

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AQUÁTICOS E TROPICAIS**

ADRIADNA SOUZA SANTOS

**CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA-*a* FRACIONADA E NUTRIENTES
INORGÂNICOS DISSOLVIDOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL DA BAHIA**

**ILHÉUS – BAHIA
2013**

ADRIADNA SOUZA SANTOS

**CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA-*a* FRACIONADA E NUTRIENTES
INORGÂNICOS DISSOLVIDOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL DA BAHIA**

Dissertação apresentada, para obtenção do título de mestre em Sistemas Aquáticos e Tropicais, à Universidade Estadual de Santa Cruz.

Área de concentração: Ecologia

Orientador: Marcelo Friederichs Landim de Souza

**ILHÉUS – BAHIA
2013**

S237

Santos, Adriana Souza.

Concentração de clorofila- a fracionada e nutrientes inorgânicos dissolvidos na plataforma continental da Bahia / Adriana Souza Santos. – Ilhéus, BA: UESC, 2013.

v, 50f. : Il. ; anexo.

Orientador: Marcelo Friederichs Landim de Souza.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais.

Inclui bibliografia.

1. Fitoplâncton. 2. Clorofila. 3. Massas de água.
4. Plataforma continental. I. Título.

CDD 577.76

ADRIADNA SOUZA SANTOS

**CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA-*a* FRACIONADA E NUTRIENTES
INORGÂNICOS DISSOLVIDOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL DA BAHIA**

Ilhéus – BA, 19 de abril de 2013.

Prof. Dr. Marcelo Friederichs Landim de Souza
UESC/DCET
(Orientador)

Prof^ª. Dr^ª. Daniela Mariano Lopes da Silva
UESC/DCB

Prof^ª. Dr^ª. Letícia Cotrim da Cunha
UERJ/DOQ

Prof^ª. Dr^ª. Sylvia Maria Moreira Susini Ribeiro
UESC/DCB

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até essa etapa de minha vida.

Ao meu amor Elivaldo Lozer, que esteve sempre presente, apoiando-me e amparando-me ao longo da minha vida acadêmica, dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, direcionamento e capacitação para alcançar meus objetivos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos e Tropicais da Universidade Estadual de Santa Cruz e a CAPES, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Prof. Dr Marcelo Friederichs Landim de Souza, pela orientação e apoio.

Ao professor Luiz Felipe Artigas da Université du Littoral Côte d'Opale, Wimmereaux, França, pelo entusiasmo e idéias revolucionárias.

As professoras Dr^a Sylvia Maria Moreira Susini e Dr^a Daniela Mariano Lopes da Silva pela disponibilidade e cuidados dispensados.

As amigas de laboratório, especialmente Cybelle Menolli Longhini, Ananda Marson Silva, Jorsanete Passos Cardoso e Taiana Guimarães Araujo, pelo auxílio, companheirismo, carinho e ensinamentos que levarei para toda vida.

As amigas e irmãs de vida da turma Biologia 2006.2, às quais sempre amarei e dedicarei toda minha gratidão pela amizade e entendimento, especialmente, Ana Paula Moreira dos Santos Peixoto e Regina Martins Souza, que me acompanharam também no mestrado, Laíse Rodrigues Rocha e Milena dos Santos Dórea, igualmente presentes em todos os momentos.

CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA-*a* FRACIONADA E NUTRIENTES INORGÂNICOS DISSOLVIDOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL DA BAHIA

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar as relações entre a concentração de nutrientes inorgânicos dissolvidos e clorofila-*a* fracionada na plataforma continental da Bahia. Realizaram-se campanhas de coleta no período seco e chuvoso do estuário a plataforma da Baía de Todos os Santos, Ilhéus e Porto Seguro. Em campo foram medidas as variáveis físico-químicas temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido. Em laboratório as amostras foram filtradas em filtros de fibra de vidro GF/F. Com o material retido no filtro analisou-se o total de sólidos em suspensão (TSS) e a Cl-*a* total. Alíquotas do filtrado foram congeladas para posterior análise do nitrato, nitrito, amônio (nitrogênio amoniacal), fosfato e silicato. Para separar e obter a clorofila correspondente às diferentes frações da comunidade fitoplanctônica, as amostras passaram por uma malha 40 µm, onde reteve-se a fração > 40 µm. Em seguida, as amostras foram filtradas em filtros de 0,7 µm, 3 µm e 10 µm. Os dados de precipitação e descarga fluvial foram utilizados para determinar o período seco e chuvoso. Os resultados indicaram que os períodos secos foram fevereiro de 2011 para BTS e IOS e setembro de 2011. Houve uma discreta sazonalidade térmica entre os períodos, com menores médias no período chuvoso da BTS (26,8 °C) e IOS (25,6 °C) e período seco de PS (24 °C). A salinidade foi menor no período chuvoso de todas as áreas, BTS (34,6), IOS (28,5) e (31,6). Foram detectadas apenas duas massas de água, Água Costeira e Tropical. Os menores valores de pH foram registrados no período chuvoso. O OD apresentou as menores médias no período seco da BTS (6,31 mg. L⁻¹) e IOS (5,71 mg. L⁻¹) e no período chuvoso de PS (5,46 mg. L⁻¹). Os valores de TSS nos estuários foram maiores com relação à plataforma em todas as áreas. O nitrogênio amoniacal não foi detectado apenas na plataforma de PS nos dois períodos, na BTS no período chuvoso e IOS no período seco. O nitrito foi detectado apenas no estuário da BTS e IOS nos dois períodos. O nitrato foi detectado principalmente BTS e IOS no período chuvoso. Houve limitação por NID na plataforma de PS nos dois períodos. O fosfato e o silicato foram detectados em todos os pontos na BTS e IOS no período chuvoso e PS no período seco. As maiores concentrações de biomassa fitoplanctônica, foram encontradas nas estações costeiras. A largura da plataforma das três regiões exerce forte influência sobre a clorofila-*a*. As menores frações do fitoplâncton predominaram em pontos com menor concentração de nutrientes, exceto em PS. A presença de AT enriquecida, sugere que a Corrente do Brasil está transportando nutrientes de outras áreas em direção ao sul.

Palavras chave: classes de fitoplâncton, tamanho, razão Redfield, massas de água.

CONCENTRATION OF CHLOROPHYLL-*a* FRACTIONED AND DISSOLVED INORGANIC NUTRIENTS IN CONTINENTAL SHELF OF BAHIA

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the relationship between the concentration of dissolved inorganic nutrients and chlorophyll-*a* fractionated on the continental shelf of Bahia. Sampling was carried out during dry and rainy seasons, in the shelf of the estuary of the Baía de Todos os Santos (BTS), Ilhéus (IOS) and Porto Seguro (PS). Temperature, salinity, pH and dissolved oxygen were measured the field. In the laboratory, the samples were filtered for total suspended solids (TSS) and the total chlorophyll-*a*. Aliquots of the filtrate were frozen for later analysis of nitrate, nitrite, ammonia (ammoniacal nitrogen), phosphate and silicate. Chlorophyll-*a* corresponding to the different size fractions of phytoplankton, was analyzed passing the sample through a 40 micron mesh, which retained the fraction > 40 µm. Then the samples were filtered in filters of 0.7 µm, and 10 µm 3 µm. The data of precipitation and river discharge were used to characterize the dry and rainy seasons. The results indicate that the dry periods were February 2011 for BTS and IOS and September 2011. There was a slight difference in temperature between the periods, with lower averages in the rainy season of BTS (26.8 ° C) and IOS (25.6 ° C) and dry period of PS (24 ° C). The salinity was lower in the rainy season from all areas, BTS (34.6), IOS (28.5) and (31.6). We detected only two water masses, Coastal Water (CW) and Tropical Water (TW). The lowest pH values were recorded during the rainy season. The OD had the lowest averages in the dry period of BTS (6.31 mg. L-1) and IOS (5.71 mg. L-1) and in the rainy season of PS (5.46 mg. G-1). TSS values were higher in estuaries than in the shelf in all areas. The ammoniacal nitrogen was not detected only in the shelf near BTS in the rainy season and the dry season IOS. Nitrite was only detected in the estuary of the BTS and IOS in both periods. Nitrate was only detected in BTS and IOS in the rainy season. Phosphate and silicate were detected in all point in BTS and IOS in the rainy season and dry season in PS. The highest concentrations of phytoplankton biomass, were found in the coastal stations. The continental shelf width in the three regions has a strong influence on chlorophyll-*a*. The smaller fractions of phytoplankton predominated in points with lower concentrations of nutrients, except for PS. The presence of nutrient enriched TW, suggests that the Brazil Current is driving the transport of nutrients from other areas to the south.

Keywords: phytoplankton, size classes, Redfield ratio, water masses.

LISTA DE TABELAS

1. Classes de tamanho e determinação do fitoplâncton 18
2. Mínimo, máximo, média \pm e desvio-padrão das variáveis temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidade (Sal.), pH, oxigênio dissolvido (OD), porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido (OD %) e total de sólidos em suspensão (TSS) da água de superfície da plataforma continental entre Salvador e Porto Seguro 20
3. Cálculo utilizado para a obtenção das concentrações por classes de tamanho do fitoplâncton 50

LISTA DE FIGURAS

1. Representação esquemática do Giro Subtropical do Atlântico Sul	2
2. Mapa da área de estudo com a localização aproximada dos pontos de coleta	9
3. Mapa da região de estudo em Salvador – BA	10
4. Mapa da região de estudo em Ilhéus – BA	12
5. Mapa da região de estudo em Porto Seguro– BA	14
6. Esquema de fracionamento do fitoplâncton.....	14
7. Precipitação diária observada ao longo dos 30 dias anteriores à coleta no período seco em fevereiro de 2011 (IOS e BTS) e setembro (PS) de 2011 e no período chuvoso em agosto (IOS), e outubro de 2011 (BTS) e janeiro de 2010 na PS	20
8. Vazão diária observada ao longo dos 30 dias anteriores à coleta no período seco em fevereiro de 2011 (IOS e BTS) e setembro (PS) de 2011 e no período chuvoso em agosto (IOS), e outubro de 2011 (BTS) e janeiro de 2010 na PS	21
9. Relação entre temperatura e salinidade das amostras de superfície nas coletas plataforma da continental entre Salvador e Porto Seguro, no período seco em fevereiro (IOS e BTS) e setembro (PS) de 2011 e no período chuvoso em agosto (IOS) e outubro de 2011 (BTS) e janeiro de 2010 na PS.....	23
10. Concentração de nitrogênio amoniacal em águas da superfície na região de Salvador (a - b); Ilhéus (c - d); e Porto Seguro (e - f)	25
11. Concentração de fosfato em águas da superfície na região de Salvador (a - b); Ilhéus (c - d); e Porto Seguro (e - f)	26
12. Concentração de silicato nas águas da superfície da região de Salvador (a - b); Ilhéus (c - d); e Porto Seguro (e - f)	27
13. Razão molar NID/PID para a água da plataforma continental entre Salvador e Porto Seguro	28
14. Razão molar SID/PID para a água da plataforma continental entre Salvador e Porto Seguro	29
15. Razão molar NID/PID para a água da plataforma continental entre Salvador e Porto Seguro	30
16. Concentração de clorofila- <i>a</i> e diferentes classes de tamanho do fitoplâncton nas amostras de superfície coletadas na BTS em fevereiro (a) e outubro de 2011 (b). Percentual de clorofila- <i>a</i> e diferentes classes de tamanho do fitoplâncton nas amostras de superfície da BTS em fevereiro (c) e outubro de 2011 (d)	31
17. Concentração de clorofila- <i>a</i> e diferentes classes de tamanho do fitoplâncton nas amostras de superfície coletadas em Ilhéus em fevereiro (a) e agosto de 2011 (b). Percentual de clorofila- <i>a</i> e diferentes classes de tamanho do fitoplâncton nas amostras de superfície coletadas em Ilhéus em fevereiro (c) e agosto (d) de 2011	32
18. Concentração de clorofila- <i>a</i> e diferentes classes de tamanho do fitoplâncton nas amostras de superfície coletadas em Porto Seguro nos meses de setembro de 2011 e janeiro de 2010 (a e b). Percentual de clorofila- <i>a</i> e diferentes classes de tamanho do	

fitoplâncton nas amostras de superfície coletadas em Porto Seguro no mês de setembro de 2011(c)	32
19. Correlação entre TSS e as concentrações de <i>Cl-a</i> nos períodos seco e chuvoso	35
20. Variação nas concentrações de <i>Cl-a</i> total na plataforma continental das diferentes áreas de estudo	40
21. Variação nas concentrações de <i>Cl-a</i> total na plataforma continental na BTS, IOS e PS no período seco e chuvoso	41

LISTA DE ABREVIATURAS

μm	micrometro
Ago.	agosto
C	carbono
Cl- <i>a</i>	clorofila- <i>a</i>
cm	centímetro
ETR	evapotranspiração real
Fe	ferro
Fev.	fevereiro
HCl	ácido clorídrico
Jan.	janeiro
Km	quilômetro
Km ²	quilômetros quadrados
m	metro
m ³ . s ⁻¹	metros cúbicos por segundo
m ³ /s	metros cúbico por segundo
mg. L ⁻¹	miligrama por litro a menos um
mm	milímetro
N	nitrogênio
NID	nitrogênio inorgânico dissolvido
O ₂	oxigênio
°C	graus Celsius
OD %	porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido
OD	oxigênio dissolvido
Out.	outubro
P	fósforo
pH	potencial hidrogeniônico
PID	fósforo inorgânico dissolvido
PVC	cloreto de polivinila
S	sul
sal.	salinidade
Set.	setembro
Si	silício
SiD	silicato inorgânico dissolvido
TSS	total de sólidos em suspensão
UHE	usina hidrelétrica
W	oeste

LISTA DE SIGLAS

AC	Água Costeira
ACAS	Água Central do Atlântico Sul
ACS	Água Circumpolar Superior
AIA	Água Intermediária Antártica
APA	Área de Proteção Ambiental
APAN	Água Profunda do Atlântico Norte
AT	Água Tropical
BA	Bahia
BDM	Banco de Dados Meteorológicos
BPC	Barragem da Pedra do Cavalo
BTS	Baía de Todos os Santos
CB	Corrente do Brasil
CETREL	Central de Efluentes Líquidos do Pólo de Camaçari
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
CNB	Corrente do Norte do Brasil
CPTEC	Centro de Pesquisas de Tempo e Estudos Climáticos
CSE	Corrente Sul Equatorial
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento
ESRV	Emissário Submarino do Rio Vermelho
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IOS	Ilhéus
PC	Pedra do Cavalo
PS	Porto Seguro
SDO	Sistema de Disposição Oceânica Jaguaribe

SUMÁRIO

Resumo	iv
Abstract	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Contínuo estuário-mar	1
1.2. Comunidades planctônicas	3
2. OBJETIVOS	7
2.1. Geral	7
2.2. Específico	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. Área de Estudo.....	8
3.1.1. Área 1: Baía de Todos os Santos - BTS (Salvador).....	10
3.1.2. Área 2: Ilhéus - IOS	12
3.1.3. Área 3: Porto Seguro - PS.....	14
3.2. Amostragem e análises químicas.....	16
3.3. Dados climatológicos.....	18
3.4. Análise dos dados	19
4. RESULTADOS	20
4.1. Dados pluviométricos	20
4.2. Dados de vazão	21
4.3. Variáveis físico-químicas	22
4.4. Nutrientes inorgânicos dissolvidos	25
4.5. Razão molar NID/SID/PID	28
4.6. Clorofila- <i>a</i>	31
5. DISCUSSÃO	34
5.1. Comparação entre períodos seco e chuvoso	34
5.1.1. BTS.....	34
5.1.2. IOS	37
5.1.3. PS.....	39
5.2. Comparação latitudinal	40
CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44
ANEXOS	50

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contínuo estuário-mar

Os estuários são ecossistemas costeiros semifechados ligados diretamente ao mar aberto, são muito dinâmicos e a estratificação é complexa devido a diferenças de salinidade e temperatura. Estendem-se rio acima até o limite de influência da maré e apresentam uma circulação heterogênea, devido à variabilidade das entradas de água doce (águas pluviais, subterrâneas e, sobretudo fluviais), a renovação periódica e sistemática da água sob influência da maré, e os ventos, que são as principais forças geradoras de movimento nos sistemas costeiros e oceânicos (MIRANDA et al., 2002). Nestes ambientes frequentemente turvos, o fitoplâncton predomina na superfície e grandes quantidades de sedimento são armazenadas no fundo da coluna de água juntamente com nutrientes minerais (CORRELL, 1999).

Geoquimicamente, ecossistemas estuarinos e costeiros são ricos depósitos de minerais derivados da bacia geológica (erosão) e processos biológicos (produção vegetal, microbiana e ciclagem de maior nível trófico) (PAERL, 2009). Embora o efeito dos nutrientes de origem estuarina se manifeste em águas costeiras, estas são fisicamente dominadas pela hidrodinâmica do oceano. De forma geral, as águas costeiras são menos turvas que nos estuários, assim o fitoplâncton pode realizar a fotossíntese em profundidades maiores e as interações com sedimentos de fundo tornar-se menos importante do que em estuários (CORRELL, 1999).

A plataforma continental é a extensão rasa e submarina de um continente, que se estende a partir da costa por quilômetros, e com suave inclinação. Ao final da plataforma, ou no talude continental, a declividade é abrupta, e este se torna o local de transição entre a plataforma e o assoalho oceânico profundo (GARRISON, 2010).

Quando a plataforma é estreita, a circulação oceânica exerce grande influência sobre sua dinâmica. No Brasil, se comparada às plataformas norte e sul do país, a plataforma continental leste, entre 13 e 22° S, é considerada estreita, pouco erodida e apresenta uma quebra abrupta, que frequentemente ocorre entre as isóbatas de 40 e 80 m (KNOPPERS et al., 1999).

Dentre as correntes marinhas que influenciam a plataforma leste, a Corrente do Brasil (CB) é a mais importante (GIWA, 2004). Ela se origina na bifurcação da Corrente Sul Equatorial (CSE), que também forma a Corrente do Norte do Brasil (CNB) (STRAMMA, 1991). A CB então se associa ao Giro Subtropical do Atlântico Sul, e margeia o continente

Sul-Americano até a região da Convergência Subtropical, onde conflui com a Corrente das Malvinas e se separa da costa (SILVEIRA et al., 1994) (Figura 1).

A margem continental leste, corresponde ainda a um sistema oligotrófico devido a influencia da CSE e suas derivadas, especialmente a CB, caracterizando-se por baixas concentrações de nutrientes e biomassa em termos de clorofila-*a*, e baixas taxas de produtividade primária (REZENDE et al., 2007).

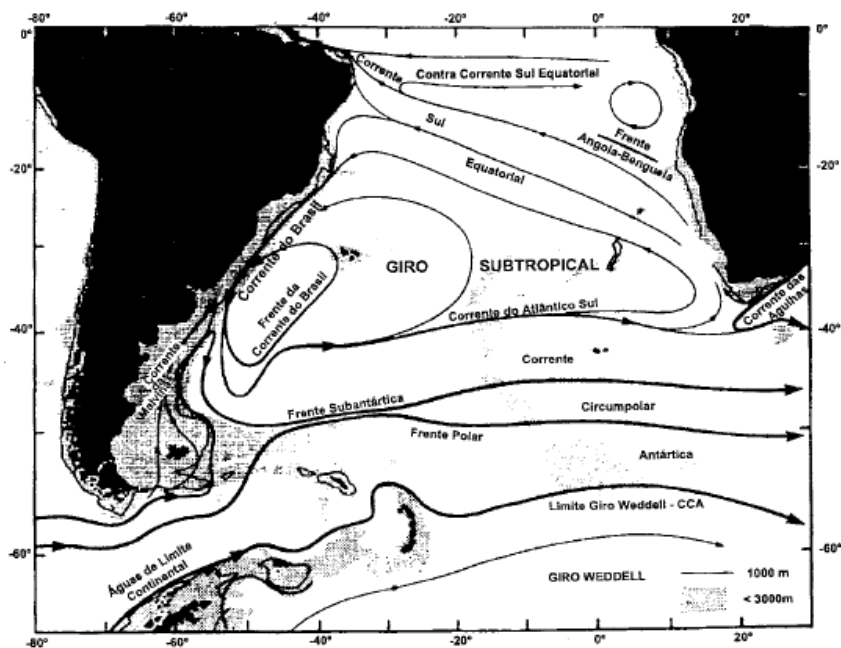


Figura 1: Representação esquemática do Giro Subtropical do Atlântico Sul. Modificado a partir de Silveira et al. (2000).

Junto à quebra da plataforma, observa-se o empilhamento das massas de água características do Atlântico Sul, como a Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Intermediária Antártica (AIA), Água Circumpolar Superior (ACS) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) (CASTRO et al., 2006; SILVEIRA et al., 2000). Segundo Stramma e England (1999), a AT é encontrada de 0 a 116 m de profundidade, a ACAS entre 116 m e 657 m, a AIA entre 657 m e 1234 m e APAN entre 1234 m e 3472 m.

A AT, massa de água superficial, quente ($> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) e salina (> 36), é formada em consequência da intensa radiação e balanço entre evaporação e precipitação, e é transportada em direção ao sul pela CB (SILVEIRA et al., 2000). Na plataforma interna ocorre a formação da massa de Água Costeira (AC) – quente e de baixa salinidade (< 36), formada pela diluição da AT pelo aporte continental. A extensão da influência da AC sobre a plataforma e suas

propriedades físico-químicas e biológicas varia de acordo com a magnitude do aporte continental e fatores meteorológicos e oceanográficos.

1.2 Comunidades planctônicas

Os organismos planctônicos são sensíveis a alterações de qualquer natureza na coluna de água e respondem rapidamente a mudanças ambientais, evidenciando a estrutura hidrológica e a contribuição das massas de água no local (TENENBAUM et al., 2007). Essa peculiaridade se deve ao fato do plâncton ter pouco poder de locomoção e viver livremente na coluna de água (pelágicos), sendo transportados pelas correntes oceânicas.

De acordo com Sieburth et al. (1978), os organismos planctônicos podem ser divididos em sete categorias de tamanho: fentoplâncton, picoplâncton, nanoplâncton, micropoplâncton, mesoplâncton, macropoplâncton e megaloplâncton. A menor destas categorias é o fentoplâncton, envolvendo seres de 0,02 a 0,2 μm e cujos únicos componentes são os vírus marinhos. O picoplâncton, imediatamente maior, com dimensões entre 0,2 e 2,0 μm , é constituído por bactérias heterotróficas, cianobactérias e algumas algas eucarióticas. O nanoplâncton abrange os organismos com dimensões entre 2,0 e 20 μm , como, algumas algas unicelulares, leveduras, protozoários e ovos de invertebrados. O micropoplâncton contempla as espécies de tamanho entre 20 e 200 μm , como grande parte das algas unicelulares e dos protozoários marinhos, além de larvas de metazoários. O mesoplâncton compreende os indivíduos de 0,2 a 20 mm, por exemplo, grandes algas unicelulares ou em cadeias de células, grandes protozoários, larvas de metazoários e uma fração dos ovos de peixes. O macropoplâncton é constituído por indivíduos que medem de 2 a 20 cm, como ctenóforos e diversos crustáceos. Finalmente, o megaloplâncton, que envolve espécies maiores que 20 cm, como medusas, sargaços e caravelas flutuantes. Nota-se que todas essas classes de tamanho não apresentam identidade taxonômica quanto a seus componentes (LOURENÇO, 2006).

O estudo das classes de tamanho do fitoplâncton é importante, pois reflete os caminhos da ciclagem de carbono na cadeia alimentar pelágica e as condições ambientais. O tamanho do plâncton na base da cadeia trófica pode revelar informações fundamentais para a compreensão de processos que envolvem componentes pelágicos e bentônicos, pois interfere diretamente na eficiência de transferência de energia e na produtividade pesqueira de uma região.

Sabe-se que pico- e nanoplâncton são adaptados a baixas concentrações de nutrientes e intensidades luminosas (SHIOMOTO, 1997). Em águas oligotróficas do sudoeste da Índia, a cobertura das nuvens e o aumento da turbidez da água pelas chuvas torrenciais nos meses de monções, impedem significativamente a radiação solar e limitam o crescimento de fitoplâncton de grande porte na coluna d' água, favorecendo o nanoplâncton (MADHU et al., 2010).

Geralmente, frações maiores do fitoplâncton estão associadas a águas eutróficas e as menores frações a águas oligotróficas. As microfítotoplâncton, por exemplo, seriam predominantes, em termos de biomassa de *Chl-a*, em todas as massas de água ricas em nutrientes. Em águas oligotróficas as cianobactérias seriam os componentes dominantes do fitoplâncton (LE BOUTEILLERJE et al., 1992).

Em ambientes pobres em nutrientes, um componente da rede alimentar marinha se torna muito importante, a chamada alça microbiana. Graças a esse processo, muitas substâncias dissolvidas, complexas ou mesmo tóxicas, originadas de processos orgânicos, podem ser aproveitadas por alguns organismos do plâncton (SHERR; SHERR, 2008). Dessa forma, ocorre a reciclagem de nutrientes que seriam perdidos no ambiente.

A importância da alça microbiana foi evidenciada principalmente após os trabalhos de Pomeroy (1974) e Azam et al. (1983). De acordo com esses autores, tal processo ocorre quando a matéria orgânica dissolvida, produto de excreção e processos fisiológicos, é utilizada por bactérias heterotróficas, e estas, por sua vez são consumidas por protistas flagelados. Estes servem de alimento para ciliados heterotróficos e microzooplâncton. A degradação da matéria orgânica por bactérias também é importante para a regeneração de nutrientes inorgânicos, principalmente N e P, utilizados pelo fitoplâncton para seu desenvolvimento (SHERR; SHERR, 2008), proporcionando assim um retorno de energia da alça microbiana para a rede alimentar clássica.

Na rede alimentar clássica, formada por organismos maiores, a matéria orgânica particulada produzida pelo nano- e microplâncton pode ser diretamente consumida pelo zooplâncton, diminuindo o número de elos na cadeia. Deste modo, aumentaria a eficiência de transferência de energia para níveis tróficos superiores (RYTHER, 1969). O contrário ocorre em redes alimentares dominadas por organismos menores em sua base. A rápida reciclagem de matéria orgânica e transferência de energia pela alça microbiana assumem maior importância em águas oligotróficas.

Dentre os elementos essenciais ao desenvolvimento do fitoplâncton, o dióxido de carbono (CO₂) é o que existe em quantidades sempre suficientes. Assim, a realização da fotossíntese e posterior conversão em matéria vegetal dependerão da disponibilidade de nutrientes como, o nitrogênio (N) e fósforo (P). O nitrogênio por representar um dos componentes estruturais de praticamente todas as classes de compostos bioquímicos (proteínas, ácidos nucleicos, lipídios, etc.) celulares e o fósforo porque participa dos processos metabólicos de transferência de energia, tanto na respiração como na fotossíntese.

Em baixas concentrações de nitrogênio o desenvolvimento do plâncton autotrófico pode ser limitado por este nutriente. Quando é o fósforo que se encontra em quantidades limitantes, diz-se que o fitoplâncton está sendo limitado por P. As formas orgânicas e inorgânicas de N são muitas vezes mais solúveis e, portanto, mais disponíveis que P, potencializando a limitação por esse nutriente (PAERL, 2009). Na maioria dos oceanos é comum que o nitrogênio limite a produção primária (CORRELL, 1999), contudo no Mar Mediterrâneo oriental o fósforo é frequentemente limitante (KROM et al., 1991).

Outros nutrientes como ferro (Fe) e silício (Si), também podem limitar a produtividade primária, o primeiro por ser componente de vias metabólicas e o segundo por ser constituinte das frústulas silicosas das diatomáceas. Na região do Oceano Pacífico subártico, o crescimento do fitoplâncton é limitado pelo ferro, apesar das altas concentrações de fósforo, nitrogênio e sílica (MARTIN; FITZWATER, 1988), entretanto, no norte do Golfo do México, estudos sugerem que a limitação por Si é mais provável do que por N ou P (NELSON; DORTCH, 1996).

Embora as espécies de fitoplâncton tenham composições químicas ligeiramente diferentes, ainda há um grau razoável de uniformidade química das razões molares entre C, N e P determinadas no fitoplâncton de águas superficiais de diferentes oceanos do mundo. Essa relação é denominada razão de Redfield, em homenagem a Alfred Clarence Redfield que foi um dos primeiros a qualificar e explicar a importância dessa uniformidade para a biogeoquímica mundial. De acordo com Redfield, os diferentes elementos químicos estão presentes em proporções molares aproximadamente constantes na biomassa fitoplanctônica. Em média, cada átomo de fósforo na biomassa fitoplanctônica é acompanhado por 16 átomos de nitrogênio e 106 átomos de carbono, a razão C: N: P é, portanto, 106:16:1 (TYRRELL, 2001). Esta relação é por vezes estendida a outros elementos, como o silicato, cuja proporção elementar é 16 N: 1P: 16 Si, mas é geralmente restrita a C, N e P.

Quando os nutrientes estão disponíveis em proporções abaixo daquelas indicadas pela Razão de Redfield, sugere-se que há limitação potencial do fitoplâncton por determinado nutriente. Boa parte da costa brasileira é influenciada por águas oligotróficas da CB, sendo potencialmente limitada por algum nutriente. Contudo, processos físicos, como ressurgências, convecções sazonais e vórtices, remobilizam nutrientes disponibilizando-os na zona eufótica. Na região do Cabo Frio (RJ), por exemplo, onde situa-se o principal sistema de ressurgência costeira do Brasil, a ascensão da ACAS ocorre devido à alta frequência e intensidade dos ventos, à presença de meandros e vórtices na CB, além da topografia local e da linha de costa (COELHO-SOUZA et al., 2012). Gaeta et al. (1999) e Castro Filho et al. (1987), estudando vórtices sugerem que esse processo contribui para o enriquecimento da plataforma continental através dos movimentos ascendentes que ocorrem em seu núcleo, de águas relativamente mais frias. Segundo Gaeta et al. (1999), em águas tropicais tipicamente oligotróficas, como as da plataforma leste do Brasil, os vórtices incrementam a taxa de produção fitoplanctônica. Já Castro Filho et al. (1987), sugerem que além do vórtice, a ACAS disponibiliza nutrientes para a plataforma norte do litoral do estado de São Paulo. Essa massa de água, rica em nutrientes, avança sazonalmente em direção a costa na primavera e recua para junto do talude no inverno (CASTRO FILHO et al., 1987; GIANESELLA E SALDANHA CORRÊA, 2003).

A análise das concentrações de clorofila-*a* no tempo e no espaço, além das variáveis físico-químicas, é de extrema importância para a compreensão dos fenômenos ecológicos aquáticos (LONGHURST; PAULY, 2007). Ainda existem poucos trabalhos realizados na Plataforma Leste Brasileira, especialmente abordando a variabilidade espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e nutrientes inorgânicos dissolvidos. (VALENTIN et al., 2007; OVALLE et al., 1999; SUSINI-RIBEIRO, 1999; EKAU; KNOPPERS et al., 1999) Este trabalho visa contribuir para ampliar este conhecimento.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

- Avaliar as relações entre a concentração de nutrientes inorgânicos dissolvidos e clorofila-*a* fracionada na plataforma continental da Bahia.

2.2 ESPECÍFICOS

- Analisar a variação espacial das concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos e biomassa fitoplanctônica (Cl-*a*) em três regiões da plataforma leste durante períodos de seca e chuva.
- Relacionar as concentrações de nutrientes e Cl-*a* nas diferentes frações, áreas e latitudes, durante períodos de seca e chuva.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREAS DE ESTUDO

A plataforma continental da costa leste brasileira se estende desde o rio Real, na fronteira com Sergipe (11° 27'S, 37° 20'W) até a Barra do Riacho Doce na fronteira com o Espírito Santo (18° 20'S, 39° 40'W). Inclui duas das três maiores baías do Brasil (Todos os Santos e Camamu), bem como o maior complexo de recifes do Atlântico Sul (Abrolhos) (LEÃO, 2002).

No Estado da Bahia, a plataforma continental pode ser subdividida em dois trechos. No primeiro, ao norte de Ilhéus, a plataforma é bastante estreita apresentando forte gradiente batimétrico com isóbatas paralelas ao litoral. No segundo trecho, sul de Ilhéus, a plataforma alarga-se, sobretudo em frente de Belmonte e Caravelas. Nessas regiões, ela apresenta baixo gradiente batimétrico e as isóbatas demonstram contornos bastante irregulares (BITTENCOURT et al., 2000). Freire e Dominguez (2006) relataram que entre Ilhéus e Itacaré a plataforma atinge sua menor largura, da ordem de 5 km, enquanto, ao sul de Olivença e ao norte da Península de Maraú, a largura da plataforma pode chegar a cerca de 20 km.

Este estudo foi realizado em três regiões da plataforma continental da costa leste brasileira ao largo de Salvador, Ilhéus e Porto Seguro (Figura 2).

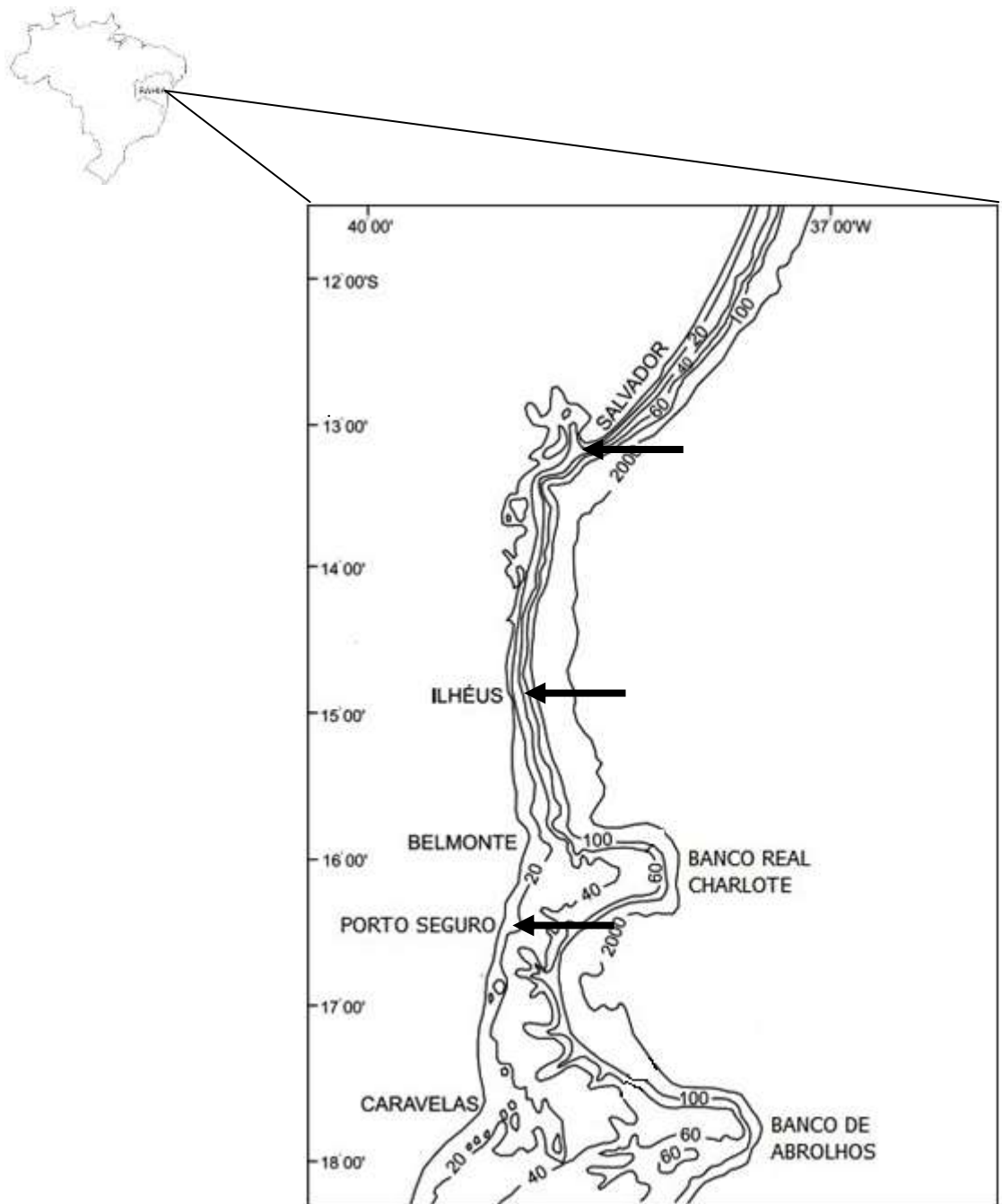


Figura 2: Mapa com a localização aproximada das áreas de estudo, indicada pelas setas.
Modificado a partir de Bittencourt et al. (2000).

3.1.1 ÁREA 1: BAIÁ DE TODOS OS SANTOS - BTS (SALVADOR)

A cidade de Salvador encontra-se entre as coordenadas 12°58' S 38°30' W e possui a segunda maior baía do Brasil, a Baía de Todos os Santos. O clima da região é tropical-úmido, com médias anuais de temperatura de 25,2°C, precipitação de 2.100 mm e evaporação de 1.002 mm (HATJE; ANDRADE, 2009).

Na BTS foram estabelecidos sete pontos de coleta: dois no estuário (1 e 2), dois na baía (3 e 4), um na plataforma interna (5) e dois plataforma externa (6 e 7). As amostragens foram realizadas nos meses de fevereiro e outubro de 2011 (Figura 3).

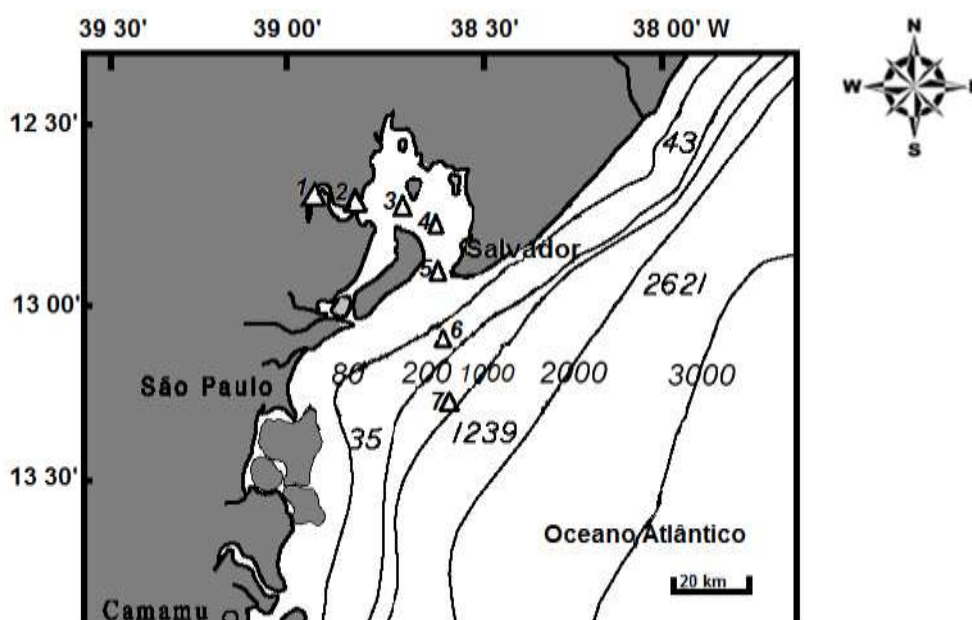


Figura 3: Mapa da região de estudo em Salvador – BA. Pontos de coleta (Δ).

A Baía de Todos os Santos possui área de 1.223 km² e profundidade média de 9,8 m. É formada por uma série de enseadas, ilhas, ilhotas, canais, sub-baias, penínsulas, recifes de corais, costões rochosos e praias (LESSA et al., 2009). Em seu entorno é possível observar áreas manguezal, floresta ombrófila densa e restinga.

O Rio Paraguaçu é o principal responsável pelo aporte de água doce para a Baía de Todos os Santos. Este rio teve seu regime hidrológico alterado pela construção da Barragem da Pedra do Cavalo na década de 80. No período de operação pela EMBASA (entre 1985 e 2003), adotou-se a liberação de uma vazão mínima de 11,2 m³/s, permitindo a maior penetração do sal para o estuário. Com a implementação da Usina Hidrelétrica da Pedra do

Cavalo em 2005, a vazão afluyente ao estuário passou a depender da operação das turbinas, podendo liberar até 80 m³/s (uma turbina) ou próximo de 160 m³/s (duas turbinas). No período de estiagem, são gerados pulsos de vazão constante liberados por uma turbina até chegar à vazão média diária de 10 m³/s, adotada como vazão sanitária. (GENZ, 2006). A troca de água entre a baía e do oceano é feita basicamente pelo canal de Salvador.

A circulação no interior da baía varia ao longo do ano, apresentando alterações características no inverno, como Água Tropical (AT) penetrando ao longo de toda a região (com exceção da foz do Rio Paraguaçu), e no verão, quando aumenta o subsídio de água doce e a salinidade pode chegar a 32,3 inibindo a entrada da AT dentro da baía (CIRANO; LESSA, 2007).

Localizada na região do Recôncavo Baiano, a BTS é circundada por 12 municípios. Ao longo da costa norte da BTS, vivem mais de 3 milhões de pessoas dedicadas as atividades de pesca, agricultura e indústria (LESSA et al., 2001). A forte interferência antrópica de crescimento do processo de industrialização regional das últimas décadas provocou grandes problemas ambientais, especialmente com a implantação de um Complexo Petrolífero na década de cinquenta e com o estabelecimento do Complexo Petroquímico de Camaçari na década de setenta (SOUZA SILVA, 2011).

Nesse contexto, surgiu a proposta da construção de emissários submarinos como alternativa para deposição final dos efluentes urbanos e industriais. Os emissários são geralmente construídos para aproveitar a energia de diluição e capacidade de depuração do oceano. O primeiro estabelecido em Salvador foi o Emissário Submarino do Rio Vermelho (ESRV), que possui aproximadamente 2.350 m de extensão e está em operação pela Embasa desde 1975. Entretanto, devido à proximidade do ESRV ao Banco de Santo Antônio, um banco de areia de baixa profundidade na desembocadura da BTS, a hidrodinâmica local favorece a dispersão da pluma do efluente em direção a costa (SOUZA SILVA, 2011). Um segundo emissário foi criado para interligar e centralizar o tratamento de efluentes de todas as 90 indústrias existentes no Pólo de Camaçari, a Central de Efluentes Líquidos do Pólo de Camaçari (Cetrel), hoje Cetrel S.A. Este emissário recebe basicamente dois tipos de efluentes, os pluviais em sua maioria, e os efluentes contaminados por compostos orgânicos e inorgânicos (NEIVA, 1999). Outro emissário, o Sistema de Disposição Oceânica Jaguaribe (SDO) foi inaugurado em 27 de maio de 2011, visando ampliar a cobertura de esgotamento da capital baiana que atualmente representa 85% (BARSAN, 2011).

3.1.2 ÁREA 2: ILHÉUS - IOS

A cidade Ilhéus está localizada nas coordenadas 14°47'S e 39°02'W. O clima é tropical úmido e subúmido, com temperaturas médias anuais variando entre 22° a 25 °C. O regime pluviométrico é regular, com média anual de 1.000 mm, podendo alcançar 2.700 mm em alguns locais próximo ao litoral (FARIA FILHO; ARAUJO, 2003). A área apresenta manguezais nas regiões estuarinas e restinga entre as praias e as áreas de altitudes mais elevadas, além de Mata Atlântica remanescente.

Em IOS foram delimitados oito pontos de coleta: dois no estuário (1 e 2), quatro na plataforma interna (3 a 6) e dois na plataforma externa (7 e 8). As amostragens foram realizadas nos meses de fevereiro e agosto de 2011 (Figura 4).

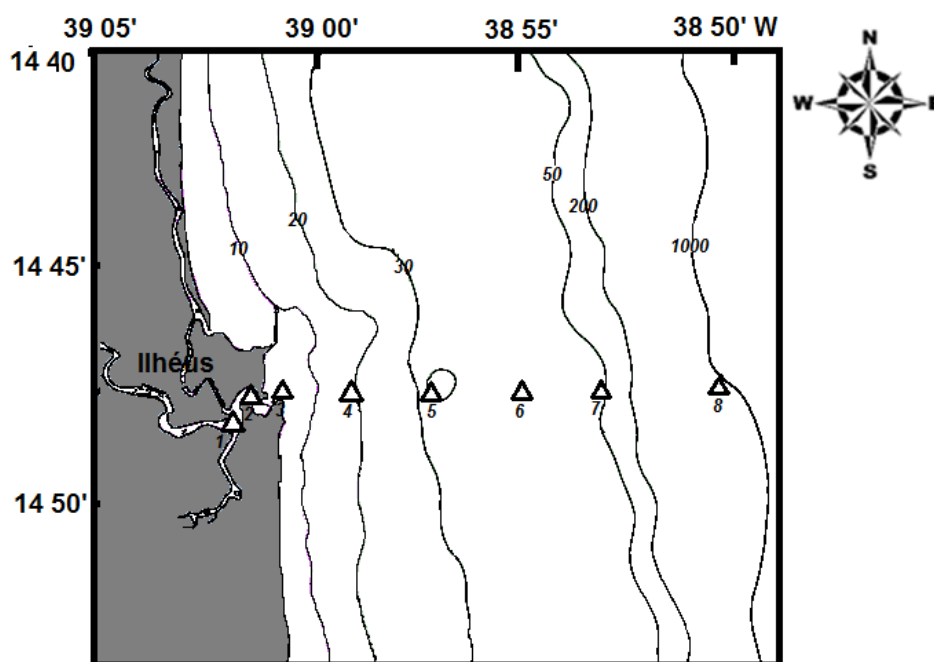


Figura 4: Mapa da região de estudo em Ilhéus – BA. Pontos de coleta (Δ).

O principal rio da região, o Cachoeira, tem 50 km de extensão e apresenta como principais afluentes os rios Colônia e Salgado. A área de drenagem da bacia corresponde a 4.600 km² e as suas águas apresentam temperatura entre 21,9 e 33,8 °C (PINHO, 2001). Na bacia de drenagem vivem aproximadamente 600.000 habitantes distribuídos em 12 municípios (SANTOS et al., 2011). A descarga média anual é de 24,1 m³ s⁻¹, sendo registrado valores mínimo e máximo de 0,2 e 1.460 m³s⁻¹, respectivamente (BAHIA, 2001). A salinidade na zona estuarina externa alcança médias de 22,0 e 35,6 (SOUZA et al., 2009).

O estuário do Rio Cachoeira possui uma área de aproximadamente 16 km² e maré com altura média de 1,8 m. É considerado um estuário eutrofizado, pois além de receber esgoto *in natura* da cidade de Itabuna, recebe também fontes difusas dos efluentes de uma ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) após um tratamento primário (BAHIA, 2001).

A plataforma continental de Ilhéus, de acordo com Freire e Dominguez (2006), apresenta baixa declividade (em torno de 0,5°) estando a quebra do talude na profundidade de 60 m, com largura média de 20 Km. Do ponto de vista sedimentológico, a plataforma é considerada mista, essencialmente siliciclástica na plataforma interna e na face da costa, e carbonática, na plataforma média, externa e no talude superior. Eça (2009) observou que a plataforma continental interna apresentou duas massas de água com temperaturas > 20 °C, uma costeira (AC) com salinidade < 36 e outra tropical (AT) com salinidade > 36.

3.1.3 ÁREA 3: PORTO SEGURO - PS

A cidade de Porto Seguro encontra-se entre a latitude 16°26'S e longitude 39°05'W. O município abrange uma área de aproximadamente 2.408 km² e possui cinco distritos (ARAUJO, 2005), com população de 126.929 habitantes (IBGE, 2010). Essa população está sujeita as flutuações demográficas devido ao turismo que é a principal fonte do crescimento econômico (ASSIS et al., 2003).

Em PS foram amostrados cinco pontos: um no estuário (1) e quatro na plataforma interna (2 a 5) em janeiro de 2010 e setembro de 2011 (Figura 5). Em Porto Seguro as coletas foram realizadas em 5 pontos, não contemplando toda a plataforma devido a longa distância entre a barra e talude, que é de 57,6 km.

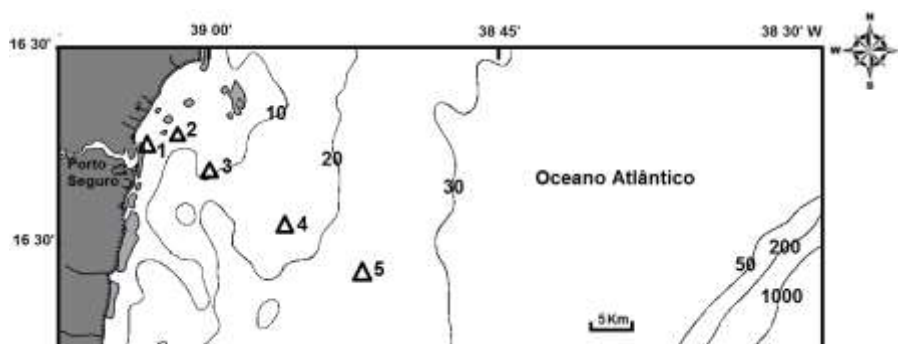


Figura 5: Mapa da região de estudo em Porto Seguro – BA. Pontos de coleta (Δ).

O clima da região é tropical, quente e úmido, com temperaturas médias mensais superiores a 18 °C (SAMPAIO, 2011). A precipitação total varia de 1.600 e 2.000 mm/ano, tendo abril, maio e junho como meses mais chuvosos, e dezembro e janeiro como meses de estiagem. A região apresenta ecossistemas litorâneos de restinga, manguezal e mata ciliar (floresta ombrófila densa aluvial) que interagem com ecossistemas associados da Mata Atlântica.

Os rios Buranhém (Porto Seguro) e João de Tiba (Santa Cruz de Cabrália) são considerados os mais importantes da região. O rio Buranhém possui uma área de bacia hidrográfica de 377,80 Km². A rede hidrográfica intermitente é relativamente densa, refletindo os fatores climáticos, e geralmente apresenta regime fluvial perene.

A plataforma interna possui recifes de corais que protegem a costa da erosão. A plataforma é constituída por depósitos quaternários de origem continental que recobrem os Tabuleiros Costeiros (ASSIS et al., 2003).

3.2 AMOSTRAGEM E ANÁLISES QUÍMICAS

As amostras de água foram coletadas na superfície na região de Salvador, Ilhéus e Porto Seguro em períodos distintos definidos como seco e chuvoso. Utilizou-se uma garrafa de coleta de PVC feita em laboratório. As amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno, devidamente lavados em solução de água e HCl à 1:1, e mantidos em isopor com gelo até o laboratório. Em campo foram determinados o pH, temperatura, profundidade, salinidade, condutividade e oxigênio dissolvido (OD), com a Sonda Manta.

Em laboratório, as amostras de água para clorofila-*a* total foram filtradas utilizando-se filtros de fibra de vidro Whatman GF/F (0,7 μm de porosidade e 47 mm de diâmetro). Dois procedimentos foram realizados para separar e obter a clorofila correspondente às diferentes frações da comunidade fitoplanctônica. Primeiro as amostras foram passadas através de uma tela de malha 40 μm , onde se retêm a fração > 40 μm . Em seguida, as amostras foram filtradas em filtros de 10 μm , 3 μm e 0,7 μm (Figura 6).

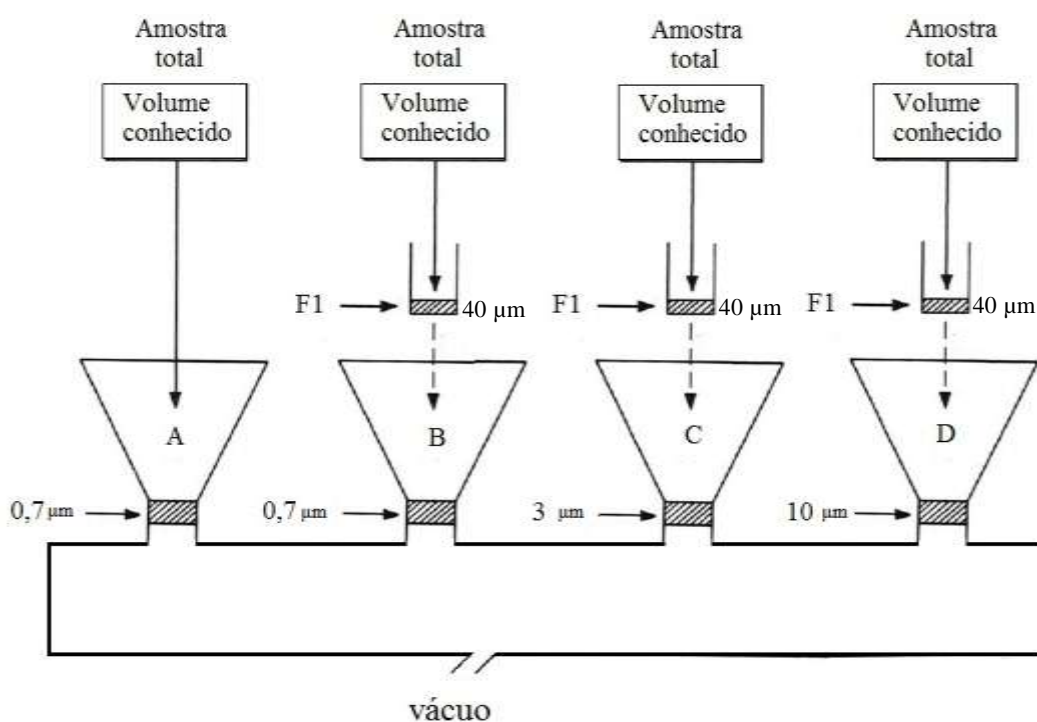


Figura 6: Esquema de fracionamento do fitoplâncton. Adaptado a partir de Teixeira (1973).

F1) Rede de nylon com poro de 40 μm de diâmetro.

A) Retenção de todo o plâncton.

B) Retenção de todo o plâncton < 40 μm .

C) Retenção de todo o plâncton entre 3 e 40 μm .

D) Retenção de todo o plâncton entre 10 e 40 μm .

Os cálculos das classes de tamanho do fitoplâncton estão em anexo. A definição das diferentes frações pode ser visualizada na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1: Classes de tamanho e determinação do fitoplâncton.

Classes de tamanho	Fitoplâncton
Menor que 3µm	Picoplâncton + nanoplâncton < 3 µm
Entre 3µm e 10 µm	Nanoplâncton entre 3 e 10 µm
Entre 10µm - 40 µm	Nanoplâncton entre 10 - 20 µm + microplâncton entre 20 e 40 µm
Maior que 40 µm	Microplâncton > 40 µm

Para a determinação da biomassa fitoplanctônica foram utilizados dois métodos: o tricromático e o fluorimétrico. Na primeira campanha de Porto Seguro em 2010, a clorofila foi determinada pelo método tricromático em extrato de acetona, segundo Parsons et al. (1984), e, a leitura dos picos de absorbância foi realizada em espectrofotômetro UV-Vis Perkin Elmer modelo EZ201. A biomassa fitoplanctônica das amostras de Salvador, Ilhéus e segunda campanha de Porto Seguro, todas em 2011, foi determinada pelo método de Welschmeyer (1994), utilizando-se um fluorímetro Turner modelo Trilogy.

Para análise dos nutrientes inorgânicos dissolvidos as amostras foram filtradas em filtros de fibra de vidro Whatman GF/F (0,7 µm de porosidade e 47 mm de diâmetro) pré-calcinados à 450°C. Em seguida alíquotas do filtrado foram congeladas para posterior análise seguindo o método de Grasshoff et al. (1983) para nitrato, nitrito, amônio (nitrogênio amoniacal), fosfato e silicato. O nitrato foi determinado pela redução de cádmio em nitrito (limite de detecção de 0,02 µM); o nitrito utilizando o método de diazotação (limite de detecção de 0,02 µM); o amônio pelo método do indofenol azul (limite de detecção de 0,05 µM); o ortofosfato pelo método do ácido ascórbico (limite de detecção de 0,01 µM); e o silicato pelo método do molibdato de amônio (limite de detecção de 0,1 µM).

3.3 DADOS CLIMATOLÓGICOS

Os dados de precipitação foram obtidos no site do Centro de Pesquisas de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Os dados de descarga fluvial dos rios Paraguaçu, Cachoeira e Buranhém foram obtidos no site da Agência Nacional de Águas – ANA, através das séries temporais de 30 dias anteriores a coleta. Os dados de precipitação e descarga fluvial foram utilizados para determinar o período seco e chuvoso.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram representados através de gráficos de colunas da concentração de nutrientes e clorofila-*a* das amostras, em diferentes pontos e profundidades. Os testes não-paramétricos de *Mann Whitney* e *Kruskal Wallis* foram aplicados para testar as diferenças entre os períodos do seco e chuvoso e as diferentes latitudes das áreas de estudo, respectivamente. As razões molares NID/SiD/PID foram calculadas para avaliar a disponibilidade relativa de nutrientes na água.

4. RESULTADOS

4.1 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

A precipitação média no período seco foi relativamente menor que no período chuvoso apenas na BTS e IOS (Figura 8). Na BTS, os valores médios diários de precipitação pluviométrica foram aproximadamente 2,9 mm no período seco (fevereiro de 2011; precipitação acumulada 89,7 mm) e 6,8 mm no período chuvoso (outubro de 2011; precipitação acumulada 204,3 mm). Em IOS a pluviosidade média foi 2,8 mm no período seco (fevereiro de 2011; precipitação acumulada 86,4 mm) e 8,2 mm no chuvoso (agosto de 2011; precipitação acumulada 239,6 mm). Em PS os valores médios de precipitação pluviométrica foram 4,2 mm no período seco (setembro de 2011; precipitação acumulada 126,6 mm) e 3,9 mm no período chuvoso (janeiro de 2010; precipitação acumulada 118,2 mm).

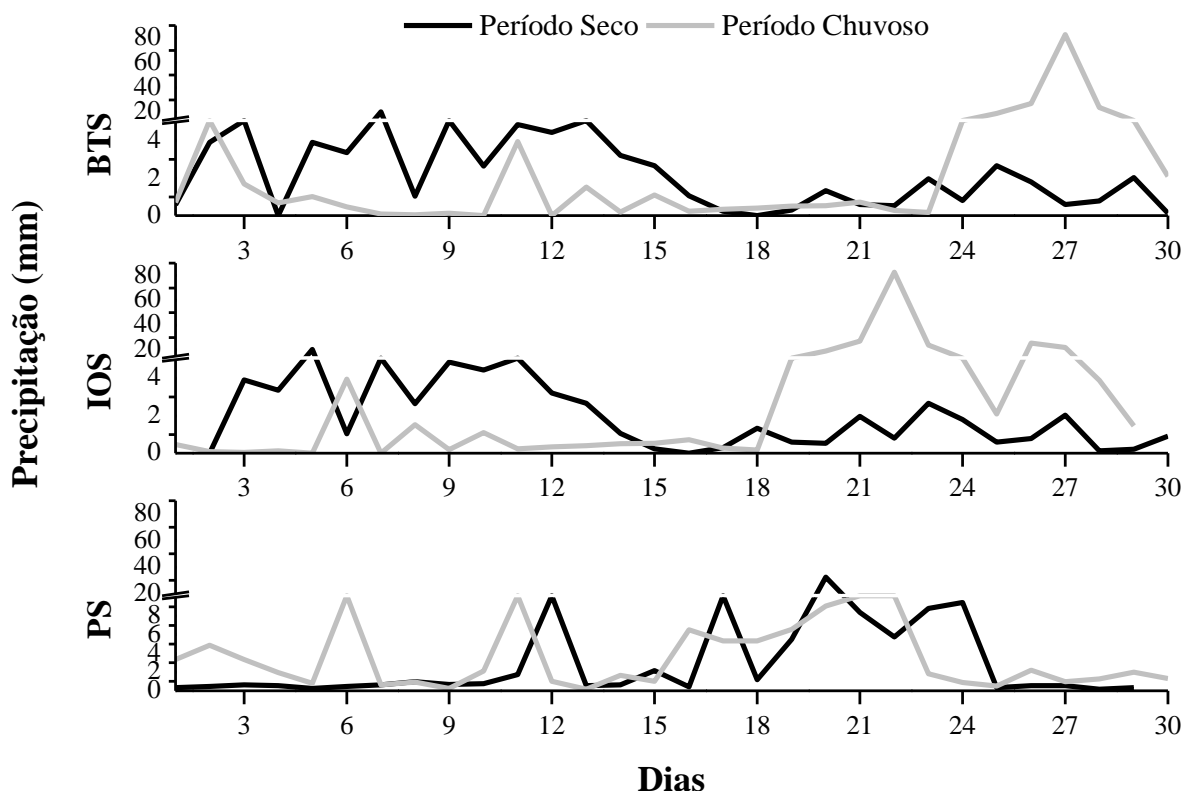


Figura 8: Precipitação diária observada ao longo dos 30 dias anteriores à coleta no período seco em fevereiro de 2011 (IOS e BTS) e setembro (PS) de 2011 e no período chuvoso em agosto (IOS) e outubro de 2011 (BTS) e janeiro de 2010 na PS.

4.2 DADOS DE VAZÃO

Em todas as áreas, nos dias próximos à coleta, os valores de vazão do período chuvoso foram um pouco mais elevados que os observados no período seco (Figura 9). A vazão do rio Paraguaçu é superior a dos rios Cachoeira e Buranhém, apesar deste último ter apresentado um pico próximo a 40 m³/s. Os três rios tiveram períodos longos de vazão aproximadamente constante dentro dos 30 dias observados.

Na BTS o valor médio de vazão no período seco foi 24,8 m³/s (vazão acumulada: 745,2 m³/s) e no período chuvoso 14,9 m³/s (vazão acumulada: 448,8 m³/s). Em IOS, as menores médias foram observadas no período seco, em torno de 2,9 m³/s (vazão acumulada: 88,5 m³/s), e as maiores no período chuvoso, 3,1 m³/s (vazão acumulada: 94,5 m³/s). Em PS registrou-se médias de 6,8 m³/s (vazão acumulada: 203,6m³/s) no período seco e 9,6 m³/s (vazão acumulada: 286,8 m³/s) período chuvoso.

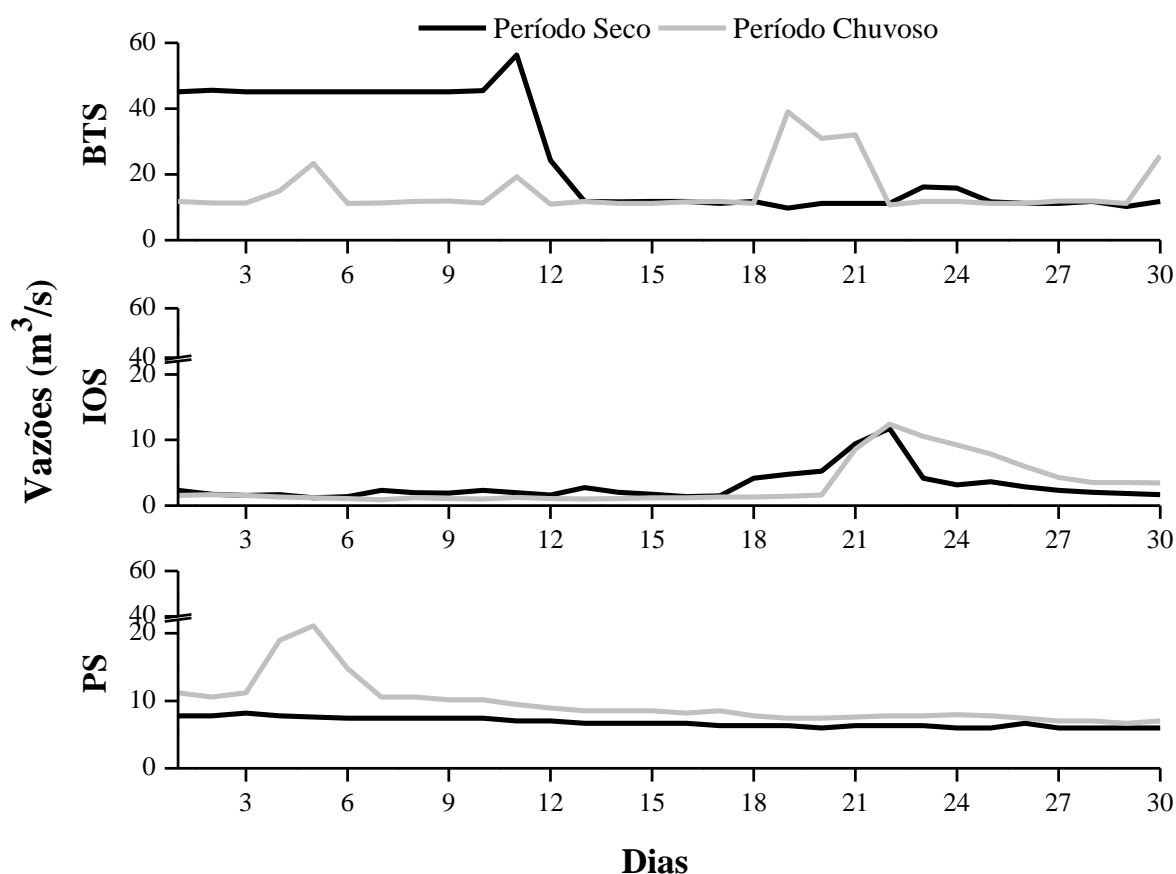


Figura 9: Vazão diária observada ao longo dos 30 dias anteriores à coleta no período seco em fevereiro de 2011 (IOS e BTS) e setembro (PS) de 2011 e no período chuvoso em agosto (IOS), e outubro de 2011 (BTS) e janeiro de 2010 na PS.

4.3 VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS

A Tabela 2 mostra os resultados dos dados de temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido e total de sólidos em suspensão coletados nas áreas de estudo.

Tabela 2: Mínimo, máximo, média \pm e desvio-padrão das variáveis temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidade (Sal.), pH, oxigênio dissolvido (OD), porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido (OD %) e total de sólidos em suspensão (TSS) da água de superfície da plataforma continental entre Salvador e Porto Seguro.

Variável ambiental	BTS		IOS		PS	
	Período Seco	Período Chuvoso	Período Seco	Período Chuvoso	Período Seco	Período Chuvoso
T $^{\circ}\text{C}$	28,0 - 29,9*	25,5 - 28,3*	28,2 - 28,9	25,3 - 26,1	< 24*	27,9 - 30,9*
	29,6 \pm 0,83	26,8 \pm 1,08	28,5 \pm 0,21	25,6 \pm 0,24		28,1 \pm 1,6
Sal.	33,6 - 36,5	30,9 - 36,8	27,7 - 36,1*	3,65 - 36,4*	26,9 - 32,9*	0 - 36,6*
	35,5 \pm 1,15	34,6 \pm 2,21	34,1 \pm 2,84	28,5 \pm 13,5	31,6 \pm 2,62	29,1 \pm 16,3
pH	8,28 - 8,47	7,89 - 8,29	8,04 - 8,45	7,38 - 8,36	8,25 - 8,28	7,32 - 8,34
	8,38 \pm 0,07	8,17 \pm 0,11	8,38 \pm 0,14	8,14 \pm 0,38	8,26 \pm 0,01	8,01 \pm 0,42
OD (mg. L ⁻¹)	5,78 - 6,87	5,84 - 6,79	5,00 - 6,70	5,40 - 6,80	6,91 - 8,09*	5,11 - 6,25*
	6,31 \pm 0,46	6,49 \pm 0,35	5,71 \pm 0,71	6,11 \pm 0,57	7,33 \pm 0,47	5,46 \pm 0,46
OD (%)	90,8 - 108	88,6 - 103	75,0 - 105	66,7 - 102	97,4 - 110*	79,2 - 84,6*
	100 \pm 7,12	98,8 \pm 5,52	88,9 \pm 11,7	88,5 \pm 13,6	102 \pm 5,06	82,1 \pm 2,29
TSS (mg. L ⁻¹)	3,00 - 41,8	4,80 - 30,3	0,27 - 16,4	3,10 - 27,5	2,90 - 14,4	3,00 - 35,0
	14,6 \pm 13,7	13,3 \pm 10,4	7,58 \pm 5,95	10,7 \pm 8,84	8,82 \pm 4,37	11,3 \pm 13,5

* Diferença significativa entre os períodos seco e chuvoso ($p < 0,05$)

Na BTS maior média de temperatura foi registrada no período seco (29,6 $^{\circ}\text{C} \pm 0,83$) e a menor no período chuvoso (26,8 $^{\circ}\text{C} \pm 1,08$). Em IOS foi registrado as maiores temperaturas médias no período seco (28,5 $^{\circ}\text{C} \pm 0,21$) e menores no período chuvoso (25,6 $^{\circ}\text{C} \pm 0,24$). Em PS no período seco não foi possível mensurar com precisão a temperatura, mas foram observados valores em torno de 24 $^{\circ}\text{C}$ (dados de sonda da embarcação). No período chuvoso a temperatura oscilou 3 $^{\circ}\text{C}$ entre o valor mínimo e máximo, com média de 28,1 $^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1,6$). Na BTS e em IOS, a temperatura foi significativamente ($p < 0,05$) maior no período seco, em PS observou-se o contrário.

No período seco da BTS a salinidade variou de 33,6 - 36,5 e no período chuvoso de 30,9 - 36,8. Em IOS no período seco, o valor mínimo de salinidade observado foi 27,7 e o máximo de 36,1. No período chuvoso observou-se maior variação de 3,65 - 36,4. Em PS os valores mínimos e máximos de salinidade foram 26,9 - 32,9 no período seco e 0 - 36,6 no período chuvoso. No período chuvoso de IOS e PS o ambiente variou de oligohalino (< 5) a euhalino (> 30).

A Figura 7 mostra o predomínio de duas massas de água na plataforma continental entre Salvador e Porto Seguro, Água Costeira (AC) (salinidade < 36) e Água Tropical (AT) (salinidade > 36), exceto pelo período chuvoso de Porto Seguro, onde foi registrado apenas AC.

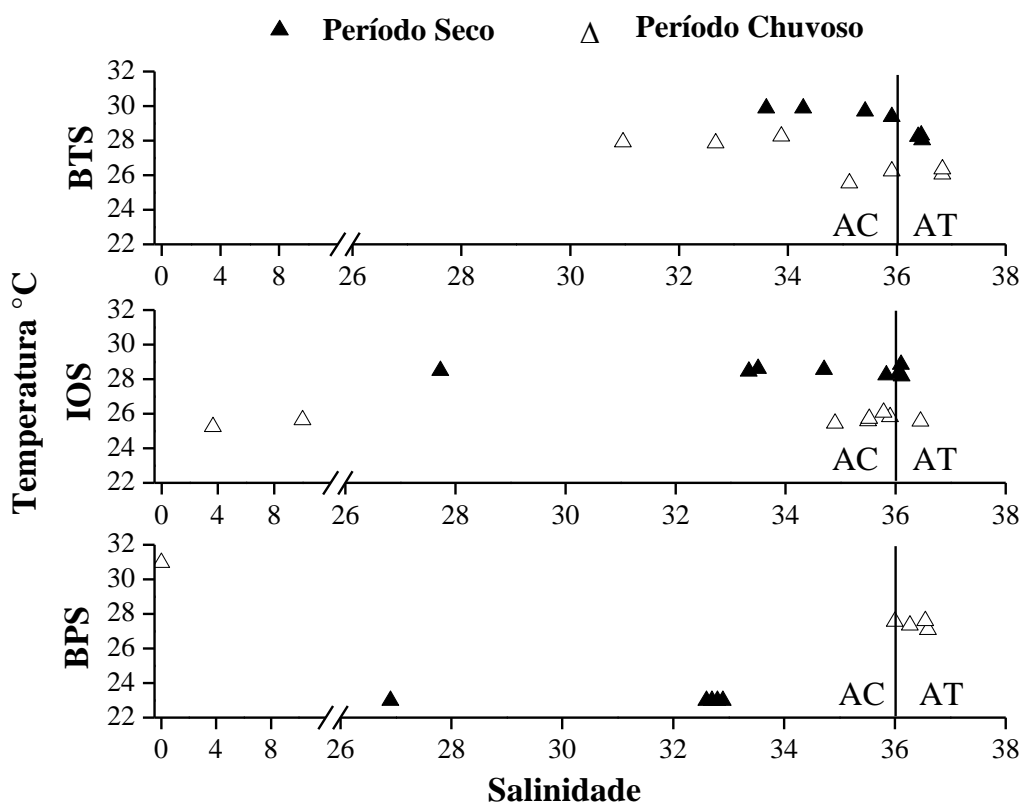


Figura 7: Relação entre temperatura e salinidade das amostras de superfície nas coletas plataforma da continental entre Salvador e Porto Seguro, no período seco em fevereiro (IOS e BTS) e setembro (PS) de 2011 e no período chuvoso em agosto (IOS) e outubro de 2011 (BTS) e janeiro de 2010 na PS.

Na BTS o pH variou de 8,28 - 8,47 no período seco e 7,89 - 8,29 no período chuvoso. Em IOS os valores mínimos e máximos de pH foram 8,04 - 8,45 no período seco e 7,38 - 8,36 no período chuvoso. Em PS no período seco observou-se variação de 7,32 - 8,34 no período

seco e 8,25 - 8,28 no período chuvoso. A mediana do pH em IOS e PS no período seco foi significativamente ($p < 0,05$) menor que no período chuvoso.

No período seco da BTS foi registrado as menores médias ($6,31 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,46$) de OD em relação ao período chuvoso ($6,49 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,35$). Em IOS observou-se a mesma característica, menores médias no período seco ($5,71 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,71$) e maiores no chuvoso ($6,11 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,57$). Em PS ocorreu o contrário, houve diferença significativa entre os maiores valores de OD observados no período seco ($7,33 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,47$) e os menores no chuvoso ($5,46 \text{ mg.L}^{-1} \pm 0,46$). Em BTS e IOS, valores mínimos de oxigênio dissolvido foram observados no estuário e os máximos na plataforma, em PS ocorreu o contrário.

Os valores do OD % na BTS estiveram próximos ao ponto de saturação, com médias de 100 % no período seco e 98,8 % no chuvoso. Em IOS nos dois períodos as amostras variaram de subsaturadas no estuário a saturadas na plataforma, no período seco a média foi 88,9 % e no chuvoso foi igual a 88,5 %. Em PS no período seco a amostra do estuário foi supersaturada e as da plataforma interna subsaturadas, o percentual médio foi 102 %. No período chuvoso as amostras foram subsaturadas variando de 79,2 a 84,6 % no período seco.

Os valores de TSS nos estuários foram maiores com relação à plataforma em todas as áreas. No período seco da BTS observou-se maiores ($14,6 \text{ mg.L}^{-1} \pm 13,7$) valores médios de TSS que no período chuvoso ($13,3 \text{ mg.L}^{-1} \pm 10,4$). Em IOS, os menores valores médios foram registrados no período seco ($7,58 \text{ mg.L}^{-1} \pm 5,95$) e os maiores no chuvoso ($10,7 \text{ mg.L}^{-1} \pm 8,84$). Em PS observou-se padrão semelhante, menores valores médios no período seco ($8,82 \text{ mg.L}^{-1} \pm 4,37$) e os maiores no chuvoso ($11,3 \text{ mg.L}^{-1} \pm 13,5$).

4. 4 NUTRIENTES INORGÂNICOS DISSOLVIDOS

O nitrogênio amoniacal foi detectado em todos os pontos tanto no período seco quanto no chuvoso da BTS (Figura 10a e 10b). O mesmo foi observado em IOSapenas no período seco (Figura 10c), pois no período chuvoso as concentrações desse nutriente oscilaram entre não detectável ($< 0,05 \mu\text{M}$) na plataforma a $32,0 \mu\text{M}$ no estuário (Figura 10d). Em PS o nitrogênio amoniacal foi detectado somente no estuário no período seco(Figura 10e), já no período chuvoso foi detectado em todos os pontos (Figura 10f).

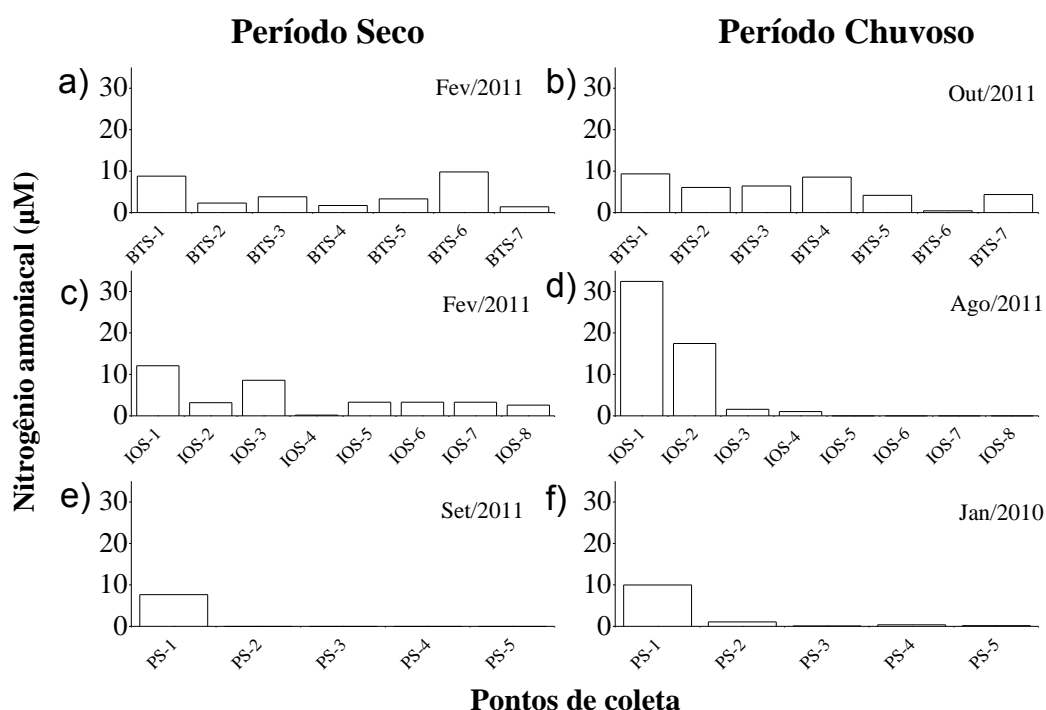


Figura 10:Concentração de nitrogênio amoniacal em águas da superfície na região de Salvador (a - b); Ilhéus (c - d); e Porto Seguro (e - f).

Na BTS as concentrações de nitrito foram detectadas apenas no estuário (pontos BTS-1 e BTS-2) nos períodos seco ($0,59 - 0,17 \mu\text{M}$) e chuvoso ($0,97 - 0,28 \mu\text{M}$). Em IOS o nitrito também foi detectado apenas no estuário (IOS-1 e IOS-2), no período seco ($0,05 - 0,01 \mu\text{M}$), e chuvoso ($0,88 - 0,59 \mu\text{M}$). Em PS o nitrito foi abaixo do limite de detecção ($< 0,02 \mu\text{M}$) nos dois períodos.

Na BTS o nitrato foi detectado apenas no ponto BTS 1 ($1,02 \mu\text{M}$) no período seco e em praticamente todos os pontos do período chuvoso ($0,01 - 0,21 \mu\text{M}$), com maiores concentrações na plataforma. Em IOS o nitrato foi detectado apenas no estuário durante o

período seco (2,10 - 1,42 μM), enquanto no período chuvoso foi detectado em todos os pontos, com valores elevados do primeiro ponto do estuário (10,1 μM) ao último da plataforma (2,66 μM). Em PS o nitrato esteve abaixo do limite de detecção ($< 0,02 \mu\text{M}$) no período seco e detectado apenas no estuário no período chuvoso (1,20 μM).

De forma geral, o fosfato foi detectado em todos os pontos no período chuvoso das áreas de estudo e no período seco apenas em PS. Na BTS e em IOS as concentrações de fosfato no período seco foram significativamente ($p < 0,05$) menores que no período chuvoso.

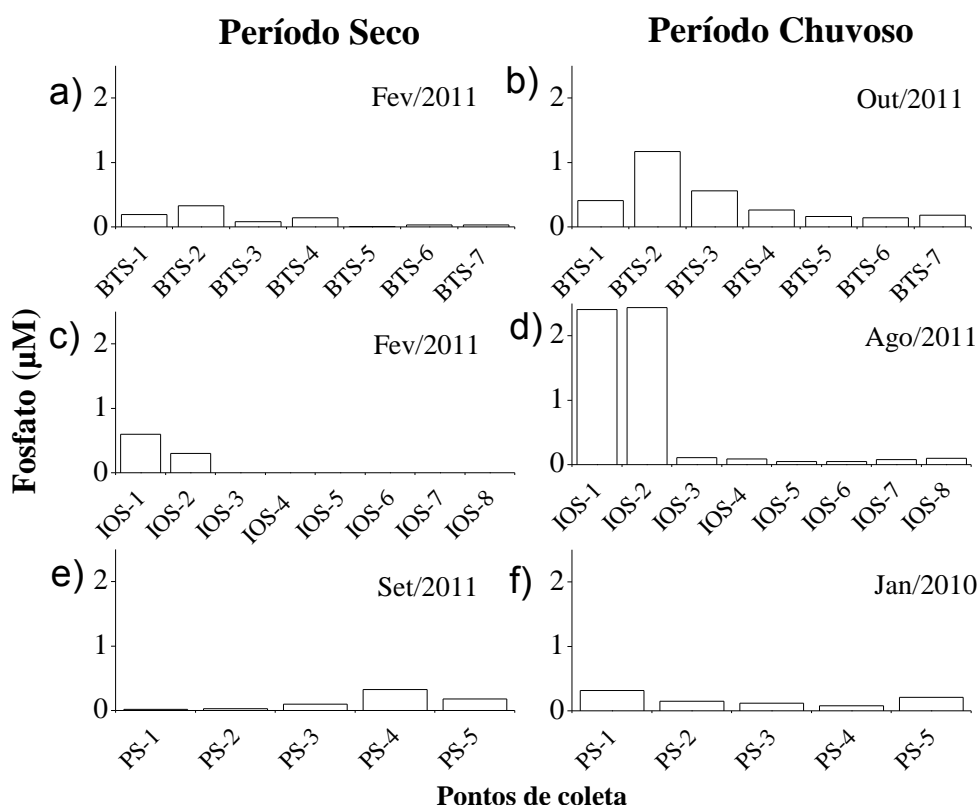


Figura 11: Concentração de fosfato em águas da superfície na região de Salvador (a - b); Ilhéus (c - d); e Porto Seguro (e - f).

Nas áreas de estudo as concentrações de silicato foram maiores no período chuvoso com relação ao período seco, especialmente em IOS (Figura 12c e 12d) e PS (Figura 12e e 12f), onde esta diferença foi significativa ($< 0,05$). As concentrações deste nutriente foram abaixo do limite de detecção ($< 0,01 \mu\text{M}$) na plataforma externa da BTS (Figura 12a) e interna de PS.

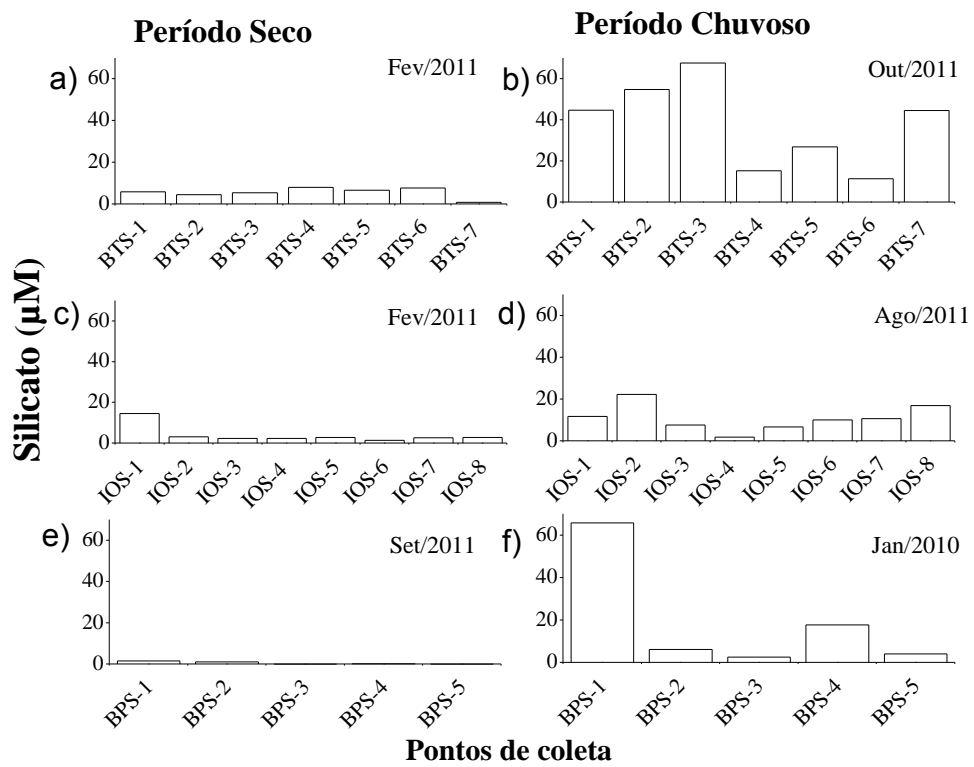


Figura 12: Concentração de silicato nas águas da superfície da região de Salvador (a - b); Ilhéus (c - d); e Porto Seguro (e - f).

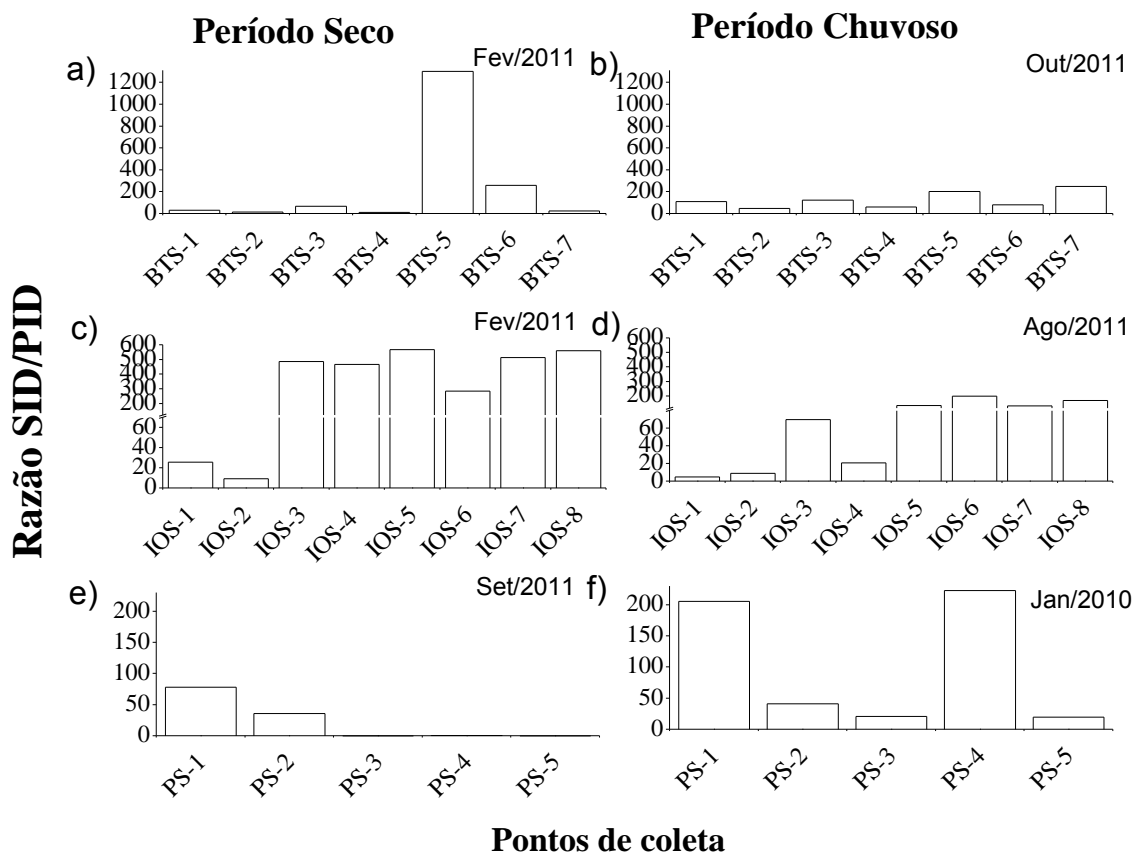


Figura 14: Razão molar SID/PID para a água da plataforma continental entre Salvador e Porto Seguro.

Nas áreas de estudo, a razão NID/SiD frequentemente excedeu 1:1 no período seco em relação ao período chuvoso (Figura 15).

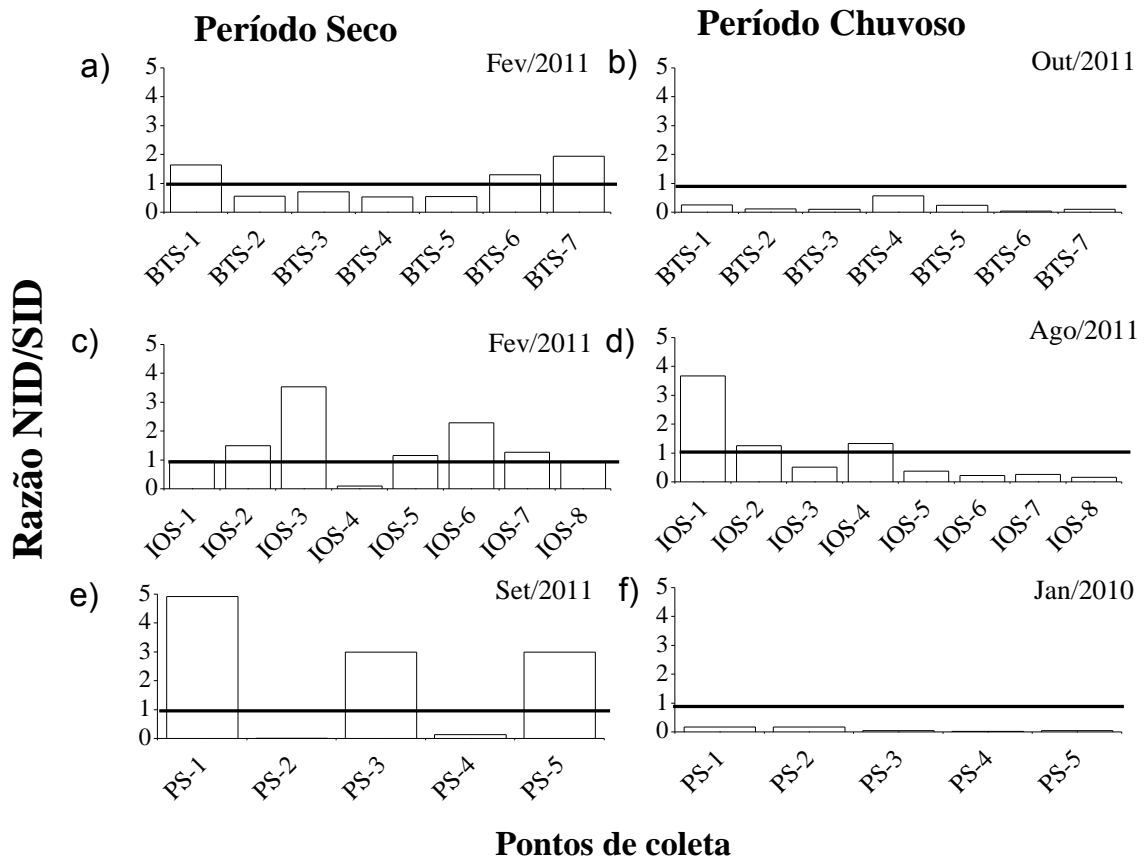


Figura 15: Razão molar NID/SID para a água da plataforma continental entre Salvador e Porto Seguro. A linha (—) indica a razão 1:1.

4.6 CLOROFILA-*a*

Na região de Salvador, as concentrações de clorofila foram maiores no período seco em relação ao período chuvoso (Figura 16a e 16b). Observa-se que no período seco a fração de fitoplâncton < 3 µm, foi detectada a partir do ponto 4 no meio da baía, com um maior percentual na plataforma (Figura 16c). A fração entre 3 - 10 µm foi maior próximo aos pontos estuarinos. A fração entre 10 - 40 µm predominou em todos os pontos. A fração > 40 µm foi observada apenas em três pontos (BTS 1, BTS 2 e BTS 4).

Na campanha de outubro (período chuvoso) na BTS foram detectadas as quatro frações de fitoplâncton até o ponto 4 (Figura 16d). As frações < 3 µm e entre 10-40µm foram detectadas em todos os pontos. A fração > 40 µm foi detectada em maior concentração na baía.

Do ponto de vista qualitativo na BTS, nos dois períodos o grupo com maior riqueza de táxons foi o das Diatomáceas. O nanoplâncton (2 - 20 µm) representou 97% do total de células. Em relação ao microfitoplâncton (> 20 µm) as diatomáceas predominam em densidade (Comunicação pessoal: Affe, H. M. J.¹).

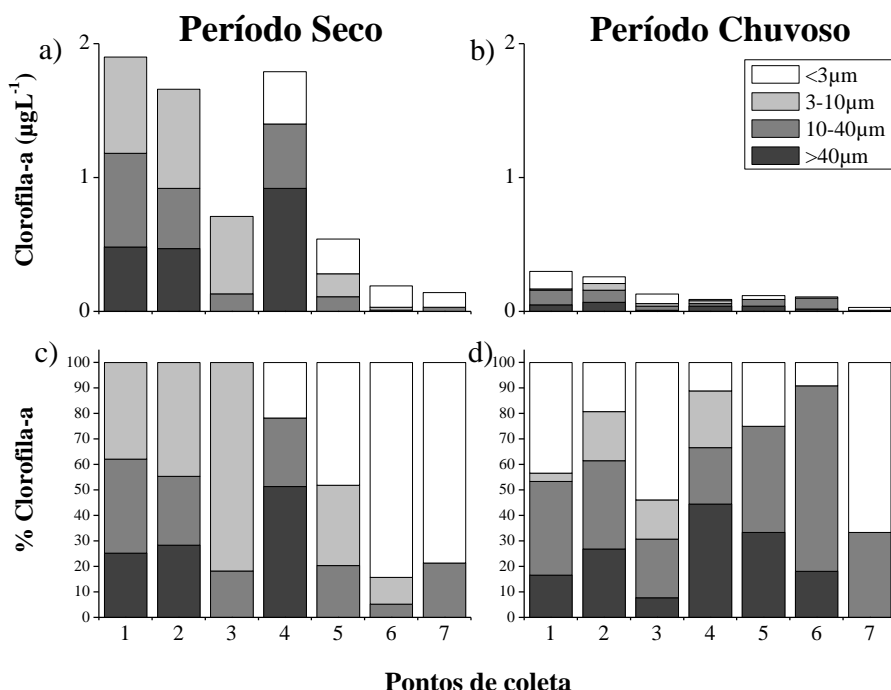


Figura16: Concentração de clorofila-*a* e diferentes classes de tamanho do fitoplâncton nas amostras de superfície coletadas na BTS em fevereiro (a) e outubro de 2011 (b). Percentual de clorofila-*a* e diferentes classes de tamanho do fitoplâncton nas amostras de superfície da BTS em fevereiro (c) e outubro de 2011 (d).

¹ Helen Michelle de Jesus Affe - Bióloga, Mestre em Ecologia de Sistemas Aquáticos Tropicais.

Na região de Ilhéus, a concentração de clorofila-*a* foi maior no período chuvoso em relação ao período seco. Neste último período, detectou-se maior concentração de Cl-*a* no ponto no estuário (Figura 17a). A fração menor que 3 µm esteve presente em todos os pontos, e apesar da baixa biomassa, manteve uma concentração maior que as demais frações a partir da barra até o final da plataforma (Figura 17c).

No período chuvoso da região de Ilhéus as concentrações de clorofila diminuíram do estuário para a plataforma (Figura 17b). A fração < 3µm apresentou maior concentração nos pontos da plataforma e não foi detectada no ponto 1 no estuário (Figura 17d). Já as frações entre 3 - 10 e 10 - 40 µm foram detectadas em todos os pontos, e a fração > 40 µm foi detectada apenas nos pontos 1 e 5.

Em IOS, nos dois períodos, o grupo com maior riqueza de táxons foi das Diatomáceas. O nanoplâncton correspondeu a 97% do total de células. Dentro do microfitoplâncton (> 20 µm) os dinoflagelados predominam em densidade (Comunicação pessoal: Affe, H. M.¹).

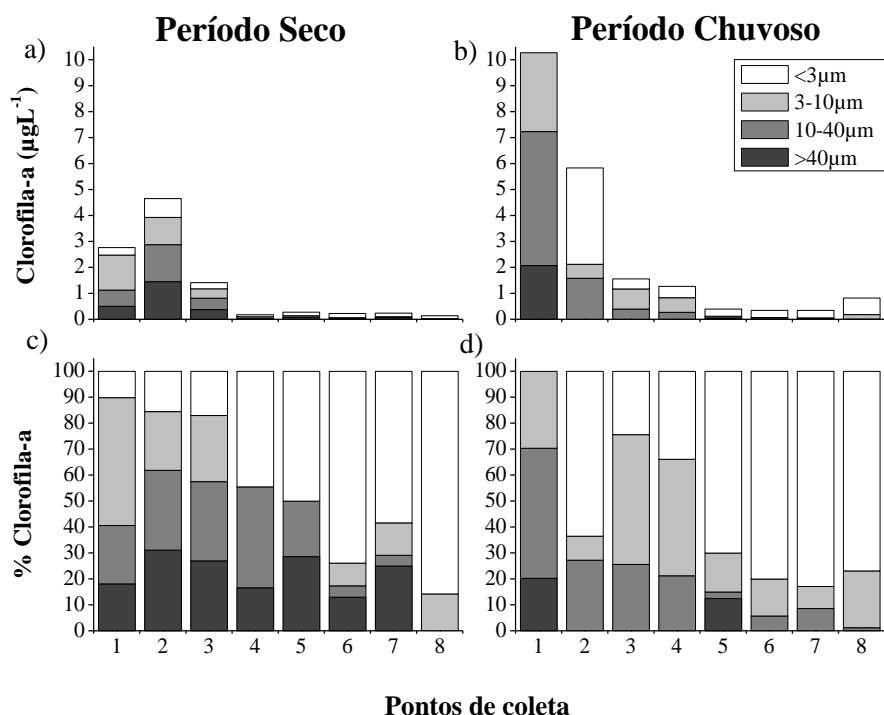


Figura 17: Concentração de clorofila-*a* e diferentes classes de tamanho do fitoplâncton nas amostras de superfície coletadas em Ilhéus em fevereiro (a) e agosto de 2011 (b). Percentual de clorofila-*a* e diferentes classes de tamanho do fitoplâncton nas amostras de de superfície coletadas em Ilhéus em fevereiro (c) e agosto (d) de 2011.

No período seco da região de Porto Seguro as frações < 3µm e entre 10 - 40 µm foram detectadas em todos os pontos. A fração entre 3 - 10 µm não foi observada apenas no ponto 2

(Figura 18a) e a fração > 40 μm predominou nos pontos 1 e 5 (figura 18c). No período chuvoso foi observada maior concentração de Cl-*a* total foi observada no ponto 1 do estuário e menores concentrações na plataforma (Figura 18b).

Na PS, o grupo com maior riqueza de táxons foi de Diatomáceas. O nanoplâncton corresponde a 98,7% do total de célula. Dentro do microfítoplâncton (> 20 μm) as diatomáceas predominam em densidade (Comunicação pessoal: Affe, H. M.¹).

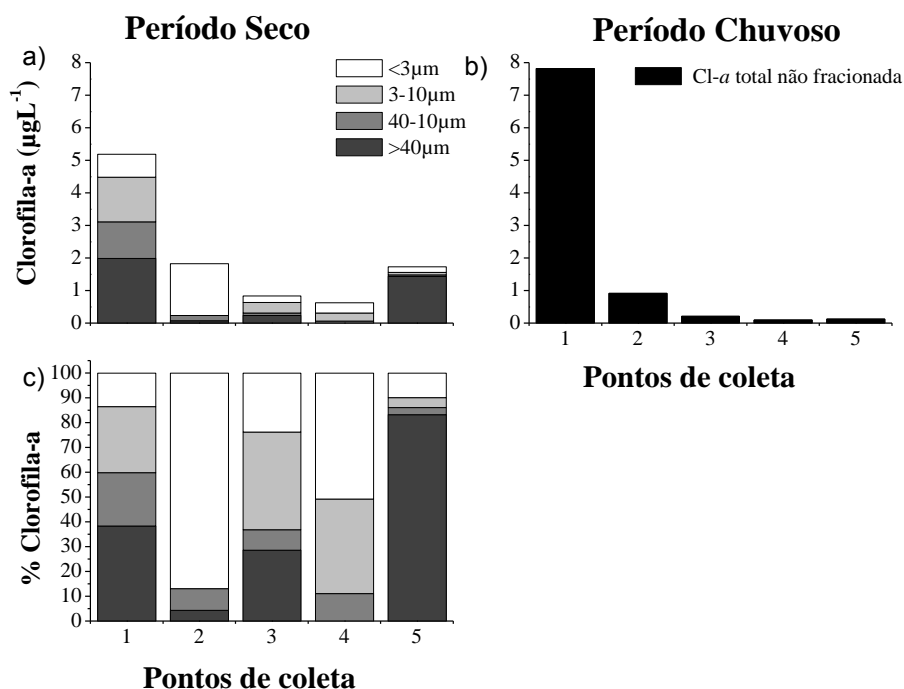


Figura18: a - b) Concentração de clorofila-*a* e diferentes classes de tamanho do fitoplâncton nas amostras de superfície coletadas em Porto Seguro nos meses de setembro de 2011 e janeiro de 2010.c) Percentual de clorofila-*a* e diferentes classes de tamanho do fitoplâncton nas amostras de superfície coletadas em Porto Seguro no mês de setembro de 2011.

5. DISCUSSÃO

5.1 COMPARAÇÃO ENTRE PERÍODOS SECO E CHUVOSO

5.1.1 BTS

Os períodos de menor e maior influência fluvial na BTS independem da precipitação pluviométrica registrada na região de Salvador, pois este aporte segue a dinâmica de regulação da Barragem Pedra do Cavalo. Porém, ao comparar os períodos de estudo da BTS, a vazão foi ligeiramente maior na coleta de out/11 (chuvoso) e os menores valores do pH e salinidade confirmam maior influência deste aporte fluvial.

As maiores concentrações de NID na BTS no período chuvoso devem-se ao aporte fluvial, e a efluentes das áreas adjacentes à baía, modificando a composição hidroquímica da água. O fato de a BTS ser densamente povoada em seu entorno faz com que, em alguns aspectos, esta se assemelhe a outras baías do mundo. Na Baía de São Francisco, por exemplo, além do aporte fluvial, os nutrientes, como o fósforo e nitrogênio, também são gerados pelas águas residuais de tratamento de efluentes, remineralização da matéria orgânica no sedimento e seu fluxo por difusão molecular (HURST; BRULAND, 2008).

O nitrogênio amoniacal (NH_3 e NH_4^+) foi à principal forma nitrogenada nos períodos seco e chuvoso, o que pode estar relacionado a influência do aporte fluvial e dos efluentes, ou processos de degradação do material orgânico (amonificação) somados a desnitrificação de origem pelágica ou benthica (ESCHRIQUE, 2011).

As concentrações de Si na BTS foram altas nos dois períodos. No período seco, houve baixa disponibilidade relativa desse nutriente, podendo ter sido causada pela assimilação das diatomáceas, fração maior do fitoplâncton. A remoção do silicato sugere absorção pelo fitoplâncton, como observado em outros estuários e baías (FISHER et al., 1988). No período chuvoso, quando as concentrações de silicato foram elevadas em todos os pontos provavelmente devido ao aporte continental, as maiores frações do fitoplâncton também predominaram. Contudo, em termos de biomassa, as concentrações de *Chl-a* foram menores em todos os pontos. Isso sugere que não houve acoplamento entre o hidrodinamismo e a assimilação pelo fitoplâncton no período chuvoso, ou que houve limitação por outros elementos não estudados. No leste tropical do Atlântico Norte e em oceanos oligotróficos, a co-limitação por Fe é comum (MILLS et al., 2004). O ferro e outros elementos traço como magnésio e zinco, participam dos sistemas de oxidação e como co-fatores de enzimas

essenciais para o crescimento vegetal, podendo, portanto limitar o crescimento fitoplanctônico.

Associado as maiores concentrações de *Cl-a* no período seco, também verificou-se maior total de sólidos em suspensão (TSS) (Figura 19). As altas concentrações de TSS na superfície podem estar relacionadas à ressuspensão de material particulado do fundo para a superfície e/ou como resultado da produção primária na zona rasa onde há maior disponibilidade de nutrientes fornecida pelo continente. Alguns autores sugerem que em ambientes de baixa intensidade luminosa, como estuários, determinados organismos fitoplanctônicos têm a capacidade de produzir mais cloroplastos e conseqüentemente, aumentam as concentrações de clorofila-*a* (SANTOS FERNANDES et al., 1998; KOENING, 1997). Mas também, é provável que parte dessa *Cl-a* seja oriunda do microfítobentos, pois de acordo com Garstecki et al. (2000), a ressuspensão do sedimento pode atuar como um meio de dispersão passiva de protistas autótrofos e heterotróficos do sedimento.

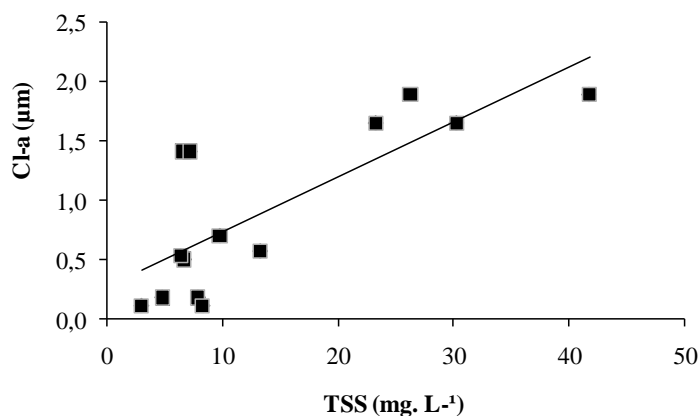


Figura 19: Correlação entre TSS e as concentrações de *Cl-a* nos períodos seco e chuvoso.

Os dados de salinidade indicam que não foi observada a entrada de AT dentro da baía da BTS, diferente dos trabalhos de Genz (2006) e Cirano e Lessa (2007). É provável que, nos períodos de estudo na BTS, o predomínio da vazão sanitária da BPC (11,2 m³/s) tenha sido capaz de manter apenas AC na baía e plataforma interna, além do fato das amostras nessa área não terem sido coletadas no estofo de maré alta.

A AT, que é considerada oligotrófica (REZENDE et al., 2007), acaba diluindo os nutrientes transportados do continente para a plataforma. Na plataforma externa da BTS foi detectada AT nos dois períodos, possivelmente enriquecida por fontes externas, como a própria maré vazante da BTS. É também possível que os efluentes de emissários submarinos

lançados na região tenham causado as altas concentrações de nitrogênio amoniacal e silicato, nos dois períodos, e nitrato e fosfato em out/11. Além disso, como ocorre no Golfo Farallones (HURST; BRULAND, 2008), a plataforma externa de Salvador pode estar recebendo nutrientes adicionais da Baía de Todos os Santos e da cidade.

5.1.2 IOS

Em IOS o período de maior influência fluvial foi ago/11, observando-se um acentuado gradiente de salinidade entre os pontos do estuário e da plataforma interna, maior que no período seco. No período chuvoso as maiores concentrações dos NID foram restritas aos pontos do estuário, onde constatou-se altas concentrações de Cl-*a* total. Efluentes ricos em nutrientes podem aumentar a taxa de crescimento da comunidade fitoplanctônica, superando a capacidade do ecossistema de consumir e decompor o excesso de matéria orgânica produzida. Com a predominância na entrada de matéria orgânica alóctone (fontes naturais ou antrópicas), as taxas de produção primária líquida podem se tornar menores que a respiração (heterotrofia líquida), tendendo ao consumo do oxigênio dissolvido pelos decompositores. Dependendo do grau de heterotrofia e da temperatura e salinidade, a água pode tornar-se subsaturada com relação a este gás (CORRELL, 1999), como ocorreu nos pontos do estuário nessa área, nos diferentes períodos.

No período chuvoso, o fosfato não foi detectado em toda a plataforma de IOS onde esse nutriente foi limitante. Takahashi e Bienfang (1983) ressaltam que células pequenas são favorecidas em ambientes de baixas concentrações de nutrientes, devido maior área superficial, que proporciona alta absorção e minimiza o gasto de energia pelas vias metabólicas. A taxa de absorção de nutrientes pela fração do fitoplâncton < 3 µm é muito mais rápida do que a de outros componentes fitoplanctônicos (PARSONS; TAKAHASHI, 1973). Nesses locais de baixas concentrações de nutrientes a alça microbiana torna-se importante. A presença deste componente na rede trófica tradicional resulta na remineralização de nutrientes para a coluna de água, fornecendo nitrogênio e fósforo para o desenvolvimento fitoplâncton (POMEROY et al., 2007).

Houve uma inversão dos componentes nitrogenados que predominaram nos períodos de estudo. No período seco detectou-se nitrogênio amoniacal em todos os pontos estudados, provavelmente resultante de remineralização no estuário e entrada de efluentes do rio Cachoeira e outros adjacentes, como o rio Almada e rio de Contas. No período chuvoso prevaleceu o nitrato, sugerindo origem de drenagem continental e nitrificação. A nitrificação também pode explicar as concentrações de nitrato na plataforma, onde o OD foi maior em relação ao estuário, além da presença da AT enriquecida detectada na plataforma externa de IOS. Essa massa de água tipicamente oligotrófica, apresentou concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos consideradas elevadas em mar aberto, sugerindo que a CB esta trazendo NID das plumas de rios adjacentes ao norte.

Além de NID, também observou-se em toda a plataforma altas concentrações de silicato nos dois períodos. Apesar disto, não houve o aumento nas concentrações de *Cl-a* total ou predomínio das maiores frações do fitoplâncton na plataforma externa. Isto remete a um tema bastante estudado em Oceanografia Marinha, *High-Nutrient, Low-Chlorophyll* (HNLC; Alto-Nutriente, Baixa-Clorofila). Naqvi et al. (2010) estudou uma grande transecção do mar Arábico, com pontos inclusive próximos a costa, e atribuiu HNLC a limitação por ferro e a depleção de oxigênio em alguns locais. Gómez et al. (2007), sugerem que além da temperatura e salinidade, a deficiência de silício pode ser responsável pela ocorrência de HNLC no Pacífico central tropical bem como na corrente Perú - Chile em mar aberto durante o verão austral. A maioria dos trabalhos foram realizados em mar aberto, provavelmente sem influência continental, diferente deste estudo. Entretanto, na plataforma continental da Bahia são incompletos ou escassas algumas pesquisas no ramo da Oceanografia Química (NIENCHESKI et al., 1999), podendo surgir temas relevantes para trabalhos futuros, como elementos traço.

5.1.3 PS

Em PS no período chuvoso, houve um gradiente abrupto de salinidade entre os pontos estuarino e o da plataforma interna, mais acentuado do que no período seco, provavelmente devido a maior descarga fluvial e formação de frente estuarina.

No período chuvoso foi observada apenas AT na plataforma interna, enquanto que no período seco apenas AC formada localmente, o que sugere influência do aporte de outro sistema fluvial, como o João de Tiba ou mais provavelmente Jequitinhonha.

Quando AC predominou, o fosfato e o silicato foram detectados em toda a plataforma provavelmente devido à maior influência fluvial. Quando a AT predominou foi detectado apenas fosfato que pode ter sido transportado pela CB já que nos pontos de maior influência fluvial esse nutriente não foi detectado. O silicato e os compostos nitrogenados que não foram detectados na plataforma podem ter sido assimilados pelo fitoplâncton especialmente as maiores frações.

Não foi possível a determinação da clorofila fracionada no período chuvoso e sua comparação com o seco, quando observou-se uma grande variação na distribuição das frações do fitoplâncton entre os pontos da plataforma interna. A alternância entre as frações e a limitação por nutrientes observada na maioria dos pontos da plataforma, podem refletir intensa atividade fotossintética e heterogeneidade do sistema. Além disso, o controle *top-down* pelo zooplâncton pode alterar a abundância e tamanho composição do fitoplâncton. No verão do norte do Pacífico Norte, o pastejo do zooplâncton suprime quantitativamente o fitoplâncton e microzooplâncton, o que promove o aumento da abundância do picoplâncton (ODATE, 1996). Há um aumento das frações $> 3\mu\text{m}$ à medida que se avança na plataforma em direção ao mar aberto.

5.2 COMPARAÇÃO LATITUDINAL

As diferentes extensões da plataforma, em frente às áreas de estudo, influenciaram fortemente as variáveis analisadas. Na BTS e IOS a plataforma continental pode ser considerada estreita se comparada a PS, onde devido a mudanças nas características fisiográficas, como os recifes de coral e os Bancos Real Charlotte e Abrolhos, atinge uma largura expressiva (BITTENCOURT et al., 2000).

A concentração de Cl-*a* total nas diferentes áreas, foi uma das variáveis que pode ter respondido a extensão da plataforma continental. Quanto menor a plataforma, menor as concentrações de Cl-*a* total (Figura 19).

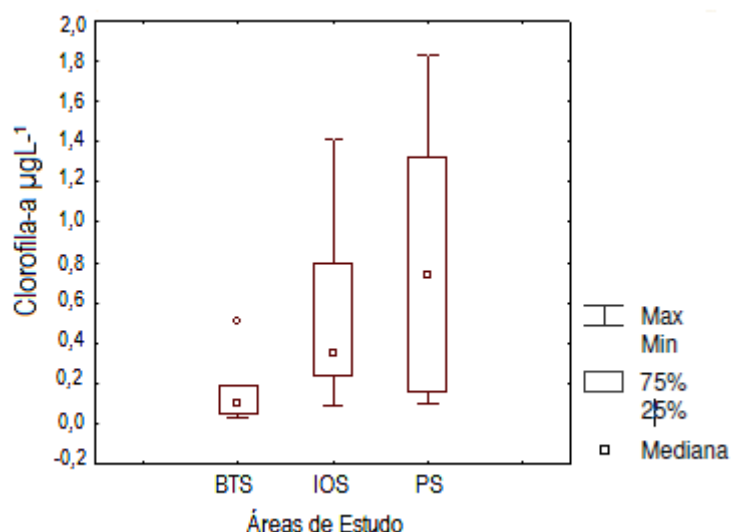


Figura 20: Variação nas concentrações de Cl-*a* total na plataforma continental das diferentes áreas de estudo.

Essa relação entre Cl-*a* e plataforma continental foi observada em outros estudos. Pattiet al. (2008) sugeriram que em plataformas continentais estreitas, a baixa estabilidade da coluna de água e menor intensidade de ressurgência, contribuem para a redução da biomassa fitoplanctônica, como ocorre em águas superficiais das plataformas continentais das Ilhas Canárias e Califórnia. Parte da costa do Peru e do Brasil, por serem estreitas, também apresentam a perda oceânica da biomassa primária facilitada (COELHO-SOUZA et al., 2012).

A comparação dos dados de Cl-*a* na plataforma continental da BTS, IOS e PS, demonstram o esperado para a região leste do país, pois as estações secas e chuvosas não são

bem definidas (Figura 20). A BTS manteve baixas concentrações de *Cl-a* se comparada às outras áreas nos dois períodos, apesar de altas concentrações de nutrientes no período chuvoso. IOS parece ter se aproximado de uma distribuição sazonal de *Cl-a* com menores concentrações no período seco e maiores no chuvoso, provavelmente devido ao maior aporte continental e transparência da água, já em PS ocorreu padrão contrário. As regiões norte e sul do país demonstram melhor a sazonalidade, já a região leste é marcada pela irregularidade das chuvas. A plataforma do Paraná no sul do país, responde a processos sazonais de entradas de ACAS no verão e aporte no Rio De La Plata no inverno (BRANDINI et al., 2006). O estudo de Resurreição et al. (1996), na plataforma continental do Recife mostra nítida sazonalidade na área de interação rio-mar (isóbatas de 20 e 30m), onde devido ao aporte fluvial da região, há um aumento no florescimento do fitoplâncton nos meses de maior pluviosidade (outono/inverno).

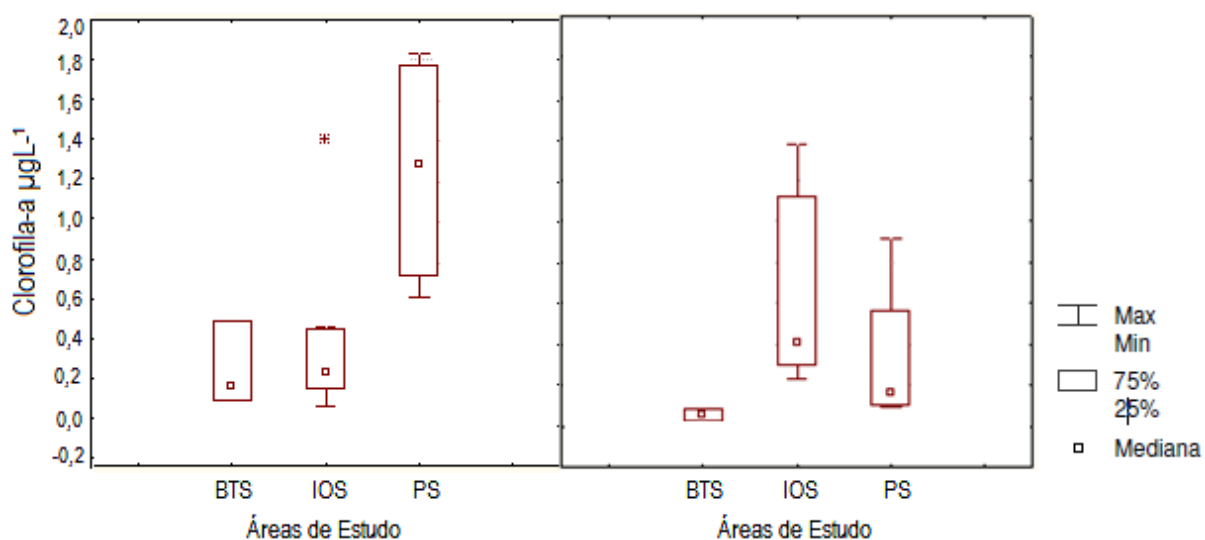


Figura 21: Variação nas concentrações de *Cl-a* total na plataforma continental na BTS, IOS e PS no período seco e chuvoso

A partir da plataforma interna em direção ao mar aberto, as concentrações de *Cl-a* diminuíram, exceto em IOS no período chuvoso e PS no período seco, provavelmente devido a nutrientes trazidos pela CB de áreas adjacentes. Assim como a redução de nutrientes em ambientes marinhos pode causar mudanças na comunidade fitoplanctônica, alterando a estrutura da teia alimentar e diminuindo a produção pesqueira (YAMAMOTO, 2003), o aumento da concentração de nutrientes trazidos pela CB (AT enriquecida), especialmente silicato e NID, pode influenciar a produtividade da plataforma estudada.

A Cl-a fracionada mostrou um padrão de distribuição em que, as menores frações do fitoplâncton aumentaram em direção ao mar aberto, exceto no período chuvoso da BTS, onde foram detectadas altas concentrações de silicato proveniente do intemperismo continental e PS no período seco, onde o silicato foi limitante, provavelmente assimilado pelas diatomáceas. Alguns autores, estudando oceanos oligotróficos, verificaram que o fitoplâncton menor é o principal organismo autotrófico na teia trófica (PARSONS; TAKAHSHI, 1973; POLAT; AKA, 2007), e a cianobactéria do gênero *Synechococcus* é a mais comum (POMEROY et al., 2007). Outros estudos indicam uma tendência geral entre abundância, tamanho e composição das comunidades fitoplanctônicas no Pacífico Norte, onde em baixas abundâncias, predominam as frações menores do fitoplâncton e em altas abundâncias as frações maiores. As interações interespecíficas no Mar de Bering proporcionam o contrário, a predação sobre o microzooplâncton e o microfitoplâncton pode ser suficientemente alta para permitir que o picoplâncton se tornasse o mais abundante (ODATE 1996).

De forma geral, na região estudada da plataforma, predominaram águas oligotróficas e N-amoniacal como principal forma nitrogenada. Exceto na região estuarina e zona costeira, prevaleceram às frações < 3 µm do fitoplâncton.

CONCLUSÃO

- Temporalmente as áreas de estudo apresentaram discreta sazonalidade em relação às concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos e variáveis físico-químicas. As concentrações de *Cl-a* responderam ao maior aporte continental em IOS e PS, e o contrário ocorreu na BTS.
- Nas diferentes latitudes não houve diferença significativa entre as variáveis analisadas. Contudo, a largura da plataforma das três regiões exerce influência na variação das concentrações de *Cl-a*, nutrientes inorgânicos dissolvidos e variáveis físico-químicas.
- Nas áreas de estudo foram detectadas apenas duas massas de água: Água Costeira (AC) e Água Tropical (AT). A AC na plataforma interna da BTS e IOS nos dois períodos e em PS no período chuvoso indica que houve um aporte de água doce capaz de diluir AT. A AT detectada apenas na plataforma externa da BTS e IOS nos dois períodos sugere a influência da Corrente do Brasil (CB), e em PS no período seco a entrada desta corrente é devido à maré.
- O N-amoniaco foi a principal forma nitrogenada detectada nas três áreas. Os resultados de nitrito, nitrato e *Cl-a* na plataforma externa da BTS e IOS foram característicos de regiões oceânicas oligotróficas e são semelhantes a resultados obtidos em estudos anteriores na mesma região.
- As altas concentrações de nutrientes, especialmente nitrogênio amoniacal e silicato, observadas na plataforma externa da BTS e IOS quando AT predominou sugerem que essa massa de água, tipicamente oligotrófica, foi sendo enriquecida pelas plumas dos rios à medida que é transportada para o sul do país pela CB.
- As menores frações do fitoplâncton predominaram em pontos com menor concentração de nutrientes inorgânicos dissolvidos, exceto em PS onde o silicato e o NID podem ter sido assimilados pelas frações > 3 µm do fitoplâncton.
- Na plataforma externa da BTS e em IOS, as maiores frações do fitoplâncton não predominaram, mesmo com altas concentrações de silicato e NID.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas – ANA. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 06 de maio de 2011.

ARAÚJO, C. P. de. Um Porto Seguro para os próximos 500 anos. **Bahia Análise & Dados**. Salvador, v. 15, n. 2-3, p. 323-332, 2005.

ASSIS, D. S.; MANZATTO, C. V.; COUTINHO, S. da C. Zoneamento Agroecológico de Microbacias Hidrográficas da Costa do Descobrimento: Município de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália, Bahia. Rio de Janeiro, RJ: **Embrapa Solos**, 2003. 121 p.

AZAM, F. et al. The Ecological Role of Water-Column Microbes in the Sea*. **Marine Ecology - Progress Series**, Vol. 10: 257-263, 1983.

BAHIA. **Programa de recuperação das bacias dos rios Cachoeira e Almada**. Diagnóstico regional. Caracterização hidrológica. Ilhéus, SRH/UESC, v.1 (2001), Tomo IV.

BARSAN, L. Segundo emissário submarino contra o esgoto é inaugurado em Salvador. **Redação CORREIO**: Salvador, 2011.

BDM/CPTEC. Banco de Dados Meteorológicos - BDM. Centro de Pesquisas de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. Disponível em: <<http://bancodedados.cptec.inpe.br/downloadBDM/index.jsp>>. Acesso em: 06 de maio de 2011.

BITTENCOURT, A. C. S. P. et al. Patterns of Sediment Dispersion Coastwise the State of Bahia – Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 72 (2): 271-287, 2000.

BRANDINI, F.P. et al. Sources of nutrients and seasonal dynamics of chlorophyll in the inner shelf off Parana State - South Brazil Bight. **Journal of Coastal Research**, 22(0), 000 - 000, 2006.

CASTRO FILHO, B. M.; MIRANDA, L. B.; MIYAO, S. Y. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. **Boletim Instituto Oceanográfico**, S Paulo, 35(2):135-151, 1987.

CASTRO, B. M. et al. Estrutura termohalina e circulação na região Entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: **Ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-Sul do Brasil**. ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; MADUREIRA, L. S. P.(orgs.) São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. 472p.

CIRANO, M.; LESSA, G. C. Oceanographic Characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. **Revista Brasileira de Geofísica**, 25(4): 363-387, 2007.

COELHO-SOUZA, S. A. et al. Biophysical interactions in the Cabo Frio upwelling system, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, 60(3):353-365, 2012.

CORRELL, D. L. Phosphorus: A Rate Limiting Nutrient in Surface Waters. **Poultry Science**, 78:674-682, 1999.

CPTEC/INPE. Centro de Pesquisas de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPT Disponível em:
<http://www6.cptec.inpe.br/proclima2/balanco_hidrico/balancohidrico.shtml> Acesso em: 06 de maio de 2011.

EÇA, G. F. **Biogeoquímica de nutrientes e Clorofila-a na plataforma continental rasa entre Itacaré e Canavieiras – Bahia** (Dissertação). Programa de Pós-Graduação Sistemas Aquáticos Tropicais - PPGSAT. Universidade Estadual de Santa Cruz. – Ilhéus, BA, 2009. 57f

EKAU, W.; KNOPPERS, B. An introduction to the pelagic system of the North-East and East Brazilian shelf. **Archive of Fishery and Marine Research**, 47(2-3): 113-132, 1999.

ESCHRIQUE, S. A. **Estudo do balanço biogeoquímico dos nutrientes principais como indicador da influência antrópica em sistemas estuarinos do nordeste e sudeste do Brasil**(Tese). Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

FARIA FILHO, A. F.; ARAUJO, Q. R. Zoneamento do meio físico do município de Ilhéus, Bahia, Brasil, utilizando a técnica de geoprocessamento. **Ilhéus, CEPLAC/CEPEC**. Boletim Técnico n. 187, 2003 20p.

FISHER, T. R. et al. Phytoplankton, Nutrients, and Turbidity in the Chesapeake, Delaware, and Hudson Estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 27,61-93, 1988.

FREIRE, A. F. M.; DOMINGUEZ, J. M. L. A seqüência holocênica da plataforma continental central do Estado da Bahia. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 247-267, 2006.

GAETA, S.A. et al. The Victoria Eddy and its relation to the phytoplankton biomass and primary productivity during the austral fall of 1995. **Archive of Fishery and Marine Research** 47(2/3), 253-270, 1999.

GARRISON, T. **Fundamentos de oceanografia**. Cengage Learning, São Paulo, 2010, 426p.

GARSTECKI, T. et al. Benthic-pelagic coupling: a comparison of the community structure of benthic and pelagic heterotrophic protists in shallow inlets of the Southern Baltic. **Freshwater Biology** 45, 147–168. 2000.

GENZ, F. **Avaliação dos efeitos da Barragem de Pedra do Cavalo sobre a circulação estuarina do Rio Paraguaçu e Baía de Iguape**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, 2006, 266 p.

GIANESELLA, S. M. F.; SALDANHA-CORRÊA, F. M. P. Nutrientes, séston e biomassa fitoplanctônica na plataforma interna de São Sebastião - verão de 1994 e primavera de 1997. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 29(2): 161 - 172, 2003.

GIWA. Brazil Current, GIWA Regional assessment 39. Global International Waters Assessment. University of Kalmar. **United Nations Environment Programme-UNEP**. Sweden. Ed: Marques, M., Knoppers, B., Lanna, A.E., Abdallah, P.R., and Polette, M., 2004.

GÓMEZ, F. et al. Two High-Nutrient Low-Chlorophyll phytoplankton assemblages: the tropical central Pacific and the offshore Perú-Chile Current. **Biogeosciences**, 4, 1101–1113, 2007.

GRASSHOFF, K; EHRARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of seawater analysis**. Wheinhain: Verlag Chermie, 1983. 419 p.

HATJE, V.; ANDRADE, J. B. de; et al. Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos - Salvador : **EDUFBA**, 2009. 304p.

HURST, M. P.; BRULAND, K. W. The effects of the San Francisco Bay plume on trace metal. **Geochimica et Cosmochimica Acta** 72, 395–411, 2008.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 de junho de 2012.

KNOPPERS, B.; EKAU, W.; FIGUEIREDO, A. G. The coast and shelf of east and northeast Brazil and material transport. **Geo-Marine Letters**, v. 19, n. 3, 171-178, 1999.

KOENING, M. L. **Ecologia e dinâmica do fitoplâncton no estuário do rio Ipojuca, após a implantação do porto de Suape (PE-Brasil)**. (Tese de doutorado), Departamento de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1997. 263p.

KROM, M. D.; S. BRENNER, N. KRESS, AND L. I. GORDON.1991. Phosphorus limitation of primary productivity in the E. Mediterranean Sea. **Limnology Oceanography**. 36: 424–432, 1991.

LE BOUTEILLERJE, A.; BLANCHOT, J.; RODIER, M. Size distribution patterns of phytoplankton in the western Pacific: towards a generalization for the tropical open ocean. **Deep Sea Research**, v. 39, n. 5, 805-823, 1992.

LEÃO, Z.M.A.N. Abrolhos, BA - O complexo recifal mais extenso do Atlântico Sul. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT BORN, M. L. C. (eds.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil 1**. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002, v.01: 345-359.

LESSA, G. C. et al. The Tides and Tidal Circulation of Todos os Santos Bay, Northeast Brazil: a general characterization. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 73 (2), 2001.

LESSA, G.C. et al. A oceanografia física da Baía de Todos os Santos. In: ANDRADE J., HATJE V. (eds).**Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos**, EDUFBA, Salvador, BA, Brasil. v. 1. p. 69-119, 2009.

LONGHURST, A. R.; PAULY, D. **Ecologia dos oceanos tropicais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2007 – (Coleção base) 419p.

LOURENÇO, S. O. **Cultivo de algas marinhas – princípios e aplicações**. São Carlos: RiMa, 2006. 606p.

MADHU, N. V.; JYOTHIBABU, R.; BALACHANDRAN, K. K. Monsoon induced changes in the size fractionated phytoplankton biomass and production rate in the estuarine and coastal waters of southwest coast of India. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.166 (1-4), 521-528, 2010.

MARTIN, J. H.; FITZWATER, S. E. Iron deficiency limits phytoplankton growth in the north-east Pacific subarctic. **Nature**, 331, 341 - 343, 1988.

MILLS, M. M. et al. Iron and phosphorus co-limit nitrogen fixation in the eastern tropical North Atlantic. **Nature**, V. 429, 2004.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Edusp, 2002. 414p

NAQVI, S.W. A. et al. The Arabian Sea as a high-nutrient, low-chlorophyll region during the late Southwest Monsoon. **Biogeosciences**, 7, 2091–2100, 2010.

NEIVA, M. R. Reciclagem agrícola dos bio sólidos da ETE CETREL uma experiência ambientalmente correta. In: **20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro - RJ, 468-477, 1999.

NELSON, D. M.; DORTCH, Q. Silicic acid depletion and silicon limitation in the plume of the Mississippi River: evidence from kinetic studies in spring and summer. **Marine Ecology Progress Series**, 136: 163-178, 1996.

NIENCHESKI, L. F. et al. **Oceanografia Química: levantamento bibliográfico e identificação do estado atual do conhecimento**. – Rio de Janeiro: FEMAR, 1999. 172p.

ODATE, T. Abundance and Size Composition of the Summer Phytoplankton Communities in the Western North Pacific Ocean, the Bering Sea, and the Gulf of Alaska. **Journal of Oceanography**, v. 52, 335-351, 1996.

OVALLE, A. R. C. et al. Biogeochemical characteristics of coastal waters adjacent to small river-mangrove systems, East Brazil. **Geo-Marine Letters**. 19, 179-185, 1999.

PAERL, H. W. Controlling Eutrophication along the Freshwater–Marine Continuum: Dual Nutrient (N and P) Reductions are Essential. **Estuaries and Coasts**, 32:593–601, 2009.

PARSONS, T. R.; MAITA, Y.; LALLI, C. M. **A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis**. Pergamon Press. 1984, 173p.

PARSONS, T. R.; TAKAHASHI, M. Environmental control of phytoplankton cell size. **Limnology and Oceanography**. v. 18, n. 4, 511-516, 1973.

PATTI, B. et al. Factors responsible for the differences in satellite-based chlorophyll a concentration between the major global upwelling areas. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 76, p. 775-786, 2008.

PINHO, A.G. **Estudo da Qualidade das Águas do Rio Cachoeira - Região Sul da Bahia**. Ilhéus: PRODEMA/UESC (Dissertação de Mestrado), 2001.

POLAT, S.; AKA, A. Total and size fractionated phytoplankton biomass off Karataş, north-eastern Mediterranean coast of Turkey. **Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment**, v. 13, 191-202, 2007.

POMEROY, L. R. The ocean's food web, a changing paradigm. **Bioscience**, v. 24, n. 9, 1974. 499 - 504pp.

POMEROY, L.R., et al. The Microbial Loop. **Oceanography**, 20: 28-33, 2007.

RESURREIÇÃO, M G; PASSAVANTE, J. Z. O; MACÊDO, S. J. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil): Variação sazonal da biomassa fitoplanctônica. **Trabalho Oceanográfico**, Universidade Federal do Recife, 24:39-59, 1996.

REZENDE, C. E. et al. Hidroquímica. In: VALENTIN, J. L. **Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica brasileira (Salvador, BA, Cabo de São Tomé, RJ)**. Brasília: MMA, 2007. 168p.

RYTHER, J. H. Photosynthesis and Fish Production in the Sea. **Science**, New Series, v. 166, n. 3901, 72-76, 1969.

SAMPAIO, M. C. **Análise estratigráfica e qualidade das águas subterrâneas do grupo barreiras na região de Porto Seguro – Bahia** (Monografia). Universidade Federal da Bahia/Instituto de Geociências, 2011.

SANTOS, A. A.; GOMES, R. L.; REGO, N. A. C. Avaliação da aplicação de cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, sul da Bahia. **REGA** – v. 8, n. 2, p. 5-18, 2011.

SANTOS-FERNANDES, T. L. et al. Fitoplâncton do estuário do rio Jaguaribe (Itamaracá, Pernambuco, Brasil): Biomassa. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal do Pernambuco**. 26: 1-18, 1998.

SHERR, E.; SHERR, B. Understanding Roles of Microbes in Marine Pelagic Food Webs: A Brief History (Capítulo 2). In: KIRCHMAN, D. L. **Microbial Ecology of the Oceans**, 2ed., John Wiley & Sons, New York, 2008, pp. 455-493.

SHIOMOTO, A. Size-Fractionated Chlorophyll a Concentration and Primary Production in the Okhotsk Sea in October and November 1993, with Special Reference to the Influence of Dichothermal. **Water Journal of Oceanography**, 53: 601 - 610, 1997.

SIEBURTH, J. McN.; SMETACEK, V.; LENZ, J. Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. **Limnology and Oceanography** 23 (6), 1256-1263 1978.

- SILVEIRA, I. C. A. D. et. al. A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira. **Revista Brasileira de Oceanografia**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da USP. v. 48, n. 2, p. 171-183., 2000.
- SILVEIRA, R. C. A. da; Miranda, L. B. de; Brown, W. S. On the origins of the North Brazil Current. **Journal of Geophysical Research**, 99 (C11):22501-22512, 1994.
- SOUZA SILVA, M. G. **Otimização do estuário do Rio Vermelho salvador-BA, via modelagem computacional**. Rio de Janeiro/ UFRJ. Escola Politécnica 2011, 70p.
- SOUZA, M. F. L.; EÇA, G. F.; SILVA, M. A. M.; AMORIM, F. A. C.; LÔBO, I. P. Distribuição de nutrientes dissolvidos e clorofila-a no estuário do rio Cachoeira, nordeste do Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, 31(1) 107-121, 2009.
- STRAMMA, L. Geostrophic transport of the South Equatorial Current in the Atlantic. **Journal of Marine Research**, 49(2):281-294, 1991.
- STRAMMA, L.; ENGLAND, M. On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. **Journal of Geophysical Research**, 104 (C9): 20863–20883, 1999.
- SUSINI-RIBEIRO, S.M.M. Biomass distribution of pico, nano and micro-phytoplankton on the continental shelf of Abrolhos, East Brazil. **Archive of Fishery and Marine Research**, 47(2-3): 271-284, 1999.
- TAKAHASHI, M.; BIENFANG, P. K. Size structure of phytoplankton biomass and photosynthesis in subtropical Hawaiian waters*. **Marine Biology** 76, 203-211 1983.
- TEIXEIRA, C. Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, 22:59-92, 1973.
- TENENBAUM, D. R.; GOMES, E. A. T.; GUIMARÃES, P. G. Microorganismos planctônicos: pico, nano e micro. In: VALENTIN, J. L. **Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica brasileira (Salvador, BA, Cabo de São Tomé, RJ)**. Brasília: MMA, 2007. 168p.
- TYRRELL, T. Redfield ratio. In: STEELE, J. H.; THORPE, S.A; TUREKIAN, K. (eds.) **Encyclopedia of Ocean Sciences**. San Diego, USA, Academic Press, 2377-2387, 2001.
- VALENTIN, J. L. **Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica brasileira (Salvador, BA, Cabo de São Tomé, RJ)**. Brasília: MMA, 2007. 168p.
- WELSCHMEYER, N.A. Fluorometric analysis of chlorophyll a in the presence of chlorophyll b and pheopigments. **ASLO: Limnology and Oceanography**, 39(8): 1985-1992, 1994.
- YAMAMOTO, T. The Seto Inland Sea - eutrophic or oligotrophic? **Marine Pollution Bulletin**, 47 37–42, 2003.

ANEXOS

Tabela 3: Cálculo utilizado para a obtenção das concentrações por classes de tamanho do fitoplâncton.

Diferença entre filtros	Classes de tamanho do fitoplâncton
Cl-a total (0,7 μm) - 3 μm fracionados	Menor que 3 μm
3 μm – 10 μm fracionados	Entre 3 μm e 10 μm
10 μm fracionado	Entre 40 μm - 10 μm
Cl-a total (0,7 μm) – 0,7 μm fracionado	Maior que 40 μm