

LEONIDAS SOARES DE ANDRADE NETO

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO FITOPLÂNCTON EM  
MARÉS DE SIZÍGIA NA BAÍA DE TODOS OS SANTOS,  
SALVADOR, BAHIA, BRASIL

SALVADOR, 2016

LEONIDAS SOARES DE ANDRADE NETO

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO FITOPLÂNCTON EM  
MARÉS DE SIZÍGIA NA BAÍA DE TODOS OS SANTOS,  
SALVADOR, BAHIA, BRASIL

Monografia apresentada ao curso  
de Oceanografia da Universidade  
Federal da Bahia, como requisito  
parcial para a obtenção do título  
de oceanógrafo.

Orientador: Doriedson Ferreira Gomes

Co-orientador: Angélica Yohana Cardozo Vargas

SALVADOR, 2016

## Agradecimento

Agradeço a Deus, por todo caminho traçado até aqui.

A Sete Espada, pelas mensagens espirituais, por me dar a direção certa.

A minha família, Leonidas Junior, Rosimeire Oliveira e Rodrigo Andrade, pelo apoio em todos os momentos, pelas mensagens de incentivo e por não me fazer desistir no meio do caminho.

Aos amigos do ecopaleo, Amana Almeida, Fernando Oliveira, Loreane dias, Angélica Cardozo e a professora Hermínia, que mesmo não sendo do ecopaleo nos acompanhou diariamente, por todo apoio dado nesses anos, toda dedicação e prazer em ajudar e passar o conhecimento, para que crescêssemos juntos.

Ao meu orientador Dr. Doriedson Ferreira Gomes, que acreditou na realização desse trabalho, por toda a orientação dada.

Ao Dr. Guilherme Camargo Lessa, pelo incentivo, a ajuda nos dias de campo.

Aos parceiros de campo, Tamires Santana e Wederson Oliveira, bons dias de coletas e trabalho.

Aos Amigos, Joseane Cardoso, Stéfane Souto, Ian Fraguas, Danilo Adomaites, Arthur Nery, Raphael Almeida, pelo apoio constante, por não me deixar desistir no último estágio do curso, por ouvirem meus desabafos e continuar me incentivando.

Aos amigos do curso de oceanografia, Mateus Antônio, Rani Teles, Hanna Vasconcelos, Natalie Melquíades, Mauricio Rebouças, Tamires Matos, Mirela Goes, Elissama Menezes, Clara Dourado, Beatriz Bispo, Iasmim Gargur, Gabriel Mussi, por todo o conhecimento trocado ao longo desses anos, pela amizade criada e por me apresentar mundos novos a cada dia.

A Larissa Uerba, que me conheceu nessa fase corrida da monografia e que me ajudou muito, me incentivou todos os dias e acreditou em mim e na conclusão desse trabalho, pela paciência e disposição.

A Luiza Maria, mulher que me faz cada vez mais querer encerrar esse ciclo e começar um novo em um caminho totalmente diferente.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

“Se oriente, rapaz pela constatação de que a aranha vive do que tece, vê se não se esquece pela simples razão de que tudo merece consideração. ”

Gilberto Gil

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	I
LISTA DE TABELAS	II
RESUMO.....	
ABSTRACT.....	
1 INTRODUÇÃO.....	7
2 MATERIAL E MÉTODO.....	8
2.1 Amostragem.....	8
2.2 Análise estatística.....	10
3 RESULTADOS.....	10
3.1 Estrutura da comunidade fitoplanctônica do ano de 2013.....	10
3.2 Estrutura da comunidade fitoplanctônica do ano de 2014.....	14
3.3 Variáveis físicas e químicas do ano de 2013.....	18
3.4 Variáveis físicas e químicas do ano de 2014.....	19
3.5 Resultados estatísticos.....	21
4 DISCUSSÃO.....	24
5 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	31
ANEXO I	

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização da área, indicando as estações de coleta modificado de Lessa (2001).....	22
Figura 2. Representação dos grupos fitoplanctônicos do ano de 2013. ....	24
Figura 3. Representação dos grupos fitoplanctônicos do ano de 2014. ....	28
Figura 4. A e B valores de riqueza e densidade do ano de 2013. C e D valores de riqueza e densidade do ano de 2014. ....	21
Figura 5. Representação gráfica dos valores médios das variáveis físicas e químicas. Em ordem: Temperatura, salinidade, Ph, Oxigênio dissolvido, Fosfato, Amônio e amônia, Nitrato, Nitrito, ortossilicato e clorofila-a. Azul – fundo e Vermelho – superfície .....	24
Figura 6. Representação gráfica dos valores médios das variáveis físicas e químicas. Em ordem: Temperatura, salinidade, Ph, Oxigênio dissolvido, Fosfato, Amônio e amônia, Nitrato, Nitrito, ortossilicato e clorofila-a. Azul – fundo e Vermelho – superfície .....	26
Figura 7. Representação das estações, primeiro eixo, CCA 1 ano de 2013. Segundo eixo, CCA2 ano de 2014.....	28
Figura 8. Representação das espécies (+) e variáveis físicas e químicas.....	29
Figura 9. Porcentagem dos grupos de organismos nos dois anos de campanha, por meses e estações. Azul – diatomáceas; Laranja – Dinoflagelado; Cinza – cianobactéria e Amarelo – euglenofitas. fe- fevereiro; ab – abril; ju – junho; ag – agosto; ou – outubro e de – dezembro.....	29
Figura 10. Abundância relativa dos grupos de organismos ao longo dos dois anos de campanha.....	21

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Frequência de organismos do ano de 2013. Pouco frequente (\*), frequente (\*\*) e muito frequente (\*\*\*).

Tabela 2. Frequência de organismos do ano de 2014. Pouco frequente (\*), frequente (\*\*) e muito frequente (\*\*\*).

Tabela 3. “A” Proporção *constrained* e *eigenvalues* para CCA1 e CCA2. “B” Valores das variáveis físicas e químicas para os eixos CCA1 e CCA2

## RESUMO

Organismos fitoplanctônicos são sensíveis a variações físicas, químicas e biológicas do ambiente. Temperatura, salinidade, fósforo, sílica, disponibilidade de luz, são fatores que governam a estrutura da comunidade em um sistema ecológico. Dessa forma a variabilidade espacial e temporal do fitoplâncton passou a ser bastante estudada, por esses organismos serem importantes para a produção primária, ocuparem a base da cadeia trófica e como indicadores poluição de ambientes. O presente estudo tem o objetivo de identificar as principais variáveis responsáveis pela variação da comunidade fitoplanctônica na Baía de Todos os Santos (BTS). Com campanhas realizadas nos anos de 2013 e 2014, com coletas bimensais de organismos feita na superfície e no fundo em quatro pontos ao longo do eixo central da BTS, além de coleta de dados físicos utilizando um CTD (SeaBird 19 Plus) e químicos utilizando espectrofotometria na região do visível. Foi utilizado o programa R studio para a análise estatística e feito uma análise de correspondência canônica para se obter a correlação entre as variáveis e a comunidade, com uma explicação de 44% das variáveis. Temperatura, fósforo, ortossilicato e os componentes reduzidos do nitrogênio (amônia e amônio) foram os fatores que se mostraram mais influentes na dinâmica dos organismos, ressaltando a influência fluvial e das precipitações como fatores importantes na composição da comunidade fitoplanctônica na BTS.

Palavras-chave: Variabilidade espaço-temporal, estrutura fitoplanctônica, estuário, nutrientes



## **ABSTRACT**

Phytoplankton organisms are sensitive to physical changes, chemical and biological environment. Temperature, salinity, phosphate, silica, light availability are factors that govern the community structure in an ecological system. Thus the spatial and temporal variability of phytoplankton became widely studied by these organisms are important for primary production, occupy the base of the food chain and as indicators of pollution environments. This study aims to identify the main variables responsible for the variation of phytoplankton in the Baía de Todos os Santos (BTS). With campaigns in the years 2013 and 2014, with fortnightly collections agencies made on the surface and at the bottom on four points along the central axis of the BTS, and collecting physical data using a CTD (SeaBird 19 Plus) and chemical using spectrophotometry in the visible region. R studio program was used for statistical analysis and made a canonical correspondence analysis to obtain the correlation between the variables and the community, with an explanation of 44% of the variables. Temperature, phosphate, orthosilicate and reduced nitrogen components (ammonia and ammonium) were the factors that were more influential in the dynamics of organizations, highlighting the fluvial influence and rainfall as important factors in the composition of the phytoplankton community in the BTS.

Keywords: Temporal-spacial variability, phytoplankton structure, estuary, nutrient

## 1. Introdução

O fitoplâncton, organismos unicelulares, fotossintetizantes e que estão adaptados à vida em suspensão na água, constituem a base da cadeia trófica dos ambientes marinhos. São responsáveis por cerca de 46% da produção primária global anual (Field, 1998). Esta produção é a fonte de energia capaz de sustentar a teia alimentar dos ambientes oceânicos, sendo um importante fator para se estabelecer o potencial pesqueiro da região (Thangaradjou, 2012).

A composição da comunidade fitoplanctônica não é uniforme, ocorrendo variações espaciais e temporais ocasionadas por mudanças nos componentes físicos, químicos e biológicos. Fatores físicos como a temperatura e a disponibilidade de luz influenciam na taxa de crescimento das espécies (Eppley, 1972; Lewandowska, 2014; Cloern, 2007; Domingues, 2011). Fatores químicos como nutrientes e salinidade, afetam o crescimento e a variação dos organismos (Cloern, 2007; Grenz, 2000) e biológicos, como a predação e o parasitismo, afetam a estrutura e o funcionamento das comunidades fitoplanctônicas.

Os ambientes estuarinos são bastante dinâmicos e, portanto, apresentam variações rápidas nos parâmetros que determinam a estrutura da comunidade fitoplanctônica (Cloern, 2007). Segundo Bufford (2012), a produtividade em estuários é controlada pela disponibilidade de nutrientes e propriedades físicas, como mudanças de maré e geomorfologia do estuário, as quais afetam as variáveis citadas anteriormente.

A Baía de Todos os Santos (BTS) está localizada nas bordas da região metropolitana de Salvador, onde há uma intensa atividade portuária e industrial, como é o caso do polo petroquímico de Camaçari e o porto de Aratu, e atividades pesqueiras realizadas por comunidades tradicionais. O clima da entrada da BTS é do tipo tropical úmido, com variações de temperatura e estações como o verão e inverno destacados, se tornando mais árido em direção ao continente (Cirano, 2007). A temperatura média anual é de 25,3° e a precipitação é de 2086mm,

respectivamente. A profundidade média é de 6m e a máxima é de 70m (Hatje, Andrade, 2009). Possui uma área de drenagem que corresponde a 61.110 Km<sup>2</sup>, com três rios importantes desaguando na baía, o rio Paraguaçu, o Subaé e o Jaguaripe. Desses, o Paraguaçu é o que apresenta maior descarga fluvial dentro da baía (92,1%), contribuindo para o balanço de água doce (Cirano, 2007). O Paraguaçu apresenta valores altos de descarga nos meses de verão (máximo 3.500 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>), no entanto esses valores diminuíram com a barragem de Pedra do Cavalo. A temperatura e a salinidade apresentam valores correspondentes ao oceano aberto, apresentando características estuarinas ao longo do canal do Paraguaçu. A circulação da água dentro da baía é feita principalmente pela maré e a coluna d'água é bem misturada (LESSA, 2001).

Portanto, variações na estrutura da comunidade fitoplanctônica podem ser determinadas analisando a composição das espécies e os fatores que estão correlacionados. Com isso o objetivo deste trabalho é analisar quais fatores físicos e químicos influenciam na estrutura da comunidade na Baía de Todos os Santos (BTS).

## 2. Materiais e métodos

### 2.1 Amostragem

As campanhas foram realizadas bimensalmente durante os anos de 2013 e 2014, a partir do mês de fevereiro/13 a agosto/14, sempre na baixa mar de sizígia e acompanhando a estofa de maré, totalizando dez campanhas. Foram fixados quatro pontos amostrais partindo da entrada da BTS até a entrada da Baía de Iguape, seguindo seu eixo principal (Figura 1). Para a amostragem qualitativa do fitoplâncton foram feitos arrastos horizontais com rede de malha de 20µm e acondicionadas em garrafas pet (politereftalato de etileno) de 250ml e preservadas com solução de transeu. As amostras para as análises quantitativas foram coletadas numa garrafa de van Dorn, em subsuperfície e fundo, e acondicionadas em garrafas pet de 1 litro e preservadas com solução de lugol.

A contagem das células no primeiro ano (2013) foi realizada utilizando-se uma câmara de Sedgwick-Rafter, onde 150ml de cada amostra quantitativa de

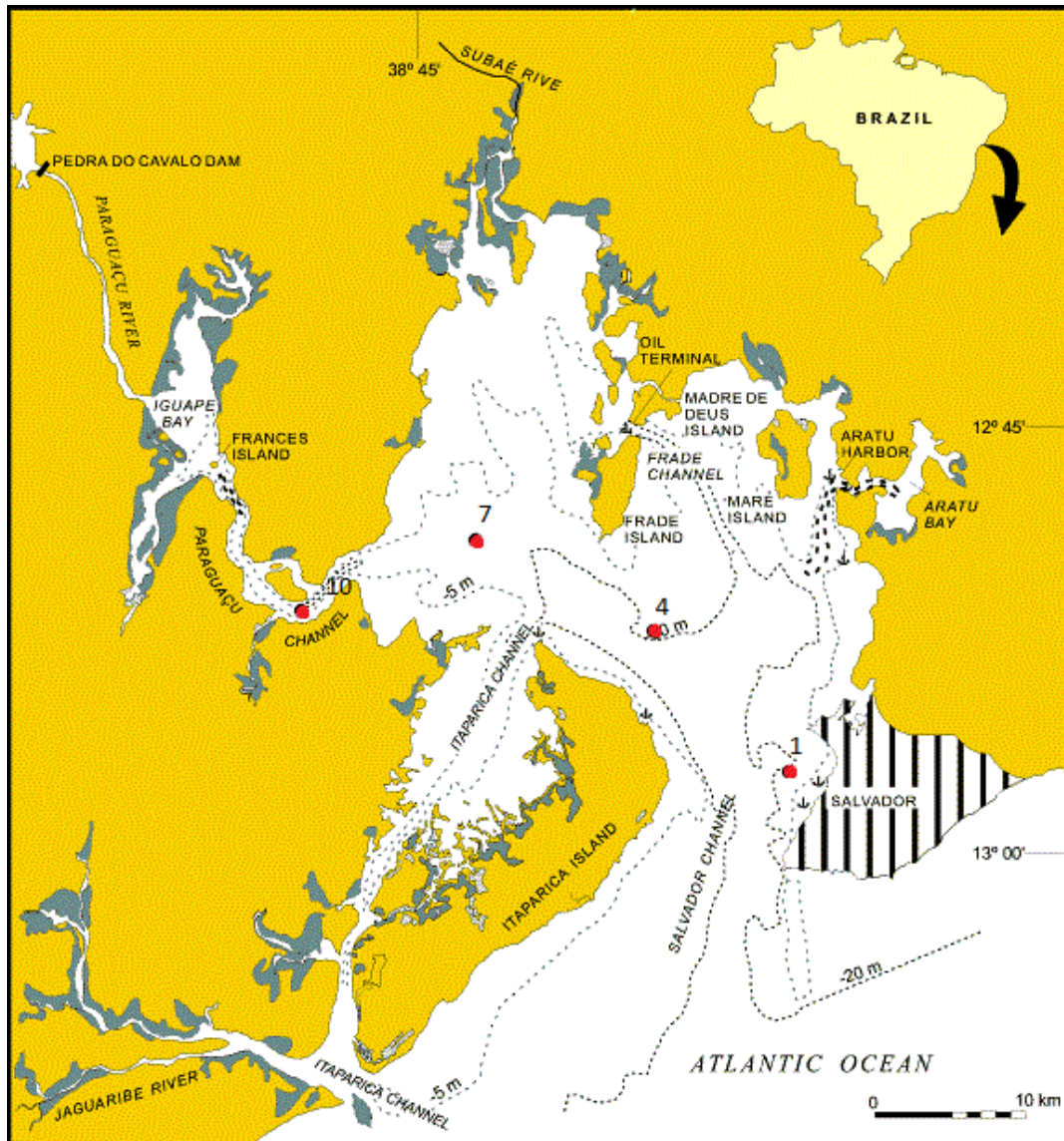


Figura 1. Mapa de localização da área, indicando as estações de coleta modificado de Lessa (2001).

superfície e fundo foram postas para sedimentar em uma proveta, retirando-se 3ml do concentrado e contando 1,1ml na câmara em um microscópio ótico com aumento de 200x. No segundo ano (2014), a contagem foi feita utilizando o método de Utermöhl, onde 100ml de cada amostra foi posta para sedimentar e a contagem foi feita em um microscópio invertido com um aumento de 400x.

Os índices de diversidade de Shannon-Wiener e da equitabilidade foram calculados através do *software* Past3, onde a maior diversidade ocorre entre

5,00bits.cel/L<sup>-1</sup> e 3,00bits.cel/L<sup>-1</sup>, diversidade média entre 3,00bits.cel/L<sup>-1</sup> e 2,00bits.cel/L<sup>-1</sup>, baixa quando entre 2,00bits.cel/L<sup>-1</sup> e 1,00bits.cel/L<sup>-1</sup> e muito baixa quando inferior a 1,00bits.cel/L<sup>-1</sup>. Para a equitabilidade também calculada utilizando o *software* Past3 valores acima de 0,5 são considerados equitativos.

Os dados de temperatura, salinidade, densidade e turbidez foram medidos *in situ* a partir de um CTD (condutividade, temperatura e profundidade) SeaBird 19 Plus. Os dados de fosfato, nitrogênio total, nitrito e nitrato, clorofila, oxigênio dissolvido e silicato foram medidos por espectrofotometria na região do visível, utilizando a metodologia de Grasshoff (1983).

## 2.2 Análise estatística

Para a análise estatística dos dados, uma análise de correspondência canônica (ACC) foi executada com o objetivo de se analisar a relação entre as variáveis físicas e químicas com os organismos. Os dados da contagem foram expressos em abundância relativa e depois transformados em log<sub>10</sub>. Em seguida, foi gerado o gráfico de CCA englobando toda a comunidade, todas as estações e as variáveis como temperatura, salinidade, ortosilicato, amônia e fosfato. A análise de estatística foi efetuada no programa R Studio versão 0.99.473.

## 3 Resultados

### 3.1 Estrutura da comunidade fitoplanctônica no ano de 2013

Foram identificados 93 táxons divididos em quatro grupos: Bacilariophyta, Dynophyta, Cyanophyta e Euglenophyta (Fig. 2). A maior representatividade foi das diatomáceas, que corresponderam a 92,87% do total de espécies no primeiro, em seguida as cianobactérias com 5,29%, os dinoflagelados com 1,83%.

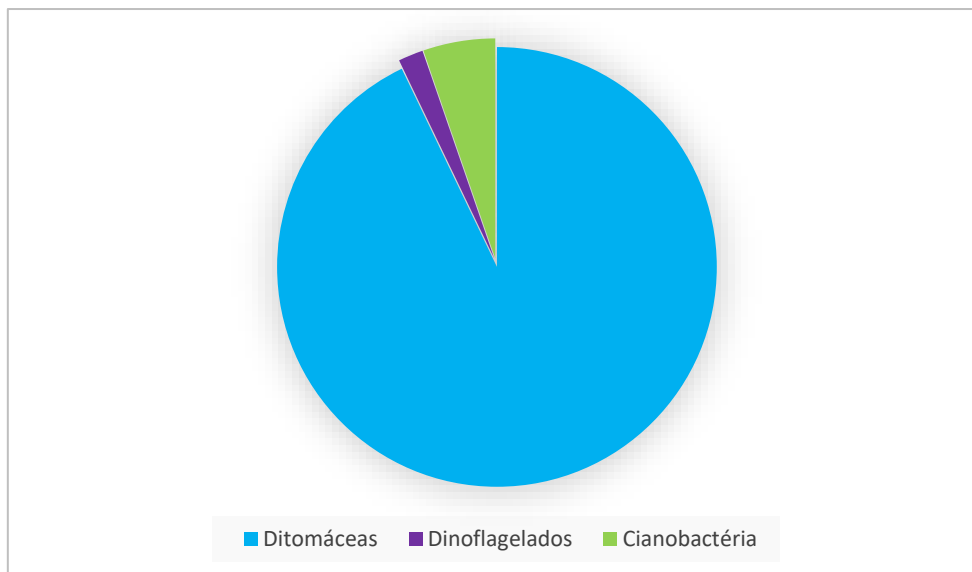


Figura 2. Representação dos grupos fitoplanctônicos do ano de 2013.

As diatomáceas foram as espécies que mais se destacaram, apresentando uma maior frequência e dominância (Tab. 1). No primeiro ano foram: *Cylindrotheca closterium* (100%), *Pleurosigma angulatum* (97,91%), *Coscinodiscus* sp. (89,58%), *Paralia sulcata* (83,33%), *Tribronella* sp. (79,16%), *Navicula* sp. (72,91%), *Navicula distans* (72,91%), *Thalassionema nitzschioides* (62,5%), *Gyrosigma* sp. (60,41%), *Chaetoceros* sp. (52,08%), *Cyclotella stylonum* (47,91%), *Nitzschia* sp. (41,66%), *Nitzschia sigma* (39,58%), *Bacillaria paxillifera* (35,41%) e *Rhizosolenia imbricata* (35,41%). Em seguida as cianobactérias: *Komvophonum* sp (77,08%) e *Phormidium* sp (39,5%).

	Fevereiro	Abril	Junho	Agosto	Outubro	Dezembro
<b>CYANOPHYTA</b>						
<i>Cianobactéria sp1</i>	*					
<i>Cianobactéria sp2</i>	**					
<i>Cianobactéria sp3</i>	**					
<i>Cianobactéria sp4</i>	*					
<i>Komvophonum</i>	***	***	***	*	***	***
<i>Phormidium sp1</i>	***	**	**	*	*	**
<b>BACILARIOPHYTA</b>						
<i>Actinophychus senarius</i>		**	*	**		
<i>Amphora SP1</i>	*	**	*	*	*	
<i>Amphora SP2</i>		*	*		*	
<i>Asterionella</i>					**	***

<i>Bacilaria paxillifera</i>	*	*	*	*	***	**
Bacteristrum			*		*	
<i>Biddulphia tridens</i>	***	**	*	**		
<i>Ceratulina sp2</i>				*		
<i>Chaethocerus sp2</i>		***	***	***	**	**
<i>Chaethocerus lorenzianus</i>				**	*	
<i>Chaethocerus peruvianus</i>			*	*	**	
Chaetoceros cf. Affinis				*		*
<i>Chaetoceros pendulus</i>	*	*	*	**		
<i>Climacodium SP1</i>	*			*		
<i>Coscenodiscus wailesii</i>	***	***	***	***		***
<i>Coscenodiscus SP2</i>	**	***	***	***		
<i>Coscenodiscus SP3</i>	***	***	***	***	***	
<i>Cyclotella stylosum</i>	**	***	**	**	***	*
<i>Cylindrotheca closterium</i>	***	***	***	***	***	***
					***	
<i>Diploneis crabro</i>	***	***	***	*	***	***
<i>Diploneis sp2</i>			**	***		
<i>Ebria tripartita</i>		*				
<i>Eunotia sp</i>	*					
<i>Fragilaria sp</i>	*					
<i>Gramatophora</i>					***	***
<i>Guinardia flaccida</i>	*	*	***	***	**	*
<i>Guinardia striata</i>	**	*				
<i>Gyrosigma balticum</i>	**	***	***	***	**	**
<i>Gyrosigma SP2</i>	*	**		*	**	
<i>Hemialus membranceus</i>		*				
Indeterminada 16						
Licmophora sp	*					
<i>Lylera lira</i>		*	*		**	*
<i>Melosira</i>		**			*	
<i>Meuniera membranacea</i>			**	**	*	*
<i>Navicula distans</i>	**	***	***	***	***	***
<i>Navicula SP2</i>	**	***	***	***	***	***
<i>Navicula SP4</i>		*		*	***	***
<i>Nitzschia longissima</i>			***		**	**
<i>Nitzschia sp4</i>			*	*		*
<i>Nitzschia sigma</i>			***	**	***	**
<i>Nitzschia SP1</i>	***	**		*		
<i>Nitzschia SP2</i>	*					*
<i>Nitzschia longissima</i>			***	**	***	***
<i>Odontella</i>	*	***	*	*	**	
<i>Paralia sulcata</i>	***	***	***	***	***	***
<i>Pleurosigma angulatum</i>	***	***	***	***	***	***

<i>Pleurosigma SP1</i>	***	**	*		*	**
<i>Pleurosigma SP3</i>	**				*	
<i>Pleurosigma SP4</i>	***	*	**	*	**	
<i>Podocystis adriaatica</i>	*		*			*
<i>Rhizoslenia imbricata</i>		*	***	***		
<i>Rhizoslenia sp2</i>	*	*				
<i>Rhizoslenia / pseudolenia</i>			*			
<i>Rhizoslenia robusta</i>					**	*
<i>Scrippsiella</i>	*	*	*			
<i>Surirella sp1</i>			***		*	
<i>Thalassionema nitzschoide</i>	**	***	**	***	***	*
<i>Thalassionema sp</i>		**		***	**	*
<i>Triblionella</i>		***	***	***	***	***
<i>Triceratium SP</i>	*	*				
<b>DYNOPHYTA</b>						
<i>Ceratium furca</i>	**	**		*	*	
<i>Ceratium macroceros</i>					*	
<i>Dinoflagelado SP1</i>						
<i>Dynophysis caudata</i>			*			*
<i>Prorocentrum micans</i>	*	***	***	***	***	**
<i>Prorocentrum gracile</i>	*	***	**	*	**	**
<i>protoperidinium conicum</i>			**	*	*	*
<i>Protoperidinium sp1</i>		*	**	**	*	***
<b>EUGLENOPHYTA</b>						
<i>Euglena sp</i>					*	
<b>INDETERMINADA</b>						
indeterminada f.763				*	*	**
Indeterminada 2	**				*	*
Indeterminada 3	**	**				
Indeterminada 7	***	*				
Indeterminada 8	**		*			
Indeterminada 9	**	*				
Indeterminada 10	**	***	*	**	***	***
Indeterminada 11	*				**	*
Indeterminada 12	*	*				
Indeterminada 13						
Indeterminada 14		**				
Indeterminada 15		*				

Tabela 1. Frequência de organismos do ano de 2013. Pouco frequente (\*), frequente (\*\*) e muito frequente (\*\*\*).

Durante todas as campanhas, as amostras de superfície se apresentaram mais ricas que as de fundo (fig. 4). Os valores mais altos foram os da estação 7, em



fevereiro, na superfície, e estação 10, em junho, na superfície, com 31 organismos. Os mais baixos registrados na estação 4 em junho, no fundo, e na estação 4 em dezembro, no fundo, valores de 11 e 14 organismos, respectivamente.

Considerando os valores extremos de densidade, no mês de fevereiro foi detectado o menor valor de  $1,4 \times 10^3 \text{ cel./L}^{-1}$  na estação 4 superfície e o maior valor  $11 \times 10^4 \text{ cel./L}^{-1}$  na estação 1, superfície. Em abril, o menor valor encontrado foi na estação 7, fundo, de  $2 \times 10^3 \text{ cel./L}^{-1}$ , e o maior valor na estação 4, fundo, de  $6 \times 10^3 \text{ cel./L}^{-1}$ . A partir do mês de junho a densidade começa a aumentar. Os valores mais altos são observados no mês de agosto e outubro:  $15 \times 10^4 \text{ cel./L}^{-1}$  e  $13 \times 10^4 \text{ cel./L}^{-1}$  em agosto, nas estações 10, fundo, e 7, superfície, respectivamente.  $21 \times 10^4 \text{ cel./L}^{-1}$  e  $10 \times 10^4 \text{ cel./L}^{-1}$  em outubro, nas estações 7, fundo, e 4, fundo. Em dezembro, os valores da densidade decaem, sendo os menores na estação 4, superfície,  $4 \times 10^3 \text{ cel./L}^{-1}$  e  $7 \times 10^3 \text{ cel./L}^{-1}$  na estação 1 superfície.

Os valores do índice de Shannon-Wiener oscilaram entre diversidade média a muito baixa. A região do fundo apresentou valores maiores que a superfície em quase todas as campanhas, destacando-se os meses de fevereiro/13, na estação 7 ( $2,6 \text{ bits.cel./L}^{-1}$ ), abril/13 na estação 4 ( $2,6 \text{ bits.cel./L}^{-1}$ ), junho/13 na estação 10 ( $2,6 \text{ bits.cel./L}^{-1}$ ), outubro/13 na estação 4 ( $2,7 \text{ bits.cel./L}^{-1}$ ). Em dezembro/13 houve um declínio nos valores, tornando a diversidade muito baixa, tanto na superfície como no fundo, nas quatro estações, os menores valores foram nas estações 7 e 10 superfície ( $0,8 \text{ bits.cel./L}^{-1}$  e  $0,8 \text{ bits.cel./L}^{-1}$ ). O índice de equitabilidade foi superior a 5,0 em quase todas estações de coleta, com o fundo e superfície apresentando valores muito próximos entre 0,7 e 0,8, sendo que os picos ocorreram em agosto/14 na estação 10 (0,9 no fundo). Em outubro/13 esses valores começaram a cair principalmente na superfície, na estação 7 e 10 (0,3 e 0,3), continuando em dezembro/13 onde o fundo também apresentou valores baixos, estação 10 (0,3).

### 3.2 Estrutura da comunidade fitoplactônica no ano de 2014

Foram identificados 50 taxons divididos em quatro grupos: Bacillariophyta, Dynophyta, Cyanophyta e Euglenophyta (Fig. 3). A maior representatividade foi

das diatomáceas, que corresponderam a 96,06% do total de espécies, em seguida as cianobactérias, com 2,69%, os dinoflagelados com 1,17% e as euglenófitas com 0,05%.

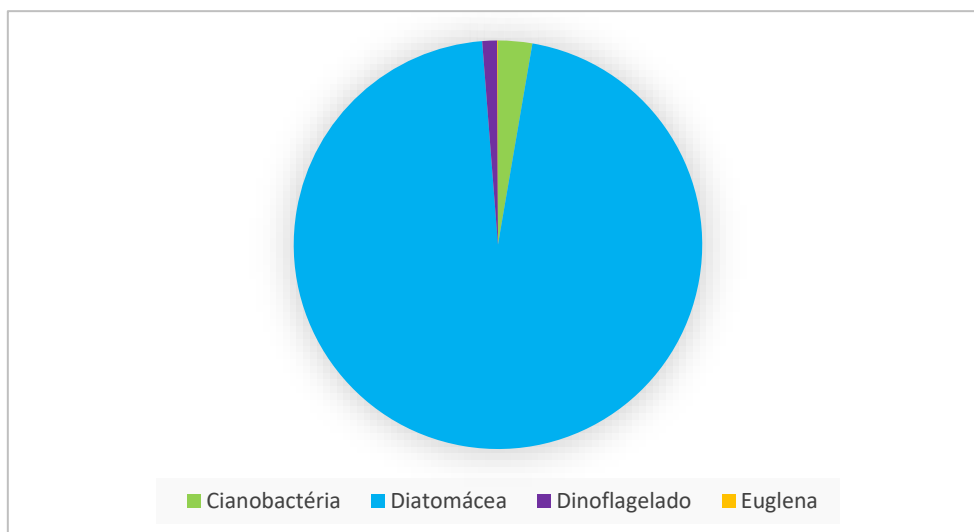


Figura 3 Representação dos grupos fitoplanctônicos do ano de 2014.

As espécies que apresentaram maior frequência foram: *Cyclotella stylorum* (78,12%), *Diploneis* sp. (78,12%), *Coscinodiscus wailesii* (75%), *Cylindrotheca closterium* (71,87%), *Navicula* sp2 (71,87%), *Komvophorum* (62,5%), *Navicula distans* (62,5), *Bacillaria paxilifera* (59,3%), *Bacteriastrum* sp (50%) e *Gramatophora* sp (50%) (Tab. 2).

	Fevereiro	Abril	Junho	Agosto
<b>CYANOPHYTA</b>				
<i>Komvophoron</i>	***	***	***	*
<i>Phormidium</i>		*	**	
<b>BACILARIOPHYTA</b>				
<i>Actinophychus senarius</i>			*	
<i>Amphora</i>			*	
<i>Asterionella</i>			*	
<i>Bacillaria paxilifera</i>	*	*		*
<i>Bacteriastrum</i>	*	***		***
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	*			***
<i>Chaetoceros</i> sp2	*	**		***
<i>Chaetoceros lorezianus</i>	*			
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	***	***	***	***
<i>Cyclotella stylorum</i>	***	**	***	***
<i>Cylindrotheca closterium</i>	***	***	***	
<i>Diploneis</i>	***	***	***	***

<i>Ebria tripartita</i>		**		*
<i>Gramatophora sp1</i>	**	*	**	***
<i>Guinardia flacida</i>	***			***
<i>Guinardia striata</i>	*	**		***
<i>Gyrosigma balticum</i>	***	**	***	
<i>Hemidiscus</i>				
<i>Lyrella</i>	*	*		
<i>Malniera</i>	***	***	*	
<i>Melosira</i>	*		*	***
<i>Navicula distans</i>	***	***	***	
<i>Navicula sp2</i>	***	***	***	**
<i>Nitzchia sigma</i>		*		
<i>Nitzchia longissima</i>	*	**	**	*
<i>Odontella</i>	**	*		*
<i>Paralia sulcata</i>	***	**	***	***
<i>Pleurosigma angulatum</i>	***	***	***	*
<i>Pleurosigma sp1</i>	*			**
<i>Podocystis</i>		*		
<i>Rhizoslenia imbricata</i>	*		*	
<i>Rhizoslenia robusta</i>		*		***
<i>Thalassionema nitzschoide</i>		***		**
<i>Thalassionema sp</i>	**	**	*	
<i>Triblionella</i>	***	***	***	***
<b>DYNOPHYTA</b>				
<i>Ceratium furca</i>	*	**	*	*
<i>Ceratium macroceros</i>	*	*	*	
<i>Dinoflagelado sp1</i>	***	***	***	
<i>Dynophysis caudata</i>	*	*		**
<i>Prorocentrum micans</i>	***	*	**	*
<i>Prorocentrum gracili</i>	*	***		*
<i>Protoperdinium conico</i>	*	**	*	
<i>Protoperdinium sp</i>	*	*		
<b>EUGLENOPHYTA</b>				
<i>Euglena</i>	*		***	*
<b>INDETERMINADA</b>				
Indeterminada 1	*	*	**	***
Indeterminada f.763	**	*	*	**

Tabela 2. Frequência de organismos do ano de 2014. Pouco frequente (\*), frequente (\*\*) e muito frequente (\*\*\*).

Os valores de riqueza do segundo ano foram menores do que os do primeiro ano (fig. 4). O valor máximo foi em fevereiro, na superfície, nas estações 1 e 10, com 22 organismos. Valores menores também na superfície em agosto nas estações

7 e 10, com 11 organismos. Para a densidade os maiores valores foram encontrados em abril na estação 1,  $13 \times 10^4 \text{ cel/L}^{-1}$  na superfície e  $12 \times 10^4 \text{ cel/L}^{-1}$  no fundo. Os valores mais baixos foram em agosto na estação 10, 280  $\text{cel/L}^{-1}$  no fundo e 420  $\text{cel/L}^{-1}$  no fundo. Nos outros meses a densidade variou de  $2 \times 10^3 \text{ cel/L}^{-1}$  a  $7 \times 10^3 \text{ cel/L}^{-1}$ .

O índice de diversidade de Shannon-Wiener para o segundo ano mostrou uma diversidade entre média e baixa. Porém não houve muita variação nos valores se comparado com o primeiro ano. A região da superfície apresentou maiores valores na diversidade na maioria das estações durante os meses de campanha. Em fevereiro o maior valor foi na estação 7 superfície (2,5 bits.cel/L<sup>-1</sup>) e em agosto na estação 10 fundo (2,2 bits.cel/L<sup>-1</sup>). Nos meses de abril e junho não houve muita variação, destacando o maior valor na estação 10 fundo em abril (2,189 arredonde para uma casa decimal bits.cel/L<sup>-1</sup>) e na estação 4 fundo (2,2 bits.cel/L<sup>-1</sup>). O índice de equitabilidade foi superior a 0,5 em todas as estações de coleta. Os maiores valores foram encontrados na estação 10 fundo em agosto (0,9) e na superfície também (0,8). Os menores

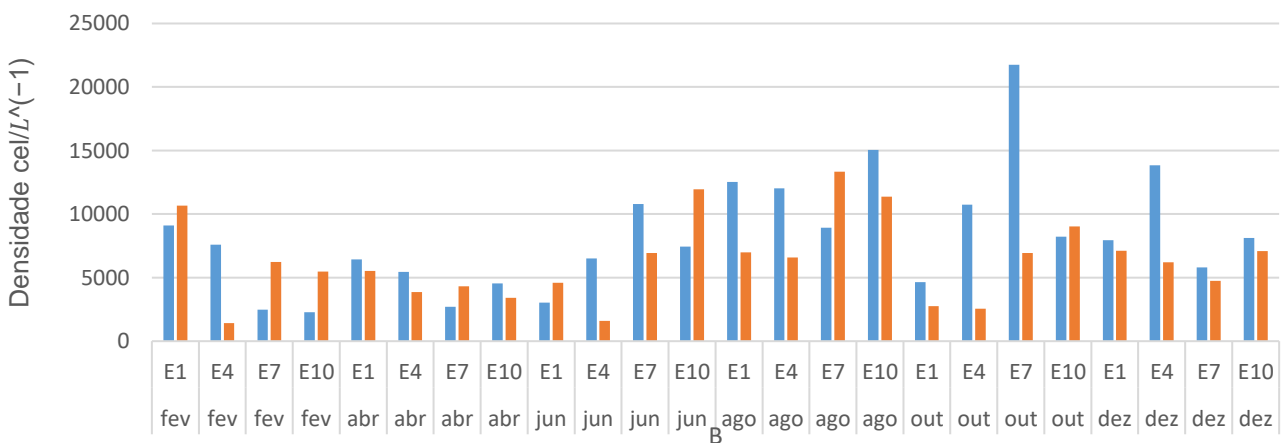
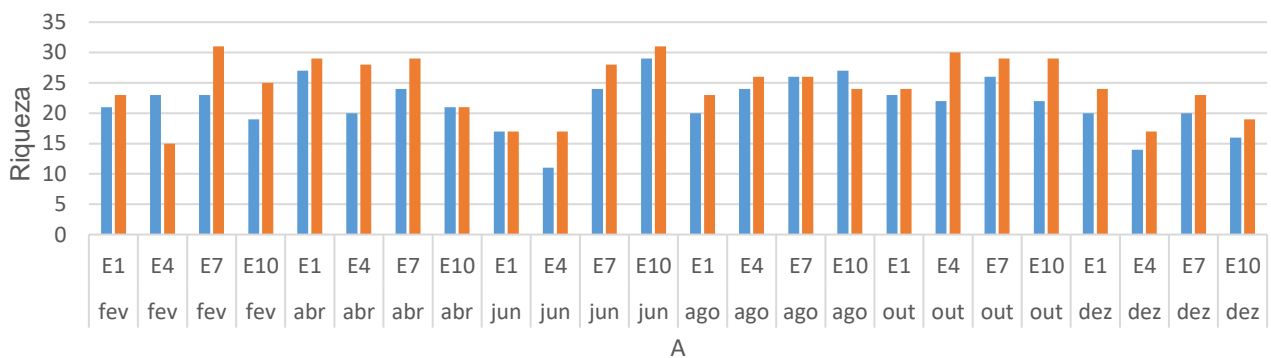




Figura 9. A e B valores de riqueza e densidade do ano de 2013. C e D valores de riqueza e densidade do ano de 2014.

valores registrados foram em abril na estação 1 tanto na superfície (0,5) quanto no fundo (0,5).

### 3.3. Variáveis físicas e químicas do ano de 2013.

A temperatura da água variou entre os seis meses de campanha, com pequenas variações entre a superfície e o fundo. Altos valores na temperatura foram observados durante os meses de fevereiro e dezembro. Nas estações 7 e 10 em fevereiro, os valores na superfície alcançaram 29,8 C° e em dezembro as mesmas estações apresentaram o valor de 28,9 C° na superfície. A partir do mês de abril houve um declínio na temperatura, sendo os menores valores registrados no mês de agosto, uma média de 25,8 C° (fig. 5).

A salinidade apresentou uma variação normal, com valores maiores nas primeiras estações e menores nas últimas. Além disso há uma variação sazonal, nos meses mais secos a temperatura atingiu valores de 38 em fevereiro estação 4 tanto na superfície como no fundo. O menor valor foi no mês de junho estação 10, que corresponde ao período chuvoso.

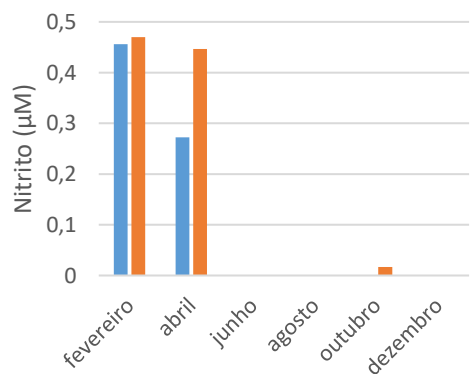
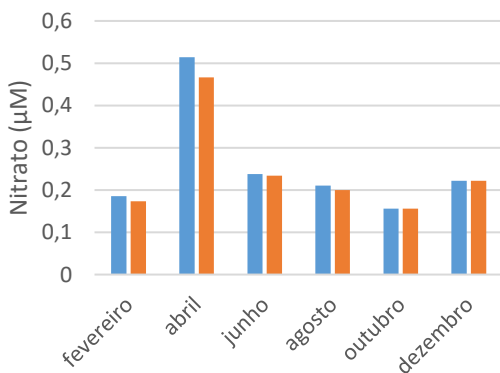
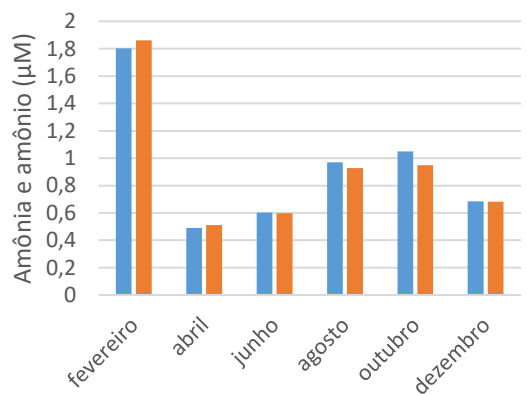
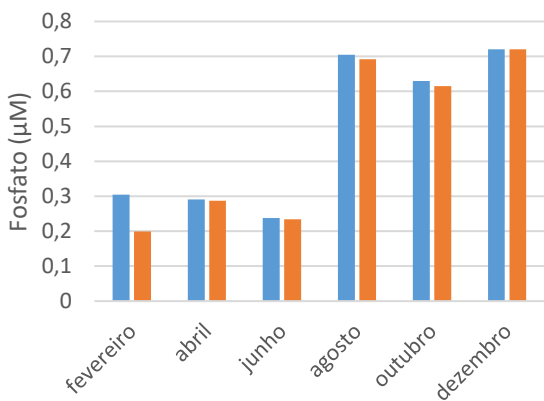
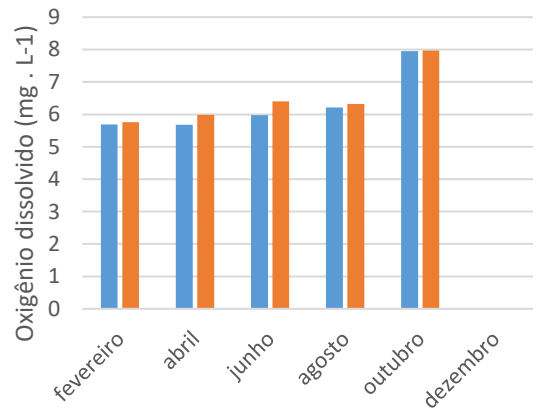
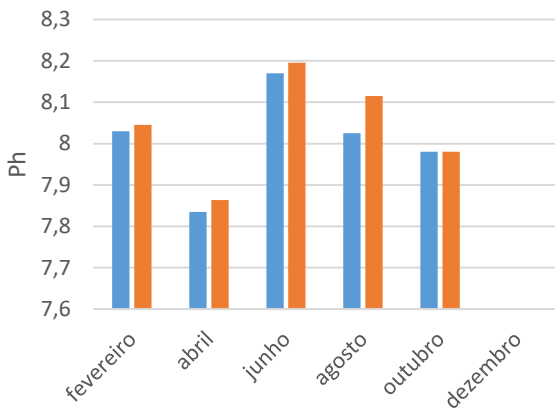
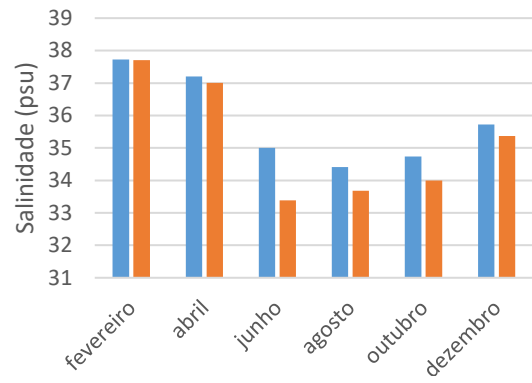
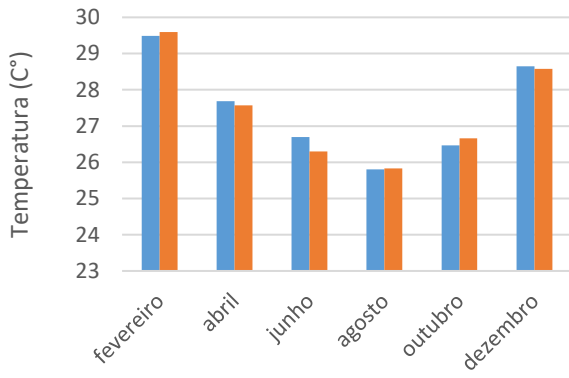
O pH da água apresentou durante os meses de coleta valores médios de 8,21 em junho na superfície e 7,85 em abril. O mês de dezembro não apresentou dados. Para o oxigênio dissolvido, o menor valor observado foi de 4,94 mg . L-1

no mês de fevereiro na estação 10 fundo, o valor mais alto foi na estação 1 fundo, 8,2 mg . L<sup>-1</sup> no mês de junho. O mês de outubro apresentou valores altos em todas as estações tanto na superfície como no fundo. Não há dados para o mês de dezembro.

Os valores do fosfato (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) variaram de 0,12 µM a 1,41 µM, correspondendo a estação 4 fundo no mês de junho e estação 10 fundo no mês de dezembro respectivamente. A partir do mês de agosto a concentração de fosfato aumenta em relação aos meses de fevereiro, abril e junho.

Amônio e Amônia apresentaram valores muito pequenos com exceção da estação 1 superfície no mês de fevereiro, que teve uma concentração de 10,8 µM. Nos meses seguintes a concentração variou de 0,06 a 2,3 µM. O nitrito apresentou concentrações variando de 0,00 a 1,86 µM. Os meses com maiores concentrações foram abril e junho, principalmente nas estações 7 e 10. O nitrato apresentou maiores concentrações nos meses de agosto, outubro e dezembro, mas valores menores do que o nitrito, variando de 0,00 a 14,4 µM. As concentrações na superfície são maiores em quase todas as estações. Ortosilicato apresentou um aumento nas concentrações no decorrer dos meses, com uma variação de 1,00 a 5,04 µM.

A concentração de clorofila-a aumenta da estação 1 para a estação 10 em todos os meses. No período chuvoso as concentrações apresentam valores maiores, com pico no mês de agosto, estação 10 fundo (4,2 µg . L<sup>-1</sup>). Valores mínimos de clorofila foram encontrados no mês de agosto, estação 1 (0,00 µg . L<sup>-1</sup>) na superfície.



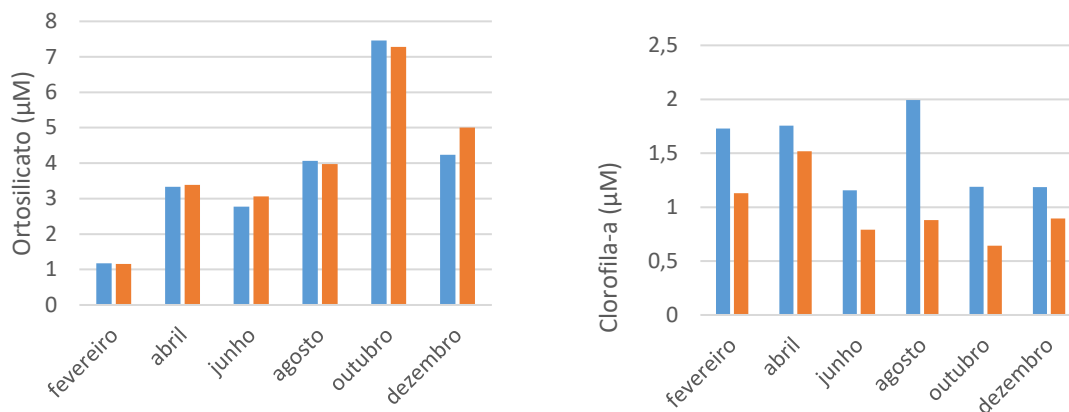


Figura 13. Representação gráfica dos valores médios das variáveis físicas e químicas. Em ordem: Temperatura, salinidade, Ph, Oxigênio dissolvido, Fosfato, Amônio e amônia, Nitrato, Nitrito, ortossilicato e clorofila-a. Azul – fundo e Vermelho – superfície

### 3.4 Variáveis físicas e químicas do ano de 2014

A temperatura da água oscilou entre os quatro meses de campanha, com pequenas variações entre a superfície e o fundo. Altos valores na temperatura foram observados durante os meses de fevereiro e abril. Nas estações 7 e 10 em fevereiro os valores na superfície alcançaram 29,8 C° e em abril as mesmas estações apresentaram o valor de 29,5 C° e 29,8 C° respectivamente na superfície. A partir do mês de abril houve um declínio na temperatura, onde a máxima foi de 26,0 C° no mês de junho e a mínima de 25 C° no mês de agosto.

A salinidade apresentou uma variação normal, com valores maiores nas primeiras estações e menores nas últimas. Os meses de abril, junho e agosto apresentaram os maiores valores de salinidade de todas as campanhas, atingindo valores máximos de 35 psu na estação 1 superfície e fundo. O mês de agosto apresentou os menores valores de salinidade na estação 10 superfície e fundo (30 psu).

Os valores de Ph foram constantes durante os meses de campanha variando entre 7,8 a 8,2. Para o oxigênio dissolvido o menor valor observado foi de 5,27 mg . L-1 no mês de abril na estação 10 fundo, o valor mais alto foi na estação 4 superfície, 6,79 mg . L-1 no mês de agosto, porém a variação não é tão alta entre os meses e estações. A estação 10 de fevereiro não apresentou dados.

Os valores do fosfato ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) variaram de 0,00 µM a 23,66 µM, correspondendo as estações do mês de fevereiro e a estação 4 superfície no mês de junho respectivamente. O mês de junho apresentou as menores concentrações enquanto que houve um declínio no mês de agosto, apresentando concentrações entre 1,29 µM a 1,40 µM.

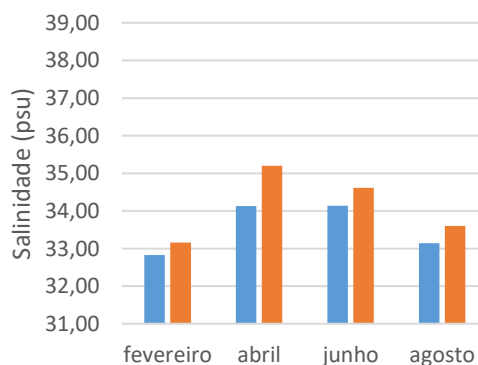
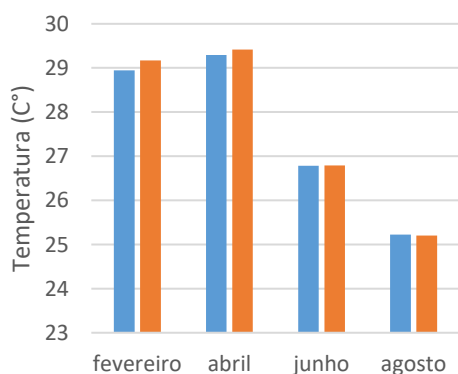


Amônio e Amônia apresentaram valores muito pequenos com exceção do mês de junho, que apresentou concentrações variando de 5,19  $\mu\text{M}$  estação 7 fundo a 13,14  $\mu\text{M}$  estação 4 fundo. Os meses de fevereiro, abril e agosto apresentaram concentrações baixas

O nitrito apresentou concentrações maiores nos meses de junho e agosto. Os maiores valores foram observados na estação 10 fundo no mês de junho, 2,58  $\mu\text{M}$  e em agosto na estação 7 fundo, 3,29  $\mu\text{M}$ . fevereiro e abril apresentaram concentrações muito baixas exceto na estação 10 fundo, no mês de abril que obteve valor de 1,82  $\mu\text{M}$ . O nitrato não apresentou registro nos meses de fevereiro, abril, junho e agosto na maioria das estações. O valor mais alto é na estação 1 superfície no mês de agosto, 1,36  $\mu\text{M}$ .

Ortosilicato apresentou um aumento nas concentrações no decorrer dos meses, com uma variação de 0,93 a 15,42  $\mu\text{M}$ .

Os valores da clorofila-a oscilaram bastante, com altos valores na região do fundo principalmente no mês de agosto, onde é observado que a concentração de clorofila-a aumenta da estação 1 para a estação 10. O Maior valor encontrado foi no mês de agosto na estação 10 fundo 3,45  $\mu\text{g. L}^{-1}$ , em seguida a estação 4 fundo 2,90  $\mu\text{g. L}^{-1}$ . Os menores valores foram encontrados no mês de junho na estação 4 superfície (0,18  $\mu\text{g. L}^{-1}$ ) e fundo 0,26  $\mu\text{g. L}^{-1}$ .



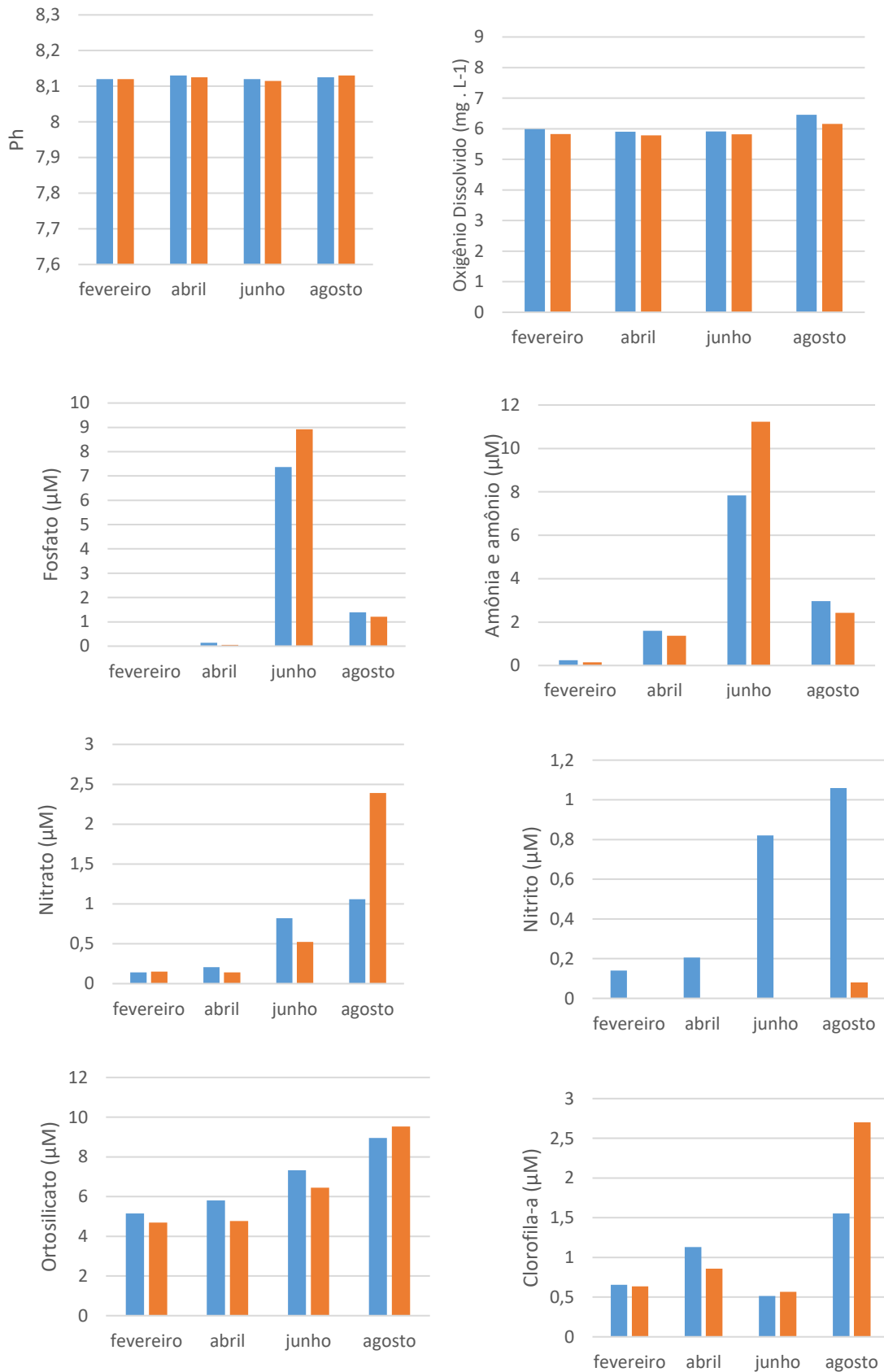


Figura 14. Representação gráfica dos valores médios das variáveis físicas e químicas. Em ordem: Temperatura, salinidade, Ph, Oxigênio dissolvido, Fosfato, Amônia e amônio, Nitrato, Nitrito, ortossilicato e clorofila-a. Azul – fundo e Vermelho – superfície

### 3.5 Resultados estatísticos

Os resultados da Análise de Correspondência Canônica (ACC) mostraram que a proporção *constrained* foi de 0,20, o que é relativamente baixo e os *eigenvalues* também com valores baixos (tab. 2). Assim a variação na composição das espécies são baixas e os gradientes ambientais curtos. A ordenação do CCA foi explicada 24% no primeiro eixo (CCA1) e 20% no segundo eixo (CCA2) (tab. 2), com um total de 44% de explicação da variáveis (tab. 3).

Para o primeiro eixo, as variáveis com maior importância foram o ortossilicato ( $\text{SiO}_2$ ) a amônia ( $\text{NH}_3$ ) e o fosfato ( $\text{PO}_4$ ), no segundo eixo temperatura (tem) e salinidade (sal) (tab. 4). corrija isto nas figuras

Para um melhor entendimento e compreensão da ordenação, as estações, espécies e variáveis ambientais foram colocadas em gráficos distintos (Fig. 7 e Fig 8). As estações do ano de 2013, correspondentes aos meses de fevereiro a dezembro estão separadas ao longo do primeiro eixo (CCA1), destacando as estações do mês de fevereiro estão amplamente separadas. O segundo ano foi separado pelo segundo eixo (CCA2).

Para as variáveis ambientais a orientação das setas indica a direção da máxima mudança nas variáveis. Observamos então que o fosfato e o ortossilicato apresentaram uma correlação positiva com as estações referentes aos meses de abril, junho e agosto de 2014. Enquanto que a ordenação do segundo eixo mostrou uma correlação muito forte entre a temperatura, salinidade com as estações referente ao mês de fevereiro de 2013, por outro lado uma correlação negativa dessas mesmas variáveis para as estações dos meses de junho, agosto, outubro e dezembro.

O gráfico de CCA para as espécies mostrou em sua maioria diatomáceas e poucas cianobactérias associadas a temperatura, salinidade e as estações do mês de fevereiro, correspondente ao segundo eixo da ordenação. Para o primeiro eixo da ordenação, grupos de diatomácea e dinoflagelados estiveram associados ao fosfato e ortossilicato. Espécies da família *Nitzschia*, *Chaetoceros*, *Thalassionema*, *Ceratium*, *Phormidium*, *Komvophorum* associadas ao segundo

eixo, estão negativamente correlacionas com a temperatura e salinidade.

A	Inercia	Proporção	Ranque
<b>Total</b>	4.1170	1.0000	
<b>Constrained</b>	0.8355	0.2029	6
<b>Unconstrained</b>	3.2815	0.7971	73

<b>Eigenvalues</b>			
CCA1	CCA2	CCA3	CCA4
<b>0.24572</b>	0.20276	0.12680	0.10577

Tabela 3. “A” Proporção *constrained* e *eigenvalues* para CCA1 e CCA2. “B” Valores das variáveis físicas e químicas para os eixos CCA1 e CCA2

B	CCA1	CCA2
<b>tem</b>	-0.3057	0.6000
<b>sal</b>	-0.4773	0.5105
<b>po3</b>	0.5115	0.1617
<b>amo</b>	0.5222	0.5002
<b>h4s</b>	0.8877	0.3231
<b>cla</b>	-0.2517	0.2917

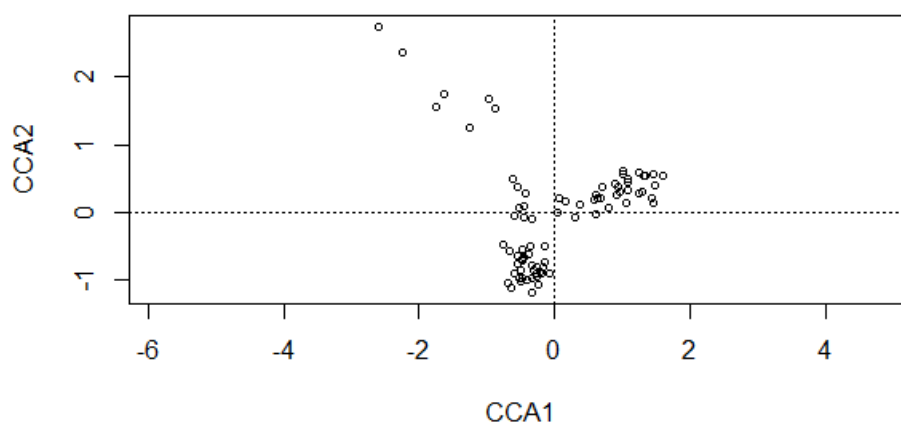


Figura 15. Representação das estações, primeiro eixo, CCA 1 ano de 2013. Segundo eixo, CCA2 ano de 2014

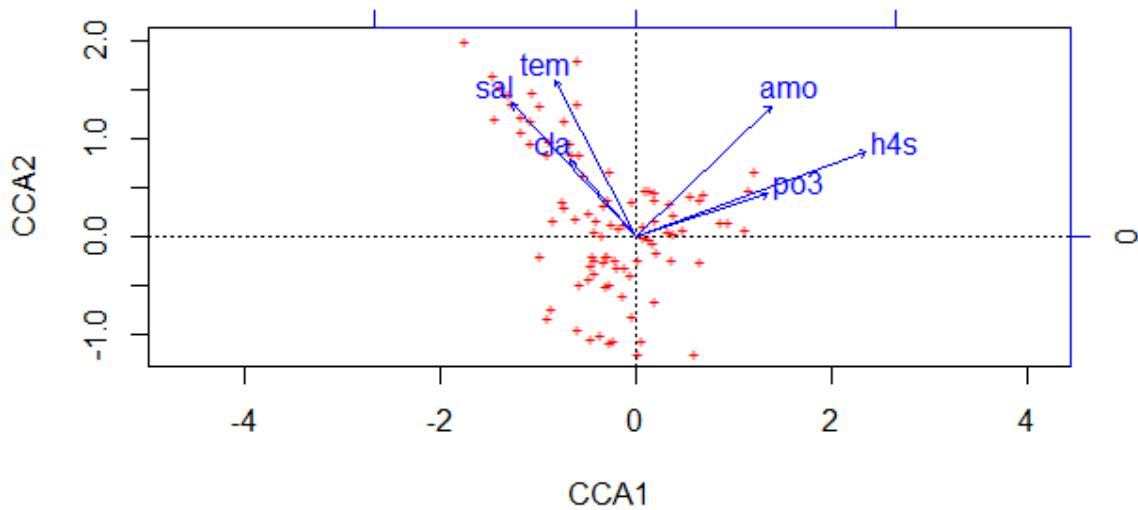


Figura 16. Representação das espécies (+) e variáveis físicas e químicas.

#### 4 Discussão

As diatomáceas foram os organismos dominantes nos dois anos de campanha, com uma média de 94,4% do total de organismos (Fig. 9). Outros estudos comprovam a dominância de diatomáceas em ambientes costeiros e estuarinos. (Ferreira, 2010; Seguro, 2015; Thangaradjou, 2012; Haraguchi, 2015). Esses organismos são beneficiados pela mistura da água dentro do estuário, mantendo-os na zona fótica, estão adaptadas a ambientes com maior turbidez (Margalef, 1978; Bucci, 2012).

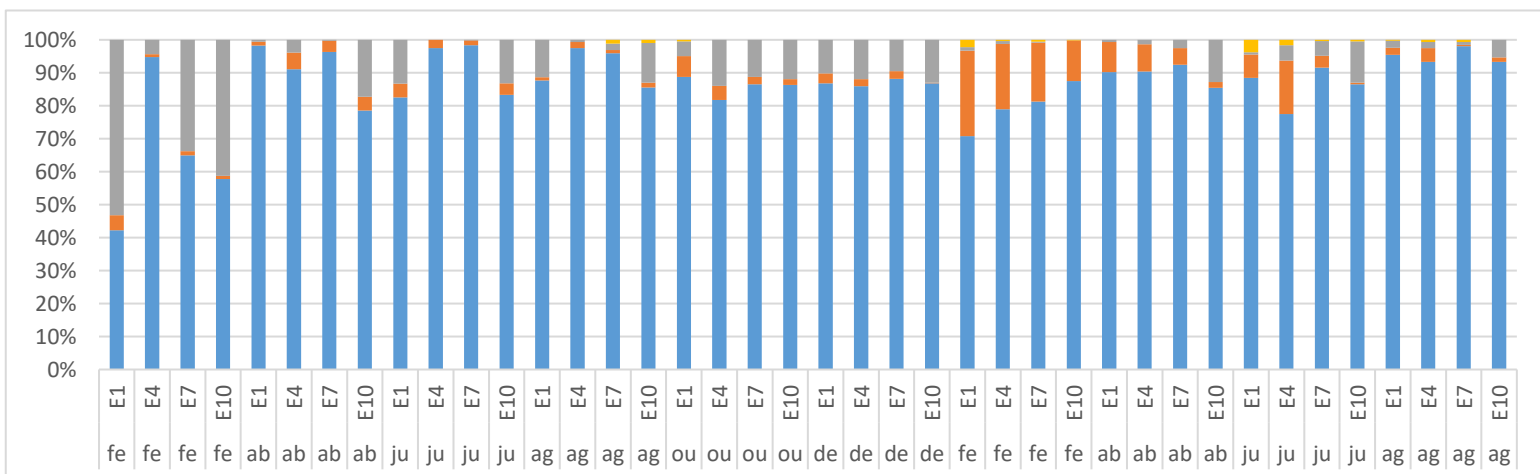


Figura 9. Porcentagem dos grupos de organismos nos dois anos de campanha, por meses e estações. Azul – diatomáceas; Laranja – Dinoflagelado; Cinza – cianobactéria e Amarelo – euglenofitas. fe- fevereiro; ab – abril; ju – junho; ag – agosto; ou – outubro e de – dezembro

A densidade de organismos fitoplanctônicos na BTS ( $10^3$  a  $10^4$  cells.L<sup>-1</sup>) mostrou-se baixa em comparação a outros ambientes estuarinos tropicais e em relação a baías, como a Baía de Guanabara que em estudo realizado por Rezende (2015) mostrou que a densidade de organismos variou de  $1.6 \times 10^5$  a  $1.0 \times 10^8$  cells.L<sup>-1</sup>. Barroso (2016) em estudo feito em estuários no Ceará, obteve densidades variando de  $1.1 \times 10^5$  a  $533.6 \times 10^5$  cells.L<sup>-1</sup>. No estuário de São Paulo  $1,8 \times 10^6$  a  $3,4 \times 10^6$  cells.L<sup>-1</sup> (Masuda, 2011). Essa, relativa, baixa concentração da comunidade fitoplanctônica pode ser um indicativo das condições de oligotrofia do canal de Salvador.

Rezende (2015) aponta o alto valor da densidade de organismos na Baía de Guanabara à eutrofização artificial gerada pela intervenção humana. Um dos organismos indicadores de ambientes eutrofizados é a *Skeletonema*, considerada oportunista e que foi encontrada em regiões e épocas com maior eutrofização na Baía de Guanabara (Santos, 2007). Barroso (2016) aponta a diferença na concentração de nutrientes entre a estação seca e chuvosa, principalmente do fosfato, como um indicador de eutrofização. O que sugere uma fonte de descarga antropogênica desse nutriente, pois sua concentração é muito maior na estação seca, onde a descarga dos rios é menor do que na estação chuvosa.

A BTS por sua vez é considerada como um sistema oligo a mesotrófico (Lopes, 2009), ou seja, um ambiente com concentrações baixas de nutrientes e que depende do aporte proveniente da descarga de rios, refletindo numa abundância maior de organismos nos períodos mais chuvosos (fig. 10). Segundo Viličić (2008) estuários que apresentam uma eutrofização maior, possuem uma mudança sazonal nos grupos fitoplanctônicos mais marcada do que em ambientes oligotróficos. Em comparação com estuários mais eutrofizados foi notada essa diferença, há uma maior abundância de diatomáceas no período seco, ao contrário do estuário estudado por Viličić (2008), em que a abundância maior foi no período chuvoso. O mesmo ocorre aqui no Brasil em comparação com os estuários citados e a BTS.

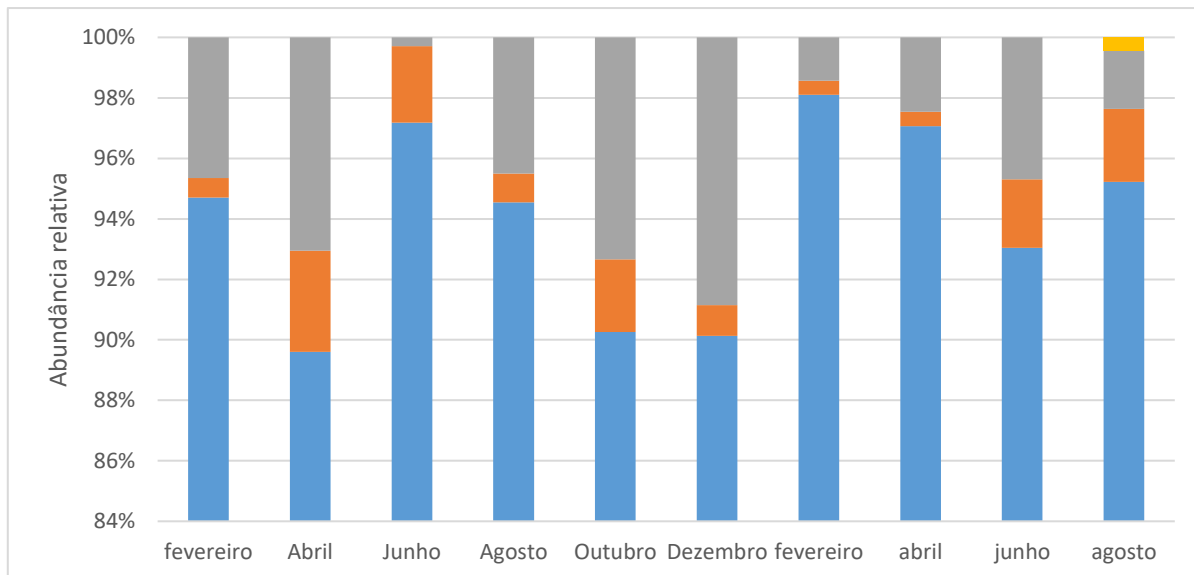


Figura 170. Abundância relativa dos grupos de organismos ao longo dos dois anos de campanha.

O índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) apresentou valores na BTS que variam de baixa a média diversidade. Por ser um sistema que apresenta concentrações baixas de nutrientes é esperado um índice menor em relação a sistemas com maiores concentrações de nutrientes. Adjou (2012) em um trabalho utilizando um modelo para verificar a variação de densidade causada por fatores como disponibilidade de nutrientes, diz que ambientes oligotróficos tendem a apresentar uma baixa diversidade. Moura (2012) também afirma que há essa tendência a baixa diversidade nesses ambientes, associando a alta diversidade a sistemas mais instáveis.

A análise do ACC mostrou que a temperatura e a salinidade apresentaram fortes correlações com as estações do mês de fevereiro e abril de 2013, porém a distribuição das espécies de diatomáceas possui uma correlação negativa com altas temperaturas, enquanto que as espécies de cianobactérias estão positivamente relacionadas com esse fator (Silva, 2005; Calijuri, 2002). Ocasionalmente assim uma abundância baixa de organismos nesses meses, com baixos teores de clorofila-a. No ano de 2012 iniciou-se um evento de hipersalinidade na BTS, que durou até o início de 2013, evidenciando o aporte marinho na região e a presença de espécies marinhas como *Coscinodiscus* sp (Silva, 2009; Koenig, 2003).

A partir do mês de junho de 2013 é notável um aumento na abundância de organismos principalmente das diatomáceas, com o decréscimo da temperatura. Junho é o mês em que se observa um maior aporte de água doce na BTS, proveniente de chuvas e da descarga do rio Paraguaçu, é o mês que encerra a estação chuvosa em Salvador. Com um aumento da riqueza de organismos e um índice médio na diversidade devido à presença abundante de grupos de espécies como *Paralia sulcata*, *Cylindrotheca closterium* e *Coscinodiscus* sp. Que são gupos de espécies presentes em sistemas estuarinos com influência marinha (Koenig,2003; Santiago, 2010).

Em dezembro há um declínio na abundancia de organismos, podendo está relacionado com o início do período seco, diminuição da descarga dos rios e das chuvas. É um mês que apresentou baixa diversidade de organismos na superfície devido a dominância das espécies *Paralia sulcata*, *Pleurosigma angulatum* e *Cylindrotheca closterium*. Segundo Moura (2012) a baixa diversidade pode estar relacionada a alta abundância de poucas espécies em uma região ou regiões com pouca perturbação. Adjou (2012) utilizou um modelo para analisar a sensibilidade da diversidade sob a influência de nutrientes e do pastoreio, concluindo que ambientes oligotróficos possui uma baixa diversidade ao contrário de ambientes eutrofizados.

Para o ano de 2014 o ACC mostrou que o fosfato, ortosilicato e componentes mais reduzidos do nitrogênio (amônia e amônio) foram as variáveis responsáveis pela distribuição das espécies, principalmente nos meses de abril, junho e agosto, apresentando uma correlação positiva. Segundo Fisher (1992), o fosfato é considerado limitante durante a primavera (período de chuvas), por apresentar valores baixos nas suas concentrações, o que é observado na BTS, baixas concentrações de fosfato devido ao consumo do fitoplâncton no mês de abril, correspondente ao início do período de chuvas e alta abundância desses organismos ( Silva, 2005; Rodrigues, 2014).

Os componentes reduzidos do nitrogênio também interferem na composição da comunidade fitoplanctônica, sendo considerado limitante durante o verão (estação seca) (fisher, 1992). As concentrações desses componentes foram



bastante altas durante o mês de junho, final da estação molhada na BTS, diminuindo nos meses seguintes com o início do período seco.

## 5 Conclusão

A comunidade fitoplanctônica na BTS é formada majoritariamente por organismos do grupo das diatomáceas, seguido pelas cianobactérias em 2013 e dinoflagelados em 2014. Dentre as diatomáceas foi observado a presença de espécies neríticas como *Coscinodiscus sp*, ticoplanctônicas como *Cylindrotheca closterium*, *Paralia sulcata*, *Nitzschia sigma* e estuarinas como *Pleurosigma angulatum*.

Variáveis físicas e químicas como temperatura, salinidade, fosfato e componentes reduzidos do nitrogênio apresentaram maior correlação com a comunidade, guiando a composição da mesma ao longo do ano. Na Baía de Todos os Santos foi observado um crescimento na densidade de organismos durante o mês de abril, devido a um suprimento maior de nutrientes como fosfato e ortossilicato, favorecendo o crescimento das diatomáceas. Podemos concluir que as descargas fluviais e as chuvas são importantes para a manutenção da comunidade e que a redução na sua densidade ocorre depois desses momentos, devido a diminuição na concentração de nutrientes na BTS. Águas marinhas têm sua importância na dinâmica da comunidade, visto que há espécies adaptadas a condições de temperatura e salinidade de águas costeiras.

É importante destacar que há a necessidade de se manter o monitoramento na BTS ao longo dos anos, pois só assim será possível definir com precisão o que afeta a comunidade. Como esses organismos são muito sensíveis a variações no ambiente, qualquer mudança pode ocasionar uma floração ou uma diminuição desses organismos na Baía.

## 6 Referências

Adjou, M.; Bentsen, J.; Richardson, K. Modeling the influence from ocean transport, mixing and grazing on phytoplankton diversity. *Ecological modelling*, 2012

Barroso, H. S.; Becker, H.; Melo, V. M. M. Influence of river discharge on phytoplankton structure and nutrient concentrations in four tropical semiarid estuaries. *Brazilian journal of oceanography*. 2016

Bucci, A. F.; Ciotti, Á. M.; Polleryl, R. C. G.; Carvalho, R. de; Albuquerque, H. C. de; Simões, L. T. S. Temporal variability of chlorophyll-a in the São Vicente estuary. *Brazilian Journal of oceanography*. 2012

Burford, M. A; Webster , I. T.; Revill, A. T.; Kenyon, R. A.; Whittle, M.; Curwen G. Controls on phytoplankton productivity in a wet-dry tropical estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. P141-151, 2012.

Calijuri, M. C.; Santos, C. A. dos; Jati, S. Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, S.P.-Brazil). *Journal of plankton research*. 2002.

Cirano M.; Lessa , G. C. Oceanographic characteristics of baía de todos os santos, Brazil. *Revista Brasileira de geofísica*. 2007.

Cloern, J. E.; Jassby, A. D.; Thompson, J. K.; Hieb, K. A. A cold phase of the East Pacific triggers new phytoplankton blooms in San Francisco Bay. *PNAS*, 2007.

Domingues, R. B.; Anselmo, T. P.; Barbosa, A. B; Sommer, U.; Galvão, H. M. Light as a driver of phytoplankton growth and production in the freshwater tidal zone of a turbid estuary. *Estuarine, coastal and Shel Science*, 2011.

Eppley, R. W. Temperature and phytoplankton growth in the sea, Fishery bulletin, 1972.

Ferreira, L. C.; Cunha, M. G. G. S.; Koenig, M. L.; Feitosa F. A. N.; Santiago, M. F.; Muniz, K. Variação temporal do fitoplâncton em três praias urbanas do litoral sul do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Acta Botânica Brasileira, 2010.

Field, C. B.; Behrenfeld, M. G.; Randerson, J. T.; Falkowski, P. Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components. Science, 1998.

Fisher, T. R.; Peele, E. R.; Ammerman, J. W.; Harding Jr, L. W. Nutrient limitation of phytoplankton in Chesapeake Bay. Marine ecology progress series, 1992.

GRASSHOFF, K.; EHRARDT, M. & KREMLING, K. Methods of Seawater Analysis. Weinheim: Verlag Chemie, 1983.

Grenz, C.; Cloern, J. E.; Hager, S. W.; Cole, B. E. Dynamics of nutrient cycling and related benthic nutrient and oxygen fluxes during a spring phytoplankton bloom in South San Francisco Bay (USA). Marine Ecology Progress Series, 2000

Haraguchi, L.; Carstensen, J.; Abreu, P. C.; Odebrecht, C. Long-term changes of the phytoplankton community and biomass in the subtropical shallow Patos Lagoon estuary, Brazil. Estuarine, coastal and Shelf-Science, 2015.

Hatje, V.; Andrade, J. B. *in* Livro Baía de Todos os Santos: Aspectos oceanográficos. p.19, 2009.

Koenig, M. L.; Eskinazi Leça, E.; Neumann-Leitão, S.; Macêdo, S. J. de. Impacts of the construction of the Port of Suape on phytoplankton in the Ipojuca River estuary (Pernambuco-Brazil). Brazilian Archives of Biology and Technology, 2003.

LESSA, G. C.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C.S.P.; BRICHTA, A. The Tides and Tidal Circulation of Todos os Santos Bay, Northeast Brazil: a general characterization. *Anais da Acadêmia Brasileira de Ciências*, 2001.

Lewandowska, A. M.; Hillebrand, H.; Lengfellner, K.; Sommer, U. Temperature effects on phytoplankton diversity — The zooplankton link. *Journal of sea research*, 2014.

Lopes, M. R.; Dias, J. R.; Gaeta, S. A. Ambientes pelágicos *in* Livro Baía de Todos os Santos: Aspectos oceanográficos. p.150, 2009.

Margalef, R. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanologica Acta*, 1978.

MASUDA, L. S. M.; MOSER, G. A. O.; BARRERA-ALBA, J. J. Variação temporal do fitoplâncton no canal estuarino de Santos (SP). *Braz. J. Aquat. Sci. Technol*, 2011.

Moura, A. N.; Nascimento, E. C.; Dantas, E. W. Temporal and spatial dynamics of phytoplankton near farm fish in eutrophic reservoir in Pernambuco, Brazil. *Revistas de biologia tropical*, 2012

Rezende, K. R. V. de; Hatherly, M. M. F.; Pimenta, C. M. M.; Eduardo, J.; Vianna, S. C.; Mangiavacchi, N. Phytoplankton community structure in one sector of Guanabara Bay (RJ, Brazil) during 2011 and 2012. *Brazilian Journal of oceanography*, 2015.

Rodrigues, S. V.; Marinho, M. M.; Jonck, C. C. C.; Gonçalves, E. S.; Branta, V. F.; Paranhos, R.; Curbelod, M. P.; Falcão, A. P. Phytoplankton community structures in shelf and oceanic waters off southeast Brazil (201–251S), as determined by pigment signatures. *Deep-Sea Research I*, 2014.

Santiago, M. F.; Silva-Cunha, M. G. G. da; Neumann-Leitão, S.; Costa, K. M. P. da; Palmeira, G. C. B.; Neto, F. F. P.; Nunes, F. S. Phytoplankton dynamics in a highly eutrophic estuary in tropical Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 2010.

Santos, V. S; Villac M. C; Tenenbaum D. R.; Paranhos R. Auto- and heterotrophic nanoplankton and filamentous bacteria of guanabara bay (rj, brazil): estimates of cell/filament numbers versus carbon content. *Brazilian Journal of Oceanography*, 2007.

Seguro, I.; García, C. M.; Papaspyrou, S.; Galvéz, J. A.; García-Robledo, E.; Navarro, G.; Soria-Píriz, S.; Aguilar, V.; Lizano, O. G.; Morales-Ramírez, A.; corzo, A. Seasonal changes of the microplankton community along a tropical estuary. *Regional studies in marine Science*, 2015.

Silva, C.A. da; Train, S.; Rodrigues, L.C. Phytoplankton assemblages in a Brazilian subtropical cascading reservoir system. *Hidrobiologia*, 2005.

Silva, M. H. da; Silva-Cunha, M. G. G. da; Passavante, J. Z. O.; Grego, C. K. S.; Muniz, K. Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, 2009.

Thangaradjou, T.; Sethubathi, J. V.; Raja, S.; Poornima, D.; Shanthi, R.; Balasubramanian, T.; Babu, K. N.; shukla, A. K. Influence of environmental variables on phytoplankton floristic pattern along the shallow coasts of southwest Bay of Bengal. *Algal Research*, 2012.

Viličić D.; Terzić, S.; Ahel M. Burić Z.; Jasprica, N.; Carić M.; Mihalić K. C.; Olujić G. Phytoplankton abundance and pigment biomarkers in the oligotrophic, eastern Adriatic estuary. *Environment Monitoring Assessment*, 2008.