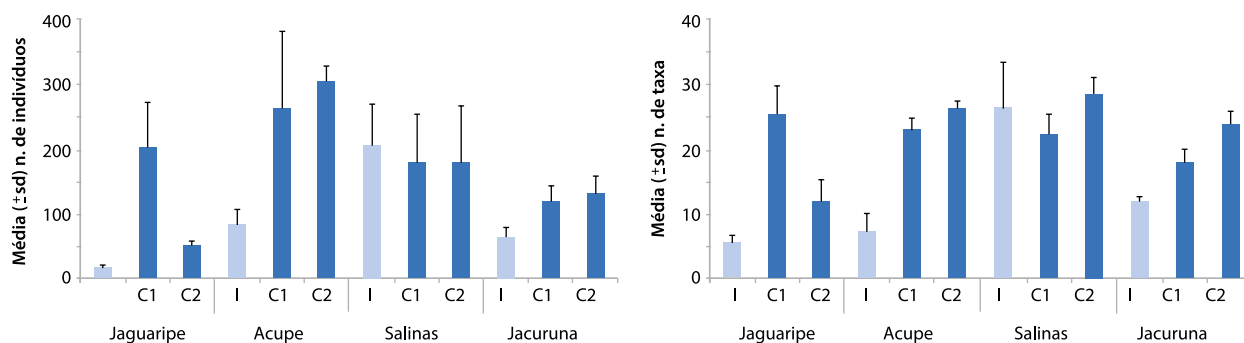
As áreas de impacto de três fazendas (Jaguaripe, Acupe e Jacuruna) apresentaram valores de abundância de espécies e número de taxa para as assembleias bentônicas significativamente menores do que nas áreas controle (Figura 10). Isso claramente indica que as fazendas de camarão estão afetando negativamente a abundância e a riqueza das assembleias bentônicas.

Figura 8. Concentração dos metais no material particulado em suspensão para as fazendas (I) de Jaguaripe, Acupe, Salinas e Jacuruna, e para as áreas controle (C1 e C2).
Fonte: modificado de Hatje e colaboradores (2016).

Figura 9. Concentração dos metais normalizada pelo Al em amostras de sedimentos de cada fazenda de camarão (Acupe, Salinas, Jacuruna, Jaguaripe). Onde: I - área de impacto, C1 - área de controle 1, C2 - área de controle 2
Fonte: modificado de Hatje e colaboradores (2016).

Neste estudo mostrou-se que existem diferenças significativas entre as áreas de impacto e áreas controle para o conjunto de dados da coluna de água, enquanto não foram observadas diferenças significativas para a química de sedimentos. Por outro lado, as associações de macroinvertebrados bentônicos mostraram-se mais sensíveis para responder aos impactos negativos relacionados ao cultivo de camarão.





Dando continuidade a este estudo foi avaliada a influência do ciclo de cultivo na química dos sedimentos e na macrofauna associada para a fazenda de Acupe. (RIBEIRO et al., 2016) A fazenda de Acupe foi escolhida para este estudo, pois trata-se de uma fazenda do governo do estado da Bahia, para a qual foi disponibilizado amplo acesso às instalações e informações sobre as práticas de cultivo.

Para tanto, amostras de sedimentos e macrofauna bentônica foram coletadas em períodos antes da despesca (BH), durante a despesca (H) e depois da despesca (AH). Neste estudo, considerou-se da mesma forma que no estudo anterior, uma área próxima à fazenda (I) e duas áreas controle (C1 e C2). O mesmo desenho experimental também foi aplicado nas áreas de manguezais e áreas do corpo receptor. Como a fazenda apresentava dois tanques de cultivo de camarão ativos durante o período em que as coletas foram feitas (P1 = Tanque 1 e P2 = Tanque 2), o estudo foi realizado nestes dois tanques de cultivo.

Pode-se observar na Figura 11 que a carcinicultura está claramente contribuindo para o aumento das concentrações de nutrientes na região estudada. A maioria dos alimentos consumidos pelos camarões eventualmente é excretada na forma de resíduos metabólicos, que atuam como fonte de nutrientes inorgânicos e matéria orgânica para a água e sedimentos dos tanques de cultivo, manguezais e áreas adjacentes.

Observou-se, por exemplo, que as maiores concentrações de fosfato ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) ocorreram na área da fazenda (I) ao longo de todo o ciclo de produção. Para as áreas de manguezais, os níveis foram mais altos durante o período de despesca (H), quando os manguezais recebem toda a água oriunda dos tanques de cultivo. As concentrações de nitrogênio amoniacal total (TAN) foram maiores na área da fazenda de carcinicultura (I) para o período depois da despesca (AH) e durante a despesca (H) para os tanques P1 e P2, respectivamente. Os níveis de nitrato ($\text{NO}_3^- \text{- N}$) foram maiores durante (H) e depois da despesca (AH), respectivamente, para os tanques P1 e P2. Para as áreas mais distantes do ponto de lançamento de efluentes (áreas receptoras), as concentrações de $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ e TAN foram, em geral, mais altas em (I), enquanto as concentrações de $\text{NO}_3^- \text{- N}$ foram sempre altas, independente do tratamento (i.e., I vs. C).

Figura 10. Média do número de indivíduos (superior) e taxa (inferior) das assembleias macrobentônicas para cada fazenda de camarão (Acupe, Salinas, Jacuruna, Jaguaripe). Onde: I - área de impacto, C1 - área de controle 1, C2 - área de controle 2. Fonte: modificado de Hatje e colaboradores (2016).

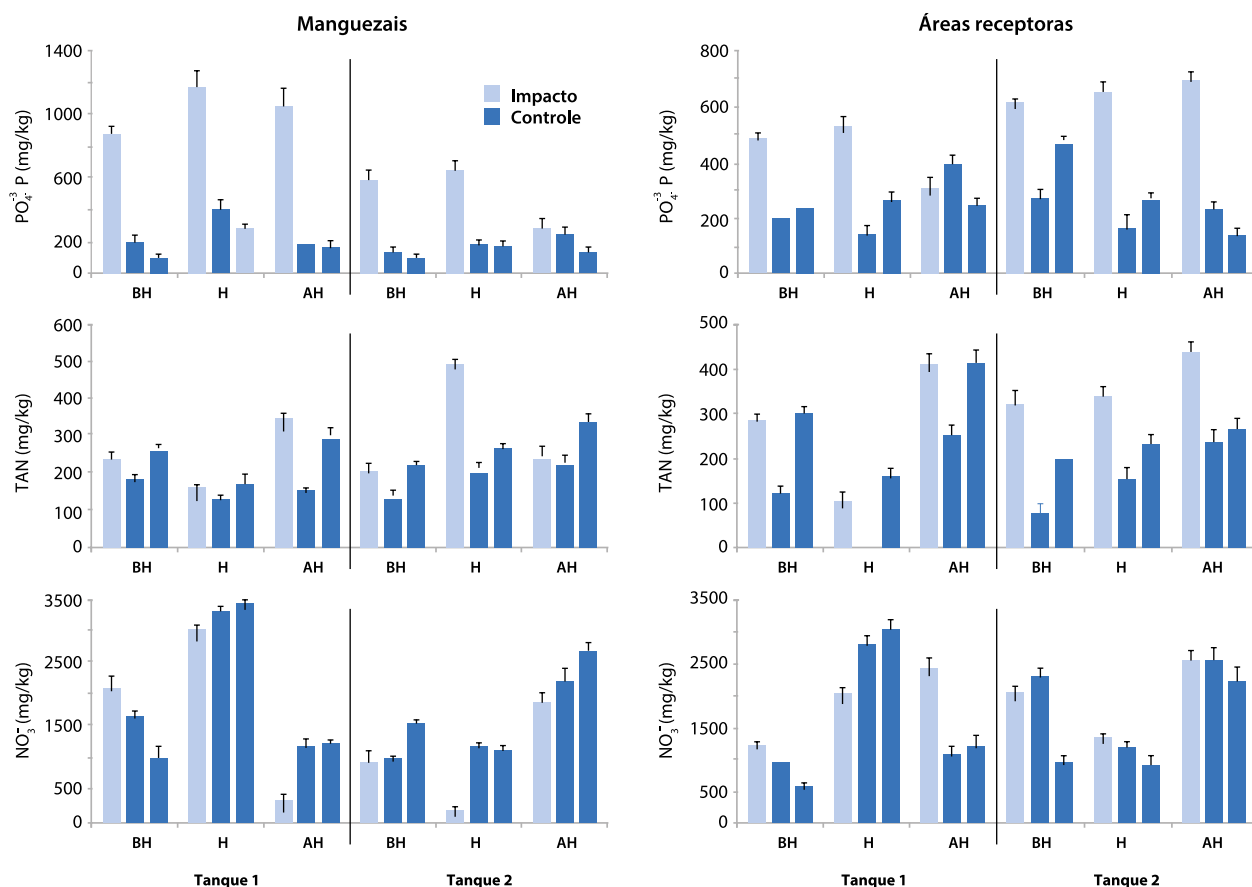
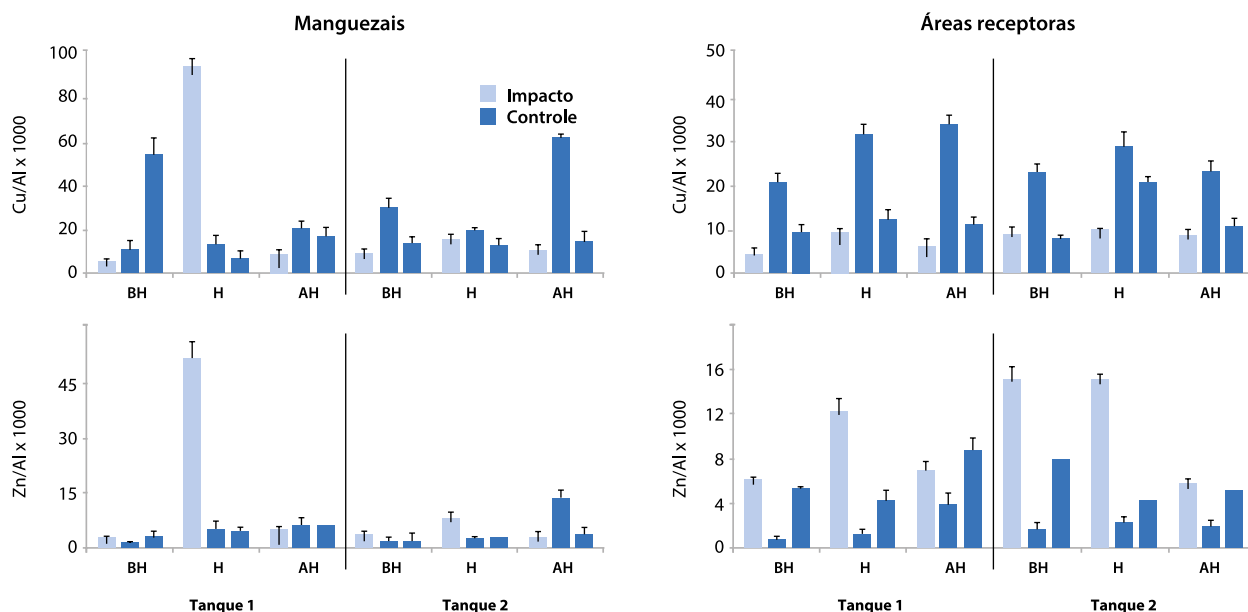


Figura 11. Concentração de nutrientes nos sedimentos de manguezais e áreas receptoras da carcinicultura (I) de Acupe e áreas controle (C1 e C2) para o período antes da despesca (BH), durante a despesca (H) e depois da despesca (AH)

Fonte: modificado de Ribeiro e colaboradores (2016).

As concentrações de Cu e Zn, normalizadas por Al (Figura 12), nos sedimentos das áreas de manguezais foram mais elevadas nas áreas de fazenda (I) durante a despesca (H) no tanque 1 (P1). Zinco é um aditivo encontrado em altas concentrações em alimentos empregados em aquicultura. (CHOU et al., 2002; PERGENT et al., 1999) O Cu também pode ser encontrado nos alimentos e como uma impureza em fertilizantes. Adicionalmente, tanto o Cu como o Zn são utilizados como componentes de fungicidas. (PÁEZ-OSUNA et al., 2003) Para as áreas receptoras, as concentrações normalizadas de Zn foram em geral mais altas na área de fazenda (I) do que nas áreas controle. Entretanto, não houve um padrão temporal claro de distribuição. Embora não houvesse fontes visíveis de metais nas proximidades das áreas controle (C1 e C2), as atividades antrópicas na BTS são diversas e incluem efluentes domésticos e industriais, atividades portuárias, marinas, entre outras. (HATJE; BARROS, 2012; HATJE et al., 2006; KRULL et al., 2014) Especificamente no caso do Pb, há uma importante fonte relativamente perto da região de Acupe. Trata-se de uma fundição de Pb que funcionou entre 1960 e 1993 na margem do rio Subaé, e que lançou no ambiente uma grande quantidade de metais, especialmente Pb, Zn



e Cd. Muitos rejeitos desta fundição ainda encontram-se na área da empresa desativada, sendo que os contaminantes presentes neste material ainda apresentam alta mobilidade e potencial de impacto na região, não só devido ao escoamento superficial, mas também ao movimento da água subterrânea. (HATJE et al., 2006) Pelo menos parte da concentração de Pb encontrada em sedimentos em áreas de controle está associada aos rejeitos da fundição.

Em geral, a presença de nutrientes orgânicos em concentrações baixas não afeta a macrofauna bentônica, a qual pode mesmo ser beneficiada até certo ponto pela introdução de alimentação adicional. O excesso de oferta de nutrientes, no entanto, pode resultar em baixa diversidade de espécies e riqueza causando alterações na estrutura das assembleias bentônicas. (GILES, 2008) Este efeito negativo foi observado no presente estudo. Um número muito pequeno de invertebrados foi observado nas áreas de manguezais e áreas receptoras (Figura 13), o que indica uma influência negativa da fazenda de camarão. As assembleias bentônicas são bem conhecidas pelo papel que desempenham na biogeoquímica dos ambientes costeiros, uma vez que aumentam a decomposição da matéria orgânica e, pelo menos em parte, previnem o acúmulo de resíduos orgânicos, além de reciclar os nutrientes. Uma descrição detalhada dos resultados deste estudo pode ser encontrada em Ribeiro e colaboradores (2016).

Embora as fazendas de camarão aqui avaliadas utilizem sistemas semi-intensivos para o cultivo de camarão, o qual é considerado menos prejudicial quando comparado aos outros sistemas, as fazendas produziram impactos na BTS. Esta conclusão só foi possível através da utilização de múltiplas linhas de evidência.

Figura 12. Concentração de Cu e Zn normalizadas para Al nos sedimentos de manguezais e áreas receptoras de carcinicultura (I) em Acupec e áreas controle (C1 e C2) para o período antes da despesca (BH), durante a despesca (H) e depois da despesca (AH)
Fonte: modificado de Ribeiro e colaboradores (2016).

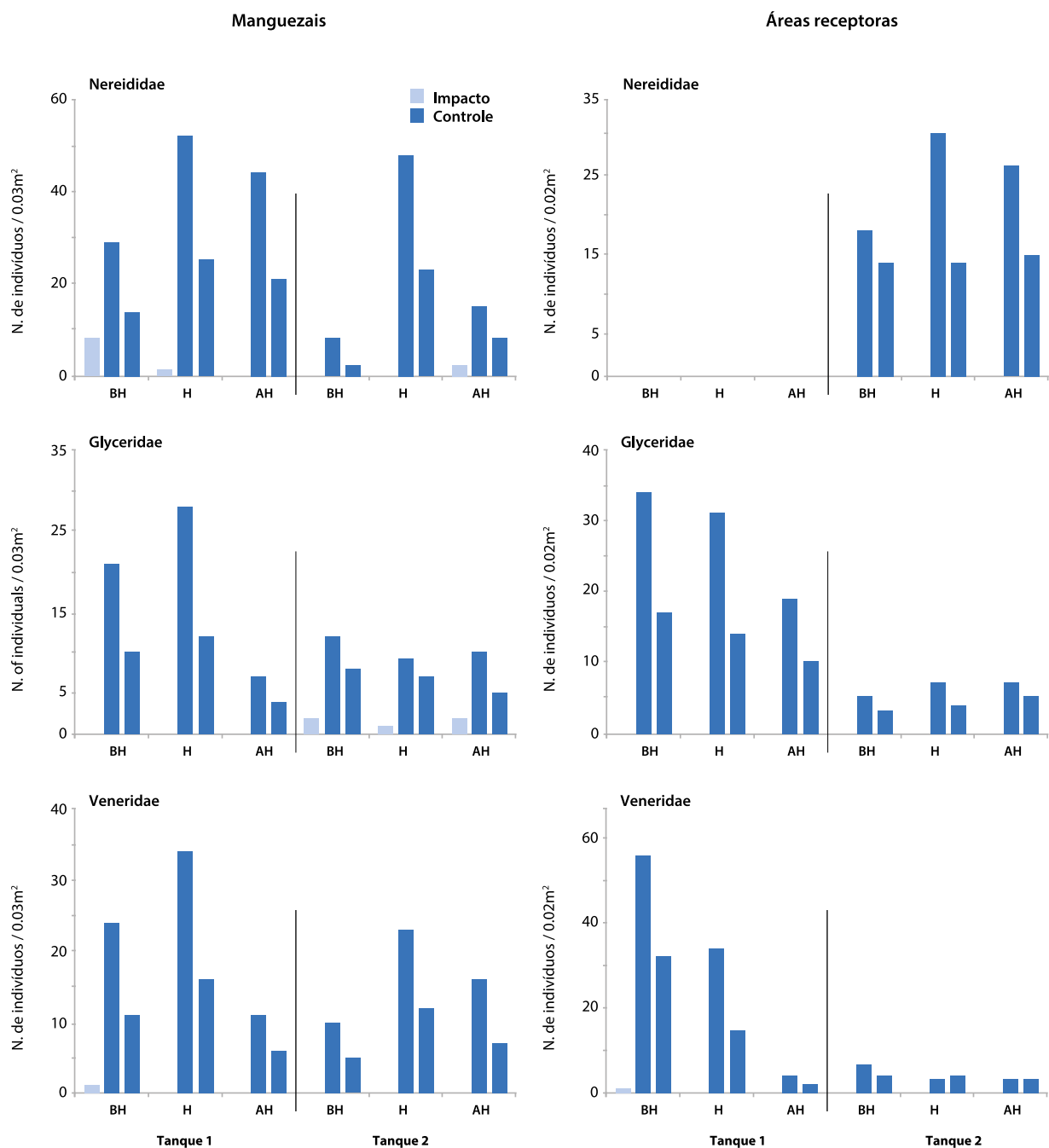


Figura 13. Abundância de indivíduos para as principais famílias de macrofauna bentônica dos manguezais e áreas receptoras de carcinicultura em Açupe (I) e áreas controle (C1 e C2) para o período antes da despesca (BH), durante a despesca (H) e depois da despesca (AH)
 Fonte: modificado de Ribeiro e colaboradores (2016).

Dados químicos e biológicos combinados produziram uma melhor descrição da qualidade e impactos dos ambientes avaliados. Os serviços ecológicos associados aos manguezais onde os tanques de cultivo foram construídos são negativamente afetados pela presença de carcinoculturas. Visto que o cultivo de camarão é uma atividade crescente na BTS e considerando todos os potenciais impactos associados à esta atividade é fundamental que melhores práticas sejam implementadas nos processos de cultivo. Ademais, existe um grande número de fazendas de camarão na BTS não legalizadas, cujas práticas, incluindo o tipo de alimentação, uso de fertilizantes, fármacos e outros suprimentos são desconhecidas e, portanto, requerem uma regulamentação adequada.

Recomendações e perspectivas

Os contaminantes emergentes, incluindo aqueles que causam interferência endócrina, são emitidos para o ambiente principalmente por (numerosas e distintas) fontes antropogênicas e distribuem-se por todos os compartimentos (hidrosfera, atmosfera e litosfera). Embora nos últimos anos vêm sendo observados grandes avanços analíticos no que se refere tanto aos métodos de preparo de amostras quanto aos sistemas de detecção para a análise de substâncias traço, estima-se que uma grande quantidade de contaminantes ainda não tem sido detectada no ambiente. Estes necessitam ser identificados e quantificados em matrizes ambientais variadas, tais como sedimentos e tecidos biológicos.

Novos compostos considerados “emergentes” vêm sendo desenvolvidos e utilizados nos setores industriais, farmacêuticos e saúde em geral, de agricultura e aquicultura. Esses vêm sendo criados mais rapidamente do que a evolução dos sistemas de análise. Isso se deve, em parte, a necessidade de atender as demandas crescentes de bem-estar da humanidade. Entretanto, parte do problema ambiental está no desenvolvimento acelerado, registro e uso de novas substâncias sem a devida análise do ciclo de vida e de risco ambiental. Logo, apesar do número cada vez maior de estudos disponíveis na literatura sobre ocorrência e distribuição de contaminantes emergentes no ambiente em várias partes do mundo, ainda existem muitas lacunas a serem preenchidas. Aponta-se para a urgente aquisição de dados robustos sobre possíveis comportamentos, processos controladores e distribuição dos IE e outras classes de contaminantes emergentes, estudos de bioacumulação e biomagnificação ao longo da cadeia trófica, bem como estudos toxicológicos. O entendimento sobre os IE e outros micropoluentes de relevância ambiental está muito longe de ser completo ou mesmo bem compreendido.

Em regiões costeiras, a emissão de IE e outros micropoluentes acontece principalmente devido ao esgoto doméstico e/ou industrial que acaba sendo liberado

em águas superficiais, passando por regiões estuarinas e eventualmente chegando aos oceanos. Uma vez que o sistema de tratamento de esgoto convencional não é suficiente para degradar IE e outros compostos emergentes presentes nos efluentes, torna-se também urgente o desenvolvimento de etapas adicionais de tratamento de esgoto que sejam mais eficientes, possivelmente empregando técnicas alternativas, tais como métodos oxidativos avançados (e.g., o método de Fenton ou foto-Fenton), emprego de biorreatores, ou da biodegradação empregando microrganismos (bactérias, fungos, enzimas e leveduras) adequados para mineralizar moléculas de diferentes classes de substâncias, que sejam viáveis economicamente para serem adicionadas aos sistemas convencionais. Desse modo, ao empregar métodos mais eficientes de tratamento capazes de degradar uma taxa maior de IE, os efluentes das estações de tratamento iriam emitir níveis menores de contaminantes e os sistemas aquáticos costeiros passariam a receber quantidades inferiores desses compostos. Desta forma, a influência dos IE e outros contaminantes emergentes seriam menores e a possibilidade destes exercerem efeitos adversos à biota poderia ser diminuída em longos períodos de tempo.

Outra abordagem interessante para mitigar as pressões sofridas pelo ambiente devido à emissão de quantidades cada vez mais crescente de IE seriam os tratamentos de biorremediação elaborados de maneira sustentável. A biorremediação pode envolver uma etapa de degradação dos IE e outros micropoluentes por microrganismos, sejam eles bactérias, fungos, enzimas ou leveduras capazes de degradar esses compostos com elevada persistência, transformando esses compostos orgânicos de relativa complexidade em CO_2 e H_2O (processo de mineralização). Apesar da maior parte desses compostos normalmente sintéticos não possuírem rotas naturais para serem degradados, atualmente vêm sendo isoladas cepas de bactérias e outros microrganismos que se desenvolveram em ambientes altamente impactados por IE, como por exemplo, em lodo de estação de tratamento de esgoto, na tentativa destes terem se tornado especializados em degradar os IE. Há estudos que relatam resultados importantes de testes de microrganismos que biodegradam ftalatos *in vitro* (BENJAMIN et al., 2015 e referências citadas neste) que potencialmente poderiam funcionar para outras classes de compostos no ambiente. Os resultados são promissores, mas ainda são necessários estudos adicionais para expandir as possibilidades no futuro. Alternativamente, poderiam ser desenvolvidos novos microrganismos modificados geneticamente para biodegradar IE nas mais diferentes condições ou meios. Associada à perspectiva de microrganismos modificados geneticamente ou isolados de rejeitos, outro desafio seria a discussão e criação de regras e políticas regulatórias para criação e manipulação cuidadosa para que os próprios microrganismos não se tornem, no futuro, risco ao meio ambiente por proliferação desenfreada.

A perspectiva de que as atividades antrópicas na BTS continuem crescendo de maneira desordenada e sem os requisitos necessários para minimizar e/ou mitigar os impactos inerentes a cada setor produtivo é grande. A indústria da carcinicultura é um exemplo de atividade que precisa ser urgentemente regularizada e fiscalizada para reduzir os potenciais efeitos negativos de ordem socioeconômica e ambiental. Algumas medidas remediadoras testadas já apresentaram resultados satisfatórios, tornando essa atividade menos poluidora. Entre as alternativas mais sofisticadas e utilizadas na carcinicultura destacam-se a Biorremediação (MILANESE et al., 2003), o Sistemas de Recirculação de Água (GUTIERREZ-WING; MALONE, 2006) e a Tecnologia de Bio-Flocos. (BURFORD et al., 2003)

Atualmente essas técnicas são restritas a grandes fazendas de cultivo devido à necessidade de elevado capital para sua implementação. Entretanto, investimentos em pesquisas no setor de tecnologia e inovação têm barateado o custo de implementação, tornando, aos poucos, essas tecnologias mais acessíveis e disponíveis também para os médios e pequenos produtores.

Outro problema que precisa ser rapidamente abordado é o aumento no número de fazendas de eucalipto que, utilizam sulfluramida para conter a formiga de corte. Apesar de o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2015b) afirmar que o uso de PFAAs em iscas formicidas à base de sulfluramida consta em primeiro lugar na lista de prioridades no plano de ação para gestão dos novos poluentes orgânicos persistentes, há uma resistência muito grande por parte dos produtores em utilizar produtos alternativos por apresentarem custo mais elevado que a sulfluramida.

Finalmente, é preciso enfatizar que a avaliação da qualidade de um ambiente não pode ser restrita a determinação da concentração de contaminantes. Estudos de avaliação de impactos devem empregar linhas de múltiplas evidências, as quais combinam dados químicos, biológicos e ecotoxicológicos para identificar e quantificar impactos ambientais e possíveis comprometimentos dos serviços ecológicos providos por ecossistemas costeiros.

Referências

ANDRADE, R. L. B. et al. Chronology of anthropogenic impacts reconstructed from sediment records of trace metals and Pb isotopes in Todos os Santos Bay (NE Brazil). *Marine Pollution Bulletin*, Aug. 2017. Available in: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.053>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO; BRASIL. Ministério da Pesca. *Levantamento da infraestrutura produtiva e dos aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais da carcinicultura marinha no Brasil em 2011, Convênio ABCC/MPA nº 756578/2011*. Natal, Rio Grande do Norte, 2013.

- ARDITSOGLOU, A.; VOUTSA, D. Occurrence and partitioning of endocrine-disrupting compounds in the marine environment of Thermaikos Gulf, Northern Aegean Sea, Greece. *Marine Pollution Bulletin*, v. 64, p. 2443-2452, 2012.
- AVENDAÑO, S. M.; LIU, J. Production of PFOS from aerobic soil biotransformation of two perfluoroalkyl sulfonamide derivatives. *Chemosphere*, v. 119, p. 1084-1090, 2015.
- BARROS, F. et al. The structure of the benthic macrofaunal assemblages and sediments characteristics of the Paraguaçu estuarine system, NE, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 78, p. 753-762, 2008.
- BARTOLOMÉ, L. et al. Distribution of organic microcontaminants, butyltins, and metals in mussels from the estuary of Bilbao. *Archives Environmental Contamination and Toxicology*, v. 59, n. 2, p. 244-254, 2010.
- BASHEER, C.; LEE, H. K.; TAN, K. S. Endocrine disrupting alkylphenols and bisphenol-A in coastal waters and supermarket seafood from Singapore. *Marine Pollution Bulletin*, v. 48, p. 1161-1167, 2004.
- BENJAMIN, S. et al. A monograph on the remediation of hazardous phthalates. *Journal of Hazardous Materials*, v. 298, p. 58-72, 2015.
- BENSKIN, J. P. et al. Perfluoroalkyl acids in the atlantic and Canadian arctic oceans. *Environmental Science & Technology*, v. 46, p. 5815-5823, 2012.
- BERTIN, A.; INOSTROZA, P. A.; QUIÑONES, R. A. Estrogen pollution in a highly productive ecosystem off central-south Chile. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, p. 1530-1537, 2011.
- BIAN, H. et al. Spatial distribution and deposition history of nonylphenol and bisphenol A in sediments from the Changjiang River (Yangtze River) Estuary and its adjacent East China Sea. *Acta Oceanologica Sinica*, 29, 44-51, 2010.
- BLYTHE, J.; FLAHERTY, M.; MURRAY, G. Vulnerability of coastal livelihoods to shrimp farming: Insights from Mozambique. *Ambio*, v. 44, p. 275-284, 2015.
- BOITSOV, S.; MJØS, S. A.; MEIER, S. Identification of estrogen-like alkylphenols in produced water from offshore oil installations. *Marine Environmental Research*, v. 64, p. 651-665, 2007.
- BOURNAZEL, J. et al. The impacts of shrimp farming on land-use and carbon storage around Puttalam lagoon, Sri Lanka. *Ocean & Coastal Management*, n. 113, p. 18-28, 2015.
- BOUZAS, A. et al. Alkylphenols and polycyclic aromatic hydrocarbons in eastern Mediterranean Spanish coastal marine bivalves. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 176, p. 169-181, 2011.
- BRAGA, O. et al. Steroid estrogens in ocean sediments. *Chemosphere*, v. 61, p. 827-833, 2005.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Inventário Nacional de Novos Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) de uso industrial*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2015a.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Plano de Ação para a gestão dos Novos Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) de uso industrial - Convenção de Estocolmo*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2015b.
- BUCHMAN, M. F. *NOAA Screening Quick Reference Tables*. Seattle, Wa: Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 2008.
- BUCK, R. C. et al. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: Terminology, classification, and origins. *Integrated Environmental Assessment and Management*, v. 7, p. 513-541, 2011.
- BURFORD, M. A. et al. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*, v. 219, p. 393-411, 2003.
- BURRIDGE, L. et al. *Chemical use in salmon aquaculture: A review of current practices and possible environmental effects*, *Aquaculture*, v. 306, p. 7-23, 2010. Doi:10.1016/j.aquaculture.2010.05.020
- CAI, M. et al. Per- and polyfluoroalkyl substances in snow, lake, surface runoff water and coastal seawater in Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica. *Journal of Hazardous Materials*, v. 209-210, p. 335-342, 2012a.
- CAI, M. et al. Spatial distribution of per- and polyfluoroalkyl compounds in coastal waters from the East to South China Sea. *Environmental Pollution*, v. 161, p. 162-169, 2012b.
- CALIMAN, F. A.; GAVRILESCU, M. Pharmaceuticals, personal care products and endocrine disrupting agents in the environment - A review. *Clean - Soil, Air, Water*, v. 37, p. 277-303, 2009.
- CARGOUËT, M. et al. Assessment of river contamination by estrogenic compounds in Paris area (France). *The Science of the Total Environment*, v. 324, p. 55-66, 2004.
- CASATTA, N. et al. Tracing endocrine disrupting chemicals in a coastal lagoon (Sacca di Goro, Italy): Sediment contamination and bioaccumulation in Manila clams. *The Science of the Total Environment*, v. 511, p. 214-222, 2015.
- CHAPMAN, P. Future challenges for marine pollution monitoring and assessment. *Marine Pollution Bulletin*, v. 95, p. 1-2, 2015.
- CHENG, C.-Y.; LIU, L.-L.; DING, W.-H. Occurrence and seasonal variation of alkylphenols in marine organisms from the coast of Taiwan. *Chemosphere*, v. 65, p. 2152- 2159, 2006.
- CHENG, Z. et al. Risk assessments of human exposure to bioaccessible phthalate esters through market fish consumption. *Environment International*, v. 57/58, p. 75-80, 2013.

- CHOU, C. L. et al. Aquaculture-related trace metals in sediments and lobsters and relevance to environmental monitoring program ratings for near-field effects. *Marine Pollution Bulletin*, v. 44, p. 1259-1268, 2002.
- CLARA, M. et al. Occurrence of phthalates in surface runoff, untreated and treated wastewater and fate during wastewater treatment. *Chemosphere*, v. 78, n. 9, p. 1078-1084, 2012.
- COLIN, N. et al. Ecological relevance of biomarkers in monitoring studies of macro-vertebrates and fish in Mediterranean rivers. *The Science of the Total Environment*, v. 540, p. 307-323, 2016.
- COOK, S. M. et al. Life cycle comparison of environmental emissions from three disposal options for unused pharmaceuticals. *Environmental Science & Technology*, v. 46, n. 10, p. 5535-5541, 2012.
- COTRIM, G. *Interferentes endócrinos em ambientes estuarinos*. 2015. Tese (Doutorado em Energia e Ambiente) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.
- COTRIM, G. et al. Endocrine disruptors: strategies for determination and occurrence in marine environments. *Journal of Gerenciamento Costeiro Integrado*, v. 16, n. 3, p. 299-326, 2016.
- CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, v. 41, p. 17-18. 2000.
- DAHMS, H. U. The grand challenges in marine pollution research. *Frontiers in Marine Science*, v. 1, p. 1-5, 2014.
- DARGNAT, C. et al. Phthalate removal throughout wastewater treatment plant. Case study of Marne Aval station (France). *The Science of the Total Environment*, v. 407, n. 4, p. 1235-1244, 2009.
- DE SOUZA, M. M.; WINDMÖLLER, C. C.; HATJE, V. Shellfish from Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil: Treat or threat? *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 10, p. 2254-2263, 2011.
- DEBLONDE, T.; COSSU-LEGUILLE, C.; HARTEMANN, P. Emerging pollutants in wastewater : A review of the literature. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 214, n. 6, p. 442-448, 2011.
- DE LOS RÍOS, A. et al. Assessment of the effects of a marine urban outfall discharge on caged mussels using chemical and biomarker analysis. *Marine Pollution Bulletin*, v. 64, n. 3, p. 563-573, 2012.
- DESBROW, C. et al. Identification of Estrogenic Chemicals in STW Effluent . 1 . Chemical Fractionation and in Vitro Biological Screening. *Environmental Science & Technology*, v. 32, p. 1549-1558, 1998.
- DIEHL, J. et al. The distribution of 4- nonylphenol in marine organisms of North American Pacific Coast estuaries. *Chemosphere*, v. 87, n. 5, p. 490-497, 2012.

- DODDS, E. C.; LAWSON, W. Molecular Structure in Relation to Oestrogenic Activity. Compounds without a Phenanthrene Nucleus. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, v. 125, n. 839, p. 222-232, 1938.
- DOYLE, R.W. Inbreeding and disease in tropical shrimp aquaculture: a reappraisal and caution. *Aquaculture Research*, v. 47, p. 1-15, 2014.
- DUAN, X. et al. Exposure Measurement and Health Risk Assessment of Human Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. *Environmental Science Press*. 2011.
- EÇA, G. F.; PEDREIRA, R., A. M.; HATJE, V. Trace and major elements distribution and transfer within a benthic system: Polychaete *Chaetopterus variopedatus*, commensal crab *Polyonyx gibbesi*, worm tube, and sediments. *Marine Pollution Bulletin*, v. 74, n. 1, p. 32-41, 2013.
- EUROPEAN CHEMICALS AGENCY. *Pre-registered substances*, 2015. Disponível em: <<http://echa.europa.eu/information-on-chemicals/pre-registered-substances>> Acesso em: 20 maio 2016.
- EMNET, P. et al. Personal care products and steroid hormones in the Antarctic coastal environment associated with two Antarctic research stations, McMurdo and Scott Base. *Environmental Research*, v. 136, p. 331-342, 2015.
- EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL. Establishing a framework for community action in the field of environmental policy, Directive 2008/56/EC of the European Parliament and the Council of 17 June 2008. Doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL. Directive 2008/56/EC of the European Parliament and the Council of 17 June 2008. Establishing a framework for community action in the field of environmental policy Available in: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0056>>. Access: 22 Aug. 2017.
- FAHNING, C. S. Ocorrência de interferentes endócrinos em organismos marinhos. 85 f. 2016. Tese (Doutorado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, 2016.
- FERGUSON, P. L.; IDEN, C. R.; BROWNAWELL, B. J. Analysis of alkylphenol ethoxylate metabolites in the aquatic environment using liquid chromatography-electrospray mass spectrometry. *Analytical Chemistry*, v. 72, p. 4322-4330, 2000.
- FERGUSON, P. L.; IDEN, C. R.; BROWNAWELL, B. J. Distribution and Fate of Neutral Alkylphenol Ethoxylate Metabolites in a Sewage-Impacted Urban Estuary. *Environmental Science & Technology*, v. 35, p. 2428-2435, 2001.
- FREITAS, U. et al. Influence of shrimp cultivation on the benthic metabolism and water quality. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, p. 293-301, 2008.

FROEHNER, S. et al. Occurrence of Sexual Hormones in Sediments of Mangrove in Brazil. *Water, Air, & Soil Pollution*, v. 219, p. 591-599, 2011.

FUKAZAWA, H. et al. Formation of Chlorinated Derivatives of Bisphenol A in Waste Paper Recycling Plants and Their Estrogenic Activities. *Journal Health Science*, v. 48, n. 3, p. 242-249, 2002.

FULLER, P. L. et al. Invasion of Asian tiger shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius, 1798, in the western north Atlantic and Gulf of Mexico. *Aquatic Invasions*, v. 9, n. 1, p. 59-70, 2014.

GAVRILESCU, M. et al. Emerging pollutants in the environment: Present and future challenges in biomonitoring, ecological risks and bioremediation. *New Biotechnology*, v. 32, n. 1, p. 147-156, 2015.

GILES, H. Using Bayesian networks to examine consistent trends in fish farm benthic impact studies. *Aquaculture*, v. 274, n. 2, p. 181-195, 2008.

GILLJAM, J. L. et al. Is Ongoing Sulfluramid Use in South America a Significant Source of Perfluorooctanesulfonate (PFOS)? Production Inventories, Environmental Fate, and Local Occurrence. *Environmental Science Technology*, v. 50, n. 2, 2015.

GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE. *Observations on Improving the Toxic Substances Control Act*. 2009. Disponível em: <<http://www.gao.gov/assets/130/123792.pdf>>. Acesso em: jul. 2017.

GRASLUND, S.; BENGTSSON, B. Chemicals and biological products used in south-east Asian shrimp farming, and their potential impact on the environment - a review. *The Science of the Total Environment*, v. 280, n. 1-3, p. 93-131, 2001.

GRIGORAKIS, K.; RIGOS, G. Aquaculture effects on environmental and public welfare - The case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere*, v. 85, n. 6, p. 899-919, 2011.

GUTIERREZ-WING, M. T.; MALONE, R. F. Biological filters in aquaculture: Trends and research directions for freshwater and marine applications. *Aquacultural Engineering*, v. 34, n. 3, p. 163-171, 2006.

GU, Y. et al. Characteristics of the alkylphenol and bisphenol A distributions in marine organisms and implications for human health: A case study of the East China Sea. *The Science of the Total Environment*, v. 539, p. 460-469, 2016.

GÜVEN, K. C.; COBAN, B. Phthalate pollution in fish *Sarda sarda*, *Engraulis encrasicolus*, *Mullus surmuletus*, *Merlangius merlangus* and shrimp *Parapenaeus longirostris*. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, v. 19, n. 2, p. 185-189, 2013.

HA, T. T. P.; Van DIJK, H.; VISSER, L. Impacts of changes in mangrove forest management practices on forest accessibility and livelihood: A case study in mangrove-shrimp farming system in Ca Mau Province, Mekong Delta, Vietnam. *Land use policy*, v. 36, p. 89-101, 2014.

HATJE, V.; ANDRADE, J. B. de. *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*. Salvador: EDUFBA, 2009.

HATJE, V.; BARROS, F. Overview of the 20th century impact of trace metal contamination in the estuaries of Todos os Santos Bay: Past, present and future scenarios. *Marine Pollution Bulletin*, v. 64, n. 11, p. 2603-2614, 2012.

HATJE, V. et al. Trace metal contamination and benthic assemblages in Subaé estuarine system, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 52, p. 982-987, 2006.

HATJE, V. et al. Contaminação Química. In: HATJE, V.; ANDRADE, J. B. de. (Ed.). *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 244-297.

HATJE, V.; COSTA, M. F. da; COTRIM DA CUNHA, L. Oceanografia e Química: unindo conhecimentos em prol dos oceanos e da sociedade. *Química Nova*, v. 36, n. 10, p. 1236-1241, 2013.

HATJE, V. et al. Detection of environmental impacts of shrimp farming through multiple lines of evidence. *Environmental Pollution*, v. 16, p. 30544-9, 2016.

HERBECK, L. S. et al. Effluent, nutrient and organic matter export from shrimp and fish ponds causing eutrophication in coastal and back-reef waters of NE Hainan, tropical China. *Continental Shelf Research*, v. 57, p. 92-104, 2013.

HIRAI, N. et al. Feminization of Japanese medaka (*Oryzias latipes*) exposed to 17beta-estradiol: effect of exposure period on spawning performance in sex-transformed females. *Aquatic Toxicology*, v. 79, n. 3, p. 288-295, 2006.

HOWARD, J. et al. *Coastal Blue Carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrass meadows*. Arlington, Virginia, USA: Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission, International Union for Conservation of Nature (UNESCO), 2014.

HUERTA, B. et al. Development of an extraction and purification method of the determination of multi-class pharmaceuticals and endocrine disruptors in freshwater invertebrates. *Talanta*, v. 132, p. 373-381, 2015.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE (BA). *Mapeamento de empreendimentos de carcinocultura no litoral baiano*. Salvador: IMA, 2009.

ISOBE, T. et al. Horizontal distribution of steroid estrogens in surface sediments in Tokyo Bay. *Environmental Pollution*, v. 144, n. 2, p. 632-638, 2006.

ISOBE, T. et al. Distribution and behavior of nonylphenol, octylphenol, and nonylphenol monoethoxylate in Tokyo metropolitan area: their association with aquatic particles and sedimentary distributions. *Environmental Science & Technology*, v. 35, n. 6, p. 1041-1049, 2001.

ISOLBE, T. et al. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and phenolic endocrine disrupting chemicals in South and Southeast Asian mussels. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 135, n. 423, p. 423-440.

- JONKERS, N.; LAANE, R. W. P. M.; DE VOOGT, P. Fate of nonylphenol ethoxylates and their metabolites in two Dutch estuaries: evidence of biodegradation in the field. *Environmental Science & Technology*, v. 37, n. 18, p. 321-327, 2003.
- JONKERS, N. et al. Mass flows of endocrine disruptors in the Glatt River during varying weather conditions. *Environmental Pollution*, v. 157, n. 5, p. 714-23, 2009.
- JURGENS, M. D. et al. The potential for estradiol and ethinylestradiol degradation in English Rivers. *Environmental Toxicology and Chemistry / SETAC*, v. 21, p. 480-488, 2002.
- KABIR, E. R.; RHAMNA, M. S.; RHANMAN, I. A review on endocrine disruptors and their possible impacts on human health. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, v. 40, n. 1, p. 241-258, 2015.
- KHIM, J. S. et al. Characterization and Distribution of Trace Organic Contaminants in Sediment from Masan Bay, Korea . 1. Instrumental Analysis. *Environmental Science & Technology*, v. 33, p. 4199-4205, 1999.
- KOH, C. et al. Characterization of trace organic contaminants in marine sediment from Yeongil Bay, Korea: 1. Instrumental analyses. *Environmental Pollution*, v. 142, n. 1, p. 39-47, 2006.
- KUMAR, K. S. et al. Contamination profiles of heavy metals, organochlorine pesticides, polycyclic aromatic hydrocarbons and alkylphenols in sediment and oyster collected from marsh / estuarine Savannah GA, USA. *Marine Pollution Bulletin*, v. 56, n. 1, p. 136-149, 2008.
- KRULL, M. et al. Integrated assessment of metal contamination in sediments from two tropical estuaries. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 106C, p. 195-203, 2014.
- LAU, C. et al. Perfluoroalkyl acids: A review of monitoring and toxicological findings. *Toxicological sciences: an official journal of the Society of Toxicology*, v. 99, n. 2, p. 366-394, 2007.
- LAHNSTEINER, F. et al. The effect of 4-nonylphenol on semen quality, viability of gametes, fertilization success, and embryo and larvae survival in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology*, v. 71, n. 4, p. 297-306, 2005.
- LEE, C.-C. et al. Characteristics of nonylphenol and bisphenol A accumulation by fish and implications for ecological and human health. *The Science of the Total Environment*, v. 502, p. 417-425, 2015.
- LEE, L. S. et al. Sorption and dissipation of testosterone, estrogens, and their primary transformation products in soils and sediment. *Environmental Science & Technology*, v. 37, n. 18, p. 4098-4105, 2003.
- LEITE, A. S. Influence of proximity to an urban center in the pattern of contamination by marine debris. *Marine Pollution Bulletin*, v. 81, n. 1, p. 242-247, 2014.

- LEONEL, J. et al. A baseline study of perfluorochemicals in Franciscana dolphin and Subantarctic fur seal from coastal waters of Southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 56, n. 4, p. 778-781, 2008.
- LI, W. C. Occurrence, sources, and fate of pharmaceuticals in aquatic environment and soil. *Environmental Pollution*, v. 187C, p. 193-201, 2004.
- LI, J. et al. Analysis of phthalates via HPLC-UV in environmental water samples after concentration by solid-phase extraction using ionic liquid mixed hemimicelles. *Talanta*, v. 74, n. 4, p. 498-504, 2008.
- LIANG, D. W. Phthalates biodegradation in the environment. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 80, n. 2, p. 183-198, 2008.
- LINTELMANN, J. Endocrine disruptors in the environment (IUPAC technical report). *Pure and Applied Chemistry*, v. 75, n. 5, p. 631-681, 2003.
- LIU, J. et al. Distribution and bioaccumulation of steroidal and phenolic endocrine disrupting chemicals in wild fish species from Dianchi Lake, China. *Environmental Pollution*, v. 159, n. 10, p. 2815-2822, 2011.
- MARIUSSEN, E. Neurotoxic effects of perfluoroalkylated compounds: Mechanisms of action and environmental relevance. *Archives of Toxicology*, v. 86, n. 9, p. 1349-1367, 2012.
- MARTIN, J. M.; MEYBECK, M. Elemental mass-balance of material carried by major world rivers. *Marine Chemistry*, v. 7, n. 3, p. 173-206, 1979.
- MARTÍNEZ, M. L. et al. The coasts of our world: Ecological, economic and social importance. *Ecological Economics*, v. 63, n. 2,3, p. 254-272, 2007.
- MATSUMOTO, M.; HIRATA-KOIZUMI, M.; EMA, M. Potential adverse effects of phthalic acid esters on human health: A review of recent studies on reproduction. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, v. 50, n. 1, p. 37-49, 2008.
- MEYBECK, M. Global analysis of river systems: from Earth system controls to Anthropocene syndromes. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, v. 358, n. 1440, p. 1935-55, 2003.
- MIÈGE, C. et al. Occurrence of priority and emerging organic compounds in fishes from the Rhone River (France). *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 404, n. 9, p. 2721-2735, 2012.
- MILANESE, M. et al. The marine sponge *Chondrilla nucula* Schmidt, 1862 as an elective candidate for bioremediation in integrated aquaculture. *Biomolecular Engineering*, v. 20, n. 4, 6, p. 363-368, 2003.
- MILLIGAN, S. R.; BALASUBRAMANIAN, A. V.; KALITA, J. C. Relative potency of xenobiotic estrogens in an acute in vivo mammalian assay. *Environmental Health Perspectives*, v. 106, p. 23-26, 1998.
- MILLIMAN, J. D.; FARNSWORTH, K. L. *River discharge to the coastal ocean: A global synthesis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. Doi:10.1017/CBO9780511781247

- NET, S. et al. Occurrence, fate, behavior and ecotoxicological state of phthalates in different environmental matrices. *Environmental Science & Technology*, v. 49, n. 7, p. 4019-4035, 2015.
- NURULNADIA, M. Y. et al. Accumulation of endocrine disrupting chemicals (EDCs) in the polychaete *Paraprionospio* sp., from the Yodo River mouth, Osaka Bay, Japan. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 186, n. 3, p. 1453-1463, 2014.
- OLSEN, Y. How can mariculture better help feed humanity? *Frontiers in Marine Science*, v. 2, n. 46, 2009-2012, 2015.
- OLUJIMI, O. O. et al. Chemical monitoring and temporal variation in levels of endocrine disrupting chemicals (priority phenols and phthalate esters) from selected wastewater treatment plant and freshwater systems in Republic of South Africa. *Microchemical Journal*, v. 101, p. 11-23, 2012.
- PÁEZ-OSUNA, F. et al. Shrimp aquaculture development and the environment in the Gulf of California ecoregion. *Marine Pollution Bulletin*, v. 46, n. 7, p. 806-815, 2003.
- PAL, A. et al. Impacts of emerging organic contaminants on freshwater resources: review of recent occurrences, sources, fate and effects. *Science of The Total Environment*, v. 408, n. 24, p. 6062-6069.
- PAL, A. et al. Emerging contaminants of public health significance as water quality indicator compounds in the urban water cycle. *Environment International*, v. 71, p. 46-62.
- PAWLOWSKI, S. et al. Effects of 17-ethinylestradiol in a fathead minnow (*Pimephales promelas*) gonadal recrudescence assay. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 57, n. 3, p. 330-345, 2004.
- PÉREZ-FEÁS, C.; BARCIELA-ALONSO, M.C.; BERMEJO-BARRERA, P. Presence of phthalates in contact lens and cleaning solutions. *Microchemical Journal*, v. 99, n. 1, p. 108-113, 2011.
- PERGENT, G. et al. Preliminary data on the impact of fish farming facilities on *Posidonia oceanica* meadows in the Mediterranean. *Oceanologica Acta*, v. 22, n. 1, p. 95-107, 1999.
- PETROVIC, M. et al. Occurrence and distribution of nonionic surfactants, their degradation products, and linear alkylbenzene sulfonates in coastal waters and sediments in Spain. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 21, p. 37-46, 2002.
- PLAHUTA, M. et al. Adverse effects of bisphenol A on water louse (*Asellus aquaticus*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 117, p. 81-88, 2015.
Doi: 10.1016/j.ecoenv.2015.03.031.
- POJANA, G. et al. Natural and synthetic endocrine disrupting compounds (EDCs) in water, sediment and biota of a coastal lagoon. *Environment International*, v. 33, n. 7, p. 929-936, 2007.

- POLIDORO, B. A. et al. The loss of species: Mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoS One*, v. 5, n. 4, p. 10095, 2010.
- PURDOM, C. E. et al. Estrogenic effects of effluents from sewage treatment works. *Journal of Chemical Ecology*, v. 8, n. 4, p. 275-285, 1994.
- PUY-AZURMENDI, E. et al. An integrated study of endocrine disruptors in sediments and reproduction-related parameters in bivalve molluscs from the Biosphere's Reserve of Urdaibai (Bay of Biscay). *Marine Environmental Research*, v. 69, p. S63-S66, 2010.
- RIBEIRO, L. F. *Impacto da carcinicultura na biogeoquímica e estrutura das assembleias bentônicas na Baía de Todos os Santos*. 2015. Tese (Doutorado em Ecologia e Biomonitoramento) - Universidade Federal da Bahia, 2015.
- RIBEIRO, L. F. et al. Impacts of shrimp farming cultivation cycles on macrobenthic assemblages and chemistry of sediments. *Environmental Pollution*, v. 211, p. 307-315, 2016.
- RICHARDSON, S. D.; TERNES, T. A. Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Issues. *Analytical Chemistry*, v. 86, n. 6, p. 2813-2848, 2014.
- SÁNCHEZ-AVILA, J. et al. Development of a multi-residue method for the determination of organic micropollutants in water, sediment and mussels using gas chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, v. 1218, n. 38, p. 6799-6811, 2011.
- SAPKOTA, A. et al. Aquaculture practices and potential human health risks: Current knowledge and future priorities. *Environment International*, v. 34, n. 8, p. 1215-1226, 2008.
- SCHLENK, D. et al. In vivo bioassay-guided fractionation of marine sediment extracts from the southern california bight , usa , for estrogenic activity. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 24, p. 2820-2826, 2005.
- SENARATH, U.; VISVANATHAN, C. Environmental issues in brackish water shrimp aquaculture in Sri Lanka. *Environmental Management*, v. 27, n. 3, p. 335-348, 2001.
- SMITH, V. H. Responses of estuarine and coastal marine phytoplankton to nitrogen and phosphorus enrichment. *Limnology Oceanography*, v. 51, n. 1, p. 377-384, 2006.
- SOLÉ, M. et al. Estrogenicity Determination in Sewage Treatment Plants and Surface Waters from the Catalanian Area (NE Spain). *Environmental Science & Technology*, v. 34, n. 24, p. 5076-5083, 2000.
- SOUZA, M. C. M. B. N. de. *Impacto de efluentes de carciniculturas na qualidade de água e sedimento: Baía de Todos os Santos, Bahia , Brasil*. 48 p. 2013. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

SOUZA, M. M. de; WINDMÖLLER, C. C.; HATJE, V. Shellfish from Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil: Treat or threat. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62 p. 2254-2263, 2011. Corrigendum to: *Marine Pollution Bulletin*, v. 88, n. 1/2, p. 401, 2014.

STAHL, T.; MATTERN, D.; BRUNN, H. Toxicology of perfluorinated compounds. *Environmental Sciences Europe*, v. 23, n. 38, 2011.

STEFFEN, W. et al. The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of Nature? *Ambio*, v. 36, n. 8, p. 614-621, 2007.

STUART, M. Review of risk from potential emerging contaminants in UK groundwater. *Science of The Total Environment*, v. 416, p. 1-21, 2012.

SWAPNA, K. M.; RAJESH, R.; LAKSHMANAN, P. T. Incidence of antibiotic residues in farmed shrimps from the southern states of India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, v. 41, n. 4, p. 344-347, 2012.

THUY, H. T. T.; NGA, L. P.; LOAN, T. T. C. Antibiotic contaminants in coastal wetlands from Vietnamese shrimp farming. *Environmental science and pollution research international*, v. 18, n. 6, p. 835-841, 2011.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM. *Global Chemicals Outlook - Towards Sound Management of Chemicals*, 2013. Available in: <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Portals/9/Mainstreaming/GCO/The%20Global%20Chemical%20Outlook_Full%20report_15Feb2013.pdf>

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency (EPA). *Special report on environmental endocrine disruption: an effects assessment and analysis*, EPA/630/R-96/012. Washington DC: US Environmental Protection Agency, 1997.

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency (EPA). *Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final)*. Washington: US Environmental Protection Agency, 2011. p 1-1466.

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency (EPA). *Risk Assessment Guidance for Superfund. Human Health Evaluation Manual Final*. Washington: Office of Emergency and Remedial Response U.S. Environmental Protection Agency, Jul. 2004. (v. 1, Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment).

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency (EPA). *Risk Assessment Guidance for Superfund. Human Health Evaluation Manual (Part A). Interim Final Risk Assessment Guidance for Superfund Human Health Evaluation Manual (Part A) Interim Final*. Washington: Office of Emergency and Remedial Response U.S. Environmental Protection Agency, 1989. v. 1.

VIERS, J.; DUPRE, B.; GAILLARDET, J. Chemical composition of suspended sediments in World Rivers: New insights from a new database. *Science of The Total Environment*, v. 407, n. 2, p. 853-868, 2009.

WANG, J. et al. Nonylphenol in bivalves and sediments in the northeast coast of China. *Journal of Environmental Sciences*, v. 22, n. 11, p. 1735-1740, 2010.

- WATERS, C. N. et al. Can nuclear weapons fallout mark the beginning of the Anthropocene Epoch? *Bulletin of the Atomic Scientists*, v. 71, n. 3, p. 46-57, 2015.
- WATERS, C. N. et al. A stratigraphical basis for the Anthropocene? *Geological Society*, London, v. 395, p. 1-21, 2014.
- WATERS, C. N. et al. The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the *Holocene*. *Science*, v. 351, n. 6269, p. aad2622–1–aad2622–10, 2016.
- YING, G.-G.; WILLIAMS, B.; KOOKANA, R. Environmental fate of alkylphenols and alkylphenol ethoxylates - a review. *Environmental International*. v. 28, n. 3, p. 215-226, July, 2002.
- ZALASIEWICZ, J. et al. The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene. *Anthropocene*, v. 3, p. 4 -7, 2016.
- ZHANG, X. et al. Levels of estrogenic compounds in Xiamen Bay sediment, China. *Marine Pollution Bulletin*, v. 58, n. 8, p. 1210-1216, 2009.
- ZHOU, H. Behaviour of selected endocrine-disrupting chemicals in three sewage treatment plants of Beijing, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 161, n. 1, p. 107-121, 2010.
- ZUO, Y.; ZHANG, K.; DENG, Y. Occurrence and photochemical degradation of 17alpha-ethinylestradiol in Acushnet River Estuary. *Chemosphere*, v. 63, n. 9, p. 1583-1590, 2016.



Taq

Boyp
peba

I: dogfiades

Ilhade
Maz

Ilhade
pauan

I: domolo

TERRAS
DE D.

ALVARO
RODRIGUES

Bahia de
todolosãtos

P: des

6: bracas
de preamar
da goasvina

PCOS
TA

P
A
B

molam
turcos

C
I





Agenda de pesquisa para a Baía de Todos os Santos 2018-2028

Lys Maria Vinhaes Dantas

Vanessa Hatje

Núbia Moura Ribeiro

José Lamartine de Andrade Lima Neto

Introdução

O Projeto Baía de Todos os Santos (BTS)¹ completa dez anos em 2018, um terço dos 30 anos (organizados em “ondas” sucessivas de cinco anos) de duração prevista. Com uma proposta de pesquisa, extensão, inovação e educação, de base multi e interdisciplinar e foco na região do Recôncavo Baiano, em especial na BTS, e atuação interinstitucional, foi possível a produção e sistematização de uma gama de conhecimentos sobre a região.²

O mecanismo de articulação do Projeto BTS foi desenvolvido por meio de uma parceria entre as universidades públicas da Bahia (UFBA, UNEB, UESC, UESB, UEFS, IFBA e UFRB) e contou com a participação de pesquisadores vinculados a diversas áreas, como Química, Oceanografia, Educação, Artes, História e Biologia, e com alunos em todos os níveis de formação, da iniciação científica ao doutorado.

O panorama observado na BTS reflete as ações e escolhas tomadas para a gestão dos municípios e da bacia hidrográfica da Baía e outras tantas decisões ao longo de décadas. Mas que futuro pode ser projetado a médio e longo prazos? Que questões são prioritárias para a pesquisa nos próximos dez anos? Apesar dos esforços empenhados no estudo sistemático da BTS, ainda são desconhecidos muitos dos processos sociais, físicos, químicos e biológicos que ocorrem neste território.

A identificação de lacunas no conhecimento científico, produção de dados e seu uso efetivo nos conduz a melhores decisões políticas e regulatórias. (HOLMES; CLARK, 2008) Tomadores de decisão precisam antecipar quais são as tendências futuras, os problemas, ameaças e oportunidades emergentes, ou seja, é preciso fazer uma prospecção estratégica para balizar o desenvolvimento de regulações e tomadas de decisão. (BENGSTON, 2013) Uma das abordagens utilizadas neste sentido é chamada de *horizon scanning* ou cenário de exploração. (SUTHERLAND; WOODROOF, 2009) O objetivo do cenário de exploração é identificar marcadores importantes de desenvolvimentos futuros de forma que tomadores de decisão possam planejar e agir em escala de tempo apropriada. Com isso, ganha-se tempo para desenvolvimentos tecnológicos e de políticas públicas de maneira que a sociedade não seja surpreendida com mudanças sociais, tecnológicas ou naturais inesperadas. (SUTHERLAND et al., 2015) Os *horizon scanning* são, muitas vezes, realizados com especialistas e pesquisadores e, nesta consulta, são deixados de fora potenciais beneficiários do conhecimento produzido.

.....
¹ Formalizado pelo Convênio 0492008 - Estudo Multidisciplinar do Ambiente Físico da BTS em 2008, entre UFBA, Fapesb e Fapex, que foi sucedido por meio da criação de rede de pesquisa Baías da Bahia, (Fapesb Edital 009/2012-Baías da Bahia).

² Ver o *Relatório de Atividades e produtos 2008-2012* – Programa de Pesquisa Kirimurê/Baía de Todos os Santos. Salvador: UFBA, 2014, para exemplo dos trabalhos desenvolvidos durante a primeira onda do Projeto.

Por outro lado, os tomadores de decisão habitualmente definem uma agenda de políticas públicas em resposta a um conjunto de elementos de pressão e demandas sociais não apenas ligadas a especialistas e pesquisadores. Tal agenda surge a partir de um conjunto de questões consideradas importantes e que poderão ser endereçadas por um programa, uma ação ou orçamento de governo nas esferas municipal, estadual e federal ou por agências de fomento, por exemplo.

Contribuir para a definição de uma agenda de pesquisa implica respeitar sua natureza técnico-política. Não é apenas política porque ela requer fomento governamental, mas principalmente porque o conhecimento dos problemas identificados e a busca de soluções em um contexto de crescente complexidade impactam diretamente a vida da população e a sustentabilidade ambiental. Os aspectos sociais – que envolvem educação, cultura, história, geração de emprego e renda, desenvolvimento local, por exemplo – e ambientais – que lidam com preservação, recursos hídricos, clima, poluição, pesca, serviços ecológicos, dentre outros – não podem mais ser investigados de maneira isolada ou pontual, se a proposta for efetivamente contribuir para a gestão sustentável do território e para a melhoria da qualidade de vida de sua população. Por exemplo, as decisões de banir um determinado produto químico, impedir ou permitir a implantação de um empreendimento de grande porte, legislar sobre a atividade pesqueira, entre tantas outras, têm efeito na futura qualidade do ambiente. Deste modo, os tomadores de decisão, gestores ambientais e a sociedade civil, como um todo, necessitam se municiar de dados das mais diversas naturezas para que sejam tomadas decisões bem informadas, baseadas em evidências científicas robustas sobre as possíveis consequências de cada escolha feita. Se falharmos em identificar os possíveis problemas futuros e em nos preparar para atuar de forma apropriada, podemos incorrer em decisões errôneas de elevado custo social, econômico e ambiental. A ignorância sobre os efeitos do uso de tribuilestano na proteção dos cascos de embarcações, chumbo na gasolina, ou asbestos são exemplos de questões que não foram previamente estudadas antes de sua utilização comercial, o que causou sérios efeitos adversos na saúde humana e/ou no ambiente.

No cenário geral e na BTS, ainda há um distanciamento entre a academia e os tomadores de decisão. Como resultado, muitas ações de gestão pública, em especial a ambiental, são realizadas sem o embasamento científico apropriado. Uma maior aproximação entre os tomadores de decisão/gestores públicos e os pesquisadores do Projeto BTS tem sido foco de uma busca continuada. A ampliação da aproximação será benéfica tanto para a geração de novas políticas e ações de manejo, baseadas em resultados científicos, como também para incentivar a pesquisa de temas fundamentais para as comunidades locais para subsidiar ações de gestão, visando à preservação dos ambientes físico e humano da BTS.

Neste sentido, um cenário de exploração que envolva identificar as questões prioritárias na/sobre a BTS e que contribua para a formação de uma agenda de pesquisa para este território necessita escutar também as comunidades que nela habitam. Para a proposição da Agenda de Pesquisa para a BTS 2018-2028 apresentada neste capítulo, além de considerar os resultados das pesquisas conduzidas durante a primeira década do *Projeto BTS*, foram feitas duas consultas, uma à academia e outra às comunidades locais, de modo a identificar os temas que merecem atenção diferenciada e que devam ter prioridade na próxima década.

Este capítulo está subdividido em cinco seções, além desta breve introdução. A primeira seção defende a realização de pesquisas de longo prazo na/sobre a BTS ao ilustrar um panorama das suas questões socioambientais, de modo a oferecer subsídios sólidos para a tomada de decisão sobre a Baía. Na segunda seção, é apresentado o cenário de exploração construído a partir de consulta a pesquisadores, que atuam na BTS, sobre as dez questões prioritárias para a pesquisa no período 2018-2028. A terceira seção relata expectativas de munícipes de Cruz das Almas, Governador Mangabeira, Maragogipe, São Félix e Cachoeira quanto à demanda por soluções de problemas locais para o mesmo período. Na quarta seção estão listados os dez temas prioritários decorrentes dos cenários indicados por especialistas e comunidades, comentados. Na última seção recomendamos os temas que venham a compor a Agenda de Pesquisa BTS 2018-2028, no escopo do *Projeto BTS*.

Pesquisa na BTS: questões socioambientais e a necessidade de estudos de longo prazo

Existe uma complexa e mutante interação entre a variabilidade dos sistemas naturais e os efeitos humanos no ambiente. Separar os efeitos combinados da variabilidade natural e dos impactos antrópicos produzidos é uma tarefa extremamente difícil. (ELLIOTT; QUINTINO, 2007) A complexidade da interação homem-natureza, por exemplo, através da pesca predatória, da introdução de espécies exóticas e da contaminação das águas da Baía de Todos os Santos por um número cada vez maior de compostos orgânicos e inorgânicos, foi ilustrada nos capítulos 3, 4, e 6 deste livro.

O histórico de alteração do ambiente visando subsidiar a urbanização, a industrialização e o fornecimento de bens e serviços para a sociedade foi registrado nos sedimentos da BTS. (ANDRADE et al., 2017) Foi possível identificar, por meio do estudo de elementos traço e isótopos de chumbo e matéria orgânica, que a mudança do plantio de cana-de-açúcar para o fumo no Recôncavo Baiano causou uma alteração na composição da matéria orgânica na região do estuário do Rio Paraguaçu. A instalação da refinaria Landulfo Alves em 1950, que viria a ser uma

das maiores da América Latina, o término da exclusividade do tráfego marinho e fluvial por meio da instalação de uma ampla malha rodoviária, o desenvolvimento industrial e instalação do porto de Aratu destacam-se entre as atividades que também deixaram registros nos sedimentos da BTS. (ANDRADE et al., 2017) Baseados nesses registros, podemos ver como a opção de desenvolvimento socioeconômico do estado da Bahia variou ao longo do tempo, produzindo assinaturas geoquímicas diferenciadas nos perfis sedimentares a depender das atividades antrópicas desenvolvidas no entorno da Baía. Em algumas regiões da Baía, a fauna e a flora também demonstram que estão sob pressão antrópica, que muitas vezes chega a causar impactos significativos nos ecossistemas costeiros. (EÇA; PEDREIRA; HATJE, 2013; HATJE et al., 2006; HATJE; BARROS, 2012; KRULL et al., 2014; RIBEIRO et al., 2016)

Existem muitos projetos imobiliários, turísticos e urbanísticos com grande potencial para afetar negativamente os ecossistemas e as populações do entorno da Baía, como já ocorreu no passado. Vale também mencionar que, apesar dos esforços do projeto Bahia Azul em reduzir a carga de esgotos que era lançada na Baía nas décadas de 1990 e 2000 (BORJA et al., 2004), muitas comunidades que vivem no Recôncavo Baiano e nas ilhas ainda não dispõem de sistema de coleta de resíduos sólidos e esgoto, os quais são lançados diretamente nas águas da Baía. Ademais, o tratamento dos esgotos em Salvador, terceira metrópole brasileira, conta apenas com um sistema de gradeamento e remoção de areia, enquanto a matéria orgânica dissolvida e muitos compostos químicos orgânicos e inorgânicos, como fármacos, elementos traço, entre tantos outros são lançados por dois emissários submarinos na costa de Salvador. Os impactos do lançamento desses emissários podem ser evidenciados pelas assinaturas de $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, elevadas demandas bioquímicas de oxigênio (ROTH et al., 2015) e anomalias nas concentrações de gadolínio, Gd (PEDREIRA et al., em preparação). Estes exemplos ilustram que nosso horizonte contempla muitas atividades com potencial de degradar os ecossistemas e a saúde das populações costeiras.

Mesmo com este esforço de pesquisa concertado nos últimos anos, a ausência de estudos de longo prazo nos impede hoje de determinar quais são as escalas temporais (*e.g.*, sazonal, decenal) mais importantes no controle da dinâmica dos ecossistemas da Baía. A inexistência desse conhecimento nos impossibilita separar os processos observados no ambiente que são fruto de variações naturais e aqueles que decorrem de ações antrópicas.

O sucesso de estudos de longo prazo pode ser observado em vários campos das ciências em temas amplos, tais como: mudança climática, introdução de espécies exóticas, perda de habitat, alteração de ciclos biogeoquímicos, entre outros. (BORJA et al., 2016) Estes estudos são importantes na identificação de problemas socioambientais desde a escala regional até o nível global. Apesar dos custos

elevados, das questões gerenciais e do enorme trabalho associado à manutenção das redes de pesquisa, estamos convencidos de que estudos de longo prazo são fundamentais na resolução de problemas socioambientais. Estes estudos são necessários, por exemplo, para (i) avaliar como as atividades humanas estão impactando negativamente as condições de um corpo d'água, (ii) identificar quando uma intervenção é necessária para preservar os usos dos ecossistemas, e para (iii) avaliar a eficácia de ações de manejo. (MacDONALD et al., 2009) Alguns exemplos de sucesso de estudos de longo prazo são o banimento do chumbo na gasolina e a posterior diminuição deste contaminante em ambientes continentais e oceânicos.

Cenários de exploração segundo pesquisadores que atuam na BTS

No final da segunda onda do *Projeto BTS*, propusemos o uso de cenários de exploração para identificar as questões prioritárias, em termos de ameaças ou oportunidades, sob a perspectiva da pesquisa científica e da gestão sustentável da BTS. A técnica de cenários de exploração aqui utilizada mesclou alguns aspectos da técnica de cenários aplicada no âmbito empresarial com alguns aspectos da técnica de *brainswriting*, uma modalidade de *brainstorm*. (GEORGHIOU, 2008; MILES; KEENAN; KAIVO-OJA, 2002; PORTER et al., 1991; UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION, 2005) O *brainswriting* e o *brainstorm* visam a produção de ideias sobre um tema, e são realizados de forma livre, estimulando a criatividade, sem críticas. O *brainstorm* normalmente é uma técnica presencial, porém pode ser realizado virtualmente. No *brainswriting* a proposição de ideias sobre um tema é feita por escrito. Em geral, as técnicas de *brainswriting* ou *brainstorm* demandam o uso de alguma técnica posterior para categorização e análise das proposições.

Para o *brainswriting* foi preparado um questionário eletrônico empregando a plataforma *Google Forms*. O objetivo desse questionário foi facilitar a identificação das dez questões científicas prioritárias ou situações-problema que requerem ou necessitarão de investigação científica, nos próximos dez anos, de modo a contribuir com a gestão da BTS, a mitigação dos problemas atuais e a colaborar para a promoção da sustentabilidade e preservação dos seus serviços ecológicos. Foi informado que as questões a serem sugeridas pelos participantes poderiam estar relacionadas “a problemas de qualquer natureza, por exemplo, sociais (desigualdades), econômicos (desemprego), ambientais (falta de saneamento, lixo) etc. para as quais a ciência poderá contribuir com informações e com soluções”.

O link com o convite para o preenchimento eletrônico do formulário foi enviado para pesquisadores associados às ciências humanas, sociais aplicadas, exatas

e saúde, representantes do setor público e privado e comunidade civil. Obtivemos um retorno bastante inferior ao esperado: responderam ao questionário 28 pessoas (04 membros da comunidade local e 24 acadêmicos).

Em relação ao perfil, observa-se que 57% dos respondentes (16) residem em Salvador; 54% (15) atuam há mais de dez anos em estudos sobre a BTS e 75% (21) têm titulação em nível de doutorado, o que aponta para um grupo experiente e qualificado. Treze dos pesquisadores estão vinculados à UFBA e os demais à UEFS, IFBA, UFRB e UNILAB. Apenas quatro não tinham vinculação universitária, o que sugere um possível enviesamento dada a grande desproporção de pesquisadores vinculados à academia em relação a outros setores da sociedade. Isto acabou levando a uma nova consulta às comunidades, detalhada na próxima seção. De todo modo, o relato dos pesquisadores revela um mosaico de campos de interesse, embora a grande maioria dos respondentes desenvolvesse estudos relacionados aos ecossistemas costeiros da BTS.

Para a análise das respostas sobre as dez questões prioritárias no cenário de dez anos, foi utilizada a análise de conteúdo (BARDIN, 2010) e optamos por realizar uma categorização pós-definida, que se baseou nas principais unidades de registros. Neste estudo, seis categorias foram identificadas, englobando temas relativos aos grandes problemas da BTS, os mais frequentes deles listados a seguir:

- Ecossistemas e conservação, englobando questões sobre monitoramento, unidades de conservação, pesca e corais;
- Poluição, englobando questões sobre contaminação, resíduo sólido e saneamento;
- Educação, englobando questões sobre educação em geral, educação ambiental e qualificação profissional;
- População, englobando questões sobre comunidades e juventude;
- Economia e infraestrutura, englobando questões sobre infraestrutura e desenvolvimento;
- Arte e cultura, englobando questões sobre patrimônio cultural, arte e cultura.

Considerando os respondentes não vinculados à academia, as unidades de registro mais frequentes nas suas indicações, em ordem de importância, foram:

- Poluição, com indicações de questões sobretudo relacionadas a contaminação, saneamento e lixo;
- Ecossistemas e conservação, com indicações de questões sobretudo relacionadas a pesca, unidades de conservação e monitoramento ambiental;
- Educação, com indicações de questões relacionadas a educação em geral;
- Economia e infraestrutura, com indicações de questões principalmente associadas a infraestrutura e transporte marítimo;
- População, com indicações de questões especialmente relacionadas à juventude.

Foi também realizada uma análise de redes semânticas. Pereira e colaboradores (2016) definem uma rede semântica como uma rede formada por palavras, conceitos ou entidades, relacionados entre si com base no significado semântico das relações.

Os gráficos das redes apresentados neste texto foram realizados pelo *software* de manipulação e visualização de grafos Gephi, versão 0.9.1 que incorpora o trabalho de Lambiotte e colaboradores (2009). Este apresenta como método o cálculo da estabilidade de uma partição de rede como medida de sua qualidade em termos estatísticos em um processo dinâmico que ocorre no gráfico em que a escala de tempo atua como um parâmetro que descobre estruturas comunitárias com resoluções diferentes. Este processo de detecção é melhorado através de um método heurístico que se baseia na otimização da modularidade desenvolvido por Blondel e colaboradores (2008).

Grilo e colaboradores (2017) estendem essa definição argumentando que tais redes estão imbuídas com intenção de funcionalidade. Uma rede tem muitas variáveis a serem medidas, representando um conjunto de métricas tanto para seus vértices (palavras) como para arestas (conexão entre palavras). Para a análise desta rede semântica, além da Incidência, optamos por utilizar duas métricas: a Centralidade de Grau³ e a Modularidade.⁴ A Figura 1 mostra a rede construída

³ A Centralidade de Grau representa o quanto determinado vértice é conectado imediatamente com outros. Isso representa o prestígio deste vértice, a quantidade de ligações direcionadas a ele. (TOMAEŁ; MARTELETO, 2006, p. 79)

⁴ A Modularidade é uma característica considerada notável observada em diversas redes complexas, também conhecidas como comunidades, que podem ser definidas como grupos de vértices da rede densamente conectados, enquanto que as conexões entre vértices pertencentes a comunidades diferentes são esparsas. (DANON et al., 2005; NEWMAN, 2004; NEWMAN; GIRVAN, 2004; QUILES et al., 2009)

com os conceitos (palavras) de mais prestígio (Centralidade de Grau) encontrados na análise das questões apresentadas por todos os respondentes.

A identificação dos pares de maior coesão semântica (incidência) resultou em uma lista de 1902 pares segundo as definições de Caldeira e colaboradores (2006) e Paumier (2008), e segundo o método explicitado por Teixeira e colaboradores (2010) e Pereira e colaboradores (2011). Os 15 mais significativos estão listados na Tabela 1 e localizados na rede semântica de conceitos circundados e legendados (Figura 2).

Para cada um dos 15 pares, foi buscado, no contexto dos questionários, os problemas ou questões apontadas pelos participantes. Essas indicações dos participantes são apresentadas a seguir.

Tabela 1. Os 15 pares de maior coesão semântica que apresentaram as maiores incidências

Par	Incidência	Legenda Figura 2
ambiental-educação	0,02667	A
poluição-industrial	0,01778	B1
monitoramento-ambiental	0,01778	B2
material-imaterial	0,01333	C1
resíduos-sólidos	0,01333	C2
recurso-natural	0,01333	C3
pesca-bomba	0,01333	C4
bioinvasores-coral sol	0,01333	C5
cultural-patrimônio	0,01333	C6
falta-saneamento	0,01333	C7
ambiental-social	0,01333	C8
porção-nordeste BTS	0,00889	D1
associativismo-cooperativismo	0,00889	D2
especulação-imobiliária	0,00889	D3
anomalia-térmicas	0,00889	D4

Fonte: elaborado pelo autor.

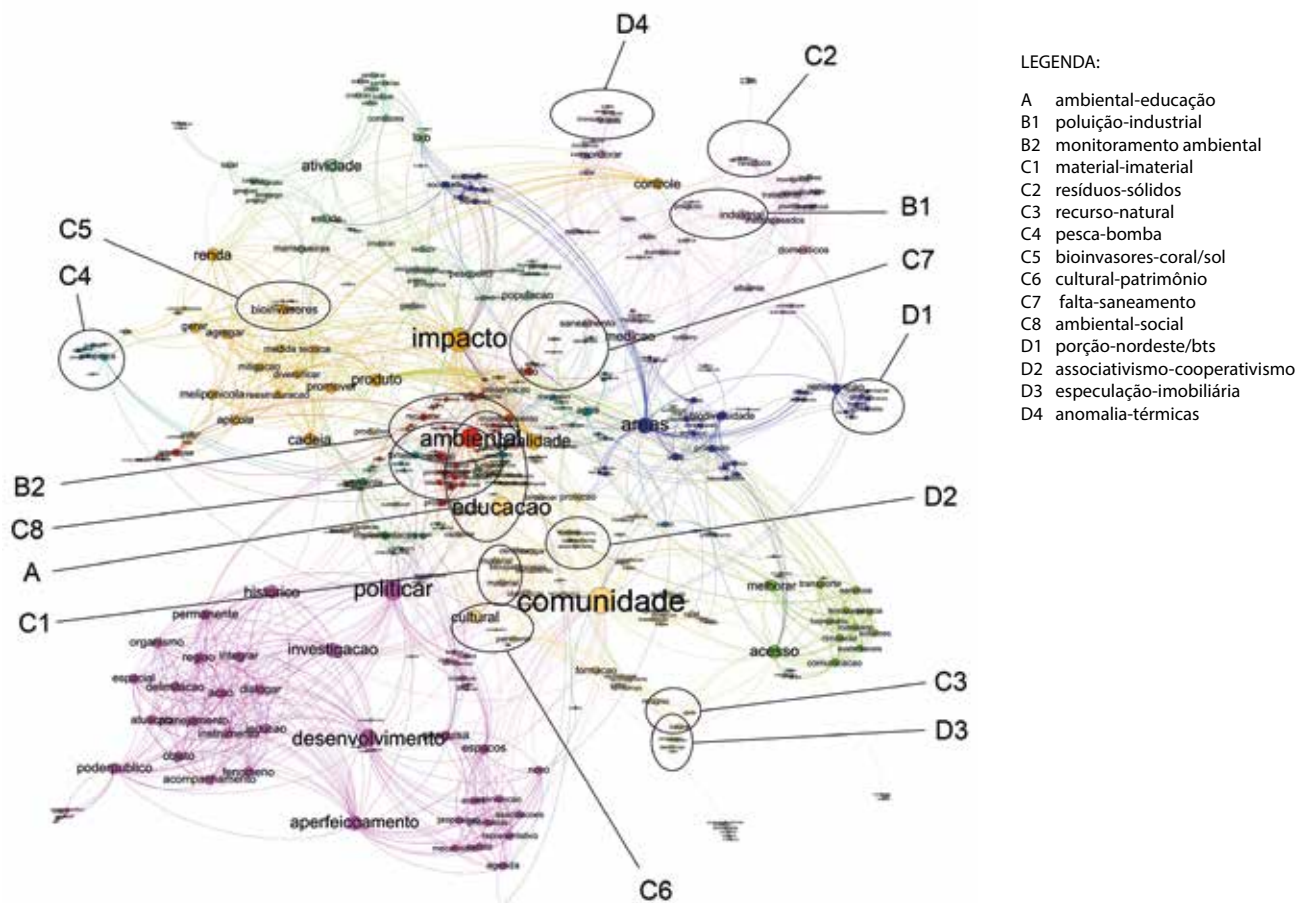


Figura 2. Pares de conceitos com maior incidência entre si

O par **Ambiental – Educação** está representado na Figura 3, detalhamento do que já consta na Figura 2, aqui apresentado como exemplo, já que optamos apenas pelo tratamento semântico dos demais pares, sem a respectiva representação gráfica deles. Para este par, são apresentados abaixo exemplos das indicações de problemas feitas pelos respondentes ao questionário:

- Ampliar a educação ambiental/social;
- Fortalecer o ensino fundamental local com ação de educação ambiental e implantação de ensino técnico qualificado e direcionado para as principais aptidões locais da BTS;
- Política pública de meio ambiente, educação ambiental, resíduos sólidos, política urbana;
- Viabilizar projetos de educação ambiental para os usuários da Baía.

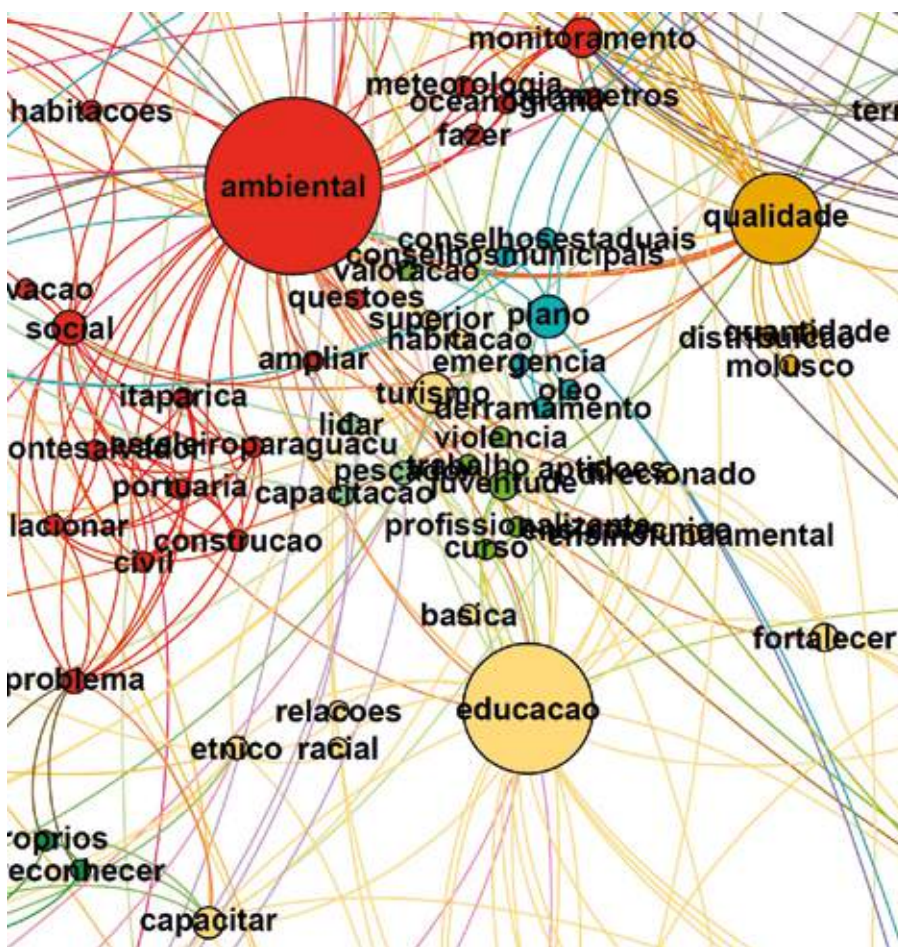


Figura 3. Recorte da rede semântica voltada para o par Ambiental – Educação

O par **Poluição – Industrial** revela questões apontadas pelos respondentes:

- Poluição industrial principalmente das indústrias petroquímicas;
- Qual o efeito sinérgico dos impactos associados à poluição química (efluentes industriais e domésticos) na BTS?
- Medição do efeito da poluição química, efluente industrial, poluição química e efluente doméstico;
- Controle da poluição industrial.

Dentre as questões associadas ao par **Monitoramento – Ambiental** estão:

- Realizar monitoramento ambiental, oceanográfico e meteorológico;

- Realizar ações de monitoramento do patrimônio cultural material e imaterial.

Já o par **Material – Imaterial** é exemplificado pelas frases:

- Patrimônio cultural material e imaterial;
- Preservação de patrimônio material e imaterial.

Os exemplos de questões apontadas pelos respondentes para o par **Resíduos – Sólidos** são vários, a saber:

- Controle de fontes resíduos sólidos;
- Recolher resíduos sólidos;
- Política pública de meio ambiente, educação ambiental, resíduos sólidos, política urbana;
- Aproveitamento de recursos, dentro do contexto da agroecologia, como água da chuva, energia solar, resíduos vegetais e animais nas comunidades do entorno do BTS, especialmente na Baía do Iguape, inclusive com a formação de quintais agroflorestais;
- Descarte da maricultura (tratamento adequado de resíduos e controle da liberação de espécies exóticas);
- Tratamento ineficaz de resíduos industriais e domésticos (metais, HPAs, plastificantes e hormônios) e do escoamento superficial.

As questões relativas ao par **Recurso – Natural** são exemplificadas por frases como:

- Investigação dos recursos naturais;
- Destruição de recursos naturais;
- Acesso a recursos naturais vivos e não vivos.

O par **Pesca – Bomba** tem relação com frases com:

- Pesca depredatória com bombas e rede de espera;
- Pesca com bomba;
- Pesca predatória (pesca ilegal, pesca no defeso, pesca com bomba e pesca de arraste).

Já as questões relativas ao par **Bioinvasores – Coral sol** foram indicadas por palavras extraídas de frases como:

- Impacto de bioinvasores - promover medidas de controle e mitigação;
- Monitorar bioinvasores - coral sol;
- Bioinvasores - coral sol;
- Bioinvasores - peixe-leão;
- Bioinvasores - bivalve dourado;
- Expansão de bioinvasores;
- Controle de bioinvasores.

O recorte da rede semântica relativo ao par **Cultural – Patrimônio** é exemplificado por respostas de entrevistados com as frases abaixo:

- Articulação entre pesquisadores das diversas áreas, organismos estatais e comunidades situadas no entorno da Baía de Todos os Santos para pesquisa, proposição, implementação e fomento de cadeias produtivas ligadas ao turismo étnico, ecológico e histórico-cultural no recôncavo da BTS;
- Como pesquisadora tenho fixado esforços em compreender a cidade de Salvador e seu patrimônio histórico e cultural. Também coordeno pesquisa sobre patrimônio e cidadania no município de Santo Amaro da Purificação;

- Falta de incentivo à cultura, como criação de espaços de convivência cultural, falta de política cultural, como criação de festivais culturais;
- Patrimônio cultural e turismo;
- Patrimônio cultural material e imaterial;
- Patrimônio cultural subaquático.

O par **Falta – Saneamento**, resultante do posicionamento dos entrevistados sobre os problemas que merecem atenção nos próximos dez anos está relacionado aos assuntos a seguir:

- Falta saneamento;
- Saneamento básico;
- Monitorar eutrofização das águas costeiras;
- Saneamento doméstico;
- Tratamento de esgotos e rios.

O décimo primeiro par com maior incidência foi **Ambiental – Social** que reúne palavras encontradas nas respostas tais como:

- Ampliação da educação ambiental/social;
- Desconhecimento social da biodiversidade;
- Falta de habitações de interesse social.

O próximo par de maior centralidade foi **Porção – Nordeste BTS**. São exemplos de respostas associadas a este segmento da rede:

- A recuperação da porção nordeste não pode deixar de fora o componente humano, várias comunidades tiram sustento desse ecossistema costeiro-aquático e sem dúvida investigações que considerem aspectos sociais e econômicos serão também fundamentais;

- Como mencionado acima, foi como pesquisador, desenvolvendo um grande projeto integrado, que tentava avaliar o estado de saúde da BTS, com ênfase na porção nordeste da mesma. Esses resultados foram apresentados à Petrobras e ao órgão competente ambiental;
- Essa falta de qualidade traz como consequência a deterioração do ecossistema, com alterações em vários níveis de organização biológica e ecossistêmica (incluindo o homem no ecossistema), pelo qual se faz necessária a pesquisa em várias linhas diferentes. Acredito que o mais prioritário na porção nordeste, seria recuperar a qualidade ambiental, isso faz com que seja necessário fazer investigação em várias linhas de ação, mas todas essas linhas poderiam ser reunidas em uma grande linha que poderia ser chamada de ambiental. Partindo da base de que a água, sedimentos, ecossistemas costeiros, recursos, encontram-se alterados, cada uma dessas áreas precisa de investigação que tendam à recuperação e ao manejo do ecossistema;
- Recuperação da qualidade ambiental na porção nordeste da BTS, onde tem grande influência a refinaria da Petrobras.

O par **Associativismo – Cooperativismo** é exemplificado por respostas tais como:

- Incrementar o associativismo-cooperativismo nas comunidades;
- Valorar / fortalecer a economia.

O penúltimo par de maior centralidade refere-se à **Especulação – Imobiliária**, associado a palavras como destruição, patrimônio natural, como pode ser visto a seguir:

- Especulação imobiliária (urbana e industrial) e destruição do patrimônio natural;
- Especulação imobiliária e os problemas sociais associados (expulsão de moradores antigos de certas localidades).

Por fim, o último dos 15 pares de maior centralidade foi **Anomalias – Térmicas**, representado por respostas como:

- Branqueamento associado aos eventos de anomalias térmicas;
- Monitoramento da ocorrência de eventos de anomalias térmicas das águas da Baía.

Em resumo, pelos resultados obtidos da análise de redes semânticas, é possível perceber que tanto as questões ambientais, em especial as relativas à poluição, com um recorte para a porção nordeste da BTS, quanto as questões sociais apresentam sérios desafios para os próximos dez anos na região da BTS e seu entorno, merecendo compor a agenda de pesquisa para o período 2018-2028. Pelas respostas, é clara a vinculação entre as questões ambientais e sociais, como o caso dos pares pesca – bomba e especulação imobiliária, o que mais uma vez aponta para pesquisas de natureza multidisciplinar, quando não interdisciplinar.

Problemas e expectativas de soluções segundo as comunidades locais

Para a proposição de uma agenda de pesquisa para a Baía de Todos os Santos, além da consulta a pesquisadores feita *on-line*, cujos resultados foram apresentados na seção anterior, foram constituídas três equipes compostas por discentes para entrevistar pessoas com perfis diversos, perguntando-lhes quais os dez principais problemas no Recôncavo – a médio e longo prazo – que a ciência poderia contribuir com soluções nos próximos dez anos. As entrevistas foram realizadas nos municípios de Cruz das Almas, Cachoeira, Governador Mangabeira, São Felix, e Maragogipe. Ao total, foram entrevistadas 71 pessoas, de idades e formações diversas, dentre as quais representantes políticos no executivo e legislativo, servidores públicos, autônomos, funcionários de banco, técnicos, estudantes, profissionais liberais, donas de casa, agricultores e comerciantes. Os entrevistados tinham, em maioria, nível médio ou superior (concluído ou em curso). As entrevistas foram conduzidas em julho/agosto de 2016. Novamente foi utilizada a análise de conteúdo (BARDIN, 2010) e optamos pela categorização pós-definida das unidades de registro. Os dez temas mais citados, em número de menções, foram:

- Violência e segurança pública;
- Infraestrutura, transporte e mobilidade;

- Saúde;
- Educação;
- Economia, emprego e renda;
- Meio ambiente, água e saneamento;
- Arte e Cultura;
- Esportes;
- Políticas e administração pública;
- Assistência social.

O tema mais evocado foi violência e necessidade de segurança pública. Além de “aumento da violência”, foram mencionados especificamente uso de drogas e tráfico, homicídios, envolvimento de jovens com drogas, prostituição e violência contra a mulher. A (ausência de) segurança pública como problema esteve presente nas respostas dos entrevistados em todos os municípios e incluiu falta de policiamento adequado, falta de policiamento no campo e falta de brigadas de bombeiros.

Em segundo lugar, ficaram evidentes as carências de infraestrutura, transportes e mobilidade. O tema da infraestrutura relacionou principalmente problemas nos serviços públicos, a exemplo de coleta de lixo, limpeza urbana, coleta seletiva e iluminação, ausência de espaços de lazer, ausência de banheiros públicos, além de problemas com trânsito e mobilidade, especialmente quanto à má qualidade das estradas e vias e à ausência de transporte público. Em muitos casos, foram enfatizados os problemas de falta de infraestrutura na zona rural. Em dois casos, foi mencionada a necessidade de construção de outra ponte entre Cachoeira e São Felix.

Em terceiro lugar, foram mencionados problemas vinculados à saúde. Além da referência genérica (“problemas na Saúde”), estiveram presentes: falta de igualdade no acesso à saúde, os cuidados com idosos, a prevenção de Doenças Sexualmente Transmitidas (DSTs), dependência química, necessidade de centro de acolhimento para o dependente químico, saúde mental, aborto, mau atendimento nos postos e hospitais e do SUS, ausência de médicos em determinadas áreas, animais soltos nas ruas, combate ao *Aedes aegypt* e a necessidade de hospital de grande porte na região.

O tema educação, que aparece em quarto lugar, envolveu aspectos como precarização da educação básica e superior e necessidade de melhorias nas escolas públicas, carência de educação profissionalizante e capacitações para jovens,

evasão, carência de escolas e creches para todos, e falta de professores de arte nas escolas do campo. Com a mesma frequência, aparecem as preocupações com emprego e renda ou, como posto por muitos respondentes, o desemprego e a falta de oportunidades, aqui sistematizado como quinto tema. Questões relativas à pobreza, economia local, melhor distribuição de renda, produção de alimentos, agricultura familiar, incentivo à permanência no campo, incentivo à abertura de micro e pequenas empresas, projetos para marisqueiras, exploração de mão de obra infantil e carência de projetos e ações sociais na região também foram mencionados. Assim como visto na seção anterior, houve alusão à necessidade de investimento no turismo náutico.

Meio ambiente, água e saneamento básico formam o sexto tema. Foram identificadas questões como falta d'água, problemas ocasionados pela seca, necessidade de poços artesianos, falta de água encanada para todos, ausência de políticas de preservação, falta de saneamento, poluição do rio Paraguaçu e seus afluentes, problemas com aterro sanitário, descarte inadequado de lixo eletrônico, desmatamento, descaso com fontes e nascentes, e uso de fertilizantes na agricultura.

O tema arte e cultura aparece em sétimo lugar, com questões como a necessidade de preservação do patrimônio material e imaterial e dos monumentos históricos, "movimentos culturais que mobilizem os sujeitos da BTS a produzir arte, se envolver e assistir atividades artísticas", políticas de incentivo à cultura local, além de valorização das tradições.

O tema esportes é relacionado, em oitavo lugar, com questões como falta de esportes nas comunidades rurais e de espaços públicos para esporte e lazer, necessidade de incentivo a outras modalidades que não o futebol, falta de investimentos, e falta de atividades infantis.

Em nono lugar, emerge o tema "políticas e administração pública", que inclui questões como corrupção, falta de qualificação dos quadros políticos, necessidade de democratização, especialmente nas gestões municipais e de maior fiscalização do dinheiro público e maior transparência, necessidade de punição para "leilão de votos" e de melhoria do atendimento público. Houve ainda menção à necessidade de união dos municípios.

Ainda que com um número menor de registros, o tema da assistência social também apareceu. Dentre as questões levantadas, estiveram a falta de abrigo para pessoas carentes, apoio às mulheres que sofreram violência, trabalhos sociais para jovens, e políticas de incentivo às pessoas com deficiência.

A análise global das respostas obtidas durante as entrevistas revelam dois aspectos: o primeiro, relacionado à competência, e o segundo, um certo imediatismo. Quando questionadas sobre problemas para os quais a ciência poderia trazer contribuições, boa parte das respostas disse respeito a problemas da gestão pública, em especial estadual (como o caso da segurança pública) e municipal (coleta

de lixo, iluminação etc.). Para os respondentes, havia (e há) uma expectativa de que a universidade interferisse ou oferecesse serviços e não “apenas” produzisse conhecimentos, atuando no preenchimento de lacunas deixadas pelo poder público. Uma frase ouvida em uma situação não relacionada a esta pesquisa demonstra este fenômeno: “O reitor mora aqui e nem mandou asfaltar a rua”.

O segundo aspecto aponta para uma dificuldade de visão estratégica: a maior parte das respostas obtidas se vinculavam a demandas imediatas, sem uma projeção para os próximos anos. Em especial, o tema da violência, presente em todos os municípios, está relacionado com tal imediatismo.

Mais do que a identificação de temas prioritários, o que se percebe nas respostas das 71 pessoas entrevistadas é o distanciamento entre a universidade e a população local. Se, por um lado, a universidade precisa deixar claros os seus limites de atuação, por outro, há uma demanda para que a pesquisa seja mais aplicada.

As questões levantadas nos cenários de exploração: o que é prioridade para os diferentes públicos?

A abrangência das questões propostas aos entrevistados, nos cenários de exploração, foi desafiadora, pois antecipávamos que as prioridades para grupos distintos como a comunidade em geral, comparada a pesquisadores, apresentariam características diferenciadas e incluiriam uma ampla variedade de possibilidades. Neste exercício, em virtude da natureza multidisciplinar do *Projeto BTS*, solicitamos aos entrevistados que nos apontassem questões prioritárias de natureza geral, sem restrição ou direcionamento a temas específicos (e.g., ecológicos ou sociais) ou área geográfica (e.g., ambientes continentais ou marinhos). Com isso, acreditamos que seríamos mais inclusivos e que respeitaríamos a natureza do Projeto. Ademais, a natureza diversificada (cultural, profissional e nível de educação formal) dos participantes potencialmente ajudaria a aumentar o impacto dos resultados e encorajar a discussão sobre os diversos aspectos relacionados aos ecossistemas e comunidades da BTS e seu entorno.

Considerando os dois contextos pesquisados – os questionários com participação majoritariamente acadêmica e as entrevistas com membros de municípios da BTS –, a seguir são apresentadas as dez questões ou temas mais frequentemente apontados como prioritários, agrupando tópicos relacionados entre si. Não necessariamente os temas nos levam imediatamente a perguntas de pesquisa, como inicialmente prevíamos, mas apontam para expectativas de soluções para problemas que afetam o território Baía de Todos os Santos. Neste sentido, interessante-mente, estas dez questões guardam uma relação bastante próxima com alguns dos

17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (e suas 169 metas) adotados pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2015), que estão em vigor desde 1º de janeiro de 2016. A Agenda 2030 representa um plano de ação focado nas pessoas, no planeta e na prosperidade. Dentre os Objetivos em relação direta com o que foi mencionado nos cenários de exploração na BTS, estão:

Objetivo 3: Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.

Objetivo 4: Assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.

Objetivo 5: Igualdade de gênero.

Objetivo 6: Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.

Objetivo 8: Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.

Objetivo 14: Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

As dez questões ou temas mais frequentemente apontados como prioritários foram: 1. Ambiente, que se desdobra em poluição e em ecossistemas e conservação; 2. Pesca; 3. Educação; 4. Infraestrutura e transporte; 5. População; 6. História, arte e cultura; 7. Políticas públicas e administração pública; 8. Violência; 9. Saúde; 10. Economia, emprego e renda. Uma reflexão acerca de cada um desses temas está apresentada a seguir.

1. Ambiente

- Poluição

A BTS ainda enfrenta um grave problema de baixa cobertura de saneamento básico. Por exemplo, citamos o fato de que, embora o Programa Bahia Azul tenha expandido a rede coletora, que em teoria atenderia toda Região Metropolitana de Salvador, os proprietários das residências são os responsáveis por fazer a ligação entre suas casas e a rede. Todavia, uma parcela da população costeira, impossibilitada de fazer ligação com a rede coletora, continua a lançar seus esgotos nas águas da Baía. Ademais, os municípios do Recôncavo às margens da BTS e das ilhas

da Baía não foram contemplados nas ações do Programa Bahia Azul. Outro aspecto importante associado aos esgotos domésticos é a presença de contaminantes emergentes, a exemplo dos fármacos. Tratamentos de esgoto convencionais são ineficazes na retirada da maioria desses compostos dos esgotos, muitos dos quais ainda tem a toxicologia e o comportamento químico pouco estudados, o que dificulta a estimativa dos riscos associados.

O conjunto das atividades antrópicas que se desenvolvem no entorno da BTS é hoje responsável pelo contínuo aporte de contaminantes, seja por meio do descarte de efluentes domésticos ou industriais não tratados, atividades portuárias, carcinocultura, deposição atmosférica ou decorrentes de atividades agrícolas, que tem causado a degradação dos ecossistemas da Baía (HATJE et al., 2006; HATJE et al., 2009; LISBOA et al., 2013; RIBEIRO et al., 2016; SOUZA, 2015; SOUZA; WINDMÖLLER; HATJE, 2011). Em algumas regiões, os teores de contaminantes são elevados e podem representar risco para a saúde humana (SOUZA et al., 2014, 2011) e potencialmente impactar a cadeia trófica de ambientes contaminados, a exemplo do estuário do rio Subaé. (HATJE et al., 2006; KRULL et al., 2014)

Os resíduos sólidos estão entre os poluentes mais importantes do Século 21, os quais podem ser considerados como grave ameaça para os sistemas costeiros. (IVAR DO SUL; COSTA, 2007) Ainda que os estudos que descrevam este problema para a BTS sejam reduzidos (LEITE et al., 2014), a presença de resíduos sólidos, sejam eles plástico, vidro, metal, entre outros, é amplamente observada nas praias da Baía e também nas suas águas e sedimentos. Embora existam várias ações da comunidade civil promovendo frequentemente o recolhimento do lixo, a exemplo do projeto Fundo da Folia⁵, as ações são insuficientes para solucionar o problema que requer ações preventivas que incluam desde o tratamento adequado dos resíduos sólidos até a educação da população.

Resíduo sólido, saneamento e poluição foram temas recorrentes tanto no levantamento entre pesquisadores, como na comunidade em geral. Para a comunidade não acadêmica, os temas resíduos sólidos e poluição foram os que apresentaram maior aderência às pesquisas hoje desenvolvidas, possivelmente por alterarem a estética do ambiente e restringirem o uso dos recursos naturais dos ecossistemas costeiros.

A perspectiva de aumento de urbanização no entorno da Baía, construção de novos empreendimentos, ampliação dos portos, e a limitada fiscalização ambiental associada à proposta de relaxamento da legislação (PEC 65/2012) que rege os estudos de impactos ambientais sugere que os problemas relativos à qualidade ambiental e poluição tendem a aumentar não apenas em termos de severidade, mas também em área potencialmente comprometida pela ação de contaminantes.

.....
⁵ <<https://www.facebook.com/projetofundodafolia/?rc=p>>

- Ecossistemas e conservação

Os ecossistemas da BTS (manguezais, ilhas, recifes de coral, entre outros) promovem muitos serviços ecossistêmicos, incluindo benefícios materiais para os seres humanos. O valor dos serviços ecossistêmicos providos por sistemas naturais, entretanto, não tem sido devidamente apreciado, resultando na perda, muitas vezes irreversível, destes recursos. (SUTHERLAND et al., 2006) Impactos antrópicos, em toda a sua abrangência, têm sido apontados como as principais causas de ameaças aos ecossistemas costeiros, comprometendo suas funções e seus serviços.

Neste estudo, os impactos, assim como a recuperação e a preservação dos diferentes ecossistemas da BTS, a exemplo dos manguezais e recifes de corais, foram temas recorrentes. A identificação desses temas como prioritários sugere a preocupação com a degradação da qualidade ambiental, bem como a necessidade de mitigação de impactos antrópicos, a recuperação e, principalmente, a preservação dos ecossistemas. Estudos futuros precisam ser focados no entendimento e quantificação dos serviços ecológicos providos pela BTS. A identificação e valorização desses serviços subsidiará ações de manejo, em especial aquelas que promovam a conservação dos ecossistemas.

Os recifes de corais foram o ecossistema mais mencionado, sobretudo nos questionários respondidos majoritariamente pela comunidade acadêmica. A preocupação com os impactos humanos sobre os corais esteve associada aos (i) efeitos de acidificação e aquecimento dos oceanos; (ii) efeitos adversos causados por turismo; (iii) impacto de doenças virais; e (iv) a invasão de espécies exóticas. Dentre os impactos antrópicos levantados, a alta frequência da ocorrência do tema coral sol claramente indicou que este é um assunto que necessita atenção. A invasão de espécies exóticas (e.g., coral sol) é considerada uma das causas mais importantes para a perda de diversidade, depois de perda de habitat. (MOONEY; HOBBS, 2000) Estudos são necessários para avaliar o status dos recifes de corais e a vulnerabilidade dos mesmos aos impactos cumulativos a longo prazo.

Manguezais também foram citados como ambientes bastante sujeitos aos impactos antrópicos. Os entrevistados apontaram as regiões sob influência da Refinaria Landolfo Alves (RLAM) e no entorno do estuário do Subaé como as áreas mais degradadas, que necessitam de ações de restauração. Existem questionamentos sobre a eficácia de ações de recuperação sobre a conservação da diversidade e sobre o impacto de planos de restauração para mitigar os efeitos do desenvolvimento. (PERROW; DAVY, 2002) As ações de restauração de habitats na BTS são incipientes, muito embora já tenha sido bem documentado que as regiões da Ribeira, Porto de Aratu, Subaé e Mataripe estejam moderadamente impactadas. (HATJE et al., 2012; HATJE et al., 2009; HATJE; BARROS, 2012)

A preocupação dos participantes com a conservação dos ecossistemas da Baía ficou explícita. Do ponto de vista gerencial, embora a Baía disponha de uma área relativamente grande de preservação ambiental (APA Baía de Todos os Santos), esta não dispõe de um plano de manejo visando à gestão do uso sustentável e conservação da Baía. Ademais, não existem hoje ferramentas em prática que protejam os ecossistemas da Baía e seus serviços em nível municipal e estadual.

2. Pesca

A pesca, principalmente tradicional, a mariscagem e a extração de produtos dos manguezais representam uma fonte importante de proteína e renda para uma grande população, especialmente ribeirinha e de baixa renda, que vive no entorno da BTS. (CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS, 2005, 2004) A carcinocultura, praticada em várias regiões da Baía, também propicia uma produção expressiva de proteína marinha, muito embora existam muitas preocupações e impactos adversos associados a esta prática. (HATJE et al., 2016; RIBEIRO et al., 2016, 2014) A carcinocultura e as atividades extrativistas de pesca, mariscagem e coleta de produtos nos mangues foram identificadas como fonte de problemas. Os entrevistados relataram preocupação com a segurança alimentar em virtude da potencial contaminação dos pescados oriundos da BTS. Por outro lado, a pesca ilegal, seja pelo uso de bombas, pesca durante o defeso ou uso de redes de arraste, e a sobrepesca foram apontadas como causas da diminuição da produção pesqueira que impacta diretamente a comunidade de pescadores e marisqueiras. Apesar da dimensão da Baía e da comunidade de pescadores tradicionais na região, a quantidade de informações disponíveis sobre a produção pesqueira é diminuta e necessita ser expandida de forma a subsidiar ordenamento pesqueiro (ver capítulo pesca, neste volume).

3. Educação

A educação aparece como preocupação nos dois grupos pesquisados: para os acadêmicos e os membros das comunidades da BTS. Ainda que na região exista uma gama de políticas públicas adotadas a partir da *Lei de Diretrizes e Bases de 1996*, cuja implementação foi tornada possível, entre outros fatores, pelos repasses do FUNDEB, as estatísticas educacionais refletem as dificuldades educacionais dos municípios do Recôncavo Baiano às margens da BTS. Por exemplo, as taxas de analfabetismo de pessoas com 10 a 14 anos variam de 3,9% em Candeias a 9,1% em Cachoeira (dados do Censo Demográfico de 2010) e vários municípios da região sequer atingiram as metas estabelecidas para o IDEB em 2011. As zonas rurais continuam com taxas inferiores às aquelas encontradas nas zonas urbanas e as taxas

de não atendimento a crianças de 0 a 3 anos têm sido, até o momento, superiores a 60%. Outras questões, que dizem respeito à educação ambiental, à educação que contemple a história e cultura afro-brasileira, o patrimônio e a cultura locais e mesmo a cidadania política, foram levantadas pelos entrevistados como problemas que merecem foco de investigação nos próximos anos.

Recentemente, com a expansão da educação superior pública (UFRB em vários *campi*, UNILAB – *campus* dos Malês, IFBa – *campus* Santo Amaro e IFBaiano em Governador Mangabeira), há uma possibilidade concreta de acesso a este nível de ensino, pela proximidade dos *campi* às residências e pela ausência de mensalidades. Entretanto, apesar de os alunos de Ensino Médio desejarem continuar seus estudos, as escolas e as famílias não têm desenvolvido estratégias de modo a assegurar que isto aconteça. (SILVEIRA; DANTAS; SOUZA, 2015) Por outro lado, as instituições têm recebido um alunado cujo perfil não se aproxima do perfil tradicional (solteiro, classe média, jovem, recém-egresso do Ensino Médio, com foco nos estudos), o que traz desafios para as dinâmicas de formação. (DANTAS; SANTOS, 2014; DANTAS; SILVEIRA; MUNIZ, 2015)

4. *Infraestrutura e transporte*

Situados em uma região que originalmente dependia de barcos e saveiros para o transporte de pessoas e de cargas, os municípios do entorno da BTS foram impactados pela mudança de modal que, em meados da década de 1950, passou a ser principalmente rodoviário. Atualmente, embora os municípios da região estejam relativamente próximos entre si, o transporte público ainda é um problema tanto intra como intermunicipal, o que torna a mobilidade mais difícil. As rotas e horários de viagens rodoviárias hoje definidas não consideram a necessidade de mobilidade após as 18h, por exemplo, e não há transporte urbano regular na maioria dos municípios. As lacunas são supridas por cooperativas de *vans*, que fazem o transporte interurbano em condições precárias, com sobrecarga dos veículos e sem compromisso com os destinos contratados, e por transportes oferecidos de maneira irregular, em carros particulares. Os efeitos desses problemas precisam ser investigados, de modo que a oferta de transporte seja regular e segura e atenda às demandas das comunidades.

Por outro lado, em muitos dos posicionamentos dos respondentes das comunidades pesquisadas, destaca-se a precariedade da infraestrutura, tanto dos equipamentos públicos (hospitais, escolas, portos, por exemplo), quanto das vias e rodovias. Em especial, ficou evidente a demanda por mais conhecimento em termos de infraestrutura e de exploração da via fluvial. Pesquisas sobre essas realidades

associadas à infraestrutura e transporte na BTS podem nortear o poder público em um planejamento estratégico de desenvolvimento e melhoria da condição de vida para a região.

5. População

No tema população estão reunidas todas as menções às comunidades locais, aos processos de resistência na BTS, às relações estabelecidas entre rural x urbano, diferenças e convivências religiosas, dentre outras. Em especial, estiveram presentes nas falas de pesquisadores e munícipes a preocupação com a juventude dos municípios do Recôncavo Baiano às margens da BTS. Neste tema, há uma pluralidade de caminhos de pesquisa que envolvem os mais diversos campos da Ciência, temas que convergem e se mesclam a outros apontados, tais como educação, saúde (DSTs, dependência química etc.), violência, dentre outros.

6. História, arte e cultura

Há ainda muito a ser registrado e conhecido, em termos pretéritos e presentes, de uma região que foi berço da colonização brasileira e que guarda testemunhos daquele período, mas que se manteve viva ao longo do tempo. Ainda que empobrecida nos últimos 60 anos, a região é rica em manifestações culturais e artísticas (e.g., ANDRADE; et al., 2013; GORDILHO, 2013; TAVARES; BASSI, 2015; TEIXEIRA; MEIRELLES; MOURA, 2009) e é fundamental a conservação do patrimônio tombado.

7. Políticas públicas e administração pública

Educação, saúde, transportes, esportes, agricultura, indústria e comércio, assistência social, segurança pública, dentre outros, são áreas setoriais na gestão pública que necessitam de atenção na BTS. Marcados por práticas patrimonialistas resistentes e pela falta de qualificação dos quadros municipais, os municípios estão longe de oferecer um serviço público que atenda seus munícipes. O quadro é ainda mais grave nas zonas rurais. É fundamental o desenvolvimento de tecnologias de gestão que contribuam para o aprimoramento da gestão pública local e a aproximação entre a universidade e a gestão municipal, de modo que tais tecnologias sejam testadas e, caso aceitas, adotadas.

8. Violência

O tema da violência foi o mais mencionado nas respostas das comunidades pesquisadas. A região tem sofrido efeitos das guerras de gangues e facções, com muitos relatos de assalto a bancos, tiroteios e assaltos frequentes, o que é refletido no posicionamento dos respondentes. Em especial, merece atenção o envolvimento de jovens, sobretudo negros e pobres, que aumentam as taxas de homicídios. Acresce-se a este panorama problemas relativos à violência contra mulheres e idosos e violência na zona rural. Todas essas questões devem ser endereçadas pela pesquisa de modo a contribuir para a busca de soluções.

9. Saúde

Interessantemente, o tema saúde esteve mais atrelado às políticas e serviços de saúde e a questões de saúde pública do que propriamente direcionadas às questões de moléstias e curas nas respostas obtidas durante o *brainswriting*. Um exemplo é o trabalho de Correia, Alves e Nascimento (2016) sobre saúde e pesca tradicional na BTS. Mais uma vez, é fundamental que as linhas de pesquisa sejam multidisciplinares para dar conta deste panorama.

10. Economia, emprego e renda

Outrora rica, a região do entorno da BTS foi empobrecendo ao longo de 50 anos (PEDRÃO, 2007) e, embora esteja melhorando nos últimos dez anos, ainda apresenta muitas questões a serem investigadas. Em especial, é essencial que sejam pensadas propostas que resultem em emprego e renda, principalmente para os jovens. Agricultura familiar, economia criativa, turismo, associativismo e cooperativismo apareceram nas preocupações dos respondentes e abrem um bom espaço para investigações nos próximos dez anos.

Estes foram os dez temas mais recorrentes e que podem direcionar a construção de uma agenda de pesquisa para a BTS nos próximos dez anos.

6 Agenda de Pesquisa BTS 2018-2018, no escopo do Projeto BTS

Como comunidade acadêmica, tomadores de decisão, ambientalistas e cidadãos nós precisamos pensar nos problemas futuros. Muitas áreas da ciência, desde a oceanografia até a antropologia, estão discutindo problemas de larga escala, como por exemplo os potenciais efeitos adversos causados pelo aumento do nível do mar para as populações costeiras e para os ambientes estuarinos e manguezais.

Qual a resiliência dos ambientes físicos e sociais para as mudanças que decorrerão do Antropoceno?

Prestes a completar dez anos do *Projeto Multidisciplinar Baía de Todos os Santos*, nós gostaríamos de sugerir, como comunidade interessada nos aspectos físicos e humanos da Baía de Todos os Santos, em toda a sua complexidade e ampla rede de inter-relação entre seus atores, que investíssemos mais esforço na identificação e discussão dos problemas com os quais iremos lidar no futuro. Neste sentido, nossas recomendações são:

1. Ampliar todas as ações de estudo de longo prazo para a adequada identificação das variações naturais e antrópicas em pequena, média e longa escalas temporais (i.e., sazonal, decenal e secular);
2. Periodicamente sistematizar e disseminar os resultados das pesquisas científicas de forma acessível para pesquisadores, ambientalistas, órgãos de governo, e tomadores de decisão. Esta disponibilização de dados deverá ser realizada por meio eletrônico e também através da série de livros Baía de Todos os Santos;
3. Informar aos órgãos de governo e agências de fomento quais são as questões emergentes que precisam ser discutidas e estudadas;
4. Aproximar a universidade das comunidades locais, abrindo canais de escuta de modo a propor perguntas de investigação cujos resultados possam ter maior efeito em médio prazo na sustentabilidade dos ecossistemas da BTS e na qualidade de vida da população.

Em adição, existe uma demanda por resolução de problemas associados especialmente aos impactos ambientais, dentre estes a poluição química e por resíduos sólidos, ambos decorrentes pelo menos em parte do ineficiente sistema de coleta de lixo, limitação da cobertura de rede coletora e tratamento de efluentes domésticos e industriais. Uma clara preocupação foi identificada em relação à introdução de espécies exóticas, particularmente, aos efeitos da introdução do coral sol em diferentes localidades da Baía.

Todos os exercícios de levantamento de prioridades estão sujeitos a serem influenciados por agendas pessoais e interesses no cenário atual. Entretanto, a diversidade e o tamanho do grupo amostrado tende a reduzir o impacto de opiniões pessoais. A abrangência das questões ou temas levantados foi superior àquela antecipada e sugere que um novo estudo, refinando a metodologia usada e realizando uma etapa posterior aos questionários para discussão de prioridades, permitirá um diagnóstico mais específico das prioridades.

Referências

- ANDRADE, R. et al. Chronology of anthropogenic impacts reconstructed from sediment records of trace metals and Pb isotopes in Todos os Santos Bay (NE Brazil). *Marine Pollution Bulletin*, 2017.
- ANDRADE, J. B. de. *Atlas da culinária na Baía de Todos os Santos*. Salvador: EDUFBA, 2013.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2010.
- BENGSTON, D. N. *Horizon Scanning for Environmental Foresight: A Review of Issues and Approaches*. General Technical Report NRS-121. Delaware. 2013.
- BLONDEL, V. D. et al. Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, n. 11, P10008, Nov. 2008.
- BORJA, Á. et al. The past is the future of the present: Learning from long-time series of marine monitoring. *Science of The Total Environment*. v. 566-567, p. 698-711, Oct. 2016. Available in: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.111>>
- BORJA, P. et al. Avaliação Quali-quantitativa dos serviços de Saneamento da Cidade de Salvador. *Cadernos de Pesquisa em Engenharia e Saúde Pública*, Brasília, p. 27-66, 2004.
- CALDEIRA, S. M. et al. The network of concepts in written texts. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, v. 49, n. 4, p. 523-529, 2006.
- CORREIA, M. das G. M.; ALVES, P. C. B.; NASCIMENTO, L. F. Health and traditional fishing in all saints bay, Brazil. *International Journal Advances in Social Science and Humanities*, v. 4, n. 4, p. 61-69, Apr. 2016.
- CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS (BA). *Análise preliminar de risco à saúde humana relatório final*. Salvador, 2005.
- CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS (BA). *Diagnóstico da concentração de metais pesados e hidrocarbonetos de petróleo nos sedimentos e biota da Baía de Todos os Santos*. Volume I - Caracterização geral da Baía de Todos os Santos, Diagnóstico do grau de contaminação da Baía de Todos os Santos por metais pesados e hidrocarbonetos de petróleo a partir da análise da suas concentrações nos sedimentos de fundo e na biota associada. Salvador, 2004.
- DANON, L. et al. Comparing community structure identification. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, P09008, p. 1-10, 2005.
- DANTAS, L. M. V.; SANTOS, G. G. dos. A universidade e seus novos alunos: estranhamento e aproximação. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM GESTÃO SOCIAL, 8., 2014, Cachoeira. *Anais eletrônicos...* Cariri: Campus da UFC no Cariri, 2014. p. 1-17.
- DANTAS, L. M. V.; SILVEIRA, O. M. C.; MUNIZ, E. G. da S. Contribuições para políticas de permanência na Educação Superior: o perfil do aluno maduro.

In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 9., 2015, Aracaju. *Anais...* Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, 2015. p. 1-15.

DANTAS, L. M. V.; SILVEIRA, O. M. C.; SANTOS, G. G. dos. Democratização da educação superior e expectativas no ensino médio: um olhar sobre Santo Amaro, Bahia, Brasil. In: XII CONGRESSO-LUSO-AFRO BRASILEIRO, 12., 2015, Lisboa. *Livro de Atas...* Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2015. v. 1. p. 8078-8095.

EÇA, G. F.; PEDREIRA, R. A. M.; HATJE, V. Trace and major elements distribution and transfer within a benthic system: Polychaete *Chaetopterus variopedatus*, commensal crab *Polyonyx gibbesi*, worm tube, and sediments. *Marine Pollution Bulletin*, v. 74, n. 1, p. 32-41, Sept. 2013. Available in: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.07.036>>

ELLIOTT, M.; QUINTINO, V. The Estuarine Quality Paradox, Environmental Homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Marine Pollution Bulletin*, v. 54, n. 6, p. 640-645, June, 2007. Available in: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.02.003>>

GEORGHIOU, L. (Ed.). *The handbook of technology foresight: concepts and practice*. Northampton, Massachusetts: Edward Elgar Publishing, 2008.

GORDILHO, V. *BTS em Retalhos: ações poéticas em cinco portos da Baía de Todos os Santos*: Baiacu, Itaparica, Matarandiba, Coqueiros e Ilha de Maré. Salvador: EDUFBA, 2013.

GRILO, M. et al. Robustness in semantic networks based on cliques. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 472, p. 94-102, 2017.

HATJE, V.; BARROS, F. Overview of the 20th century impact of trace metal contamination in the estuaries of Todos os Santos Bay: Past, present and future scenarios. *Marine Pollution Bulletin*, v. 64, n. 11, p. 2603-2614, Nov. 2012. Available in: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.07.009>>

HATJE, V. et al. 2006. Trace metal contamination and benthic assemblages in Subae estuarine system, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 52, n. 8, p. 978-982, Aug. 2006. Available in: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.04.016>>

HATJE, V. Contaminação química. In: HATJE, V.; ANDRADE, J. B. de. (Ed.). *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 244-297.

HATJE, V. et al. A química, suas interfaces e a baía de todos os santos, uma das muitas baías do Brasil. *Revista Virtual de Química*, Niterói, v. 4, n. 5, p. 494-496, 2012.

HATJE, V. et al. Detection of environmental impacts of shrimp farming through multiple lines of evidence. *Environmental Pollution*, n. 219, p. 672-684, 2016.

HOLMES, J.; CLARK, R. Enhancing the use of science in environmental policy-making and regulation. *Environmental Science & Policy*, v. 11, n. 8, p. 702-711, Dec. 2008. Available in: <<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2008.08.004>>

- IVAR DO SUL, J. A.; COSTA, M. F. Marine debris review for Latin America and the wider Caribbean region: from the 1970s until now, and where do we go from here? *Marine Pollution Bulletin*, v. 54, n. 8, p. 1087-104, July, 2007. Available in: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.05.004>>
- KRULL, M. et al. Integrated assessment of metal contamination in sediments from two tropical estuaries. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 106, p. 195-203, Aug. 2014. Available in: <<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.04.038>>
- LAMBIOTTE, R.; DELVENNE, J.-C.; BARAHONA, M. Laplacian Dynamics and Multiscale Modular Structure in Networks. *Physics and Society*, v. 3, 2009.
- LEITE, A. S. et al. Influence of proximity to an urban center in the pattern of contamination by marine debris. *Marine Pollution Bulletin*, v. 81, n. 1, p. 242-247, Apr. 2014. Available in: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.032>>
- LISBOA, N. S. et al. 2013. A simple and sensitive UFLC-fluorescence method for endocrine disrupters determination in marine waters. *Talanta*, v. 117, p. 168-175, Dec. 2013. Available in: <<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2013.08.006>>
- MacDONALD, D. D. et al. Designing monitoring programs for water quality based on experience in Canada I. Theory and framework. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, v. 28, n. 2, p. 204-213, Fev. 2009.
- MILES, I.; KEENAN, M.; KAIVO-OJA, J. Handbook of knowledge society foresight. *PREST e FRCC*. 2002. Available in: <<http://www.uni-mannheim.de/edz/pdf/ef/03/ef0350en.pdf>>. Access: 16 jul. 2017.
- MOONEY, H.; HOBBS, R. *Invasive Species in a Changing Worlds*. Washington: Island Press, 2000.
- NEWMAN, M. E. J. Detecting community structure in networks. *The European Physical Journal B*, v. 38, n. 2, p. 321-330, Mar. 2004.
- NEWMAN, M. E. J.; GIRVAN, M. Finding and evaluating community structure in networks. *Physical Review E, Statistical, nonlinear, and soft matter physics*, Ridge, n. 69:026113, p. 1-15, 2004.
- PEDRÃO, F. Novos e velhos elementos da formação social do Reconcavo da Bahia de Todos os Santos. *Revista Reconcavos*, v. 1, n. 1, 2007.
- PERROW, M. R.; DAVY, A. J. *Handbook of Ecological Restauration*. Principles of Restauration. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2002. v. 1.
- PAUMIER, S. *UNITEX 2.0 User Manual*, Electronic version. 2008.
- PEREIRA, H. B. B. et al. Density: A measure of the diversity of concepts addressed in semantic networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, n. 441, p. 81-84, Jan. 2016.
- PEREIRA, H. B. D. B. et al. Semantic networks based on titles of scientific papers. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 390, n. 6, p. 1192-1197, Mar. 2011.

- PORTER, A. L. et al. *Forecasting and management of technology*. New York: Wiley Series in Engineering and Technology Management, 1991.
- QUILES, M. G. et al. Detecção de comunidades em redes complexas: um modelo de correlação oscilatória. In: ENCONTRO NACIONAL DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, 7., 2009. Bento Gonçalves. *Anais...* Bento Gonçalves: [UFRGS], 2009, p. 889-898.
- RIBEIRO, L. F. et al. Impacts of shrimp farming cultivation cycles on macrobenthic assemblages and chemistry of sediments. *Environmental Pollution*, n. 211, p. 307-315, Apr. 2016. Available in: <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.12.031>>
- RIBEIRO, L. F. et al. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. *Revista de Gestão Costeira Integrada*. Lisboa, v. 14, n. 3, p. 365-383, set. 2014. Available in: <<http://dx.doi.org/10.5894/rgci453>>
- ROTH, F. et al. Impacts of a high-discharge submarine sewage outfall on water quality in the coastal zone of Salvador (Bahia, Brazil). *Marine Pollution Bulletin*, v. 106, n. 1-2, p. 43-48, May 2015. Available in: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.03.048>>
- SECCHI, L. *Políticas públicas: conceitos, esquemas de análise, casos práticos*. São Paulo: Cengage Learning. 2010
- SILVEIRA, O. M. C.; DANTAS, L. M. V.; SOUZA, I. de S. e. Santo Amaro da Purificação: clara necessidade de articulação das políticas de democratização da educação superior e a formação no ensino médio. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 9., 2015, Aracaju. *Anais...* Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, 2015. p. 1-15.
- SOUZA, G. C. de. *Interferentes endócrinos em ambientes estuarinos*. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2015.
- SOUZA, M. M. de; WINDMÖLLER, C. C.; HATJE, V. Corrigendum to "Shellfish from Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil: Treat or threat?" *Marine Pollution Bulletin*, v. 88, n. 1-2, p. 401, Nov. 2014. Available in: <https://ac.els-cdn.com/S0025326X14004706/1-s2.0-S0025326X14004706-main.pdf?_tid=11e7cf0c-d21a-11e7-9331-00000aacb361&acdnat=1511639687_2224f0d020b14bab3604bb0d8a774ff0>
- SOUZA, M. M. de; WINDMÖLLER, C. C.; HATJE, V. Shellfish from Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil: Treat or threat? *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 10, p. 2254-2263, Oct. 2011. Available in: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.07.010>>
- SUTHERLAND, W.; WOODROOF, H. J. The need for environmental horizon scanning. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 24, n. 10, p. 523-527, Oct. 2009.
- SUTHERLAND, W. J. et al. The identification of 100 ecological questions of high policy relevance in the UK. *Journal of Applied Ecology*, v. 43, n. 4, p. 617-627, Aug. 2006. Available in: <[10.1111/j.1365-2664.2006.01188.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01188.x)>

SUTHERLAND, W. J. et al. A horizon scan of global conservation issues for 2015. *Marine Pollution Bulletin*, v. 30, n. 1, p. 17-24, Jan. 2015. Available in: <<https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.11.002>>

TAVARES, F. R. G.; BASSI, F. (Org.). *Festas na Baía de Todos os Santos: visibilizando diversidades, territórios, sociabilidades*. Salvador: EDUFBA, 2015.

TEIXEIRA, G. M. et al. Complex semantic networks. *International Journal of Modern Physics C*, v. 21, n. 3, p. 333-347, 2010.

TEIXEIRA, G.; MEIRELLES, G.; MOURA, M. *A exaltação festiva da mestiçagem: o caboclo de Itaparica, Bahia*. Audiovisual. 2009.

TOMAÉL, M. I.; MARTELETO, R. M. Redes Sociais: posições dos atores no fluxo da informação. *Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, Florianópolis, n. esp., 1º sem. 2006.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. *UNIDO Technology Foresight Manual: Organization and Methods - volume 1*. Viena, 2005. Disponível em: <http://www.research.gov.ro/img/files_up/1226911327TechFor_1_unido.pdf>. Access in: 16 July 2017.

UNITED NATIONS. General Assembly. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015 70/1. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>>. Access in: Aug. 2017.



Sobre os autores

Ana Carolina Sousa de Almeida

Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (2011), mestrado em Diversidade Animal (2014), doutoranda em Biologia Animal (2014) pela Universidade Federal de Pernambuco. Área de atuação: zoologia, com ênfase em taxonomia e sistemática de briozoários marinhos.

E-mail: carol.salmeida@gmail.com

Carlos Caroso

Graduação em Ciências Sociais (1975) e mestrado em Sociologia da Cultura (1980) pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Master of Arts (1982) e Ph.D. (1988) em Antropologia pela University of California Los Angeles. Professor no Departamento de Antropologia e Programa de Pós-Graduação em Antropologia da UFBA. Pesquisador 1-B, CNPq. Áreas de atuação: antropologia socioambiental, antropologia do patrimônio e antropologia do corpo e da saúde.

E-mail: caroso@ufba.br

Carlos Teles

Graduação em Estatística (1994), mestrado em Saúde Comunitária (1998) e doutorado em Saúde Pública (2007) pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Professor do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Pesquisador do Centro de Integração de Dados e Conhecimentos para Saúde (Cidacs) do Instituto Gonçalo Moniz/Fiocruz-BA. Áreas de atuação: estudos em doenças infecciosas, curadoria digital e metodologias estatísticas e epidemiológicas.

E-mail: carlos.teles@bahia.fiocruz.br

Carlos E. P. Teixeira

Graduação em Oceanologia pela Universidade Federal do Rio Grande (2003), mestrado em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo (2006) e doutorado em Oceanografia Física pela University of New South Wales, Austrália (2010). Atualmente é professor da Universidade Federal do Ceará.

Áreas de atuação: oceanografia física, principalmente em estudos visando o entendimento da circulação estuarina e sobre a plataforma continental.

E-mail: ocecept@gmail.com

Cláudio Luís Santos Sampaio

Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (1998), mestrado (2001) e doutorado (2006) em Zoologia na Universidade Federal da Paraíba. Área de atuação: zoologia, com ênfase em sistemática e ecologia de peixes marinhos.

E-mail: buiabahia@gmail.com

Christiane Sampaio de Souza

Graduação em Ciências Biológicas (2002) pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e mestrado em Ecologia e Biomonitoramento (2005) pela UFBA. Doutorado em Geologia (2010) pela UFBA. Área de atuação: oceanografia biológica com ênfase em ecologia e biomonitoramento do zooplâncton, bioestatística e geoestatística.

E-mail: chsampaio@ig.com.br

Cristiane Sampaio Fahning

Graduação em Química pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2007), mestrado em Química pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (2009) e doutorado em Química Analítica pela Universidade Federal da Bahia (2016). Áreas de atuação: desenvolvimento de metodologia de extração de compostos orgânicos em matrizes ambientais e desenvolvimento e validação de métodos cromatográficos. E-mail: crissfahning@gmail.com

Doriedson Ferreira Gomes

Graduação em Ciências Biológicas (1998) pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e mestrado em Geociências (2002) pela UFBA. Doutorado em Geologia Ambiental-Paleoambientes, Paleoclima, Paleoecologia (2007) pela Universidade Federal Fluminense. Áreas de atuação: oceanografia biológica, com ênfase em ecologia do fitoplâncton e dos microfitobentos, ecologia de ecossistemas, paleoecologia e paleoceanografia. E-mail: doriedsonfg@gmail.com

Eder Carvalho da Silva

Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Católica de Salvador (2005), mestrado (2008) e doutorado (2016) em Ecologia e Biomonitoramento na Universidade Federal da Bahia. Área de atuação: ecologia e biologia marinha, com ênfase em ecologia de organismos bentônicos e bioinvasão marinha. E-mail: edercarvalho514@gmail.com

Fátima Tavares

Graduação em Ciências Sociais (1988), mestrado em Sociologia (1993) e doutorado em Antropologia (1998)

pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professora no Departamento de Antropologia e no Programa de Pós-Graduação em Antropologia da Universidade Federal da Bahia. Pesquisador 2, CNPq. Áreas de atuação: antropologia da religião, antropologia da saúde, estudos da cultura e da festa. E-mail: fattavares@ufba.br

Fernanda Fernandes Cavalcanti

Graduação em Ciências Biológicas, modalidade Biologia Marinha (2006) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mestrado (2009) e doutorado (2013) em Zoologia pelo Museu Nacional/UFRJ. Áreas de atuação: sistemática de esponjas calcárias e biologia de porífera, com ênfase na dinâmica populacional e bioinvasão. E-mail: fernanda.porifera@gmail.com

Francisco Carlos Rocha de Barros Júnior

Graduação em Oceanografia pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (1992), mestrado em Ecologia pelo Instituto de Biociências na Universidade de São Paulo (1997), doutorado em Ecologia Marinha no Centre for Research on Ecological Impacts of Coastal Cities, Universidade de Sydney (2002). Área de atuação: oceanografia biológica e ecologia, com ênfase em ecologia marinha, bentos, sistemas estuarinos, macrofauna bentônica e delineamento experimental. E-mail: franciscobarros.ufba@gmail.com

Gabriel Cotrim de Souza

Graduação em Oceanografia (2009) e doutorado em Ciências, Energia e Ambiente (2015), ambos pela

Universidade Federal da Bahia. Área de atuação: química analítica, química ambiental e oceanografia química com ênfase em poluição marinha e costeira. E-mail: gabriel.cotrim.souza@gmail.com

Gisele Olímpio da Rocha

Graduação em Química (1998) pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) e doutorado em Química (2003) pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), com período sanduíche na The University of Birmingham, Reino Unido (2002). Pós-doutorado no Centro Interdisciplinar em Energia e Ambiente da Universidade Federal da Bahia (2006) e na University of California, Los Angeles (UCLA), nos Estados Unidos (2016). Área de atuação: energia e ambiente, química atmosférica e química analítica. E-mail: giseleolimpiorocha@gmail.com

Guilherme Camargo Lessa

Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (1985), mestre em Geografia Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1990) e doutor em Ciências Marinhas pela University of Sydney, Austrália (1994). Atualmente é professor no Departamento de Oceanografia da Universidade Federal da Bahia. Área de atuação: oceanografia física e geológica, com interesse em circulação estuarina e de plataforma, processos sedimentares e evolução quaternária da zona costeira. E-mail: gclessa@gmail.com

Heigon Henrique Queiroz Oliveira

Graduação em Ciências Biológicas (2013) e mestrado em Diversidade Animal (2017) pela Universidade Federal da Bahia. Áreas de atuação:

ecotoxicologia e biomonitoramento em sistemas estuarinos; dinâmica pesqueira; conhecimento ecológico tradicional em comunidades pesqueiras. E-mail: heigonhenri@gmail.com

Jailson Bittencourt de Andrade

Bacharelado e licenciatura em Química (1975) e mestrado em Química (1978) pela Universidade Federal da Bahia. Doutorado em Química Analítica Inorgânica (1986) pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Área de atuação: química inorgânica, química analítica, química ambiental e combustíveis. E-mail: jailsong@ufba.br

José Amorim Reis-Filho

Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Católica de Salvador (2008), mestrado (2011) e doutorado (2016) em Ecologia e Biomonitoramento na Universidade Federal da Bahia. Área de atuação: ecologia, oceanografia biológica e gestão pesqueira, com ênfase em ecologia de peixes marinhos, gerenciamento ambiental e dinâmica pesqueira. E-mail: amorim_agua@yahoo.com.br

José de Anchieta Cintra da Costa Nunes

Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Católica de Salvador (2007), mestrado (2012) e doutorado (2017) em Ecologia e Biomonitoramento na Universidade Federal da Bahia. Área de atuação: ecologia e oceanografia biológica, com ênfase em ecologia de peixes marinhos. E-mail: anchietanunesba@gmail.com

José Lamartine de Andrade Lima Neto

Bacharel em Psicologia (2011), especialista em Saúde Mental e Comunidade (2013) e doutor em Difusão do Conhecimento (2016) pela Universidade Federal da Bahia. Áreas de atuação: psicologia cognitiva; dinâmica de grupo; ciência da informação em ciências sociais; gestão e representação do conhecimento; análise de redes sociais e complexas.
E-mail: lamartine@ifba.edu.br

José Roberto Luiz Bispo de Souza

Bacharel em Física (2009) pela Universidade Estadual de Feira de Santana, mestre em Geofísica (2011) e doutor em Geofísica (2015) pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Atualmente é professor no Departamento de Física Nuclear da UFBA. Área de atuação: isótopos estáveis, sedimentos e matéria orgânica.
E-mail: otrebormor@yahoo.com.br

Juliana Leonel

Graduação em Oceanologia pela Universidade Federal do Rio Grande (2004) e doutorado em Oceanografia Química pela Universidade de São Paulo (2007). Áreas de atuação: oceanografia química com ênfase em poluição e geoquímica marinha.
E-mails: juoceano@gmail.com; j.leonel@ufsc.br

Luisa Ferreira Ribeiro

Graduação em Ciências Biológicas (2005) pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) e mestrado em Agroecossistemas (2008) pela UFS. Doutorado em Ecologia (2015) pela Universidade Federal da

Bahia. Áreas de atuação: interação entre os organismos marinhos e os parâmetros ambientais, ecologia de ecossistemas, conservação de bacias hidrográficas.
E-mail: luisa_bio@hotmail.com

Lys Maria Vinhaes Dantas

Graduação em Engenharia Agrônoma e em Turismo, mestrado em Administração (2005) e doutorado em Educação (2009) pela Universidade Federal da Bahia. É professora da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Áreas de atuação: políticas de educação; avaliação educacional; educação superior; gestão e tecnologias.
E-mail: lys@ufrb.edu.br

Marcelo F. Landim de Souza

Bacharel em Biologia Marinha pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1991), mestrado e doutorado em Geociências (Geoquímica) pela Universidade Federal Fluminense (1993 e 1999). Atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual de Santa Cruz. Área de atuação: ecologia de ecossistemas e processos biogeoquímicos em sistemas estuarinos, recifais e na plataforma interna. E-mail: marland@bgqmar.net

Maria do Rosário Zucchi

Possui graduação (1994), mestrado (1997) e doutorado (2001) em Física pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professora do Departamento de Física Nuclear da Universidade Federal da Bahia. Área de atuação: geofísica nuclear, atuando principalmente em isótopos ambientais.
E-mail: maria.zucchi@gmail.com

Mônica de Aguiar Mac-Allister da Silva

Graduação em Arquitetura (1988),
mestrado em Arquitetura e Urbanismo
(1995) e doutorado em Administração
(2001) pela Universidade Federal da
Bahia. Áreas de atuação: arquitetura
e urbanismo; administração;
organização, gestão e tecnologia;
estudos organizacionais; epistemologia.
E-mail: monica.macallister@ufba.br

Núbia Moura Ribeiro

Graduação em Engenharia Química
(1983) pela Universidade Federal da
Bahia. Mestrado em Química de Produtos
Naturais (1987) e doutorado em Química
(2004) pela Universidade Federal do Rio
de Janeiro. Áreas de atuação: química e
propriedade intelectual, com ênfase em
gestão da inovação.
E-mail: nubia@ifba.edu.br

Paulo de Oliveira Mafalda Júnior

Graduação em Oceanologia (1985),
mestrado em Oceanografia Biológica
(1989) e doutorado em Oceanografia
Biológica (2000) pela Fundação
Universidade Federal do Rio Grande.
Pós-Doutorado em Oceanografia no
Instituto Espanhol de Oceanografia
(2004). Áreas de atuação: ecologia
pelágica, biomonitoramento do plâncton
marinho e análise estatística multivariada.
E-mail: paulomafa@hotmail.com

Ricardo Jessouroun de Miranda

Graduação em Ciências Biológicas
pela União Metropolitana de Educação
e Cultura (2011), mestrado (2014) e
doutorando (2015) em Ecologia e
Biomonitoramento pela Universidade

Federal da Bahia. Áreas de atuação:
ecologia e oceanografia biológica
com ênfase em ecologia de corais
escleractíneos, recifes de corais,
monitoramento biológico, assembleias
bentônicas, áreas marinhas protegidas
e invasões biológicas.
E-mail: ricardojdemiranda@gmail.com

Vanessa Hatje

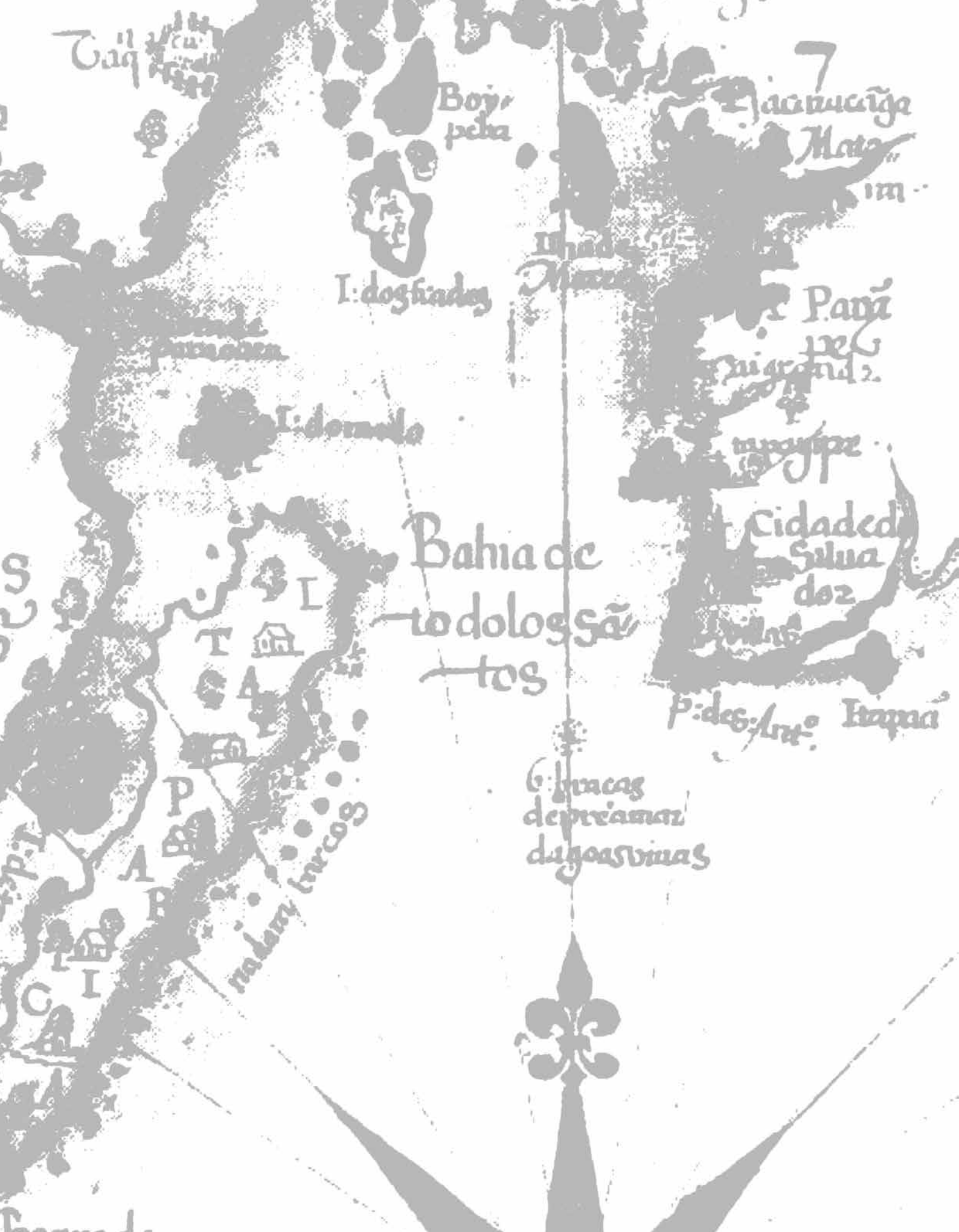
Graduação em Oceanografia (1993) pela
Fundação Universidade do Rio Grande e
mestrado em Geoquímica (1996) pela
Universidade Federal Fluminense.
Doutorado em Oceanografia Química
(2002) pela Universidade de Sidney,
Austrália. Áreas de atuação: oceanografia
química com ênfase em poluição marinha,
elementos tecnologicamente críticos,
biogeoquímica e biomonitoramento de
zonas costeiras.
E-mail: vhatje@ufba.br



Esta obra foi publicada no formato 210 x 270mm
utilizando a fonte Myriad Pro
Impresso na Gráfica Santa Marta
em Papel Couchê Fosco 115 g/m²
Tiragem de 1.000 exemplares

Salvador, 2018





Taq

Boi
peba

7
Jacuicanga
Matz

im

I. dogfinaes

Ilha de
Matz

Panã

ni grnd 2.

I. domelo

mapuz

Bahia de
todos Santos

Cidade de
Salua
dos

P. de An. Itapua

6
bracas
de preamar
da goasvmas

ma da turcos

Baía de Todos os Santos: avanços nos estudos de longo prazo reúne alguns dos principais resultados de pesquisas realizadas entre 2013 e 2018, na Baía de Todos os Santos e seu entorno, por uma equipe de pesquisadores e seus alunos, vinculados a todas as instituições de educação superior públicas da Bahia e que integram o Programa de Pesquisa Kirimurê/ Projeto Baía de Todos os Santos. Com o apoio fundamental da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), este livro é o terceiro de uma série que se inicia com o *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos* (2009) e o *Baía de Todos os Santos: aspectos humanos* (2011).

Lançado em 2018, quando o Programa de Pesquisa Kirimurê/ Projeto Baía de Todos os Santos comemora dez anos (com planejamento para mais 20!), o *Baía de Todos os Santos: avanços nos estudos de longo prazo* conduz o leitor, em seus sete capítulos, por temas diversos sobre a Baía, a começar por uma análise crítica sobre redes induzidas de pesquisa e comunidades de prática: um estudo da rede Baías da Bahia. O segundo capítulo discute indicadores socioambientais e vulnerabilidades das populações e povos e o terceiro enfoca a pesca artesanal e captura de organismos ornamentais na Baía. Espécies marinhas exóticas e invasoras são o tema do capítulo quatro e as evidências de três anos de monitoramento, que informam a variabilidade intra-anual da oceanografia na Baía, são apresentadas no capítulo quinto, enquanto o sexto trata de estudos de caso e futuros desafios para a avaliação da qualidade dos ecossistemas marinhos da Baía de Todos os Santos.

Visto que o Programa de Pesquisa Kirimurê/ Projeto Baía de Todos os Santos tem mais vinte anos pela frente, o último capítulo discute uma agenda de pesquisa para a Baía de Todos os Santos para os próximos dez anos, de maneira geral e mais especificamente para o Projeto, a partir de consulta a pesquisadores e especialistas e a moradores de cidades do entorno.