



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA

Programa de Pós-Graduação em Ecologia: Teoria, Aplicação e Valores

Mestrado em Ecologia

LOREANE DIAS ALVES

**DINÂMICA TRÓFICA DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA SOB O EFEITO
DA RESSURGÊNCIA COSTEIRA NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE
SALVADOR**

Salvador, dezembro/2020

LOREANE DIAS ALVES

**DINÂMICA TRÓFICA DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA SOB O EFEITO
DA RESSURGÊNCIA COSTEIRA NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE
SALVADOR**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ecologia: Teoria,
Aplicação e Valores como parte dos
requisitos exigidos para obtenção
do título de Mestre em
Ecologia.

Orientador: Dr. Doriedson Ferreira Gomes

Co-orientador: Dr. Hernane Borges de Barros Pereira

Salvador, dezembro/2020

**“Nada pode ser obtido sem uma espécie de sacrifício.
É preciso oferecer em troca alguma coisa de valor equivalente.”**

Hiromu Arakawa

*À minha avó,
Josenilda de Azevedo*

Agradecimentos

À FAPESB, pela bolsa concedida para a realização dessa dissertação.

À Banca Bruno Vilela e José Garcia pela disponibilidade.

À minha banca de acompanhamento, Prof^o Dr. Doriedson Ferreira Gomes (orientador), Prof^o Dr. Guilherme Lessa e em especial ao Prof^o Dr. Hernane Borges de Barros Pereira (coorientador), por acreditar em mim, pelo apoio e paciência.

Ao Prof^o Dr. Paulo Mafalda pela ajuda com a identificação do ictioplâncton.

Ao Prof^o Dr. Wagner Magalhães pela ajuda com a identificação dos polychaetas.

À Dr^a. Christiane Sampaio pela ajuda com a identificação dos copépodos.

Ao físico Gabriel Moreno pela ajuda com os scripts do MATLAB.

Ao Aluno de graduação em Oceanografia, Roberto Tavares, pela triagem do ictioplâncton.

Ao Me. Felipe Morais pela ajuda com os shapes e mapas.

Aos companheiros do Ecopaleo, que durante toda esta minha jornada acadêmica me auxiliaram no meu crescimento, agradeço em demorado a todos vocês; Angélica Cardozo, Fernando Oliveira, Gabriela Castro, Amana Almeida, Pietro Barbosa, João Viana e Raísa Elias.

À turma de mestrado 2018.1 pela descontração durante os períodos de martírio que foram algumas aulas.

Às “super girls”, Beatriz Lima, Ehiko Rios, e as já citadas Gabriela Castro e Amana Almeida, por todo carinho e momentos de descontração.

À Me. Tamires Santana e Raísa Elias pela ajuda com a identificação dos foraminíferos.

Aos técnicos do Laboratório 5, Rogério Souza e Jorgelina Loiola (Jojó), pela disponibilidade durante essa jornada.

À Yuri Costa, pela ajuda e amizade quando eu mais precisei.

Ao Prof^o Dr. Miguel Accioly, pela ajuda com a aquisição das embarcações para as coletas.

Efeito dominó

Loreane Dias Alves

A influência humana nos ecossistemas tem provocado inúmeros efeitos sobre os mesmos. Somente na medida em que conhecemos o funcionamento e a estrutura dos ecossistemas adotamos medidas para mitigar as alterações antrópicas.

Os ecossistemas apresentam dois compartimentos estruturais básicos que se relacionam entre si: o abiótico, podendo ser físicos (temperatura, luz solar, ventos, etc), químicos (nutrientes) e geológicos (solo). E biótico: os seres vivos. Esse último componente pode ser dividido em dois grupos de organismos: os autótrofos, que são representados pelos seres fotossintetizantes e quimiossintetizantes, chamados de produtores do ecossistema, por exemplo as plantas; e os heterótrofos, representados pelos consumidores, que se alimentam dos autótrofos, por exemplo os mamíferos.

Os animais que se alimentam das plantas são chamados de consumidores primários, como é o caso das vacas que, são herbívoras. Já os animais que comem os herbívoros são os consumidores secundários, chamados de carnívoros como os leões. Há também aqueles animais que comem plantas e outros animais. Esses são chamados de onívoros, como os seres humanos.

A sequência dos seres vivos que servem de alimento a outros é chamada cadeia alimentar. Esse conceito dá a ideia de uma linha reta de alimentação. E se eu dissesse que as coisas são muito mais complexas.

Em um ecossistema existem várias cadeias alimentares que se interligam, formando uma complexa relação de transferência de matéria e energia, chamadas de rede alimentar ou teia alimentar. Para exemplificar, tratarei de uma rede alimentar que está sendo estudada na Baía de Todos os Santos, Salvador, Bahia.

Nessa pesquisa, foi observado uma complexa rede alimentar, sendo representada pelo plâncton (do grego *Planktos* = errante), que é constituído por organismos que não possuem ou possuem pouca capacidade natatória, ou seja, a distribuição desses organismos é influenciada pela movimentação das marés e correntes. Os organismos do

plâncton são conhecidos como fitoplâncton (fotossintetizantes), zooplâncton (consumidores), e o ictioplâncton/larvas de peixes (consumidores). Esses organismos são, em sua maioria, microscópicos, com a maioria medindo micrômetros (somente vistos com o uso de um microscópio) e outros podendo ter mais de 20 cm (vistos a olho nu).

Os organismos do plâncton foram agrupados de acordo com seu hábito alimentar: fitoplâncton, autotróficos; zooplâncton, consumidores (herbívoros, carnívoros e onívoros); e ictioplâncton, consumidores (onívoros). E assim, foi estruturada a rede alimentar de forma simplificada, onde o fitoplâncton é alimento para o zooplâncton e o ictioplâncton; o zooplâncton é alimento do ictioplâncton; e o ictioplâncton é alimento do zooplâncton.

E então surgem as perguntas, por quê é necessário descobrir quem participa dessa rede alimentar? E qual sua importância? No início, escrevi que era necessário conhecer o funcionamento e estrutura dos ecossistemas para que possamos tomar as melhores medidas para reequilibrar o sistema, caso esse ecossistema seja perturbado.

Imagina se os organismos pertencentes ao zooplâncton morressem devido a um impacto ambiental, o ictioplâncton (larvas de peixes) se alimentariam somente do fitoplâncton, podendo ocorrer dois cenários possíveis: primeiro, ocorreria a diminuição na quantidade de larvas, isso influenciaria diretamente na pesca, já que, menos filhotes é igual a menos peixes adultos; segundo, ocorreria um aumento na quantidade do fitoplâncton (chamado de florações), que prejudicaria o meio ambiente esteticamente (mudança na cor e odor da água), na saúde pública (causando doenças nas pessoas, como náuseas, irritações na pele, etc) e na pesca (morte dos peixes), causando o que chamamos de cascata alimentar, quando a retirada de um integrante da rede afeta todos os outros e como consequência os humanos.

É por isso que precisamos entender como funciona o ecossistema, para poder preservá-lo da melhor forma possível. Salvaguardando-o para as próximas gerações.

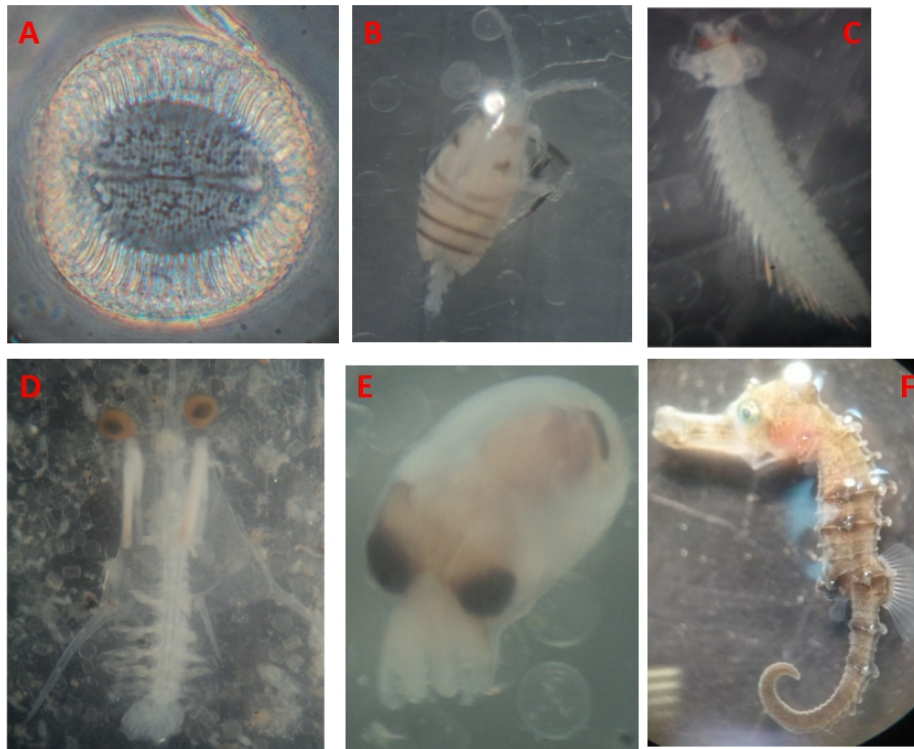


Figura 1. Exemplos de organismos planctônicos encontrados na rede alimentar estudada na Baía de Todos os Santos: (A) Fitoplâncton, diatomácea spp; (B) Zooplâncton, Copepoda-Candacia spp; (C) Zooplâncton, Polychaeta-Syllidae spp-; (D) Zooplâncton, Crustacea- Stomatopoda; (E) Zooplâncton, Mollusca- Octopus spp; (F) Ictioplâncton, Larva de peixe= Hippocampus spp. [Fotos: Acervo de imagens do Laboratório de Ecologia e Paleoecologia- EcoPaleo/UFBA].

Resumo

Em trabalhos realizados na plataforma continental e entrada da Baía de Todos os Santos (BTS) em Salvador (BA) foram registrados eventos de ressurgência costeira. Contudo, ainda não há estudos que investiguem o efeito desse evento sobre a biota local. Para preencher essa lacuna e avaliar se esse evento oceanográfico tem efeito sobre a dinâmica trófica do plâncton foram realizadas catorze campanhas mensais ao longo dos anos de 2018 e 2019 (abril/2018 a maio/2019) e depois montadas 14 redes alimentares da comunidade planctônica na entrada da BTS. Os organismos da comunidade planctônica foram identificados e agrupados de acordo com seu tamanho e hábito alimentar. Posteriormente, foram realizadas análises das propriedades de redes alimentares para a determinação da influência da ressurgência na comunidade planctônica e na dinâmica e estrutura da rede trófica. Utilizou-se uma Correlação de Pearson (r) (com correção de Bonferroni) para saber se as variáveis físicas que descrevem a ocorrência da ressurgência (temperatura e salinidade) possuem alguma influência na biota e, posteriormente, foi aplicado um Modelo Aditivo Generalizado (GAM). As redes alimentares compreendem 147 a 371 espécies e 6.840 a 46.362 interações alimentares. Os elos alimentares foram estabelecidos através de dados apresentados na literatura. Identificamos 916 morfotipos distribuídos em 21 filos (quatro da comunidade fitoplanctônica e 17 da zooplanctônica), 31 classes, 17 ordens, 124 famílias e 130 gêneros (zooplâncton e dinoflagelados). Descobrimos que as redes alimentares do plâncton são caracterizadas pela alta diversidade e pela grande quantidade de espécies onívoras e canibais. Além disso, os resultados apontam que a variação temporal das variáveis ambientais descritoras da ressurgência costeira influenciaram de forma direta em algumas propriedades das redes alimentares planctônicas (a salinidade diretamente sobre os nós, arestas, graus, percentagem de onívoros e intermediários-mixotróficos, e temperatura diretamente sobre percentagem carnívoros e onívoros no período transição), nos padrões de organização e composição da rede local. Os resultados apresentados nesse estudo apresentam um passo importante para uma melhor compreensão da estrutura da comunidade desse ecossistema de ressurgência.

Palavras- Chave: Ressurgência, Plâncton, Dinâmica Trófica, Teia Alimentar.

Abstract

Coastal upwelling events are recorded at Todos os Santos Bay entrance (TSB). However, there are still no studies that investigate the effect of these events on local biota. To fill this gap and assess whether these oceanographic events has an effect on the trophic dynamics of plankton, fourteen monthly campaigns were carried out over the years 2018 and 2019 (April / 2018 to May / 2019) and then 14 complex foodwebs were set up. Organisms in the planktonic community were identified and grouped according to their size and dietary habits. Subsequently, analyzes of the properties of food networks were performed and to determine the influence of resurgence on the planktonic community and on the dynamics and structure of the trophic network, a Pearson Correlation (r) (with Bonferroni correction) was performed to find out if the physical variables that describe the occurrence of resurgence (temperature and salinity) have some influence on the biota and later a Generalized Additive Model was applied. Foodwebs comprise 147 to 371 species and 6,840 to 46,362 interactions. The food link were established through data presented in the literature. We identified 916 morphotypes distributed in 21 phyla (4 from the phytoplanktonic community and 17 from the zooplanktonic community), 31 classes, 17 orders, 124 families and 130 genera (zooplankton and dinoflagellates). We found that plankton foodwebs are characterized by high diversity and a large number of omnivorous and cannibal species. In addition, the results indicate that the temporal variation of the environmental variables that describe coastal upwelling directly influenced some properties of planktonic food networks (salinity directly on nodes, edges, degrees, percentage of omnivores and intermediates-mixotrophic, and temperature directly on the percentage of carnivores and omnivores in the transition period), in the patterns of organization and composition of the local network. The results presented in this study present an important step towards a better understanding of the community structure of this upwelling ecosystem.

Key-Words: Upwelling, Plankton, Trophic dynamics, Foodwebs.

Sumário

Introdução.....	1
Objetivos.....	4
Metodologia.....	5
Resultados.....	11
Discussão e Conclusões.....	29
Referências.....	34
Apêndices	42

Introdução

Redes alimentares são definidas como representações simplistas de quem come quem em um ecossistema estudado. A representação mais comum de uma cadeia alimentar pelágica é composta por três níveis: (1) fitoplâncton (produtores primários), que em seguida é incorporado pelo (2) zooplâncton (herbívoros), que por sua vez servirá de alimento para o (3) ictioplâncton (carnívoros), consumidores secundários (Figueiredo, 2017).

Em ambientes marinhos, a rede alimentar é composta pelo plâncton (fito, zoo e ictioplâncton), que é constituído pelo pico ($2\mu\text{m}$), nano ($2\text{-}20\mu\text{m}$), micro ($20\text{-}200\mu\text{m}$) e mesoplâncton ($>200\mu$) (Nybakken, 1993). O plâncton é composto por uma grande diversidade de grupos taxonômicos, de tamanhos e funções distintas (Falkoski *et al*, 2004), incluindo vírus, espécies unicelulares (procariotos e eucariotos), invertebrados e vertebrados (Castello e Chaudhery, 2017). O que todos estes grupos taxonômicos têm em comum é a capacidade de se manter em suspensão na coluna d'água e a incapacidade de vencer as correntes marinhas, embora se movimentam ativamente (Reynolds, 2006). A dinâmica da comunidade planctônica nos ambientes marinhos é condicionada pelos controles ascendentes (*bottom-up*) e descendentes (*top-down*) (Petersen, 2017). Estes controles, por sua vez, estão condicionados por processos naturais e por ações antrópicas.

Diversos estudos em todo mundo foram dedicados a entender as redes alimentares planctônicas, já que para se compreender como se dá o equilíbrio dos níveis tróficos superiores em ecossistemas marinhos é necessário que se conheçam as relações tróficas nos componentes do plâncton (Cho e Azam, 1990). O plâncton é identificado como um importante componente dos ecossistemas aquáticos e serve de base para o mesmo (Dalu *et al*, 2013, Wetzel, 2001).

As propriedades funcionais que estruturam as comunidades ecológicas atuam como peça fundamental para se determinar a robustez (Bellingeri e Bodini, 2013, Bellingeri *et al*, 2013) a estabilidade (Allesina e Tang, 2012), a dinâmica (Pascual e Dunne, 2006) e as respostas às perturbações (Montoya *et al*, 2001) das mesmas. O estudo dessas propriedades (interações alimentares) pode ser realizado a partir da análise da complexa arquitetura das redes alimentares. A análise de redes tem sido aplicada com sucesso na

modelagem de sistemas complexos (Albert *et al*, 1999, Guímera e Amaral, 2005), especificamente em redes biológicas (Pascual e Dunne, 2006). Investigações de como as redes variam no ambiente e no tempo possuem grande potencial de fornecer informações sobre como variáveis abióticas moldam as variações das interações entre as espécies e assim como se estrutura o ecossistema (Dunne, 2009).

O processo de ressurgência é um fenômeno de meso escala (+/- 100 km) e ocorre quando águas mais frias e profundas ascendem à superfície. Esse processo pode ser gerado por fatores meteorológicos, como a ação dos ventos (como exemplo o transporte e bombeamento de Ekman), que desloca um grande volume de água da superfície abrindo espaço para que águas mais profundas (geralmente > 200 metros) ascendam (Kömpf e Chapman, 2016), e por, fatores oceanográficos, como a interação entre correntes de contorno (CC) e a costa (Rodrigues e Lorenzetti, 2001, Matano e Palma, 2008). Essa ascensão de águas mais frias e ricas em nutrientes ao chegar à superfície fornece nutrientes que sustentam uma alta produtividade primária e conseqüentemente o aumento da produtividade pesqueira (Barber, 2001). Estas regiões representam menos de 2% da superfície do planeta, mas são responsáveis por 7% da produção primária e 20% da captura de peixes (Wang *et al*, 2015). As zonas de ressurgência estão localizadas, majoritariamente, na costa oeste dos continentes, contudo, podemos observar também esse processo ocorrendo na linha do Equador (ressurgência equatorial) e na costa leste (Região de Cabo Frio- Brasil) da América do Sul. O acréscimo na oferta de nutrientes nesses ecossistemas acarreta em redes tróficas características que são quali e quantitativamente diferentes de outros ecossistemas oceânicos, devido às ótimas condições de fornecimento de nutrientes, através do fluxo ascendente das águas de subsuperfície para as camadas superficiais e as condições de luminosidade ideais que contribuem para uma produção fotossintética elevada (Barber, 2001).

O processo de ressurgência costeira na região de plataforma continental de Salvador (13°S) foi documentado por meio de dados de quedas de temperatura da superfície do mar (TSM), ocorrendo predominantemente nos períodos secos (Thérvenin *et al*, 2019, Aguiar *et al*, 2018, Santos *et al*, 2014). Mesmo que Santos e colaboradores (Olavo *et al*, 2005) não tenham observado correlação significativa entre os alto valores de clorofila *a* e os eventos de ressurgência, outros trabalhos apontaram um aumento na diversidade de peixes e uma atividade pesqueira mais eficiente durante o mesmo período, sugerindo assim impacto desse evento na rede trófica local (Olavo *et al*, 2005,

Olavo *et al*, 2011, Braga e Costa, 2014). Contudo, ainda não há estudos que considerem os efeitos e como eles condicionam a estruturação e dinâmica da teia alimentar.

Mediante ao exposto anteriormente, foram investigadas as seguintes questões: qual o padrão estrutural e dinâmica da rede trófica da comunidade planctônica local? Qual o efeito que o processo de ressurgência costeira tem sobre a comunidade planctônica, estrutura e dinâmica da rede alimentar dessa comunidade?

Objetivo Geral

Analisar as interações tróficas do plâncton sob o efeito da ressurgência costeira na plataforma continental de Salvador para melhor entendimento do funcionamento do ecótono baía-plataforma.

Objetivos específicos

1. Caracterizar a ocorrência de eventos de ressurgência costeira no período estudado;
2. Descrever a estrutura da comunidade planctônica no sistema de ressurgência costeira;
3. Compreender o efeito da ressurgência costeira na estruturação e dinâmica da comunidade planctônica por meio da teoria das redes.

Metodologia

Área de estudo

A Baía de Todos os Santos (BTS) ($12^{\circ}50'S$ e $38^{\circ}38'W$) possui 1.229 Km^2 e 1.175 km de perímetro (Santos *et al*, 2003). Está localizada em uma área caracterizada climaticamente como tropical úmido, na qual a precipitação pluviométrica apresenta um período seco (setembro a fevereiro) e um período chuvoso (março a agosto). A temperatura média nos períodos secos é de 30°C enquanto que nos períodos chuvosos é de 22°C (Cirano e Lessa, 2007 e Lessa *et al*, 2009). A circulação na baía é forçada pelas marés, possuindo uma coluna d'água bem misturada e características marinhas em grande parte da BTS. Essas condições ocorrem devido à baixa descarga fluvial (Dominguez e Bittencourt, 2009).

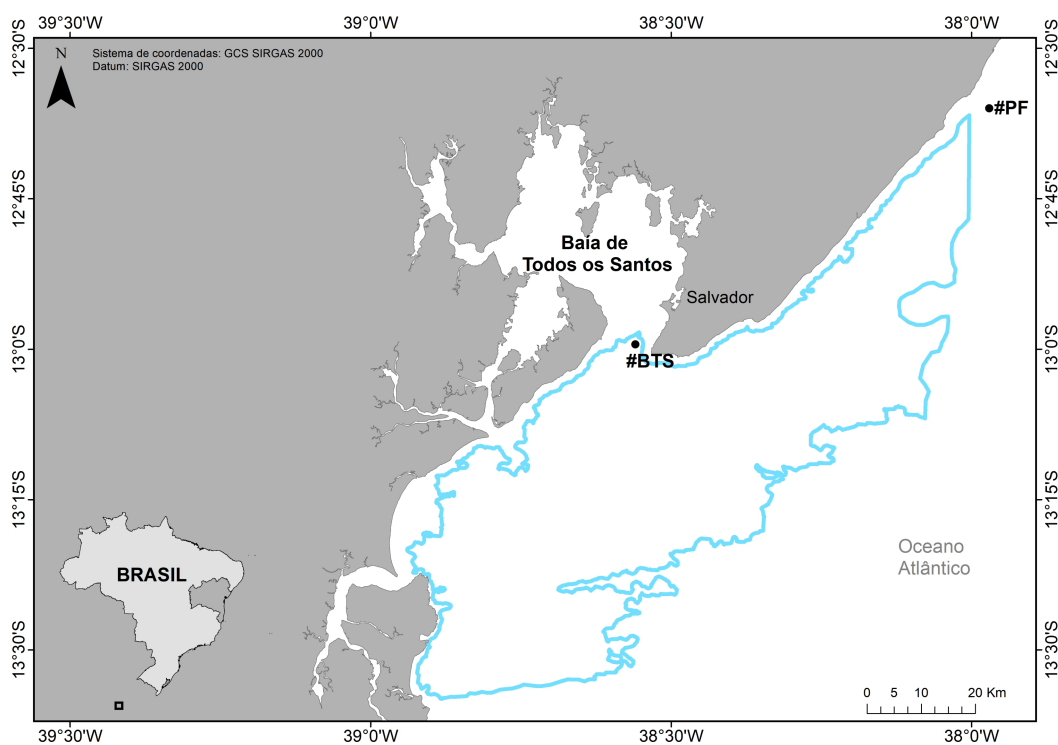


Figura 01: Mapa de localização da área de estudo, estação amostral (#BTS) e localização do sensor fundeado na Praia do Forte (#PF). Linha azul: área máxima da pluma da ressurgência feita a partir da média dos eventos máximos (dados retirados do trabalho de Santos *et al*, 2014).

A maré na BTS é caracterizada como semidiurna, com variações inferiores a dois metros durante a quadratura e cerca de três metros durante a sizígia (Lessa *et al*, 2009). A região tem um regime de ventos alísios sazonais; nos períodos secos, os ventos sopram predominantemente de nordeste, enquanto nos períodos chuvosos os ventos sopram de leste e sudeste, quando ocorre a passagem de sistemas frontais (Dominguez, 2006).

De acordo com Cirano e Lessa (2007) são encontradas duas massas d'água dentro da BTS, sendo essas geradas pela sazonalidade de temperatura e salinidade. A primeira sendo a Água Tropical (AT), que possui salinidades acima de 36 e temperaturas acima de 20°C; esta adentra a baía durante os períodos secos. A segunda, a Água Costeira (AC), com temperatura e salinidade inferiores às da AT, sendo a mesma formada na BTS durante os períodos chuvosos, barrando a entrada da AT. Os eventos de ressurgência que ocorrem na entrada da BTS variam entre 3 e 21 dias e sua pluma pode apresentar uma área de 5.279 km² (Thérvenin *et al*, 2019, Santos *et al*, 2014).

Coleta de dados

As amostras de água foram coletadas durante catorze campanhas mensais ao longo dos anos de 2018 e 2019 (abril/2018 a maio/2019), em preamares de quadratura, na estação amostral localizada na entrada da BTS nas coordenadas 12°59'33,0''S e 38°32'93,0''W (Figura 01). As coletas quali-quantitativa do plâncton foram realizadas com arrastos verticais - do fundo (30 metros) à superfície - com o auxílio de redes com malhas de diâmetro de poro de 20, 30, 60, 200, 300 e 500 µm. As amostras foram preservadas em formol a 4%. Os dados físico-químicos como temperatura, salinidade e densidade foram obtidos através de um CTD (CastAway-CTD).

Procedimentos laboratoriais

A identificação dos organismos fitoplanctônicos foi realizada em lâminas úmidas ao nível de grande grupo (filo) e somente os organismos do filo dos dinoflagelados (*Dinophyta*) foram identificados em nível de espécie; essa identificação foi baseada em Fensome *et al*, 1993 e Balech, 1998. A contagem das células fitoplanctônicas foi realizada em câmaras de sedimentação, seguindo a técnica de Uthermöl, 1958, com o aumento de 400x, em microscópio invertido Olympus CKX41. Para a identificação das larvas e juvenis de peixes foram utilizadas: Fahay, 1983, Leis & Remmis, 1983, Moser

et al, 1984, Okiyama, 1988, Olivar, 1991, Ozawa, 1995 e Nelson, 1994. As análises do zooplâncton foram realizadas em sua totalidade com o auxílio de um microscópio estereoscópio Anatomic Microscope Tim-2t. A contagem dos organismos foi realizada por meio de alíquotas contendo 25% da amostra (Boney, 1976. A identificação foi feita a nível de espécies para os copépodes e de gênero para os demais grupos (Boltovoskoy, 1981, 1999).

Análise de dados

Temperatura e Salinidade

Os dados físicos-químicos foram analisados das seguintes formas: primeiramente foram organizadas em planilhas de cálculo com três colunas (temperatura, salinidade e densidade). Em seguida foram criadas séries temporais com as médias de temperatura e salinidade para a estação amostral #BTS e um diagrama TS (temperatura e salinidade), que foi utilizado para caracterizar as massas d'água. Para a criação de uma série temporal de temperatura afim de identificar os eventos de ressurgência costeira foram utilizados dados do sensor (ADCP RDI Sentinel), fundeado na estação amostral #PF (Praia do Forte- Litoral Norte). Os eventos de ressurgência foram identificados quando as anomalias de temperatura apresentaram valores iguais ou menores que -1°C , conforme descrito na literatura existente (Aguiar *et al*, 2014; Santos *et al*, 2015; Thévenin *et al*, 2019).

Teoria de redes: construção e análise

Para a construção e organização das redes alimentares foram considerados as espécies da comunidade planctônica e as conexões (predação) entre as espécies. Com o intuito de representar essas redes, foi usado um grafo $G = (V, E)$, que é uma representação matemática composta por dois conjuntos: V (finito e não vazio) e E (relação binária sobre V). Os elementos que compõem V são conhecidos com vértices ou nós do grafo G e os elementos de E são suas arestas (ou arcos) (Diestel, 2000, p.2). Por se tratarem de redes alimentares, estas são classificadas como redes dirigidas (conexões entre os pares de vértices são orientadas), ou seja, cada vértice pode ou não possuir arcos de saída (E_1 - predador), entrada (E_2 - presa) e auto-laços (E_{AU} -

canibalismo) que é quando um arco conecta um vértice a ele mesmo (Gross e Yellen, 2003, p.16).

Depois da identificação e organização das espécies em grupos alimentares foi feita uma tabela geral com duas colunas (1.predador e 2.presas). Usando essa tabela como base, através do *software* MATLAB, foi desenvolvido um algoritmo capaz de comparar as espécies observadas mensalmente. Esse algoritmo foi executado para os meses de abril/2018 a maio/2019 e gerou 14 tabelas de relações alimentares entre as espécies. Posteriormente, a partir dessas tabelas, foram criadas redes no programa criar.Net (Borges *et al*, 2019) e analisadas no Gephi 0.9.2 (Gephi Development, 2019). Todas as imagens temporais apresentadas neste trabalho são distribuições espaciais das redes obtidas no Gephi.

Foi analisada uma rede alimentar com 916 taxa (geral) e mais catorze redes (mensais), somente do plâncton (frações de tamanho entre 2 a 500 μ m). Os taxa foram agrupados em seis agrupamentos: 1) FITO (autotróficos - diatomáceas, clorófitas, cianófitas e alguns dinoflagelados autotróficos-; os mixotróficos - dinoflagelados que tanto podem se alimentar de outros organismos como podem realizar fotossíntese-; e os heterotróficos - dinoflagelados que se alimentam de outros organismos-). 2) ZooI (carnívoros); 3) ZooII (herbívoros, detritívoros/depositivos e onívoros menores que 100 μ m); 4) ZooIII (onívoros maiores que 100 μ m); 5) ZooIV (parasitas); 6), ZooV (lecitrotóxicos - organismos que possuem sua própria fonte de alimentação); e 6) Ictio (larvas de peixes). Essa separação levou em consideração tamanho, hábito alimentar, proximidade taxonômica e nível trófico (1-basal; 2-intermediárioI \leq 100 μ m; 3-intermediárioII >100 μ m; 4-Topo). Esses agrupamentos foram considerados como atributos dos vértices das redes analisadas.

Posteriormente, foram realizadas análises de 16 propriedades de redes alimentares; 1 - número de vértices - espécies do plâncton ($N = |V|$) e arestas - interações alimentares ($M = |E|$); 2 - Grau médio ($\langle k \rangle$): para redes direcionadas há a existência de dois tipos graus, um grau de entrada $k_{in}(i)$ e um de saída $k_{out}(i)$, representando o número de arestas que entram ou saem de um vértice i , respectivamente. Na matriz de adjacência $A(G)$ de uma rede direcionada, o número 1 indica a existência de um arco que sai do vértice i e entra no vértice j (a_{ij}) e número 0 indica que não existe(m) arco(s) conectando os vértices i e j . Os graus de entrada e de saída de quaisquer vértices da rede

podem ser descritos respectivamente da seguinte forma: $k_{in}(i) = \sum_{j=1}^N a_{ji}$ e $k_{out}(i) = \sum_{j=1}^N a_{ij}$. Portanto, os graus médios de entrada e de saída de uma rede dirigida são calculados respectivamente por $\langle k_{in} \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_{in}(i)$ e $\langle k_{out} \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_{out}(i)$; 3 - O diâmetro de uma rede denotado por (D) , é a maior distância geodésica entre qualquer par de vértices i e j dentro da rede e é dado por: $D = \max(d_{ij})$; 4 - Espécies tróficas (S), grupo de taxa cujos membros compartilham o mesmo conjunto de predadores e presas; 5 - Densidade do link (L/S), onde L é o desvio padrão das arestas ($Link\ SD$); 6 - Conectividade (C), onde $C = L/S^2$; 7 - Top ($T\%$), espécies sem predadores ou parasitas, 8 - Espécies basais ($B\%$), espécies sem presa; 9 - Intermediário ($I\%$), neste trabalho foram considerados os organismos mixotróficos; 10 - Canibais ($Can\%$); neste trabalho foram consideradas espécies canibais aquelas que possuíam auto-laços (E_{AU}); 11 - Onívoros ($Omn\%$), espécies que se alimentam de diversos níveis tróficos (Willians e Martinez, 2000); 12 - Herbívoros + detritívoros ($Herb\%$) (Dunne *et al*, 2004). 13 - Generalidade - desvio padrão dos graus de saída (número de arestas que partem de $V-E_1$) - ($GenSD$), que são quantos itens de presa uma espécie possui; 14 - Vulnerabilidade - desvio padrão dos graus de entrada (números de arestas que chegam a $V-E_2$) - ($VulSD$), que são quantos itens de predadores uma espécie possui. Foram analisadas também duas propriedades de redes de “pequeno mundo” (Watts e Strogats, 1998), 15 - Caminho mínimo médio é o número médio de passos (L) ao longo dos caminhos mais curtos para todos os possíveis pares de vértices da rede e é dado por: $L = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j} d_{ij}$, onde d_{ij} é o caminho mínimo ou distância geodésica entre os vértices i e j ; 16 - O agrupamento de uma rede completa é compreendido pelo coeficiente de aglomeração médio (C_{WS}) que é uma medida se propõe a observar até que ponto os vizinhos de um vértice são vizinhos entre si (Watts e Strogats, 1998), sendo a representação da média de C_i (coeficiente de agrupamento local) sobre todos os vértices da rede. Considerando que $C_i = \frac{2 \cdot |E_i|}{k_i(k_i-1)}$, onde $|E_i|$ é o número de arestas entre os vértices adjacentes de i , e k_i é o número de vizinhos do vértice i . Então, essa propriedade é dada por: $C_{WS} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N C_i$.

A partir dos resultados obtidos com as propriedades 1, 2, 3, é esperado observar a mudança na biota local e também o efeito da ressurgência costeira sobre a comunidade planctônica. As propriedades de 4 a 16, juntamente com a separação das comunidades

planctônicas em agrupamentos anteriormente descritos, poderão apresentar as mudanças na estrutura e dinâmica do plâncton no tempo e sob a influência da ressurgência costeira.

Análises estatísticas

Com intuito de averiguar a normalidade e homogeneidade dos dados foram realizados o teste de Shapiro-Wilk (normalidade) e o teste de Levene (heterocedasticidade). Depois de se concluir o teste de normalidade e homogeneidade foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis (ANOVA) para a análise de ocorrência de variações temporais (McCune e Grace, 2002), nas variáveis ambientais (temperatura e salinidade) e nas propriedades das redes alimentares (vértices, arestas, grau médio, diâmetro, espécies tróficas, densidade do link, conectividade, top, espécies basais, intermediários, canibais, onívoros, herbívoros + detritívoros, generalidade, vulnerabilidade, caminho mínimo médio, coeficiente de aglomeração médio) Também foram realizadas análises de riqueza, diversidade e equidade com os dados biológicos. Para determinar se há influência da ressurgência na comunidade planctônica e na dinâmica da rede trófica local, primeiramente foi realizada uma Correlação de Pearson (r) (com correção de Bonferroni) para saber se as variáveis físicas que descrevem a ocorrência da ressurgência (temperatura e salinidade), possuem alguma influência na biota (que foi sintetizada através da medida de diversidade). e posteriormente foi aplicado um Modelo Aditivo Generalizado (GAM em inglês). Todas as análises e gráficos foram realizados utilizando o programa R (R Development core team, 2018) versão 3.5.1.

Para determinar quais as variáveis ambientais (temperatura e salinidade) que condicionaram a estrutura trófica da comunidade planctônica, foi aplicado um GAM realizado com as propriedades estruturais das redes alimentares. Assim como as análises anteriores, essa também foi realizada utilizando o *software* R.

Resultados

Temperatura e salinidade

A partir dos valores obtidos das anomalias de temperatura foi possível observar quatro eventos de ressurgência, tendo eles ocorrido nos meses de outubro/2018 (-1 a -1,3°C, com duração de 72 horas); dezembro/2018 (-1,03 a -2,8°C, com duração de 144 horas); fevereiro/2019 (-1, com duração de +/- 7 horas) e março/2019 (-1,03 a -1,6°C, com duração de 96 horas) (Figura 02). As demais anomalias negativas observadas foram superiores aos -0,5°C.

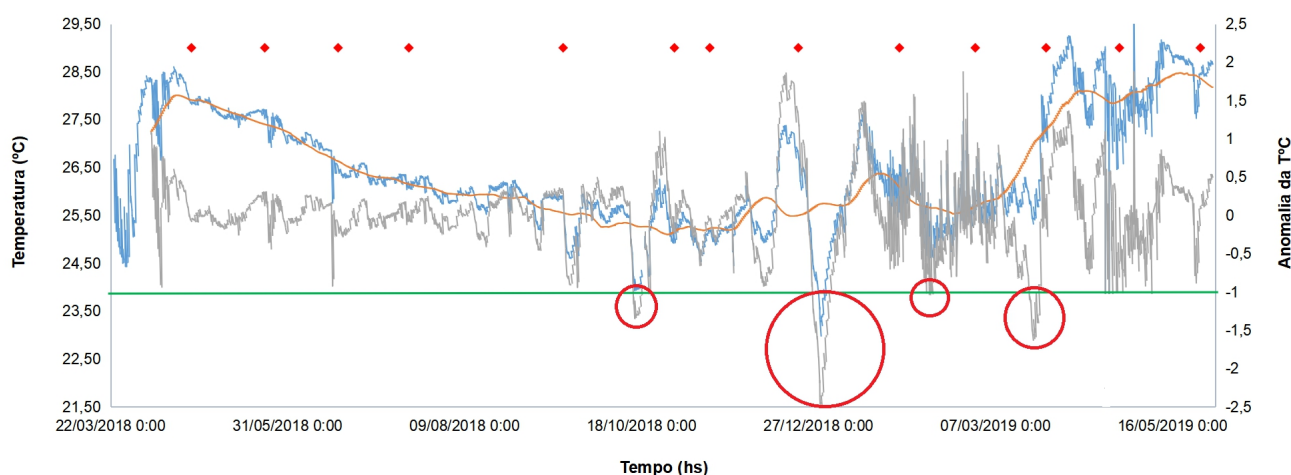


Figura 02: Série temporal de temperatura, dados do sensor (ADCP RDI Sentinel) Praia do Forte (Litoral Norte). Linha azul: indica valores originais retirados do sensor; linha laranja: valores filtrados (média de 30 dias); linha cinza: indica as anomalias de temperatura; trapézios vermelhos: indicam a data de coleta na BTS; linha verde: indica limiar para a ocorrência de um evento de ressurgência (Aguiar *et al*, 2014; Santos *et al*, 2015; Thévenin *et al*, 2019).

Foi possível observar a presença de dois momentos distintos nos valores de temperatura e salinidade. O primeiro período compreendido por abril a junho de 2018 apresentou altos valores de temperatura ($> 27^{\circ}\text{C}$) e águas menos salinas com valores menores ou igual a 37. E o segundo período de julho a novembro/2018 com valores médios de temperatura inferiores a 27°C , e com valores de salinidade superiores a 37

(Sendo que nesse segundo período era esperado um aquecimento da coluna d'água com a entrada do período seco na região) (Figura 03).

Outro ponto a ser observado e os maiores valores de temperatura e salinidade ocorreram nos meses fevereiro, março, abril e maio de 2019, os valores médios estiveram acima dos 28°C para a temperatura e 37 para a salinidades (vê tabelas 1 e 2, apêndice). apontando assim um período de aquecimento da coluna d'água característico do período seco dessa região, caracterizando um período de transição entre os dois períodos acima. É possível observar diferenças entre os meses amostrados, havendo, diferenças temporais estatisticamente significativas para as duas variáveis no período estudado ($F=1,03$ e $p= <0,05$ para a temperatura e $F=8$ e $p= <0,05$ para a salinidade).

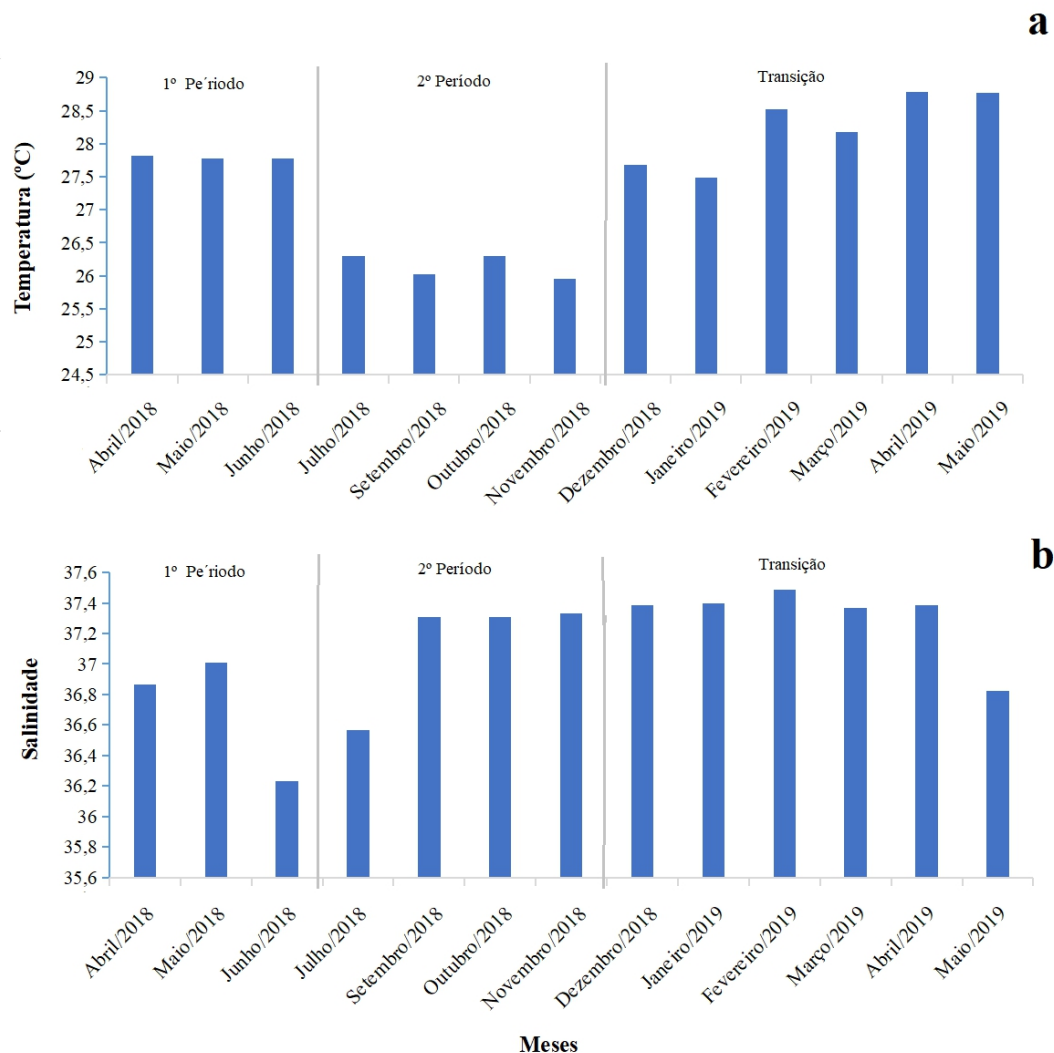


Figura 03: Série temporal com as médias de temperatura (a) e salinidade (b) para a estação amostral (BTSR) na entrada da BTS. A barras na parte inferior indicam a separação dos dois períodos encontrados.

É possível observar a presença de águas mais frias e salinas na entrada da BTS. Contudo, a influência da Água Tropical mantém a coluna de água aquecida, e sempre acima dos 26°C. Mesmo com a dominância dessa massa de água mais quente, ainda é possível notar quedas na temperatura da água em períodos em que era de se esperar um aumento, evidenciando assim, a chegada de águas mais frias (Figura 4).

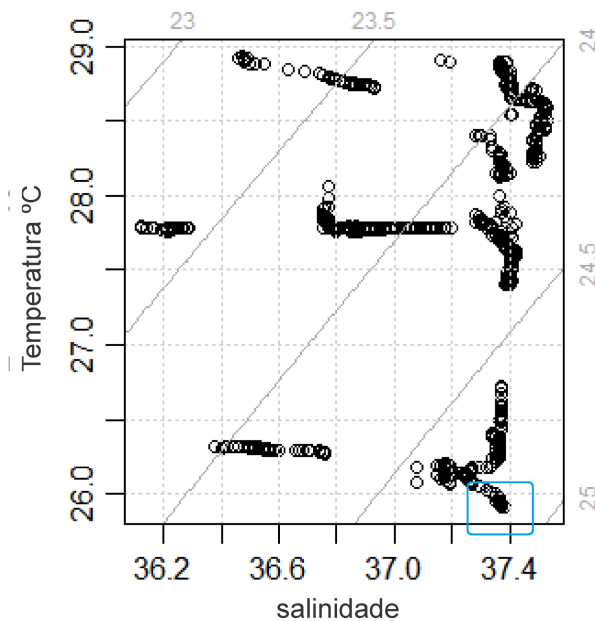


Figura 04: Diagrama TS na entrada da BTS, de abril/2018 até maio/2019; caixa em azul indica as temperaturas relacionadas ao evento de ressurgência costeira.

Comunidade planctônica e as interações tróficas

Composição e diversidade

Foram identificados 916 morfotipos distribuídos em 21 filos (quatro da comunidade fitoplanctônica e 17 da zooplanctônica), 31 classes, 17 ordens, 124 famílias e 130 gêneros (para o zooplâncton e dinoflagelados) (Tabela 1- apêndice). Dentre esses filos, o mais representativo foi o Bacillariophyta (diatomáceas) com 47,2% da comunidade, seguido dos filos Arthropoda (12%), Ciliophora (8,3%) e Myzozoa (7,5%). Os filos que tiveram representatividade acima de 2% foram Chordata (4,5%), Cnidaria(3,5%), Foraminifera (3,1%), Chlorophyta (2,9%), Platyhelminthes (2,8%) e Mollusca (2,2%). Os demais filos somados chegaram a 9% (Figura 05).

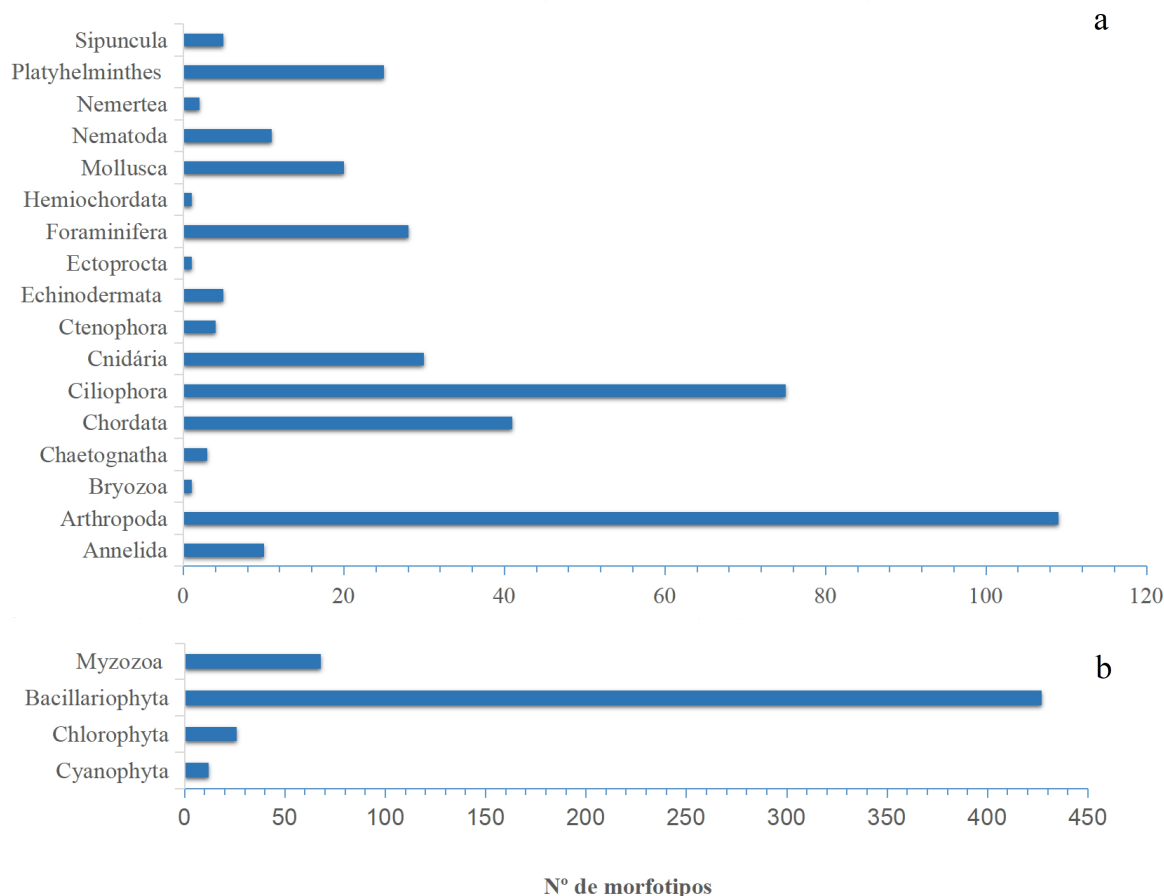


Figura 05: Distribuição do número de taxa nos grupos taxonômicos do plâncton registrados na entrada da BTS; figura a: assembleia zooplanctônica e a figura b: assembleia fitoplanctônica.

De maneira geral, o total de espécies foi mais elevado nos meses de novembro/2018 (362), dezembro/2018 (354), setembro/2018 (315) e outubro/2018 (301). Os meses com menor riqueza foram julho e agosto de 2018, e abril/2019, que apresentam riqueza de espécies inferior a 200 espécies. Os demais meses apresentaram riqueza variando de 214 (junho/2018) a 298 (abril/2018) espécies (média=263, dp=63). O índice de diversidade de Shannon variou entre 4,6 (agosto/2018) a 5,5 bits.cél⁻¹ (novembro/2018) (média= 5,12, dp=0,25) (Figura 06).

É possível observar uma diminuição da diversidade de abril a agosto de 2018 e depois uma aumento da mesma a partir do mês setembro até o mês de dezembro/2018 e voltando a diminuir a partir do mês de janeiro/2019. A equidade das amostras variou de 0,89 (maio/2019) a 0,94 (junho/2018) (média= 0,92, dp=0,01). O alto valor encontrado

de equidade indica que não há nenhuma espécie dominante, ou seja, a abundância está bem distribuída entre as espécies da comunidade planctônica da BTS.

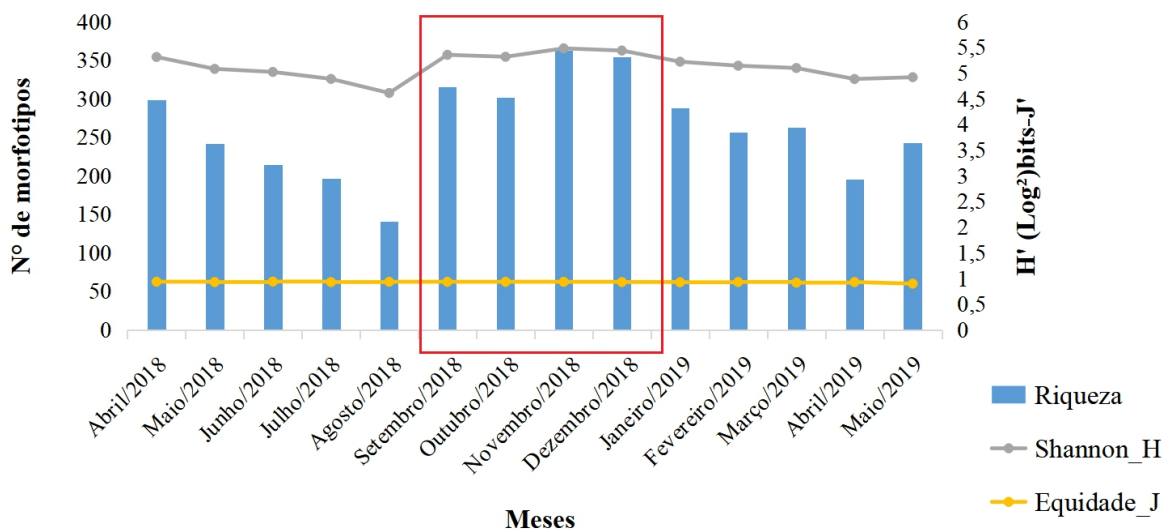


Figura 06: Riqueza (S), Diversidade de Shannon (H'' – bits.cel⁻¹) e Equidade de Pielou (J'') da comunidade planctônica nos meses de coleta de abril/2018 a maio/2019 na BTS. Linha em vermelho destaca os meses em que a diversidade e riqueza de morfotipos foram influenciadas pela ressurgência.

Em todos os meses, a comunidade planctônica foi representada em sua maioria por espécies holoplanctônicas (espécies que passam sua vida inteira no plâncton) permanecendo acima dos 80%. O valor máximo encontrado foi no mês de novembro/2018 com 87,6%. O menor valor encontrado foi no mês de julho/2018 com 81,8% da comunidade, não havendo diferenças estatísticas entre os meses ($F=0,0003$, $p=1$). No caso dos organismos meroplanctônicos (espécies que passam parte da vida no plâncton), variaram de 12,4% (mínimo) no mês de novembro/2018 à 18,2% (máximo) no mês de julho de 2018 (Figura 07). Assim como para os organismos holoplanctônicos, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os mês estudados ($F=0,0003$, $p=1$).



Figura 07: Representação gráfica das redes: Proporção de organismos holoplânctônicos e meroplânctônicos na comunidade planctônica nos meses de coleta de abril/2018 a maio/2019 na BTS.

Efeito da ressurgência na diversidade planctônica

Somente a salinidade mostrou correlação significativa com a diversidade ($r=0,6$), mostrando que com o aumento da salinidade também aumenta a diversidade. Outro ponto a ser observado é que a diversidade aumenta com o tempo e a salinidade mostrou relação significativa com mesma, apresentando um p de 0,026 ($F=2,57$) (Tabela 04 - apêndice).

Hábitos alimentares do plâncton

Dentre os nove grupos alimentares encontrados na comunidade planctônica da BTS, os autotróficos obtiveram maior percentagem (50,9%) seguidos pelos onívoros (25,2%) e em terceiro os carnívoros (8%). Os organismos herbívoros alcançaram 5,2%. Os

mixotróficos e heterotróficos (grupos pertencentes ao fitoplâncton) somaram 7,9%. Os organismos detritívoros/depositívoros chegaram a 1,6%. Houve também a presença de parasitas com 0,3% de representatividade. Os organismos lecitotróficos representaram 0,9% (Tabela 01- apêndice).

A Figura 8 representa a mudança na composição da rede trófica ao longo do ano, considerando a presença percentual de cada grupo alimentar e as mudanças estruturais da comunidade.

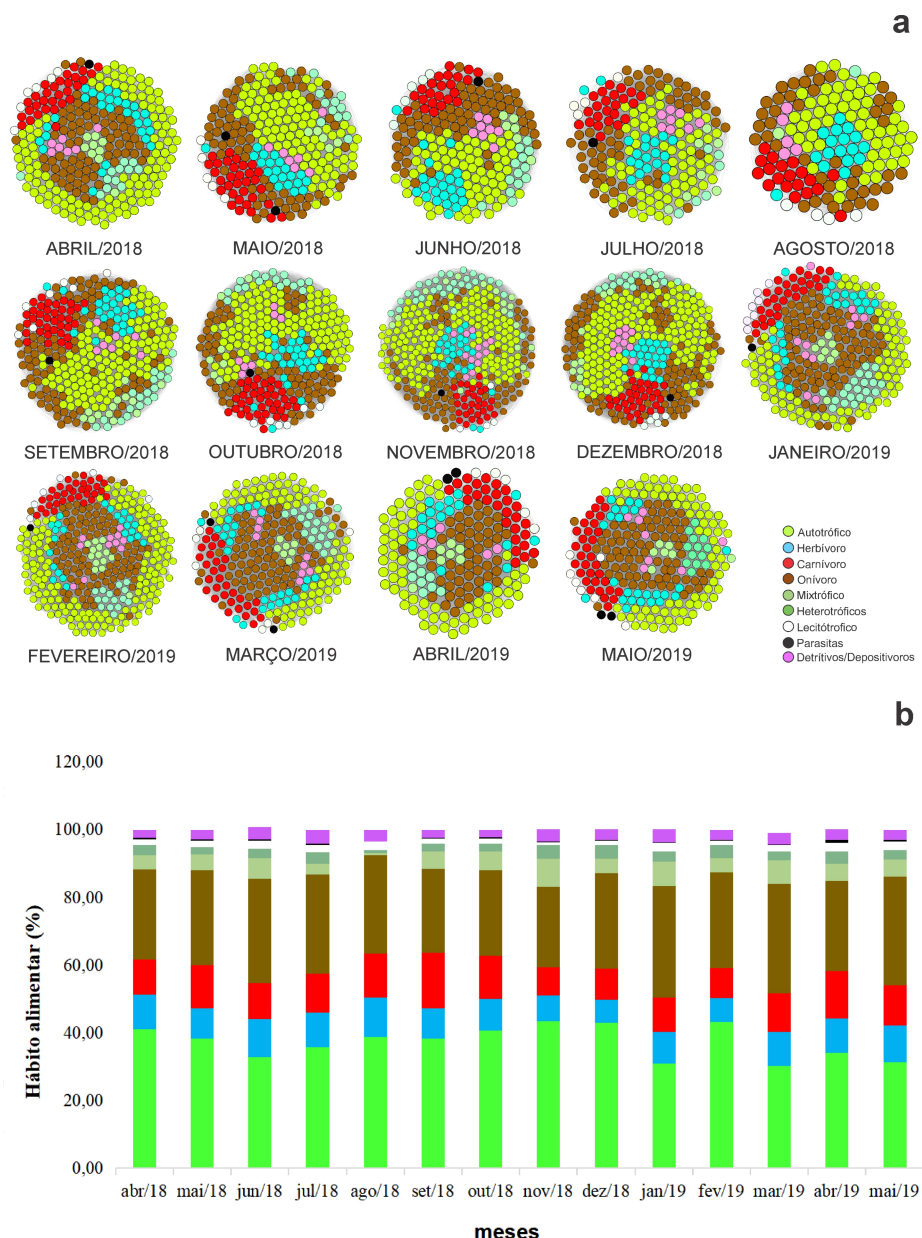


Figura 08: Representação gráfica das redes (a) e a percentagem (b) dos hábitos alimentares encontrados na comunidade planctônica nos meses de coleta de abril/2018 a maio/2019 na BTS.

Seguindo pela ordem amostral, os meses de abril/2018 a dezembro/2018, os organismos autotróficos foram os que mais contribuíram na diversidade do plâncton, com valores percentuais que variaram de 39,9% (julho/2018) a 43,4% (novembro/2018), seguidos pelos onívoros, que variaram de 23,7% (novembro/2018) à 30,7% (Julho/2018). Os carnívoros (com a terceira maior contribuição para o período) e os herbívoros (quarta maior contribuição) variaram de 8,4% a 16,5% e 6,9% a 16,4% nos meses de novembro e setembro/2018 respectivamente.

Os mixotróficos e heterotróficos tiveram suas maiores contribuições no mês de novembro/2018 com os valores de 4,4% e 3,9%, e a menor no mês de setembro/2018 (0,7% para ambos mês; os organismos detritivos/depositivos, variaram de 2,2% a 4,1% (nos meses de setembro/2018 e julho/2018 respectivamente). Já os organismos lecitotróficos obtiveram sua maior (menor) representatividade no mês de agosto/2018 (novembro/2018) com 2,7% (0,8%). No período correspondente aos meses de abril a dezembro/2018, os organismos parasitas tiveram valores acima dos 0,3%, com exceção do mês de agosto/2018, quando esse grupo não ocorreu.

Nos períodos de coleta de janeiro/2019 à maio/2019 foi observado a uma mudança na estruturação da comunidade, quando nos meses de janeiro (32,9%), março (32,4%) e maio/2019 (32,1%), os organismos onívoros obtiveram maior representatividade, sendo superior aos autotróficos (janeiro-30,82%, março-30,15% e maio/2019-31,35%) que obteve sua maior concentração em fevereiro/2019 (43,3%). Os organismos herbívoros apresentaram valores percentuais que variaram de 6,9% (fevereiro/2019) a 10,7% (maio/2019), enquanto que os carnívoros apresentaram seu maior percentual em abril/2019 (14,5%) e menor fevereiro/2019 (9%).

Os organismos lecitotróficos obtiveram sua maior (menor) representatividade no mês de abril/2019 (fevereiro/2019) com 2,5% (1,4%). Já os detritivos/depositivos variaram de 3,01% a 3,77% (nos meses de fevereiro e janeiro/2019 respectivamente). Os mixotróficos (heterotróficos) tiveram suas maiores contribuições no mês janeiro/2019 (fevereiro/2019) com 7,19% (3,84%) e menores percentuais em fevereiro/2019 (março/2019) com 4,11% (2,44%). Esse período também foi caracterizado pela maior concentração de espécies de parasitas no mês de abril/2019 que obteve cerca de 1% de representatividade dentro da comunidade planctônica, enquanto que nos demais meses nesse mesmo período os valores percentuais desse grupo foram igual ou inferior a 0,4%.

Sistematização da rede alimentar local

Considerando o hábito alimentar e tamanho dos organismos, foi proposto o esquema apresentado na Figura 09. O mesmo representa de forma simplificada as interações que ocorrem na rede trófica planctônica da BTS.

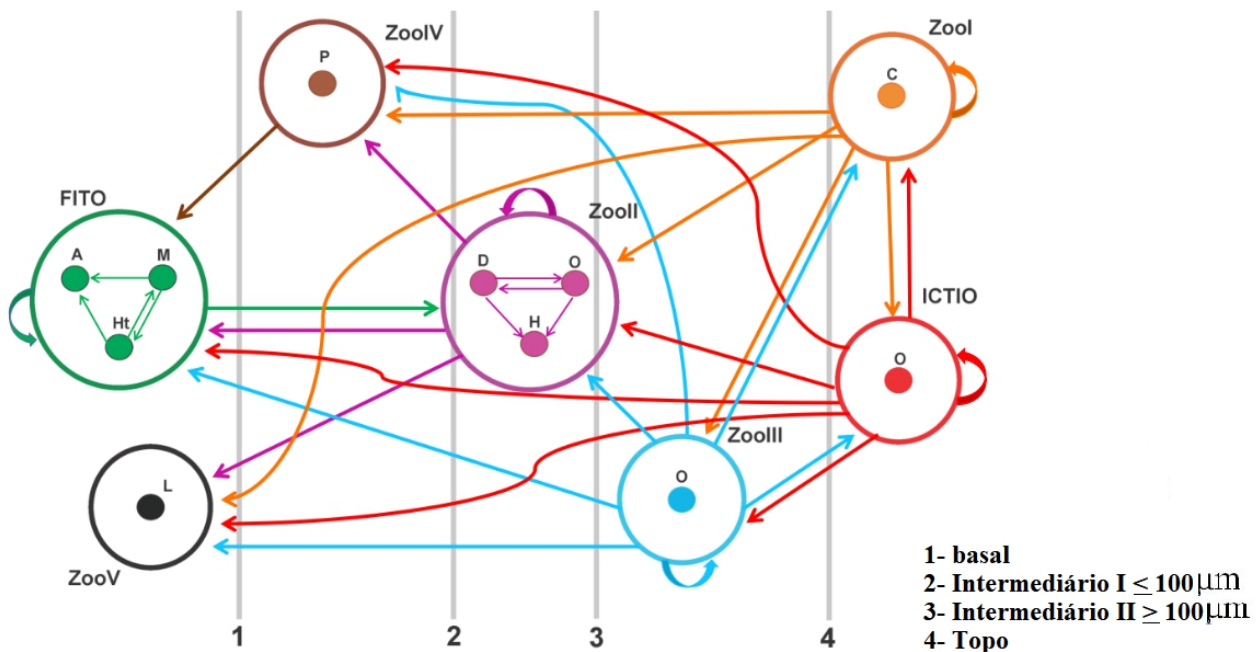


Figura 09: Esquema da rede trófica da Baía de Todos os Santos. Cada círculo representa um agrupamento, 1) FITO (autotróficos - diatomáceas, clorófitas, cianófitas e alguns dinoflagelados autotróficos-; os mixotróficos - dinoflagelados que tanto podem se alimentar de outros organismos como podem realizar fotossíntese-; e os heterotróficos - dinoflagelados que se alimentam de outros organismos-). 2) ZooI (carnívoros); 3) ZooII (herbívoros, detritívoros/depositivos e onívoros menores que $100\mu\text{m}$); 4) ZooIII (onívoros maiores que $100\mu\text{m}$); 5) ZooIV (parasitas); 6), ZooV (lecitrotóxicos - organismos que possuem sua própria fonte de alimentação); e 6) Ictio (larvas de peixes) que leva em consideração o tamanho dos organismos, o hábito alimentar e a posição trófica. As letras dentro dos círculos representam os hábitos alimentares (A= autotrófico, M=mixotrófico, Ht=heterotrófico, L=lecitotrófico, P= parasita, D=detritivo/depositivo, O=onívoros, H=herbívoros, C= carnívoros). As linhas cinzas numeradas representam o nível trófico de cada agrupamento. As setas descrevem o padrão de alimentação de cada grupo. Os agrupamentos (nós) que possuem auto-laços indicam que esses organismos praticam canibalismo (A Tabela 5 no apêndice mostra hábito alimentar de cada espécie e qual grupo pertencem) .

Os agrupamentos que mais fazem ligações são os ZooIII e Ictio, com seis ligações cada; elas consomem todos os demais grupos; em seguida o ZooI, com cinco ligações, ZooII com três, ZooIV e FITO com uma ligação cada e o ZooV sem nenhuma aresta de emissão. É possível também observar, que os agrupamentos ZooII, ZooIII e ZooIV servem de intermediários (níveis tróficos 2 e 3) no fluxo de energia que vem do nível trófico 1 (Fito e Zoo V) para o nível trófico superior (ZooI e Ictio). Dentro da comunidade da BTS, o grupo que obteve maior representatividade foi o Fito, que obteve valores percentuais acima dos 40% em todas as campanhas. O segundo grupo que obteve maior representatividade foi o ZooII (grupo esse que inclui os herbívoros, detritívoros/depositivos e onívoros menores que 100 μ m) com valores acima dos 20% em todos os meses.

O grupo ZooI, alcançou valores acima dos 8%, sendo que o valor máximo encontrado foi no mês de abril/2019 (14,1%) e o mínimo no mês de novembro/2018 (8,9%). Os valores percentuais relacionados ao grupo do Ictio, variaram de 0,94% no mês junho/2018 (com somente duas famílias presentes) à 4,1% no mês de agosto/2018 (com seis famílias). Os parasitas (ZooIV) obtiveram pouca representatividade dentro da comunidade planctônica local, tendo seu maior valor encontrado no mês de abril/2019; e o mês de agosto/2018, não houve aparecimento de nenhuma espécie de parasita. Os organismos lecitotróficos (ZooV), ao contrário dos parasitas, estiveram presentes em todas as campanhas, variando de 0,3% (novembro/2018) à 2,8% (maio/2019). E por fim o grupo ZooIII, que obteve valores acima dos 4%. O percentual máximo encontrado para esse grupo foi no mês de maio/2018 (8,9%) e o menor foi no mês de novembro/2018 (4,61%). É possível observar o aumento da representatividade desse grupo com o tempo (Figura 10).

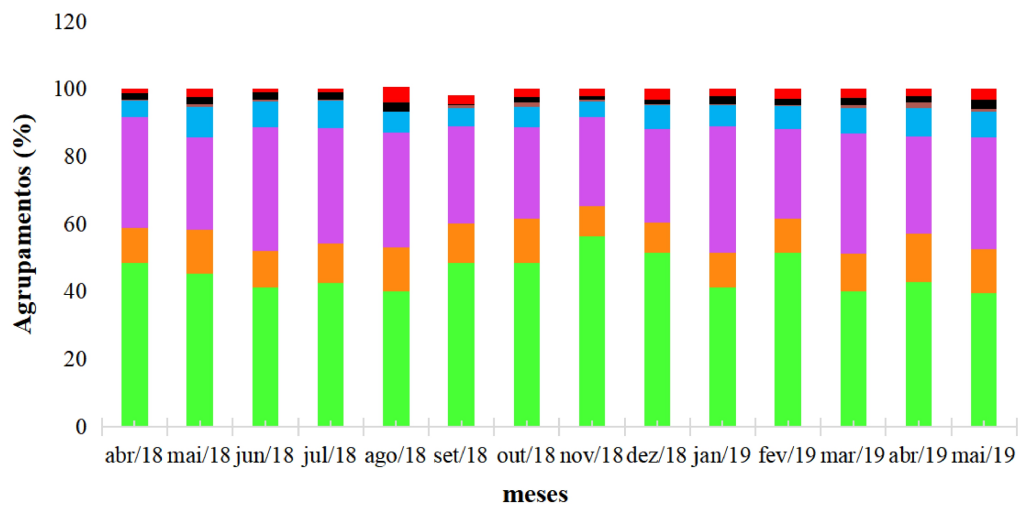
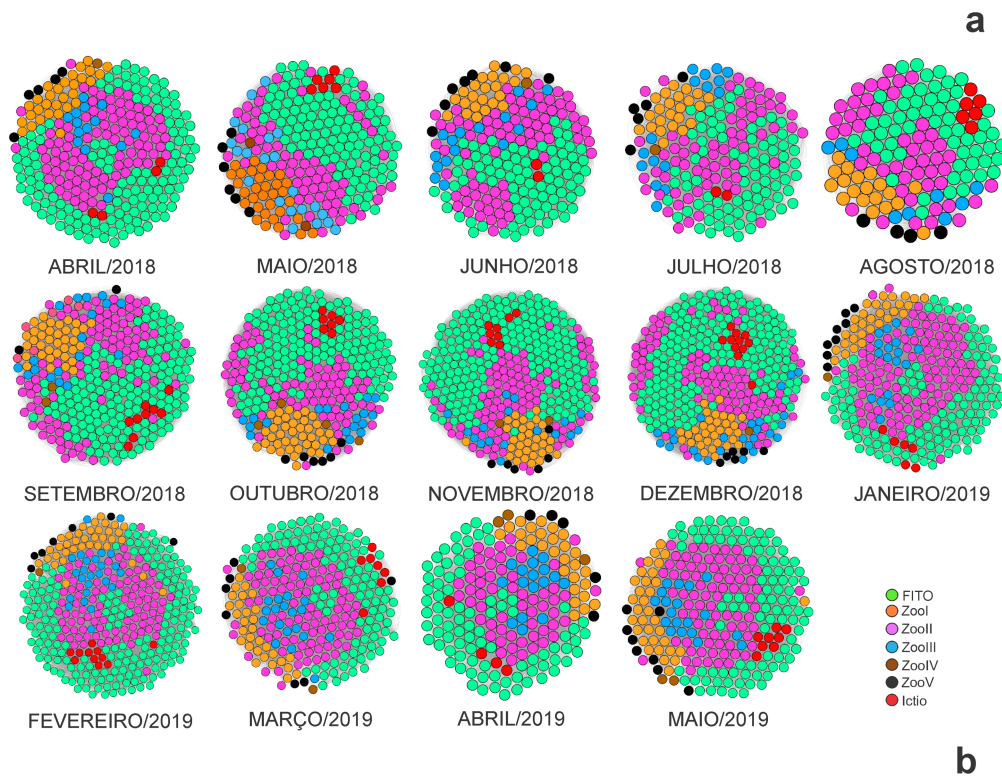


Figura 10: Representação gráfica das redes (a) e a Proporção dos agrupamentos (B) encontrados na comunidade planctônica nos meses de coleta de abril/2018 a maio/2019 na BTS.

Propriedades estruturais das redes

Número de vértices (nós- $(N = |V|)$) e arestas (arcos- $(M = |E|)$) (V,E)

Para os vértices (espécies do plâncton) e arestas (interações alimentares) das redes foi observado um padrão que ambas decrescem do mês de abril/2018 (289, 27.201) a agosto/2018 (147, 6.840). A partir do mês de setembro/2018 ocorre um aumento na quantidade de ambos, com o mínimo no mês de outubro/2018 (308, 29.687) e o máximo observado em novembro (371, 46.362). No ano seguinte ocorre um decréscimo, do mês de janeiro/2019 (292, 31.793), aumentando no mês de fevereiro/2019 (365, 44.385) e voltando diminuir nos meses de março/2019 (272, 26.191) a maio/2019 (252, 22.478), com o menor valor encontrado para no ano de 2019, no mês de abril/2019 (199, 13.588) (Figura 11).

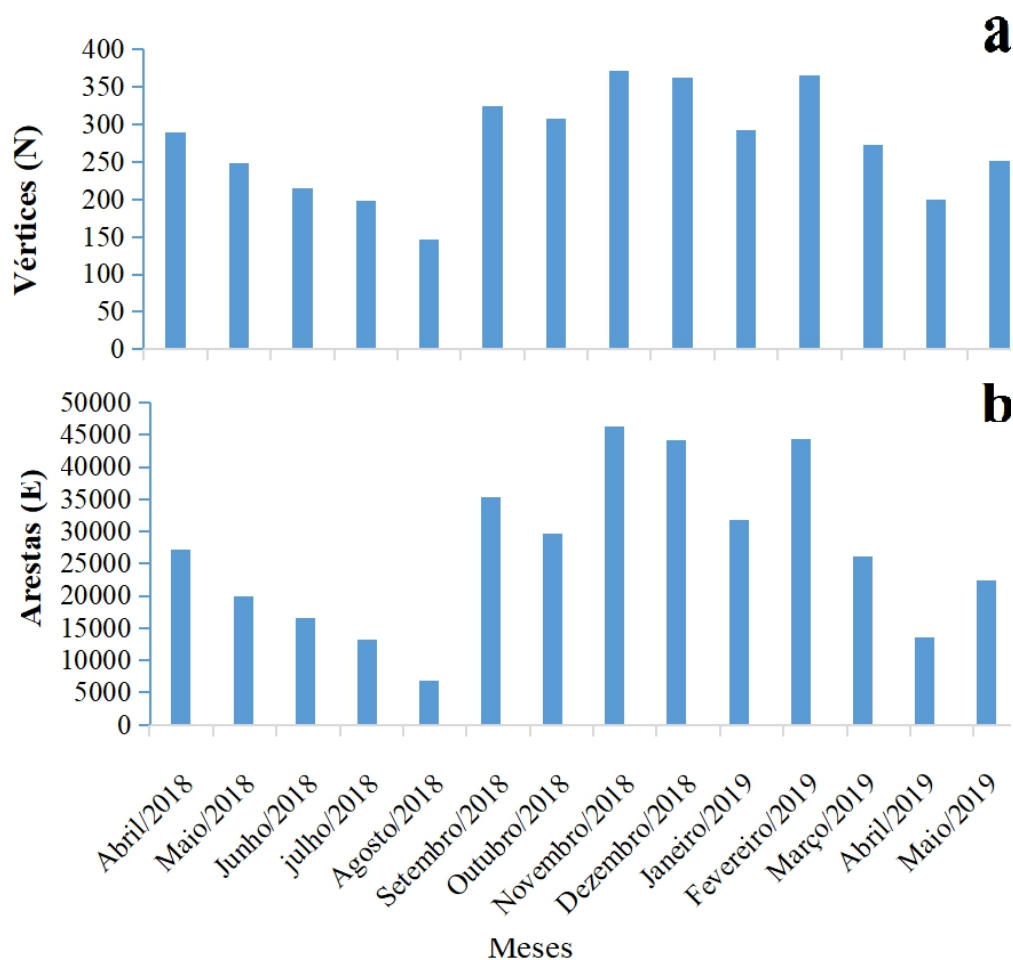


Figura 11: vértices (a) e arestas (b) das redes de interações tróficas da comunidade planctônica nos meses de coleta de abril/2018 a maio/2019 na BTS.

Grau médio $\langle k \rangle$

Assim como para os vértices e arestas, podemos observar três momentos ao longo do tempo (meses amostrados) em que esta propriedade muda; primeiro, ocorre uma diminuição de abril/2018 (94,1) a agosto/2018 (46,5); segundo, aumento de setembro/2018 a fevereiro/2019, com os valores máximos e mínimos ocorrendo nos meses de novembro/2018 (125) e outubro/2018 (96,4), respectivamente; e o terceiro momento, caracterizado por uma nova diminuição de graus nos meses de março/2019 (96,3), abril/2019 (68,3) e maio/2019 (89,2). O grau médio da rede geral foi de 283,1.

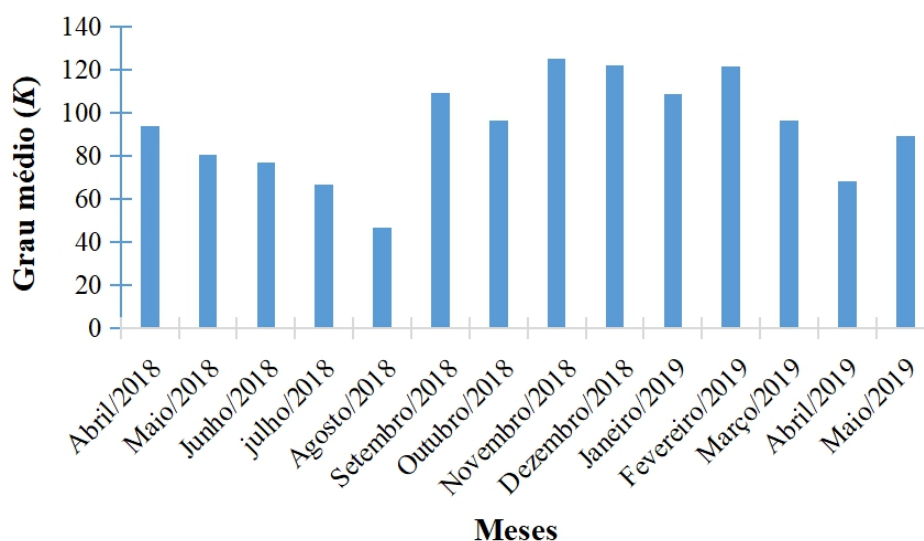


Figura 12: Grau médio (K) das redes de interações tróficas da comunidade planctônica nos meses de coleta de abril/2018 a maio/2019 na BTS.

Caminho mínimo médio (L)

Para essa característica estrutural o valor encontrado para a rede geral (rede esta construída com as 916 espécies encontradas), o número de elos ao longo do caminho mais curto para todos os pares de vértices da rede foi de 2,2. Olhando essa característica no tempo (meses), foram observados quatro grupos de valores para L : a) 1,4 nos meses de setembro, novembro e dezembro/2018 e fevereiro/2019; b) 1,5 para os meses de abril, maio, junho, julho e outubro/2018 e janeiro e maio/2019; c) 1,7 para março e abril/2019; e d) 1,8 no mês de agosto/2018.

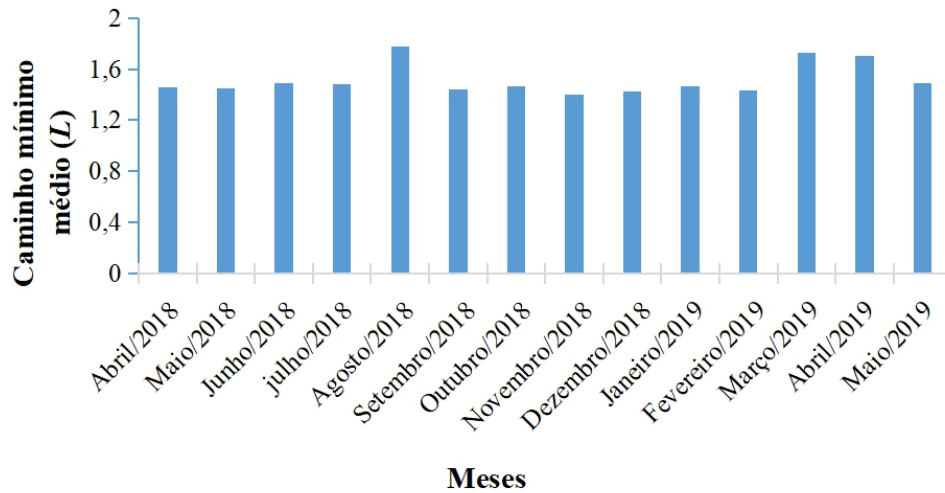


Figura 13: Caminho mínimo médio (L) das redes de interações tróficas da comunidade planctônica nos meses de coleta de abril/2018 a maio/2019 na BTS.

Diâmetro (D_{max})

O diâmetro da rede corresponde à maior menor distância geodésica na rede. Para a rede geral, o diâmetro máximo foi de 14. As demais redes apresentaram três diâmetros diferentes: a) $d_{max}=3$, no mês de maio/2018; b) $d_{max}=4$, nos meses de abril, junho, outubro, novembro, dezembro/2018, e janeiro, fevereiro e maio/2019; e c) $d_{max}=5$, para os meses de agosto/2018, março e abril/2019.

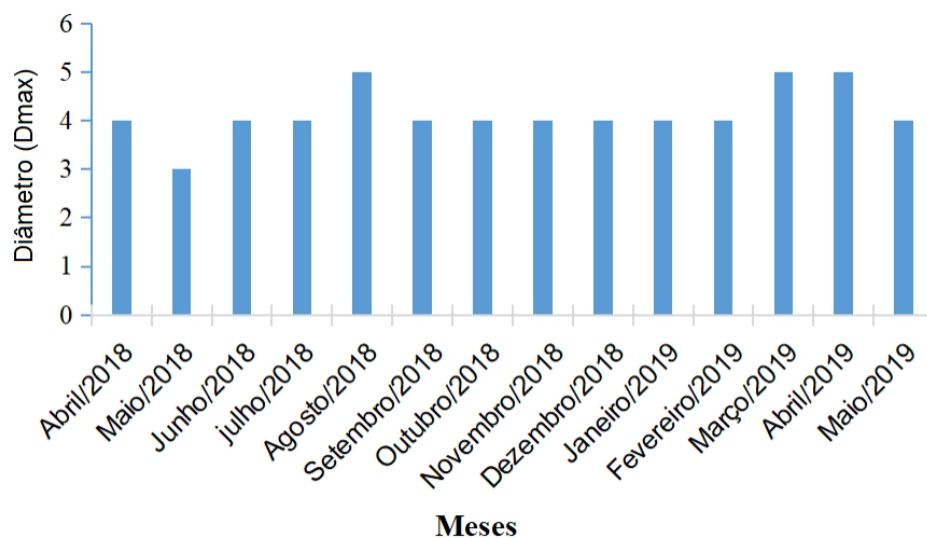


Figura 14: Diâmetro (D_{max}) das redes de interações tróficas da comunidade planctônica nos meses de coleta de abril/2018 a maio/2019 na BTS.

Coeficiente de aglomeração médio (Cws)

O coeficiente de aglomeração encontrado em todas as redes alimentares avaliadas neste estudo (redes mensais) variou de 0,3 a 0,4. Isso indica uma probabilidade média de 30% a 40% de que dois vértices que são consumidores de um mesmo outro vértice também sejam pelo menos um consumidor do outro. Outra característica a ser observada também é o número de componentes conectados, que para todos os meses estudados o valor encontrado foi um.

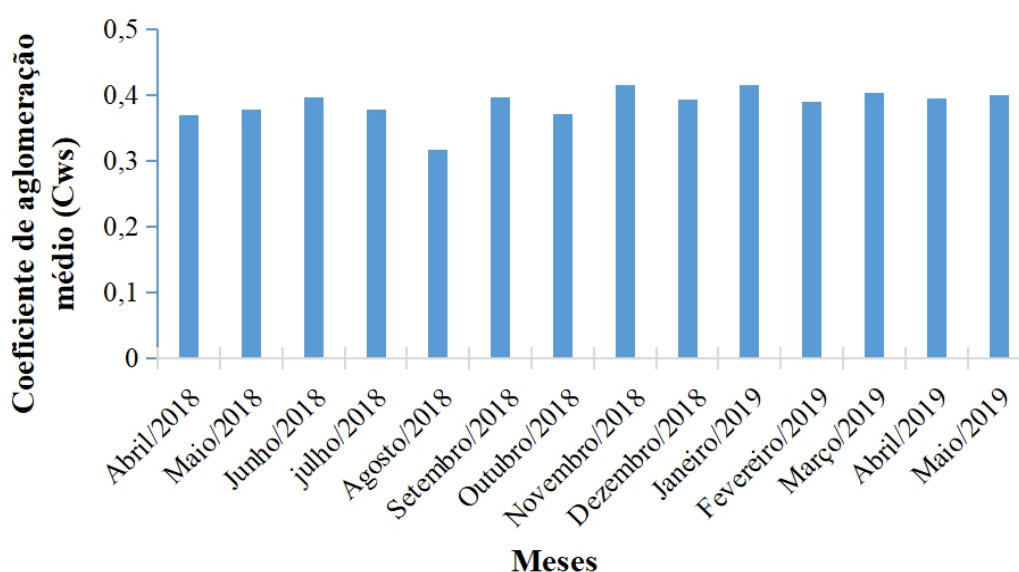


Figura 15: Coeficiente de aglomeração médio (Cws) das redes de interações tróficas da comunidade planctônica nos meses de coleta de abril/2018 a maio/2019 na BTS.

Propriedades estruturais das redes alimentares

A partir das análises de Kruskal Wallis, de algumas propriedades entre os meses estudados, é possível observar que nenhuma delas apresenta diferenças estatisticamente significativas ($F=0,08$ e $p=1$). Os valores de S , variaram de 26 a 57 espécies tróficas. No caso da densidade do link (L/S), os valores variaram de 1,6 a 2,6. Para Conectividade da rede (C), foi observada uma variação de 0,03 a 0,07. A percentagem de espécies onívoras ($Omn\%$) entre os meses variou de 20% a 36%; para as espécies canibais ($Can\%$), os valores percentuais ficaram entre 30% a 41%; Soma das espécies herbívoras e detritívoras/depositívoras ($Herb\%$) apresentou percentagens que variaram de 8% a 15%. Para o $Top\%$, os valores observados variaram de 3% a 7%, as espécies basais ($B\%$)

apresentaram percentuais de 2% e 3% e os intermediários (*I%*) variaram de 1% a 9% (Tabela 02).

Tabela 02: Valores encontrados para as propriedades estruturais das redes alimentares de 14 meses mais a geral. *Taxa* = número de taxa da teia alimentar original, *S* = número de espécies tróficas, *C* = conectividade (L/S^2), L/S = ligações por espécie trófica, *T%* = % das espécies sem predadores, *I%* = % das espécies intermediárias, *B%* = % das espécies basais, *Can%* = % das espécies canibais, *Omn%* = % das espécies onívoras, *VulSD* = desvio padrão do número de itens de predadores uma espécies possui, *GenSD* = desvio padrão do número de presas uma espécie possui.

Meses	Taxa	S	L/S	C	Omn%	Can%	Herb%	T%	B%**	I%*	VulSD	GenSD
Abr/2018	289	52	1,8	0,03	29	33	12	4	2	5	40,1	41,7
Mai/2018	248	37	2,2	0,06	29	32	11	7	3	5	28,3	38,3
Jun/2018	215	41	1,9	0,05	33	34	14	3	3	7	34,3	38,2
Jul/2018	198	33	2,0	0,06	32	33	14	5	3	4	27,9	33,9
Ago/2018	147	26	1,8	0,07	30	30	15	5	3	1	18,7	22,5
Set/2018	324	47	2,3	0,05	30	39	10	6	3	8	44,1	49,8
Out/2018	308	44	2,2	0,05	27	31	11	6	3	6	36,3	46,8
Nov/2018	371	57	2,2	0,04	26	34	11	3	2	9	50	60,6
Dez/2018	363	50	2,4	0,05	32	35	10	4	2	5	50,6	55
Jan/2019	291	47	2,2	0,04	36	41	13	4	3	8	51,9	45,6
Fev/2019	365	48	2,6	0,06	20	33	8	4	2	7	51,5	55
Mar/2019	372	47	2,0	0,04	34	36	14	5	3	7	41,8	51,5
Abr/2019	199	42	1,6	0,04	35	36	13	5	3	6	25,3	34,6
Mai/2019	259	39	2,3	0,06	34	37	13	6	3	5	37,1	44,2
Geral	916	61	4,6	0,08	27	38	7	4	1	6	99,3	318,5

*I- espécies mixotróficas

**B- a soma dos autotróficos é igual a 1

Assim como para a maioria das propriedades de rede, a vulnerabilidade e generalidade obtiveram seus maiores valores a partir do mês de setembro/2018 a março/2019 (Tabela 02). Os maiores valores encontrados para essas propriedades, ocorrem no mês de novembro/2018 (60,6- generalidade) e janeiro/2019 (51,9- vulnerabilidade). Os menores valores encontrados ocorreram no mês de agosto/2018 (22,5 e 18,7 para a generalidade e vulnerabilidade, respectivamente). Na grande maioria dos meses a generalidade (grau de saída) é maior que a vulnerabilidade (grau de entrada); esse padrão é invertido no mês de janeiro/2019.

Em relação a rede geral (Figura 13) é possível observar que, a rede trófica pode ser caracterizada como generalista, já que, a mesma possui um alto grau de saída (predadores altamente conectados, e muitos deles onívoros - Tabela 05- apêndice).

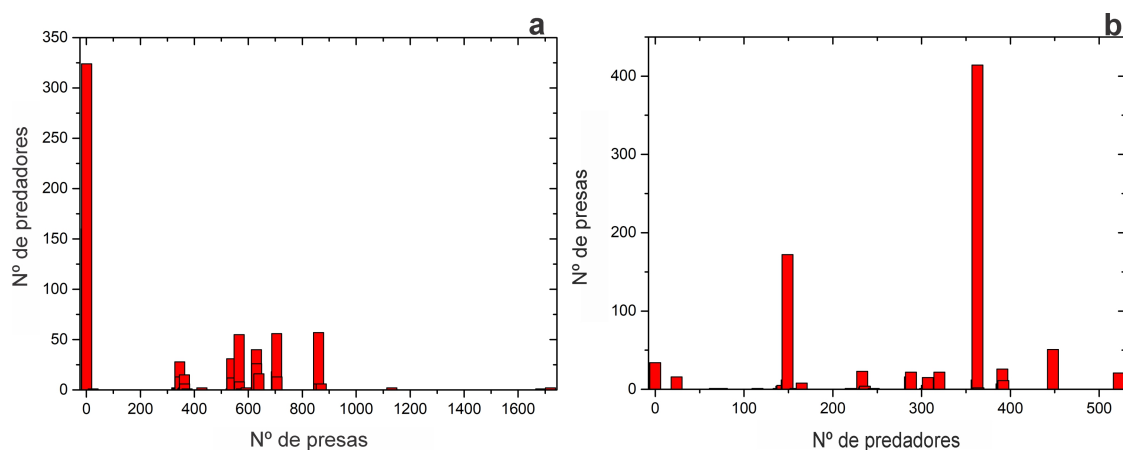


Figura 16: vulnerabilidade (a) e Generalidade (b) da rede geral (916 espécies) de interações tróficas da comunidade planctônica nos meses de coleta de abril/2018 a maio/2019 na BTS.

Efeito da ressurgência costeira nas propriedades das redes alimentares

O modelo aditivo generalizado (MAG), aponta uma relação significativa somente entre a salinidade e as seguintes propriedades de redes: vértices ($p=0,005$, $edf=1$; *Deviance explained*=48,4%), arestas ($p=0,006$, $edf=1$; *Deviance explained*=48%), e grau médio ($p=0,006$, $edf=1$; *Deviance explained*=48,3%). Para as demais propriedades não houve relação significativa, com nenhuma das variáveis ambientais.

A propriedade de rede alimentar que obteve relação significativa com a salinidade e temperatura foi: *Omn%* ($p=0,03$, $edf=7,59$; *Deviance explained*=90,5%, para a salinidade; e $p=0,02$, $edf=6,75$; *Deviance explained*=87,8%, para a temperatura); A propriedade que apresentou relação somente com a salinidade foi a conectividade (*C*) ($p=0,03$, $edf=7,55$; *Deviance explained*=90,6%). E a propriedade que obteve relação somente com a temperatura foi *Can%* com $p=0,02$, $edf=7,44$; *Deviance explained*=92,3%. A propriedade de rede alimentar, *S* (espécie trófica), obteve relação significativa com a interação das variáveis ambientais ($p=0,03$; *Deviance explained*=63,2%). E a propriedade *I%*, mostrou relação significativa com a salinidade ($p=0,03$, $edf=3,02$; *Deviance explained*=62,6%) e com a interação das variáveis ambientais ($p=0,03$; *Deviance explained*=56%), as demais propriedades não apresentaram relação significativa com nenhuma variável ambiental.

Discussão e Conclusões

Os eventos de ressurgência registrados no período de estudo estão de acordo com o que foi anteriormente observado por Santos *et al*, 2014 e Thévenin *et al*, 2019. Esses eventos são resultados da ascensão de águas entre 50 e 100 m de profundidade (AT), que chegam à superfície através da ação do vento (bombeamento e transporte de Ekman) e/ou a dinâmica das correntes oceânicas próximas a costa (formação de redemoinhos ciclônicos) (Thévenin *et al*, 2019).

Os perfis verticais de temperatura e salinidade apresentaram três períodos distintos, o primeiro caracterizado pelas menores concentrações de salinidade e maiores de temperatura e o segundo pelo oposto (menor temperatura e maior salinidade) e o terceiro caracterizado como período de transição entre os dois primeiros (com altas salinidade e temperaturas), que evidenciam a influência da maré na circulação da BTS. A mesma promove uma mistura eficiente da coluna d'água (quando ocorre ascensão dessa água mais profunda ela é rapidamente misturada) (Dominguez e Bittencourt, 2009), ou seja, o aumento ou diminuição da temperatura e salinidade é registrada em toda a coluna d'água, que não apresenta estratificação vertical, em nenhum dos três períodos identificados.

Nesse período de estudo foi possível observar que essa mudança na coluna d'água refletiu diretamente na comunidade planctônica (que foi representada através do índice de diversidade de Shannon). Os altos valores de diversidade encontrados neste trabalho estavam diretamente correlacionados aos maiores valores de salinidade nos meses de setembro até o mês de dezembro/2018. Isso se deve, possivelmente, ao estabelecimento de espécies marinhas e oceânicas que são trazidas pela correntes costeiras e são beneficiadas pelos maiores valores de salinidade. Outro ponto a ser observado é que os valores para índice de diversidade de Shannon encontrados neste trabalho foram maiores em comparação ao observado em outros trabalhos na costa brasileira (Leão *et al*, 2008, Silva *et al*, 2009, Melo-Magalhães e Araújo-Barbosa, 2008). Isso pode ser devido ao fato de na maioria dos estudos os compartimentos do plâncton serem estudados separadamente.

A alta riqueza de espécies registrada (alto número de vértices) acarreta, conseqüentemente, uma maior quantidade de arestas. O número de arestas está

altamente correlacionado com o aumento da robustez de sistemas ecológicos (Lafferty *et al*, 2008) e a organização geral do mesmo (Lafferty *et al*, 2006). Os maiores valores encontrados para essas duas propriedades estruturais coincidiram diretamente com o segundo período identificado para os parâmetros físico-químicos, onde estas duas propriedades apresentaram também relação significativa com os altos valores de salinidade.

Outra propriedade estrutural da rede que obteve relação significativa com os valores de salinidade (referentes ao segundo período) foi o grau médio (e também os graus de entrada e de saída) que apresentou seus maiores valores dentro desse período. Essa propriedade obteve um coeficiente de correlação de grau positivo em todas as redes mensais, indicando muitas interações entre as espécies presentes nessas redes.

As condições físicas observadas refletiram diretamente na dinâmica temporal do plâncton na BTS. No primeiro momento onde os organismos autotróficos dominaram na maioria dos meses, e suas maiores concentrações coincidiram com a alta salinidade e menores valores de temperatura. E no segundo momento, essa dinâmica foi mudada, onde organismos onívoros passaram a ser dominantes, coincidindo com o terceiro período (transição), sendo favorecidos pelas altas temperaturas e salinidades, que apresentaram relação significativa com a percentagem de onívoros das redes planctônicas desse período.

Organismos onívoros por predarem em todos os níveis tróficos são classificados como generalistas (Baiser *et al*, 2010). As altas percentagens encontradas de organismos onívoros na rede trófica da BTS podem caracterizar uma rede generalista, evidenciada também pelos altos valores encontrados para o desvio de generalidade (grau de saída) e vulnerabilidade (grau de entrada), que indicam que o generalismo é amplamente usado pelos predadores da comunidade planctônica. Redes alimentares onívoras são encontradas amplamente na natureza (Polis e Strong, 1996), e possuem um papel de suma importância na estabilidade de sistemas tróficos, já que espécies onívoras possuem muitas interações entre diversos níveis tróficos, aumentando a conectividade da rede.

As outras propriedades estruturais que tiveram relação significativa com salinidade (conectividade e dos intermediários ($I\%$) - representados nesse trabalho pelos mixotróficos); pela interação entre as duas variáveis ambientais (intermediários ($I\%$) e

espécies tróficas (S) e temperatura (canibais- $c\%$) não acompanharam as mudanças de padrão observados para as variáveis físico-químicas, como foi para as outras propriedades, o que pode indicar que essas propriedades podem ter tido seus padrões influenciados por outras variáveis ambientais, como por exemplo a pluviosidade.

Neste trabalho foi possível observar baixos valores de conectividade, que foi consequência do alto número de interações tróficas (Vander Zee *et al*, 2016). No caso dos mixotróficos, que aumentaram sua contribuição no período seco, com aumento da representatividade desse grupo associado ao aumento salinidade, isso pode indicar que a cadeia trófica desse período possui uma participação significativa do elo microbiano, onde o microzooplâncton atua como elo entre o nanoplâncton e os predadores maiores. As interações tróficas no componente microbiano se tornam mais complicadas devido à mixotrofia (i. e células que possuem a capacidade de consumir presas e também possuem pigmentos para a realização da fotossíntese) (Stoecker *et al*, 2009). De acordo com Mitra *et al* (2014), a mixotrofia melhora a eficiência da reciclagem de nutriente e a transferência da produção primária para consumidores maiores. A alta proporção de canibalismo encontrada no presente estudo pode ser explicada pela ocorrência de diversos estágios iniciais (larvas) de diversas espécies, tanto espécies holoplanctônicas quanto meroplanctônicas, e animais que se alimentam por osmotrofia e fagotrofia; esses indivíduos podem canibalizar os menores co-específicos (Vinagre e Costa, 2014, Dias *et al*, 2015 e 2016).

Além disso, as dietas do mesozooplâncton (neste estudo sendo representado pelos agrupamentos, ZooI ZooIII e parte do ZooII) incluem em sua alimentação presas pequenas quanto o bacterioplâncton, faixa de alimentação para o microzooplâncton (, Sheinberg *et al*, 2005, Sutherland *et al*, 2010), aumentando ainda mais a complexidade da rede. Abundância do mesozooplâncton em ambientes estuarinos é dominada em sua grande maioria pelos copépodes (Tunner, 2004), que atuam como onívoros, sendo principal predador de protistas heterotróficos, animais pequenos e detritos, além do fitoplâncton autotrófico (Stoecker e Capuzzo, 1990, Calbert e Saiz, 2005).

A rede alimentar generalista/onívora dominou todo o período estudado e foi altamente favorecida pela salinidade, principalmente no período de transição. A alta presença de organismos autotróficos (dominado principalmente por pequenas diatomáceas $<100\mu\text{m}$) foi coincidente com o segundo período observado. Juntamente com os autotróficos houve o aumento dos dinoflagelados heterotróficos e mixotróficos,

e ciliados, que desempenham um papel significativo dentro de rede alimentar planctônica, servindo de elo entre os níveis tróficos inferiores e superiores (Sanders *et al*, 1992). Embora este estudo se concentre na estruturação e não na passagem de energia da rede alimentar, os padrões observados para esses grupos sugerem uma grande participação do elo microbiano na dinâmica e transporte de energia dessa rede, participação essa ligada as diferenças oceanográficas observadas (Menge *et al*, 1997 a, b; Schiel, 2004).

Armengol e colaboradores (2019) descreveram a comunidade do plâncton ao longo de um transecto latitudinal na região tropical e Oceano Atlântico subtropical, e viram que os dinoflagelados são dominantes em ambientes oligotróficos, enquanto que os ciliados dominam áreas de ressurgência. A presença significativa desses dois grupos nesse trabalho mostra a complexidade da dinâmica local, apontando um ambiente favorável para os dois grupos de forma parcialmente equitativa, não havendo diferenças significativas entre os dois.

O domínio da rede onívora, mais a presença marcante do microzooplâncton (mixotróficos, dinoflagelados heterotróficos e ciliados) indica que a rede alimentar planctônica local seria uma teia alimentar integrada, que seria a soma da rede onívora com a alça microbiana, podendo ser chamada também de teia alimentar múltívora (Anjusha *et al*, 2013, Legendre e Rassoulzadeja, 1995), onde esses dois componentes possuem papéis significativos na rede planctônica.

Nossos resultados apontam que a variação temporal das variáveis ambientais descritoras da ressurgência costeira influenciaram de forma direta em algumas propriedades das redes alimentares planctônicas (a salinidade diretamente sobre os nós, arestas, graus, percentagem de onívoros e intermediários-mixotróficos, e temperatura diretamente sobre percentagem carnívoros e onívoros no período transição), nos padrões de organização e composição da rede local. E são um *proxy* útil para entender os processos que estimulam grande parte desses padrões.

Nosso uso da temperatura e salinidade como *proxy* da ressurgência costeira é apenas o primeiro passo na tentativa de explorar todos os mecanismos relacionados a esse evento oceanográfico, que influenciam na estruturação da rede trófica estudada. Por exemplo, mesmo que não tenha sido incluídos neste a escala espacial, se vê a necessidade de se incluir em estudos futuros a análise da rede ao longo do gradiente de

salinidade (dentro da BTS) e ao longo da costa (indo para o norte), pois a extensão espacial da amostragem, tende a influenciar significativamente na diversidade e nas propriedades das redes, levando em consideração assim a heterogeneidade ambiental (Gilarranz *et al*, 2017).

Os resultados apresentados nesse estudo apresentam um passo importante para uma melhor compreensão da estrutura da comunidade desse ecossistema de ressurgência. Já que o mesmo foi recentemente identificado e compreendido fisicamente. Foram analisadas teias alimentares ao longo de 13 meses, a partir da análise de redes alimentares, onde foi visto que diversos componentes estruturais, padrões de organização e composição das redes estudadas foram influenciados significativamente pelas mudanças nas condições ambientais no tempo. Os resultados obtidos apontaram a mudança na dinâmica temporal e nos padrões alimentares da comunidade planctônica, que primeiramente foi dominada por organismos autotróficos e em seguida por organismos onívoros. As redes tróficas do plâncton que mais se destacaram neste estudo foram a microbiana (alça microbiana) e a rede alimentar generalista/onívora ambas com papel significativos no sistema, caracterizando assim uma rede alimentar integrada.

Referências

1. Aguiar, A. L., Cirano, M., Marta-Almeida, M., Lessa, G.C., Valle-Levinso, A. (2018). Upwelling processes along the South Equatorial Current bifurcation region and the Salvador Canyon (13°S), Brazil. *Journal: Continental Shelf Research* (under review).
2. Aguiar, A.L., Cirano, M., Pereira, J., Marta-Almeida, M. (2014). Upwelling processes along a western boundary current in the Abrolhos - Campos region of Brazil. *Continental Shelf Research*, v. 85, pp. 42-59.
3. Albert R., Jeong H., Barabasi A. L. (1999) Internet: diameter of the world-wide web. *Nature*. V. 401. p. 130–131.
4. Allesina, S e Tang, S. (2012). Stability criteria for complex ecosystems. – *Nature* V. 483. p. 205–208.
5. Anjusha, A., Jyothibabu, R., Jagadeesan, L., Mohan, Arya P., Sudheesh, K., Krishna, Kiran, Ullas, N., Deepak, M.P.(2013). Trophic Efficiency of Plankton Food Webs: Observations from the Gulf of Mannar and the Palk Bay, Southeast Coast of India, *Journal of Marine Systems*, doi: 10.1016/j.jmarsys.2013.02.003
6. Armengol, L., Calbet, A., Franchy, G., Rodríguez-Santos, A., Hernández-León, S. (2019). Planktonic food web structure and trophic transfer efficiency along a productivity gradient in the tropical and subtropical Atlantic Ocean. *Scientific Reports*. 9:2044. 1-19.
7. Balech, Enrique. (1988). *Los dinoflagelados del Atlantico Sudoccidental*. Pub. Espec. Inst. Esp. Oceanogr. N° 1. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion, Secretaria Geral Tecnica. 305 p. Madri, Espanha. ISBN; 84-7475-711-x.
8. Barber, R. T. (2001). Upwelling Ecosystems. *Encyclopedia of Ocean Sciences*. V. 6. p. 3128-3135.
9. Baiser, B., Russell, G. J., Lockwood; J. L. (2010). Connectance determines invasion success via trophic interactions in model food webs. *Oikos*. V. 119:. p. 1970–76.
10. Bellingeri, M. e Bodini, A. (2013). Threshold extinction in food webs. – *Theor. Ecol.* V. 6. p. 143–152.

11. Bellingeri, M., Cassi, D., Vincenzi, S. (2013). Increasing the extinction risk of highly connected species causes a sharp robust-to-fragile transition in empirical food webs. – *Ecol. Modell.* V. 251. p. 1–8.
12. Braga, A. da C., Costa, P. (2014). Lanternfish (Myctophidae) from eastern Brazil, southwest Atlantic Ocean. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* V. 42 (1). p. 245–257.
13. Boltovskoy, D. (1981). Atlas del Zooplancton del Atlantico Sudoccidental: y métodos de trabajo con el zooplankton marino. Mar del Plata, Argentina. Publicación especial del INIDEP, p.935.
14. Boltovskoy, D. (1999). South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden. Vol 1. p 1-868.
15. Boney, A. D. (1976). Phytoplankton – the Institute of the Biology's – Studies in Biology nº 52 London: Edward Arnold. p.115
16. Borges, M. V., Monteiro, R. L. S., Pereira, H. B. B. (2019). criar.Net: Software para criar redes no formato Pajek. Versão 1.0, Salvador.
17. Calbert, A e Saiz, E. (2005). The ciliate-copepod link in marine ecosystems. *AME.* V. 38, p. 2.157-167.
18. Cirano, M., Lessa, G. C. (2007). Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. *Revista Brasileira de Geofísica.* V. 25 (4). p. 363–387.
19. Costello, M. J e Chaudhary, C. (2017). Marine Biodiversity, Biogeography, Deep-Sea Gradients, and Conservation. *Current Biology.* V. 27. p.511–527.
20. Cho, B.C., Azam, F. (1990). Biogeochemical significance of bacterial biomass in the ocean's euphotic zone. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* V. 63. p. 253–259.
21. Dalu, T., Clegg, B., Nhwatiwa, T. (2013). Temporal Variation of the plankton communities on a small tropical reservoir (Malilangwue, Zimbabwe). *Journal Transactions of the Royal Society Africa.* V. 68. p. 85-96.
22. Dias, M., Cabral, H. N., Silva, A., Vinagre, C. (2015). Diet of marine fish larvae and juveniles that use rocky intertidal pools at the Portuguese coast. *J Appl Ichthyol.*;V. 30. p. 970–977.

23. Dias, M., Roma, J., Fonseca, C., Pinto, M., Cabral, H. N., Silva, A. (2016). Intertidal pools as alternative nursery habitats for coastal fishes. *Mar Biol Res.* V. 12. p. 331–344.
24. Diestel, R. (2000). *Graph Theory. Electronic Edition*; Springer- Verlag, New York. p. 322. ISBN: 0-387-98976-5
25. Dominguez, J. M .L. e Bittencourt, A. C. S. P. (2009). Geologia. In: Hatje, V. & Andrade, J.B. (Org.). *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*. Salvador: EDUFBA. V. 1. p. 121-156.
26. Dominguez, J. M. L. (2006). The Coastal Zone of Brazil - an overview. *Journal of Coastal Research, Estados Unidos*, V. SI 39, p. 16-20.
27. Dunne, J. (2009). Food Webs. In: Meyers RA, editor. *Encyclopedia of complexity and systems science*; pp. 3661–3682.
28. Dunne, J., Williams, R., Martinez, N. (2004). Network structure and robustness of marine food webs. *Mar Ecol Prog Ser.* V. 273. p. 291–302.
29. Fahay, M. P. (1983). Guide to the early stages of marine fishes occurring in the western North Atlantic Ocean, Cape Hattaras to the southern Scotian Shelf. *J. Northwest Atl. Fish. Sci.*, v. 4, p. 1-423.
30. Falkowski, P. G., Kate, M. E., Knoll, A. H., Quiggi, A., Raven, J. A., Schofield, O., Taylor, F. J. R. (2004). The evolution of modern eukaryotic phytoplankton. *Science* .V. 305. p. 354-360.
31. Fensome, R. A., Taylor, F. J. R., Norris, G., Sarjeant, W. A. S., Wharton, D. I. e Williams, G. L. (1993). *A classification of living and fossil dinoflagellates. Micropaleontology*. Sheridan Press, Hanover.
32. Figueiredo, G. M. (2017). O plâncton na elaboração de modelos Ecopath: importância, particularidades na coleta, análise e parametrização. In: Angelini, R., Araújo, J.N., Falcão, A.P.C., editores. *Modelagem Ecossistêmica para integração e manejo na Bacia de Campos (Atlântico Sudoeste), Atlântico Sudoeste*. Rio de Janeiro: Elsevier. *Habitats*, v. 8. p. 37-62. Gephi Development (2019). Gephi: Makes graphs handy.
33. Gephi.org. Acesso: <https://gephi.org/users/download/>

34. Gilarranz, L. J., Rayfield, B., Liña'n-Cembrano, G., Bascompte, J., Gonzalez, A. (2017). Effects of network modularity on the spread of perturbation impact in experimental metapopulations. *Science*. 357: 199–201.
35. Gross, J. T and Yellen, J. (2003). *Handbook of Graph Theory. Discrete mathematics and its applications*. CRC press. USA. p. 1155. ISBN: 1-58488-090-2.
36. Guimerà., R. and Amaral, L. A. N. (2005). *Cartography of complex networks: ho*, C. (2004). *FACTS: Modelling and Simulation in Power Networks*. Jonh Wiley & Sons. LTD. The Atrium Southerm Gate, Chichester, West Sussex . p. 19. 85Q. England.
37. Kämpf, J e Chapman, P. (2016). *Upwelling Systems of the World*. Springer International Publishing, Cham.
38. Lafferty, K. D., Allesina, S., Arim, M., Briggs., C. J., Leo, G., (2008). Parasites in food webs: the ultimate missing links. *Ecol. Lett.* V.11, p. 533–546.
39. Lafferty, K. D., Hechinger, R. F., Shaw, J. C., Whitney, K., Kuris, A. M. (2006). Food webs and parasites in salt marsh ecosystem. Chap. 9, *Disease ecology: community structure and pathogen dynamics*. Oxford University Press, p. 119–134.
40. Larkin, P. A. (1996). Concepts and issues in marine ecosystem management. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. V. 6, p. 139–164.
41. Leão, B. M., Passavante, J. Z. O., Silva-Cunha, M. G. G., Santiago, M. F. (2008). Ecologia do microfitoplâncton do estuário do rio Igarassu, PE, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* v. 22, n. 3, p. 711-722.
42. Leis, J. M e Remmis, D. S. (1983). *The Larvae of Indo-Pacific Coral Reef Fishes*. Sydney: New South Wales University Press. p. 269..
43. Legendre, L., Rassoulzadegan, F., (1995). Plankton and nutrient dynamics in marine waters. *Ophelia*. 41, 153–172.
44. Lessa, G. C., Cirano, M., Tanajura, C. A. S., Silva, R. R. (2009). Oceanografia Física. In: Vanessa Hatje; Jailson B. de Andrade. (Org). *Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos*. Ed. Salvador: EDUFBA, p. 68-119.

45. Matano, R. P. e Palma, E. D. (2008) On the upwelling of downwelling currents. *J. Phys. Oceanogr.* V. 38. p. 2482-2500.
46. Menge, B. A., Daley, B. A., Wheeler, P. A., Dahlhoff, E., Sanford, E., Strub, P. T., (1997). Benthic-pelagic links and rocky intertidal communities: bottom-up effects or top-down control? *Proceedings of the National Academy of Sciences USA.* V. 94, p. 14530–14535. (a)
47. Menge, B. A., Daley, B. A., Wheeler, P. A., Strub, P. T. (1997). Rocky intertidal oceanography: an association between community structure and nearshore phytoplankton concentration. *Limnology and Oceanography.* V.42, p. 57–66.(b).
48. Moser, H. G., Richards, W. J., Cohen, D. M., Fahay, M. P., Kendall, J. R. A. W., Richardson, S. L. (1984). Ontogeny and systematics of fishes. *Am. Soc. Ichthy. Herpert. Sp. Pub.* v. 1, p. 1-760.
49. Melo-Magalhães, E. M. de M., Araújo-Barbosa, W.F. De A. (2008). Densidade fitoplanctônica na zona litorânea da Baía de Todos os Santos, p. 279-298, in Queiroz, A.F. De & Celino, J.J. (eds.), *Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos.* Recupetro-Proamb, p.300., Salvador.
50. Mitra, D. K., Flynn, K. J., Berge, T., Calbet, A., Raven, J. A., Granel, E., Glibert, P. M., Hansen, P. J., Stoecker, D. K., Thingstad, F., Tilmann, V., Vage, S., Wilken, S., Zubkov, M. V. (2014). The role mixotrophic protists in the biological carbon pump. *Biogeosciences*, V. 11 (4). p. 995-1005.
51. McCune, B e Grace, J. B. (2002). *Analysis of ecological communities.* MJM, Gleneden Beach, Oregon.
52. Montoya, J., Woodward, G., Emmerson, M. C., Solé, R. (2009). Press perturbations and indirect effects in real food webs. – *Ecology.* V. 90. p. 2426–2433.
53. Nelson, J. S. (1994). *Fishes of the World.* New York: John Wiley & Sons. p. 599.
54. Nybakken, J. W. (1993). *Marine Biology; An Ecological Approach.* 3rd. Ed. New York; Harper Colling College.
55. Okiyama, M. (1988). *An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan.* Tokyo: Tokai University Press. p. 1154.

56. Olavo, G., Costa, P. A. S., Martins, A. S., Ferreira, B. P. (2011). Shelf-edge reefs as priority areas for conservation of reef fish diversity in the tropical Atlantic. *Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst.* V. 21 (2). p. 199–209.
57. Olavo, G., Costa, P. A. S. e Martins, A. S. (2005). Prospecção de grandes peixes pelágicos na região central da ZEE brasileira entre o Rio Real-BA e o Cabo de São Tomé-RJ, In: P. A. S. Costa; A. S. Martins & G. Olavo, eds., Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira, p. 167-202, Rio de Janeiro: Museu Nacional (Série Livros N°13).
58. Olivar, M. P., Fortuño, J. M. (1991) Guide to ichthyoplankton of the Southeast Atlantic (Benguela Current Region). *Sci.Mar.*, v. 55, n. 1, p. 1-383.
59. Ozawa, T. (1995). Studies on the Oceanic Ichthyoplankton in the Western North Pacific. Hakoziaki: Kyushu University Press.
60. Pascual, M. e Dunne J. A. (2006). Ecological networks: linking structure to dynamics in food webs. – Oxford Univ. Press.
61. Petersen, C. G. J. (2017). The Sea Bottom and Its Production of Fish-food. Report of the Danish Biological Station. 1918; V.21. p. 1–44.
62. Reynolds, C. S. (2006). The Ecology of Phytoplankton. Cambridge University Press. p. 552.
63. Rodrigues, R. R. e Lorenzetti, J. A. (2001) A numerical study of the effects of bottom topography and coastline geometry on the southeast Brazilian coastal upwelling. *Continental Shelf Research.* V. 21. p. 371-394.
64. R Development Core Team (2018) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.
65. Santos, F. M., Lessa, G. C., Cirano, M., Lentini, C. A. D. (2014). Localized coastal upwelling at the Brazil Current formation zone (13°S). In: Proceedings of the 17th Physics of Estuaries and Coastal Seas (PECS) Conference, (August).
66. Santos C. B., Carvalho R. C., Lessa G.C. (2003). Distribuição dos manguezais na Baía de Todos os Santos e seu impacto no balanço hídrico In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2003, Recife. Anais IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. P. 178-201.

67. Silva, M. H da., Silva-Cunha, M. DA G. G. da., Passavante, J. Z. de O., Grego, C. K. da S., Muniz, K. (2009). Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil. *Acta bot. bras.* V. 23(2). p. 355-368.
68. Stoecker, D. K., Johnson, M. D., Vargas, C., Not, F. (2009). Acquired phototrophic in aquatic protists. *AME.* V. 57. p. 279-310.
69. Sheinberg, R. D., Landry, M. R., Calbert. A. (2005). Grazing of two common appendicularians on the natural prey assemblage of a tropical coastal ecosystem. *MEPS.* V. 294. p. 201-212.
70. Sutherland, R., Spasojevic, S., Gurnis, M. (2010). Mantle upwelling after Gondwana subduction death may explain anomalous topography of west antartica and subsidence history of eastern New Zealand, *Geology*, V. 38. p. 155-158.
71. Stoecker, D.K., Capuzzo, J.M., (1990). Predation on protozoa: its importance to zooplankton. *J. Plankton Res.* V. 12, p. 891–908.
72. Schiel, D. R. (2004). The structure and replenishment of rocky shore intertidal communities and biogeographic comparisons. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 309, 342.
73. Sanders, R.W., Cason, D.A., Berninger, U.G., (1992). Relationships between bacteria and heterotrophic nanoplankton in marine and fresh waters: an inter-ecosystem comparison. *Marine Ecology Progress Series* 86,1-14.
74. Thérvenin, M. R., Pereira, J., Lessa, G.C. (2019). Shelf-break upwelling on a very narrow continental shelf adjacent to a western boundary current formation zone. *Journal Marine Systems.* V. 194. p. 52-65.
75. Turner, J. T. (2004). The importance of small planktonic copepods and their roles in pelagic marine food webs. *Zool. Stud.* V. 43 (2). p. 255–266.
76. Utermöhl, H., (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton methodik. *Mitteilungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie.* V. 9. p. 1–38.
77. Van der Zee, E. M., Angelini, C., Govers, L. L, Christianen, M. J. A., Altieri A. H., van der Reijden, K. J. (2016). How habitat-modifying organisms structure the food

- web of two coastal ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*. V. 283: p. 1826.
78. Vinagre, C., Costa, M. J. (2014). Estuarine-coastal gradient in food web network structure and properties. *Mar Ecol Prog Ser*. V. 503. p. 11–21.
79. Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. 3rd ed. Academic Press, New York, USA.
80. Wang, D., Gouhier, T. C., Menge, B. A., Ganguly, A. R. (2015). Intensification and spatial homogenization of coastal upwelling under climate change. *Nature* V. 518 (7539).p. 390–394.
81. Williams, R. J. e Martinez, N .D. (2000). Simple rules yield complex food webs. *Nature*, V. 404. p. 180–183.
82. Watts, D. J e Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of ‘small-world’ networks. *nature.*; . 393: 440.

Apêndices

1. Scripts utilizados para as análises realizadas

```
## Ressurgência costeira

### GAM Ts - diversidade

setwd("C:/Users/Dias/Desktop/mestrado/tabelas_relatorio")

getwd()

###carregando e definindo dados

tsdiv = read.table("tsdiversidade.txt", header=T)#tabela de dados

tsdiv

plot(Shannon_H~Temperatura, data=tsdiv)

pairs(tsdiv, panel=panel.smooth)

panel.hist <- function(x, ...)
{
  usr <- par("usr"); on.exit(par(usr))
  par(usr = c(usr[1:2], 0, 1.5) )
  h <- hist(x, plot = FALSE)
  breaks <- h$breaks; nB <- length(breaks)
  y <- h$counts; y <- y/max(y)
  rect(breaks[-nB], 0, breaks[-1], y, col = "darkblue", ...)
}

pairs(tsdiv[, -c(4,5)], panel=panel.smooth, diag.panel = panel.hist )

#a diversidade parece responder linearmente a
## a salinidade e não linearmente a temperatura

#avaliando as interações sem o tempo (meses)

shannon=tsdiv[, -c(1)]#retirando as colunas de tempo(meses)

head(shannon)
```

```
shannon
#avaliação das relações usando modelo aditivo generalizado.
shannon
# chamando o pacote
library(mgcv)
div1=gam(Shannon_H~(Temperatura)+(Salinidade),data=shannon)
summary(div1)
#explorando as relações entre variáveis - usando a função tree
install.packages("tree",dep=T)
library(tree)
help(tree)
#modelo aditivo
## ressurgencia costeira
### GAM Ts propriedades gerais de redes
setwd("C:/Users/Dias/Desktop/mestrado/tabelas_relatorio")
getwd()
###carregando e definindo dados
ger = read.table("geral_redes.txt", header=T)#tabela de dados
ger
pairs(ger, panel=panel.smooth)
panel.hist <- function(x, ...)
{
  usr <- par("usr"); on.exit(par(usr))
  par(usr = c(usr[1:2], 0, 1.5) )
  h <- hist(x, plot = FALSE)
  breaks <- h$breaks; nB <- length(breaks)
```

```

y <- h$counts; y <- y/max(y)

rect(breaks[-nB], 0, breaks[-1], y, col = "darkblue", ...)

}

pairs(ger[, -c(4,5)], panel=panel.smooth, diag.panel = panel.hist )

#avaliação das relações usando modelo aditivo generalizado.

ger

# chamando o pacote

library(mgcv)

## para os vertices, somente a temperatura -

gerp=gam(Nos~s(Temperatura), data=ger)

summary(gerp)

anova(gerp)

##para os vertices , somente a salinidade

gerp2=gam(Nos~s(Salinidade), data=ger)

par(mfrow=c(2,2))

plot(gerp2, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade", ylab="Nos") #plotagem do
modelo gerp

dev.off() #limpar plots

summary(gerp2)

anova(gerp2)

### para os vertices, interação entre t e s

gerp3=gam(Nos~(Temperatura*Salinidade), data=ger)

summary(gerp3)

anova(gerp3)

AIC(gerp,gerp2,gerp3)

##melhor modelo= perp3

```

```
#olhando residuos para modelo 3

par(mfrow=c(2,2))

hist(gerp3$residuals)

plot(gerp3$residuals~gerp3$fitted.values)

plot(gerp3$residuals~ger3$Temperatura)

dev.off()

## para as arestas

gerp4=gam(Arestas~s(Temperatura), data=ger)

par(mfrow=c(2,2))

plot(gerp2, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
ylab="Arestas")

summary(gerp4)

anova(gerp4)

gerp5=gam(Arestas~s(Salinidade), data=ger)

plot(gerp5, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
ylab="Arestas")

summary(gerp5)

anova(gerp5)

gerp6=gam(Arestas~(Temperatura*Salinidade), data=ger)

plot(gerp6, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="interação",
ylab="Arestas")

summary(gerp6)

anova(gerp6)

AIC(gerp4,gerp5,gerp6)
```

```
##melhor modelo gerp5

#olhando residuos para modelo 5

par(mfrow=c(2,2))

hist(gerp5$residuals)

plot(gerp5$residuals~gerp5$fitted.values)

plot(gerp5$residuals~ger5$Temperatura)

plot(gerp5$residuals~ger5$Salinidade)

dev.off()

##para o grau médio - efeito separado mais efeito combinado

gerp7=gam(GM~s(Temperatura), data=ger)

par(mfrow=c(2,2))

plot(gerp7, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
ylab="GM")

summary(gerp7)

anova(gerp7)

gerp8=gam(GM~s(Salinidade), data=ger)

plot(gerp8, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
ylab="GM")

summary(gerp8)

anova(gerp8)

gerp9=gam(GM~(Temperatura*Salinidade), data=ger)

plot(gerp9, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="interação",
ylab="GM")

summary(gerp9)
```



```
anova(gerp9)
AIC(gerp7,gerp8,gerp9)
##Melhor modelo=gerp9
#olhando residuos para modelo gerp9
par(mfrow=c(2,2))
hist(gerp9$residuals)
plot(gerp9$residuals~gerp9$fitted.values)
plot(gerp9$residuals~gerp9$Temperatura)
plot(gerp9$residuals~gerp9$
      Salinidade)
dev.off()
##densidade
gerp10=gam(D~s(Temperatura), data=ger)
par(mfrow=c(2,2))
plot(gerp10, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
      col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
      ylab="D")
summary(gerp10)
anova(gerp10)
gerp11=gam(D~s(Salinidade), data=ger)
plot(gerp11, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
      col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
      ylab="D")
summary(gerp11)
anova(gerp11)
gerp12=gam(D~(Temperatura*Salinidade), data=ger)
```

```
plot(gerp12, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="interação",
ylab="D")
summary(gerp12)
anova(gerp12)
AIC(gerp10,gerp11,gerp12)
###nenhum dos modelos pra diametro da rede mostrou siginificancia
##densidade
gerp13=gam(DEN~s(Temperatura), data=ger)
par(mfrow=c(2,2))
plot(gerp13, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
ylab="DEN")
summary(gerp13)
anova(gerp13)
gerp14=gam(DEN~s(Salinidade), data=ger)
plot(gerp14, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
ylab="DEN")
summary(gerp14)
anova(gerp14)
gerp15=gam(DEN~(Temperatura*Salinidade), data=ger)
plot(gerp15, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="interação",
ylab="DEN")
summary(gerp15)
anova(gerp15)
```

```
AIC(gerp13,
    gerp14,gerp15)
##Nenhum dos modelos mostrou siginificancia
##Cluster
gerp16=gam(CCM~s(Temperatura), data=ger)
par(mfrow=c(2,2))
plot(gerp16, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
    ylab="CCM")
summary(gerp16)
anova(gerp16)
gerp17=gam(CCM~s(Salinidade), data=ger)
plot(gerp17, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
    ylab="CCM")
summary(gerp17)
anova(gerp17)
gerp18=gam(CCM~(Temperatura*Salinidade), data=ger)
plot(gerp18, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="interação",
    ylab="CCM")
summary(gerp18)
anova(gerp18)
AIC(gerp16,
    gerp17,gerp18)
## sem significancia
##Caminho minimo medio
```

```
gerp19=gam(CMC~s(Temperatura), data=ger)
par(mfrow=c(2,2))
plot(gerp19, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
ylab="CMC")
summary(gerp19)
anova(gerp19)
gerp20=gam(CMC~s(Salinidade), data=ger)
plot(gerp20, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
ylab="CMC")
summary(gerp20)
anova(gerp20)
gerp21=gam(CMC~(Temperatura*Salinidade), data=ger)
plot(gerp21, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="interação",
ylab="CMC")
summary(gerp21)
anova(gerp21)

AIC(gerp19,
gerp20,gerp21)

#### REDES ALIMENTARES

##### PROPRIEDADES DE REDE VS ts

setwd("C:/Users/Dias/Desktop/mestrado/tabelas_relatorio")

getwd()

###carregando e definindo dados
```

```

MODELO1 = read.table("cadeia.txt", header=T)#tabela de dados

MODELO1

pairs(MODELO1, panel=panel.smooth)

panel.hist <- function(x, ...)
{
  usr <- par("usr"); on.exit(par(usr))
  par(usr = c(usr[1:2], 0, 1.5) )
  h <- hist(x, plot = FALSE)
  breaks <- h$breaks; nB <- length(breaks)
  y <- h$counts; y <- y/max(y)
  rect(breaks[-nB], 0, breaks[-1], y, col = "darkblue", ...)
}

pairs(MODELO1[,-c(4,5)], panel=panel.smooth, diag.panel = panel.hist )

#avaliação das relações usando modelo aditivo generalizado.

MODELO1

# chamando o pacote

library(mgcv)

## para os especies troficas

MODELOp1=gam(S~s(Temperatura), data=MODELO1)

par(mfrow=c(2,2))

plot(MODELOp1, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura", ylab="s")

dev.off() #limpar plots

summary(MODELOp1)

anova(MODELOp1)

```

```

MODELOp2=gam(S~s(Salinidade), data=MODELO1)

par(mfrow=c(2,2))

plot(MODELOp2, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade", ylab="s")

dev.off() #limpar plots

summary(MODELOp2)

anova(MODELOp2)

MODELOp3=gam(S~(Temperatura*Salinidade), data=MODELO1)

summary(MODELOp3)

anova(MODELOp3)

AIC(MODELOp1,MODELOp2,MODELOp3)

##melhor modelo= 3

#olhando residuos para modelo3

par(mfrow=c(2,2))

hist(MODELOp3$residuals)

plot(MODELOp3$residuals~MODELOp3$fitted.values)

plot(MODELOp3$residuals~MODELO1$Temperatura)

plot(MODELOp3$residuals~MODELO1$Salinidade)

dev.off()

## para as l/S densidade do link

MODELOp4=gam(L.S~s(Temperatura), data=MODELO1)

par(mfrow=c(2,2))

plot(MODELOp4, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
ylab="L.S")

summary(MODELOp4)

anova(MODELOp4)

```

```

MODELOp5=gam(L.S~s(Salinidade), data=MODELO1)

plot(MODELOp5, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
      ylab="L.S")

summary(MODELOp5)

anova(MODELOp5)

MODELOp6=gam(L.S~(Temperatura*Salinidade), data=MODELO1)

summary(MODELOp6)

anova(MODELOp6)

## não há influencia para l/s

##para o conectancia c - efeito separado mais efeito combinado

MODELOp7=gam(C~s(Temperatura), data=MODELO1)

par(mfrow=c(2,2))

plot(MODELOp7, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
      ylab="C")

summary(MODELOp7)

anova(MODELOp7)

MODELOp8=gam(C~s(Salinidade), data=MODELO1)

plot(gerp5, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
      ylab="C")

summary(MODELOp8)

anova(MODELOp8)

MODELOp9=gam(C~(Temperatura*Salinidade), data=MODELO1)

summary(MODELOp9)

```

```

anova(MODELOp9)
AIC(MODELOp7,MODELOp8,MODELOp9)
#Melhor modelo=8
#olhando residuos para modelo 8
par(mfrow=c(2,2))
hist(MODELOp8$residuals)
plot(MODELOp8$residuals~MODELOp8$fitted.values)
plot(MODELOp8$residuals~MODELO1$Temperatura)
plot(MODELOp8$residuals~MODELO1$
      Salinidade)
dev.off()
##onivoros
MODELOp10=gam(Omn.~s(Temperatura), data=MODELO1)
par(mfrow=c(2,2))
plot(MODELOp10, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
      ylab="Omn.")
summary(MODELOp10)
anova(MODELOp10)
MODELOp11=gam(Omn.~s(Salinidade), data=MODELO1)
plot(MODELOp11, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
      ylab="Omn.")
summary(MODELOp11)
anova(MODELOp11)
MODELOp12=gam(Omn.~(Temperatura*Salinidade), data=MODELO1)
summary(MODELOp12)

```



```

anova(MODELOp12)

AIC(MODELOp10,MODELOp11,MODELOp12)

## analisando residuos

#####para modelo 10

par(mfrow=c(2,2))

hist(MODELOp10$residuals)

plot(MODELOp10$residuals~MODELOp10$fitted.values)

plot(MODELOp10$residuals~MODELO1$Temperatura)

plot(MODELOp10$residuals~MODELO1$
      Salinidade)

dev.off()

#####para modelo 11

par(mfrow=c(2,2))

hist(MODELOp11$residuals)

plot(MODELOp11$residuals~MODELOp11$fitted.values)

plot(MODELOp11$residuals~MODELO1$Temperatura)

plot(MODELOp11$residuals~MODELO1$
      Salinidade)

dev.off()

##canibais

MODELOp13=gam(Can.~s(Temperatura), data=MODELO1)

par(mfrow=c(2,2))

plot(MODELOp13, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
      ylab="Can.")

summary(MODELOp13)

```

```

anova(MODELOp13)

MODELOp14=gam(Can.~s(Salinidade), data=MODELO1)

plot(MODELOp14, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
      ylab="Can.")

summary(MODELOp14)

anova(MODELOp14)

MODELOp15=gam(Can.~(Temperatura*Salinidade), data=MODELO1)

summary(MODELOp15)

anova(MODELOp15)

AIC(MODELOp13,MODELOp14,MODELOp15)

##modelo 13

## analisando residuos modelo 13

par(mfrow=c(2,2))

hist(MODELOp13$residuals)

plot(MODELOp13$residuals~MODELOp13$fitted.values)

plot(MODELOp13$residuals~MODELO1$Temperatura)

plot(MODELOp13$residuals~MODELO1$
      Salinidade)

dev.off()

##herbivoros

MODELOp16=gam(Herb.~s(Temperatura), data=MODELO1)

par(mfrow=c(2,2))

plot(MODELOp16, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
      ylab="Herb.")

summary(MODELOp16)

```

```
anova(MODELOp16)

MODELOp17=gam(Herb.~s(Salinidade), data=MODELO1)

plot(MODELOp17, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
      ylab="Herb.")

summary(MODELOp17)

anova(MODELOp17)

MODELOp18=gam(Herb.~(Temperatura*Salinidade), data=MODELO1)

summary(MODELOp18)

anova(MODELOp18)

AIC(MODELOp16,MODELOp17,MODELOp18)

## sem significancia

##top

MODELOp19=gam(Top.~s(Temperatura), data=MODELO1)

par(mfrow=c(2,2))

plot(MODELOp19, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
      ylab="Top.")

summary(MODELOp19)

anova(MODELOp19)

MODELOp20=gam(Top.~s(Salinidade), data=MODELO1)

plot(MODELOp20, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
      ylab="Top.")

summary(MODELOp20)

anova(MODELOp20)

MODELOp21=gam(Top.~(Temperatura*Salinidade), data=MODELO1)
```

```

summary(MODELOp21)

anova(MODELOp21)

AIC(MODELOp19,MODELOp20,MODELOp21)

# não ha significancia

##basal

MODELOp22=gam(B.~s(Temperatura), data=MODELO1)

par(mfrow=c(2,2))

plot(MODELOp22, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
      ylab="B.")

summary(MODELOp22)

anova(MODELOp22)

MODELOp23=gam(B.~s(Salinidade), data=MODELO1)

plot(MODELOp23, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
      ylab="B.")

summary(MODELOp23)

anova(MODELOp23)

MODELOp24=gam(B.~(Temperatura*Salinidade), data=MODELO1)

summary(MODELOp24)

anova(MODELOp24)

AIC(MODELOp22,MODELOp23,MODELOp24)

## NAO HA SIGNIFICANCIA

## INTERMEDIARIO

MODELOp25=gam(I.~s(Temperatura), data=MODELO1)

par(mfrow=c(2,2))

```

```

plot(MODELOp25, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Temperatura",
      ylab="I.")
summary(MODELOp25)
anova(MODELOp25)
MODELOp26=gam(I.~s(Salinidade), data=MODELO1)
plot(MODELOp26, se=T, pages=1, residuals=T, pch=20, scheme=1,
col="gray",shade=T,shade.col='gray95', xlab="Salinidade",
      ylab="I.")
summary(MODELOp26)
anova(MODELOp26)
MODELOp27=gam(I.~(Temperatura*Salinidade), data=MODELO1)
summary(MODELOp27)
anova(MODELOp27)
AIC(MODELOp25,MODELOp26,MODELOp27)
#### ANALISES DE RESIDUOS
##### MODELO26#####
par(mfrow=c(2,2))
hist(MODELOp26$residuals)
plot(MODELOp26$residuals~MODELOp26$fitted.values)
plot(MODELOp26$residuals~MODELO1$Temperatura)
plot(MODELOp26$residuals~MODELO1$
      Salinidade)
dev.off()
#####para modelo 27#####
par(mfrow=c(2,2))
hist(MODELOp27$residuals)

```

```
plot(MODELOp27$residuals~MODELOp27$fitted.values)
```

```
plot(MODELOp27$residuals~MODELO1$Temperatura)
```

```
plot(MODELOp27$residuals~MODELO1$
```

```
  Salinidade)
```

```
dev.off()
```

2. Script utilizado para a organização das redes alimentares

```

Predador = geral1(:,1);
Presa = geral1(:,2);
mes = agosto; %Aqui os dados viram uma estrutura genérica
    %Deveria carregar os dados diretamente da pasta,
    %Mas fazer manualmente poupou trabalho na escrita do
    %código
preda = []; %cria-se um vetor onde o resultado de predadores é guardado
pres=[]; %cria-se um vetor onde o resultado de presas é guardado
tam = height(mes); %variavel genérica para contar o tamanho do
    %vetor de especies mensais

%%%%%%%%%%%%%% Aqui vão as rotinas de comparação entre os pares predador-presa e
%%%%%%%%%%%%%% os dados observados no mes

for i = 1:tam;
    for j = 1:height(Predador);
        if mes.Cod_esp(i) == Predador.Predador(j); %%%%Aqui acontece a primeira
comparação
            %%%%Se for verdadeiro,
            %%%%passa para a
            %%%%comparação com os
            %%%%dados das presas
            for m = 1:tam;
                if mes.Cod_esp(m) == Presa.Presa(j); %%%%Aqui pergutamos se aquele
predador
                    %%%%tem uma presa
                    %%%%naquela posição do
                    %%%%vetor de presas
                    preda(i) = mes.Cod_esp(i);
                    pres(i) = mes.Cod_esp(m);
                end
            end
        end
    end
end

```

```
        end
    end
end
end
```

```
Agosto_res = [preda' ,pres']; %%%%Aqui cria-se uma matriz com o resultado
save('Agosto_res.txt','Agosto_res','-ascii'); %%%%Comando para salvar os pares
obtidos.
```


Tabela 01: Sumário estatístico descritivo dos dados referentes aos valores de temperatura (T°C) da entrada da BTS entre os anos de 2018 a 2019.

Meses	Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão	Variância
Abril/2018	28.06	27.78	27.82	0.05	0.00
Mai/2018	27.80	27.76	27.78	0.01	0.00
Junho/2018	27.80	27.76	27,78	0.01	0.00
Julho/2018	26.32	26.27	26.30	0.01	0.00
Agosto/2018	-----	-----	-----	-----	-----
Setembro/2018	26.21	25.92	26.02	0.10	0.01
Outubro/2018	26.73	26.07	26.30	0.16	0.02
Novembro/2018	26.44	25.71	25.96	0.19	0.04
Dezembro/2018	27.88	27.60	27.69	0.08	0.01
Janeiro/2019	27.92	27.41	27.49	0.13	0.02
Fevereiro/2019	28.74	28.23	28.52	0.14	0.02
Março/2019	28.41	28.13	28.17	0.06	0.00
Abril/2019	28.91	28.71	28.79	0.06	0.00
Mai/2019	28.93	28.72	28.77	0.05	0.00

Tabela 02: Sumário estatístico descritivo dos dados referentes aos valores de salinidade da entrada da BTS entre os anos de 2018 a 2019.

Meses	Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão	Variância
Abril/2018	37.13	36.75	36.37	0.12	0.01
Maio/2018	27.20	36.75	37.01	0.12	0.01
Junho/2018	36.29	36.12	36.23	0.04	0.00
Julho/2018	36.76	36.38	36.56	0.09	0.01
Agosto/2018	-----	-----	-----	-----	-----
Setembro/2018	37.38	37.08	37.31	0.08	0.01
Outubro/2018	37.37	37.08	37.31	0.08	0.01
Novembro/2018	37.40	37.15	37.33	0.06	0.00
Dezembro/2018	37.42	37.28	37.38	0.04	0.00
Janeiro/2019	37.42	37.37	37.39	0.01	0.00
Fevereiro/2019	37.53	37.41	37.49	0.02	0.00
Março/2019	37.43	37.28	37.37	0.02	0.00
Abril/2019	37.41	37.16	37.39	0.03	0.00
Maio/2019	36.93	36.46	36.82	0.12	0.02

Tabela 03: Sumário estatístico descritivo dos dados referentes aos valores de riqueza, diversidade de Shannon-weaver e equidade de Pielou.

Meses	Riqueza	Shannon_H	Equidade_J
Abril/2018	298	5,308	0,9317
Maio/2018	242	5,076	0,9249
Junho/2018	214	5,017	0,935
Julho/2018	196	4,881	0,9247
Agosto/2018	141	4,607	0,9309
Setembro/2018	315	5,35	0,93
Outubro/2018	301	5,312	0,9308
Novembro/2018	362	5,476	0,9294
Dezembro/2018	354	5,433	0,9257
Janeiro/2019	288	5,216	0,9211
Fevereiro/2019	256	5,138	0,9266
Março/2019	263	5,093	0,914
Abril/2019	195	4,879	0,9254
Maio/2019	243	4,914	0,8947
Máximo	362	5,476	0,935
Mínimo	141	4,607	0,895
Média	262	5,12	0,92
Desvio padrão	63	0,25	0,01
Variância	3950,31	0,06	0,00

Tabela 04: Sumário estatístico extraído do Modelo Aditivo Generalizado.

C. paramétricos	Estimativa std	Erro	Valor de F	P
Intercepto	-6.81339	5.41537	-1.258	0.234
Temperatura	-0.06878	0.05619	-1.224	0.247
salinidade	0.37277	0.14500	2.571	0.026
R ² =0.296	D.E = 40.4%	S.E=0.042953	GCV=0.054668	N=14

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS

Filo	Classe	Ordem	Família	Gênero	Espécie	Autor	Hábito alimentar	
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Tomopteridae	Tomopteris	Tomopteris spp	Eschscholtz, 1825	Carnívoro	
			Typhloscolecidae	Typhloscolex	Typhloscolex spp	Busch, 1851	Carnívoro	
			Syllidae		Eusyllinae	Malaquin, 1893	Onívoro	
		Spionida	Poecilochaetidae	Poecilochaetus	Poecilochaetus sp	Claparède in Ehlers, 1875	Deposítivo	
		Spionida	Spionidae		Laonice	Laonice sp	Malmgren, 1867	Deposítivo
					Polydora	Polydora sp	Bosc, 1802	Deposítivo
					Scolecopsis	Scolecopsis sp	Blainville, 1828	Deposítivo
					Spionidae		Grube, 1850	Deposítivo
		Terebellida	Terebellidae			Terebellidae sp	Johnston, 1846	Detritívoro
					-		Larva de polychaeta	Gruber, 1850
Arthropoda	Branchiopoda	Onychopoda	Podonidae	Evadne	<i>Evadne tergestina</i>	Claus, 1864	Onívoro	
		Ctenopoda	Sididae	Penilia	<i>Penilia avirostris</i>	Dana, 1849	Onívoro	
	Ostracoda	Halocyprida	Halocyprididae	Anchioconchoecia	<i>Anchioconchoecia simula</i>	Deevey, 1982	Carnívoro	
				Conchoecia	Conchoecia spp.	Dana, 1849	Carnívoro	
		Myodocopida	Cypridinidae	Cypridina	Cypridina spp	Milne Edwards, 1840	Carnívoro	
	Hexanauplia	Calanoida	Candaciidae	Candacia	<i>Candacia pachydoctyla</i>	Dana, 1849	Carnívoro	
					Candacia sp.	Dana, 1846	Carnívoro	
					Centropagidae	Centropages	<i>Centropages furcatus</i>	Dana, 1849
Euchaetidae	Euchaeta		<i>Euchaeta concinna</i>	Dana, 1849	Carnívoro			
			<i>Euchaeta marina</i>	Prestandrea, 1833	Carnívoro			

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação

			Euchaeta sp.	Philippi, 1843	Carnívoro
	Eucalanidae	Paraeucalanus	Paraeucalanus sp	Geletin, 1976	Onívoro
	Augapidae	Haloptilus	Haloptilus sp	Giesbrecht, 1898	Carnívoro
	Pontellidae	Pontella	<i>Pontella atlantica</i>	Milne Edwards, 1840	Carnívoro
		Labidocera	Labidocera sp.	Lubbock, 1853	Carnívoro
			<i>Labidocera nerii</i>	Kroyer, 1849	Carnívoro
	Paracalanidae	Paracalanus	Paracalanus sp.1-5	Boeck, 1865	Herbívoro
		Acrocalanus	<i>Acrocalanus sp 1-2</i>	Giesbrecht, 1888	Herbívoro
	Temoridae	Temora	<i>Temora stylifera</i>	Dana, 1849	Herbívoro
			Temora sp.1-3	Baird, 1850	Herbívoro
			<i>Temora Turbinata</i>	Dana, 1849	Herbívoro
Cyclopoida	Corycaeidae	Corycaeus	<i>Corycaeus speciosus</i>	Dana, 1849	Carnívoro
			Calanoida sp.1-6	Sars G. O., 1903	Onívoro
		Farranula	<i>Farranula gracilis</i>	Dana, 1849	Carnívoro
			<i>Farranula concinna</i>	Dana, 1849	Carnívoro
	Oncaeidae	Oncaea	<i>Oncaea curvata</i>	Giesbrecht, 1902	Carnívoro
			<i>Oncaea conifera</i>	Giesbrecht, 1902	Carnívoro
			<i>Oncaea venustra</i>	Philippi, 1844	Carnívoro
			<i>Oncaea latimana</i>	Gordeeva K.T., 1975	Carnívoro
			Oncaea sp.1-3	Philippi, 1843	Carnívoro
			<i>Oncaea media</i>	Giesbrecht, 1891	Carnívoro

	Oithonidae	Oithona	<i>Oithona minuta</i>	Krichagin, 1877	Herbívoro
Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação					
			<i>Oithona pluminera</i>	Baird, 1843	Herbívoro
			<i>Oithona nana</i>	Giesbrecht, 1893	Herbívoro
			Oithona sp1-3	Baird, 1843	Herbívoro
			<i>Oithona setigera</i>	Dana, 1849	Herbívoro
	Sapphirinidae	Sapphirina	Sapphirina sp.1-3	Thompson J., 1829	Carnívoro
Harpacticoida	Tachidiidae	Euterpina	<i>Euterpina acutifrons</i>	Dana, 1847	Herbívoro
	Miraciidae		Macrosetella sp	Scott A., 1909	Carnívoro
			<i>Macrosetella gracilis</i>	Dana, 1846	Herbívoro
	Ectinosomatidae	Microsetella	<i>Microsetella rosea</i>	Dana, 1847	Carnívoro
			Microsetella sp	Brady & Robertson D., 1873	Carnívoro
			Cirripédia (craca)		Onívoro
			Naúplios de cirripedia (craca)	Burmeister, 1834	Onívoro
			Copepoditos 1-18		Onívoro
			Condella sp	Milne Edwards, 1840	Onívoro
Malacostraca	Palinuridae	Panulirus	Panulirus sp.	White, 1847	Onívoro
	Decapoda	Penaeus	Misis (Penaeus sp)	Fabricius, 1798	Onívoro
		Lúcifer	Lúcifer spp.	J.V. Thompson, 1829	Onívoro
		Sicyonia	Sicyonia sp	H. Milne Edwards, 1830	Onívoro
		Lysmata	Lysmata sp.1-3	Risso, 1816	Onívoro
			Zoea de Lúcifer Faxoni		Onívoro

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação

			Dromiidae		Dromiidae spp.1-2	De Haan, 1833 [in De Haan, 1833-1850]	Onívoro
					Megalopoda de brachyura	Latreille, 1802	Onívoro
					Zoea de brachyura		Onívoro
					Pré zoea de brachyura	Latreille, 1802	Onívoro
					Decapoda sp	Latreille, 1802	Onívoro
	Amphipoda	Photidae	Gammaropsis		<i>Gammaropsis nitida</i>	Stimpson, 1853	Onívoro
		Hyperiididae	Hyperia		Hyperia spp	Latreille, 1823	Onívoro
		Vibiliidae	Vibilia		<i>Vibilia armata</i>	Bovallius, 1887	Onívoro
	Isopoda				Isopoda sp.1 -4	Latreille, 1817	Onívoro
		Maeridae	Maera		Maera sp	Leach, 1814	Onívoro
	Stomatopoda	Squillidae	Squilla		Squilla sp	Fabricius, 1787	Onívoro
	Mysida				Mysida sp.1-3	Boas, 1883	Onívoro
					Stomatopoda	Latreille, 1817	Onívoro
		Tanaidacea			Tanaidacea	Dana, 1849	Onívoro
Bryozoa	Gymnolaemata	Cheilostomatida	Watersiporidae	<i>Watersipora</i>	Larva coronada (<i>W.subtorquata</i>)	d'Orbigny, 1852	Lecitotrófico
Chaetognatha	Sagittoidea	Aphragmophora	Sagittidae	Parasargitta	Parasargitta sp	Tokioka, 1965	Carnívoro
				Flaccisargitta	Flaccisargitta sp	Tokioka, 1965	Carnívoro
Chordata	Thaliacea	Doliolida	Doliolidae	Doliolium	<i>Doliolium nacionalis</i>	Borgert, 1893	Herbívoro
			Krohnittidae	Krohnitta	Krohnitta sp	Ritter-Záhony, 1910	Carnívoro
		Salpida	Salpidae	Salpa	Salpa fusiformis	Boeck, 1867	Herbívoro

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação

			Dolioleta	Dolioleta sp.1-3	sensu Garstang, 1931	Herbívoro		
Appendicularia	Copelata	Fritillariidae	Fritillaria	<i>Fritillaria borealis</i>	Lohmann, 1896	Herbívoro		
				<i>Fritillaria sargassi</i>	Lohmann, 1896	Herbívoro		
				Fritillaria sp.1-3	Fol, 1872	Herbívoro		
				Appendicularia	<i>Appendicularia sicula</i>	Fol, 1874	Herbívoro	
Leptocardii		Oikopleuridae	Oikopleura	<i>Oikopleura cophocera</i>	Gegenbaur, 1855	Herbívoro		
				<i>Oikopleura cf albicans</i>	Leuckart, 1854	Herbívoro		
				<i>Oikopleura dioica</i>	Fol, 1872	Herbívoro		
				<i>Oikopleura intermedia</i>	Lohmann, 1896	Herbívoro		
				Oikopleura sp	Mertens, 1830	Herbívoro		
				Branchiostomatidae	Amphioxus	Larva amphioxus	Yarrell, 1836	Herbívoro
						Larva amphioxus (1,5 dias)		Lecitotrófico
Larva amphioxus (4 dias)		Herbívoro						
Ascidiacea	Phlebobranchia	Cionidae	Ciona	Ascídia	Linnaeus, 1767	Lecitotrófico		
				Larva tadpole (<i>Ciona intestinalis</i>)		Lecitotrófico		
				Larva tadpole (Ascídia)		Lecitotrófico		
	Stolidobranchia	Stylidae	Botryllus	Larva tadpole (<i>Botryllus schosseri</i>)	Pallas, 1766	Lecitotrófico		
Actinopterygii	Clupeiformes	Engraulidae		Engraulidae	Gill, 1861	Onívoro		
		Haemulidae		Haemulidae	Gill, 1885	Onívoro		

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação

	Perciformes	Gobiidae	Gobiidae	Cuvier, 1816	Onívoro		
		Blennidae	Blennidae	Rafinesque, 1810	Onívoro		
		Microdesmidae	Microdesmidae		Onívoro		
		Pomatomidae	Pomatomidae	Gill, 1863	Onívoro		
		Carangidae	Carangidae	Rafinesque, 1815	Onívoro		
		Sparidae	Sparidae	Rafinesque, 1818	Onívoro		
		Serranidae	Serranidae	Swainson, 1839	Onívoro		
	Tetraodontiformes	Monocanthidae	Monocanthidae	Nardo, 1843	Onívoro		
		Sphyaenidae	Sphyaenidae	Rafinesque, 1815	Onívoro		
	Scorpaeniformes	Scorpaenidae	Scorpaenidae	Risso, 1827	Onívoro		
		Tetradontidae	Tetradontidae	Bonaparte, 1831	Onívoro		
	Pleuronectiformes	Achiridae	Achiridae	Berg, L.S. 1958	Onívoro		
	Syngnathiformes	Syngnathidae	Syngnathidae	Bonaparte, 1831	Onívoro		
			larva com vitelo (peixe)		Lecitotrófico		
			ova de peixe		Lecitotrófico		
		Pleuronectidae	cf Pleuronectidae	Rafinesque, 1815	Onívoro		
Ciliophora	Oligotrichea	Choreotrichida	Ascampbelliellidae	Ascampbelliella	Ascampbelliella sp	Corliss, 1960	Onívoro
				Epiplocylis	<i>Epiplocylis calyx</i>	(Brandt, 1906)	Onívoro
			Epiplocylididae	Epiplocyloides	cf Epiplocyloides sp	Hada, 1938	Onívoro
			Tintinnidae	Daturella	Daturella sp.1-2	Kofoid & Campbell, 1929	Onívoro

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação

Tintinnidiidae	Leprotintinnus	<i>Leprotintinnus nordqvistii</i>	(Brandt, 1906) Kofoid & Campbell, 1929	Onívoro
	Eutintinnus	<i>Eutintinnus medius</i>	(Kofoid & Campbell, 1929) Kofoid & Campbell	Onívoro
		<i>Eutintinnus Franknoii</i>	Daday, 1887	Onívoro
		<i>Eutintinnus lusus-undae</i>	Entz, 1885	Onívoro
		<i>Eutintinnus sp.1-2</i>	Kofoid & Campbell, 1939	Onívoro
	Amphorides	<i>Amphorides spp</i>	Strand, 1928	Onívoro
	Amphorellopsis	<i>Amphorellopsis acuta</i>	(Schmidt, 1902)	Onívoro
	Amphorella	<i>Amphorella strita</i>	Daday, 1887	Onívoro
	Dadaiella	<i>Dadaiella ganymedes</i>	(Entz, 1884) Kofoid & Campbell, 1929	Onívoro
	Salpingella	<i>Salpingella sp</i>	Jørgensen, 1924	Onívoro
	Salpingella	<i>Salpingella acuminata</i>	(Claparède & Lachmann, 1858) Jørgensen, 1924	Onívoro
	Ormosella	<i>Ormosella acantharus</i>	Kofoid & Campbell, 1929	Onívoro
		<i>Tintinnopsis glans</i>	Stein, 1867	Onívoro
Codonellidae	Tintinnopsis	<i>Tintinnopsis boroidea</i>	Stein, 1867	Onívoro
		<i>Tintinnopsis cf baltica</i>	Brandt, 1896	Onívoro
		<i>Tintinnopsis parva</i>	Merkle, 1909	Onívoro
		<i>Tintinnopsis nucula</i>	Fol, 1884	Onívoro
		<i>Tintinnopsis mortensenii</i>	Schmidt, 1902	Onívoro
		<i>Tintinnopsis acuminata</i>	Daday, 1887	Onívoro
		<i>Tintinnopsis schotti</i>	Brandt, 1906	Onívoro

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação

		<i>Tintinopsis campanula</i>	Ehrenberg, 1840	Onívoro
		<i>Tintinnopsis</i> sp.1-2	Stein, 1867	Onívoro
Undellidae	Undella	<i>Undella hyalina</i>	Daday, 1887	Onívoro
		<i>Undella minuta</i>	Daday, 1887	Onívoro
		<i>Undella</i> sp	Daday, 1887	Onívoro
	Proplecta	Proplecta sp	Kofoid & Campbell, 1929	Onívoro
Ascampbelliellidae	Ascampbelliella	<i>Ascampbelliella cf aperta</i>	Marshall, 1934	Onívoro
	Luminella	Luminella sp	Kofoid & Campbell, 1939	Onívoro
Codonellopsidae	Codonellopsis	Codonellopsis sp	Jørgensen, 1924	Onívoro
Cyttarocylididae	Cyttaracylis	Cyttaracylis spp	Fol, 1881	Onívoro
Metacylididae	Coxliella	Coxliella spp	Brandt	Onívoro
	Metacylis	<i>Metacylis Jorgensenii</i>	(Cleve) Kofoid & Campbell, 1929	Onívoro
	Helicostomella	<i>Helicostomella subulata</i>	Ehrenberg, 1833	Onívoro
Petalotrichidae	Petalotricha	Petalotricha sp.1-2	Kent, 1881	Onívoro
Rhabdonellidae	Protorhabdonella	<i>Protorhabdonella simplex</i>	(Cleve) Jørgensen, 1924	Onívoro
	Proplectella	<i>Proplectella globosa</i>	Kofoid & Campbell, 1929	Onívoro
	Rhabdonella	<i>Rhabdonella spiralis</i>	Fol, 1881	Onívoro
	Rhabdonella	<i>Rhabdonella amor var Indica</i>	(Cleve, 1900) Brandt, 1907	Onívoro
Ptychocylididae	Favela	<i>Favela cf campanula</i>	(Schmidt, 1902) Jørgensen, 1924	Onívoro
		Favela sp	Jørgensen, 1924	Onívoro

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação

					Tintinidium sp.1-24	Small & Lynn, 1986	Onívoro
		Xystonellidae	Xystonella	<i>Xystonella treforti</i>	Daday, 1887		Onívoro
	Ciliatea	Peritrichida	Vorticellidae	Vorticella	<i>Vorticella oceanica</i>	Linnaeus, 1767	Parasita
		Oligotrichida	Strombidiidae	Strombidium	<i>Strombidium chlorophilum</i>	Montagnes, Lynn, Stoecker & Small, 1988	Onívoro
				Pirsonia sp			Parasita
Cnidária	Hydrozoa	Siphonophorae	Abylidae	Abylopsis	<i>Abylopsis eschscholtzii</i>	Huxley, 1859	Carnívoro
			Diphyidae	Muggeae	<i>Muggeae Kochii</i>	Will, 1844	Carnívoro
			Abylidae	Abylopsis	<i>Abylopsis tetragona</i>	Otto, 1823	Carnívoro
				Diphyes	Diphyes sp.1-2	Cuvier, 1817	Carnívoro
					<i>Diphyes cf antarctica</i>	Moser, 1925	Carnívoro
				Lensia	Lensia sp	Totton, 1932	Carnívoro
					<i>Lensia achilles</i>	Totton, 1941	Carnívoro
					Siphonophorae sp	Eschscholtz, 1829	Carnívoro
			Agalmatidae	Nanomia	Nanomia spp	A,Agassiz, 1865	Carnívoro
		Trachymedusae	Rhaphalonematidae	Aglaura	<i>Aglaura hemistona</i>	Péron e Lesueur, 1810	Carnívoro
		Anthoathecata	Corymorphidae	Corymorpha	<i>Corymorpha nutans</i>	M. Sars, 1835	Carnívoro
					<i>Corymorpha bigelowi</i>	Maas, 1905	Carnívoro
			Porpitidae	Porpita	<i>Porpita porpita</i>	Linnaeus, 1758	Carnívoro
			Hydractiniidae	Hydractinia	<i>Hydractinia minima</i>	Trinci, 1903	Carnívoro
				Obelia	Obelia spp	Péron e Lesueur, 1810	Carnívoro

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação

		Leptothecata	Campanulariidae	Clytia	Clytia sp	Lamouroux, 1812	Carnívoro
			Hebellidae	Hebella	Hebella spp.	Allman, 1888	Carnívoro
			Eirenidae	Eutomina	Eutomina spp.	Hartlaub, 1897	Carnívoro
			Olindiidae	Olindias	Olindias sp	Müller, 1861	Carnívoro
		Limnomedusae	Geriiionidae	Liriope	<i>Liriope teraphylla</i>	(Chamisso & Eysenhardt, 1821)	Carnívoro
					Hidromedusa sp.1-5	Owen, 1843	Carnívoro
	Scyphozoa	Narcomedusae	Solmarisidae	Solmaris	Solmaris sp.1-2	Haeckel, 1879	Carnívoro
	Anthozoa	Zoanthidea	zoanthidae		Larva de zoantídeo	Rafinesque, 1815	Onívoro
Ctenophora	Nude	Semaeostomeae	Ulmaridae	Aurelia	Aurelia spp.	Lamarck, 1816	Carnívoro
	Tentaculata	Cydippida	Pleurobrachiidae	Hormiphora	<i>Hormiphora plumosa</i>	M. Sars, 1859	Carnívoro
		Beroidea	Beroidae	Beroe	<i>Beroe gracillis</i>	Künne, 1939	Carnívoro
					Ctenophora sp	Eschscholtz, 1829	Carnívoro
Echinodermata	Ophiuroidea	Lobata	Bolinopsidae	Mnemiopsis	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	A.Agassiz, 1865	Carnívoro
		Amphilepidida	Amphiuridae	Amphiodia	Amphiodia sp recruta	Verrill, 1899	Onívoro
					Amphiodia spp	Verrill, 1899	Onívoro
		Ophiacanthida	Ophiocomidae	Ophiocoma	Ophiocoma sp	L. Agassiz, 1836	Onívoro
			Ophiothrichidae	Ophiothrix	Ophiothrix sp	Müller & Troschel, 1840	Onívoro
					Larva ofioplúteus (ofioroidea)	Gray, 1840	Onívoro
	Asteroidea	Forcipulatida	Asteriidae	Asterias	Asterias sp	Linnaeus, 1758	Onívoro
Ectoprocta					Larva cifonauta-ectoprocta		Onívoro

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação

Foraminifera	Globothalamea	Rotaliida	Globigerinidae	Globigerina	<i>Globigerina bulloides</i>	d'Orbigny, 1826	Herbívoro			
				Orbulina	<i>Orbulina universa</i>	d'Orbigny, 1839	Carnívoro			
				Globigerinoides	<i>Globigerinoides elongatus</i>	d'Orbigny, 1826	Onívoro			
				Globorotalia	<i>Globorotalia menardii</i>	d'Orbigny in Parker, Jones & Brady, 1865)	Herbívoro			
				Discorbinellidae	Discorbinella	<i>Discorbinella berheloti</i>	d'Orbigny, 1839	Detritivo		
						<i>Globigerinoides ruber</i>	d'Orbigny, 1839	Onívoro		
				Ammoniidae	Ammonia	<i>Ammonia Parksoniana</i>	d'Orbigny, 1839	Herbívoro		
				Nonionidae	Nonioides	<i>Nonioides grateloupii</i>	d'Orbigny, 1839	Detritivo		
				Gavelinellidae	Gyroidina	Gyroidina spp	d'Orbigny, 1826	Onívoro		
						Ammonia spp	Brünnich, 1771	Onívoro		
						Bolivina spp.1-2	d'Orbigny, 1839	Onívoro		
						Bolivinitidae	Bolivina	<i>Bolivina inflata</i>	Heron-Allen & Earland, 1913	Onívoro
						Oligotrichea	Choreotrichida	Metacyclidae	Helicostomella	<i>Helicostomella sibulata</i>
				Tubothalamea		Globorotaliidae	Globorotalia	<i>Globorotalia scitula</i>	Brady, 1882	Onívoro
Foraminifera sp.1-12	Delage & Hérouard, 1896	Onívoro								
Enteropneusta	Spirillinida	Ammodiscidae	Ammodiscus	Ammodiscus sp	Reuss, 1862	Detritívoro				
				Larva tornaria-hemichordata	Gegenbaur, 1870	Onívoro				
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Atlantidae	Atlanta	Atlanta sp.1-3	Lesueur, 1817	Carnívoro			
			Creseidae	Creseis	Creseis sp.1-2	Rang, 1828	Onívoro			
		Pteropoda	Carvoliniidae	Carvolina	Carvolina spp	Abildgaard, 1791	Onívoro			

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação

		Limacinidae	Heliconoides	<i>Heliconoides inflatus</i>	d'Orbigny, 1835	Onívoro
			Limacina	<i>Limacina Trochiformis</i>	d'Orbigny, 1835	Onívoro
				<i>Limacina bulinoides</i>	d'Orbigny, 1835	Onívoro
				<i>Limacina Leseueuri</i>	d'Orbigny, 1836	Onívoro
				<i>Limacina helicina</i>	Phipps, 1774	Onívoro
				Limacina sp	Bosc, 1817	Onívoro
				<i>Limacina inflata</i>	d'Orbigny, 1834)	Onívoro
				Pteropoda sp	Cuvier, 1804	Carnívoro
		Peraclidae	Peraclis	<i>Peraclis reticulata</i>	(d'Orbigny, 1835)	Onívoro
	Caenogastropoda	Epitoniidae	Janthina	Janthina sp	Röding, 1798	Carnívoro
	Neogastropoda	Muricidae	Bassia	Bassia spp.	Jousseume, 1880	Carnívoro
Cephalopoda	Octopoda	Octopodidae	Octopus	Octopus spp	Cuvier, 1797	Carnívoro
				Larva veliger (gastropoda)	Cuvier, 1795	Onívoro
	Bivalvia			Larva veliger (bivalve)	Linnaeus, 1758	Detritívoro
Nematoda				Nematoda sp1.-2		Onívoro
				Nematoda sp3.1-4		Herbívoro
				Nematoda sp. 2.1-5		Detritívoro
Nemertea				Larva pílido- Nemertea 2		Onívoro
				Larva pílido- Nemertea 1		Onívoro
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida		Platyhelminthes sp.1-23	Minot, 1876	Onívoro

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação

			Planariidae	Planária	Planária sp.1-3	Müller O.F., 1776	Onívoro
Sipuncula	Sipunculidea	Sipunculiformes	Sipunculidae		Larva pelacosfera (Sipunculidae)1-5	Rafinesque, 1814	Onívoro
Cyanophyta					Cianobactéria sp. 1-13	Stanier ex Cavalier-Smith, 2002	Autótrofo
Chlorophyta					Clorofita sp . 1-27	Pascher, 1914	Autótrofo
Bacillariophyta					Diatomácea sp. 1-429	Haeckel, 1878	Autótrofo
Dinophyta	Dinophyceae	Gonyaulacales	Ceratocoryaceae	Gonyaulax	Gonyaulax sp.1 -2	Diesing, 1866	Heterotrófico
				Ceratocorys	<i>Ceratocorys horrida</i>	Stein, 1883	Heterotrófico
				Gonyaulax	Gonyaulax sp (Alexandrium)		Heterotrófico
			Ceratiaceae		<i>Tripes candelabrum</i>	(Ehrenberg) F.Gómez 2013	Autótrofo
					<i>Tripes extensus</i>	(Gourret) F.Gómez 2013	Autótrofo
					<i>Tripes carriensis</i>	(Gourret) F.Gómez 2013	Autótrofo
					<i>Tripes strictus</i>	(Okamura & Nishikawa) F.Gómez 2013:	Autótrofo
					<i>Tripes vultur</i>	(Cleve) F.Gómez 2013	Autótrofo
					<i>Tripes muelleri</i>	Bory in J.V.Lamouroux, Bory & Deslongschamps 1827	Autótrofo
					<i>Tripes furca</i>	(Ehrenberg) F.Gómez 2013	Autótrofo
					<i>Tripes declinatus</i>	(G.Karsten) F.Gómez 2013	Autótrofo
					<i>Tripes Trichocerus</i>	(Ehrenberg) Gómez 2013	Autótrofo
					<i>Tripes pentagonum</i>	Gourret 1883	Autótrofo

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação

			Tripes sp	Bory, 1823	Autótrofo
Noctilucales	Noctilucaeae	Noctiluca	Noctiluca spp	Suriray, 1836	Heterotrófico
	Pyrophacaeae	Pyrophacus	Pyrophacus sp.1-2	F.Stein, 1883	Mixotrófico
Dinophysiales	Dinophysiaceae	Ornithocerus	Ornithocerus spp	Stein, 1884	Mixotrófico
			<i>Ornithocerus magnificus</i>	Stein, 1883	Heterotrófico
		Dinophysis	<i>Dinophysis rapa</i>	(Stein) T.H.Abé 1967	Mixotrófico
			<i>Dinophysis caudata</i>	W.S.Kent 1881	Mixotrófico
Peridinales	Protopteridiniaceae	Protopteridinium	<i>Protopteridinium conicum</i>	(Gran) Balech, 1974	Heterotrófico
		Heteroschima	Heteroschima spp		Heterotrófico
			<i>Protopteridinium oceanicum</i>	(VanHöffen, 1897) Balech, 1974	Heterotrófico
			<i>Protopteridinium elongatum</i>	(Meunier, 1910) Balech, 1974	Heterotrófico
			<i>Protopteridinium Symmetricum</i>	(Halim, 1967) Balech 1974	Heterotrófico
			<i>Protopteridinium pentagonum</i>		Heterotrófico
			<i>Protopteridinium vulgare</i>		Heterotrófico
			<i>Protopteridinium venustum</i>	(Gran) Balech 1974	Heterotrófico
			Protopteridinium sp.1 - 8	Bergh, 1881	Heterotrófico
Prorocentrales	Oxytoxaceae	Corythodinium	Corythodinium sp	Loeblich Jr. & Loeblich III, 1966	Autrófo
	Prorocentraceae	Prorocentrum	<i>Prorocentrum compressum</i>	(Bailey) T.H.Abé ex J.D.Dodge 1975	Autrófo
	Kolkwitzellaceae	Diplopelta	Diplopelta sp.1-6	F.Stein ex E.Jørgensen, 1912	Mixotrófico
			<i>Prorocentrum micans</i>	Ehrenberg 1834	Autrófo
			<i>Prorocentrum gracile</i>	F.Schütt 1895	Autrófo

Tabela 05: Inventário taxonômico da comunidade planctônica presente na entrada da BTS- continuação

			Prorocentrum sp.1 -4	Ehrenberg, 1834	Autrófo
Thoracosphaeral es	Thoracosphaeraceae	Scrippsiella	<i>Scrippsiella cf trochoidea</i>	(F.Stein) A.R.Loeblich III 1976	Autrófo
			Scrippsiella sp	Balech ex A.R.Loeblich III, 1965	Autrófo
Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	Akashiwo	<i>Akashiwo sanguinea</i>	(K.Hirasaka) Gert Hansen & Moestrup in Daugbjerg et al. 2000	Mixotrófico
Pyrocystales	Pyrocystaceae	Pyrocystis	<i>Pyrocystis fusiformis</i>	C.W.Thomson in J.Murray 1876	Mixotrófico
			cf Gymnodinium sp.1-6	F.Stein, 1878	Autrófo/Heterotrófico
			<i>Pyrocystis robusta</i>	Wyville-Thompson, 1876	Mixotrófico
			<i>Pyrocystis</i> sp	Kofoed 1907	Mixotrófico