



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

LORENA PETERSEN NASCIMENTO SANTOS

**ANÁLISE DA COMUNIDADE MICROFITOPLANCTÔNICA NO SETOR
NORDESTE DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS – BAHIA.**

SALVADOR

2017

LORENA PETERSEN NASCIMENTO SANTOS

**ANÁLISE DA COMUNIDADE MICROFITOPLANCTÔNICA NO SETOR
NORDESTE DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS – BAHIA.**

Monografia apresentada ao Curso de Oceanografia,
Instituto de Geociências, Universidade Federal da
Bahia, como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. José Marcos de Castro Nunes

Co-Orientador(a): Dra. Helen Michelle de Jesus Affe

SALVADOR

2017

A minha avó Romilda Nascimento (*in memoriam*) que sempre acreditou que este momento chegaria.

AGRADECIMENTOS

Na vida aprendemos que não é possível caminhar sozinho, por isso gostaria de agradecer a todos que trilharam esse caminho comigo e contribuíram para que este trabalho se tornasse real.

À Rainha das Águas que sempre me guiou e protegeu meu caminho.

Ao apoio financeiro concedido pelos projetos de pesquisa vinculados ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e a Universidade Federal da Bahia, tanto sob a forma de bolsas como financiamentos de Projetos, que possibilitaram o desenvolvimento do meu trabalho, pois sem eles isso não seria possível.

Ao Laboratório de Algas Marinhas (LAMAR), por fornecer toda infraestrutura.

Ao meu orientador, o Prof. Dr. José Marcos de Castro Nunes, por ter aceitado orientar este trabalho e por ter me iniciado no mundo acadêmico. Foram muitos ensinamentos ao longo desses 5 anos, que sempre guardarei comigo.

À minha co-orientadora, a Dra. Helen Michelle de Jesus Affe, por todo carinho e paciência para compartilhar seus conhecimentos comigo. Por fazer o papel de mestre, amiga e *algoz* quando necessário, mas a quem sempre pude recorrer independente de sábados, domingos e feriados.

À minha mãe Rita, a mulher mais incrível que conheço, por fazer de mim uma pessoa melhor a cada dia, e por sempre ter fé em mim quando eu mesma duvidei. Por sempre estar disposta a contribuir com meu trabalho, mesmo sem entender da área. Este trabalho também é seu.

Ao meu pai Francisco, que sonhou esse momento comigo e é um exemplo de vida para todos. Que me mostrou que não importa o quanto você tenha saído do caminho que desejou trilhar, nunca é tarde para voltar atrás e começar do zero.

À minha irmã Natalia, que é prova de que a convivência não precisa ser pacífica para ser perfeita e de quem me orgulho a cada dia, e a Zuzu por ser uma ouvinte silenciosa sem nunca pedir nada em troca.

Ao meu companheiro Leonardo, por ser meu porto seguro em meio à toda tempestade e um otimista incorrigível.

À toda turma de 2016.1 de Embarque Supervisionado do curso de Oceanografia, em especial aos professores Dr. Guilherme Lessa, Dra. Ana Cecília Rizzatti e Dr. Doriedson Gomes, por apoiarem a execução deste trabalho durante a disciplina.

Aos professores que fizeram parte da banca, Dr. Doriedson Gomes e Dr. Paulo Mafalda, por todas as contribuições dedicadas a este trabalho.

Ao Dr. Diogo Rocha, pela ajuda com a confecção dos mapas deste trabalho.

Aos lamarienses, que se tornaram uma segunda família para mim ao longo desses anos, em especial Gabriel, Patrícia, Taiara, Cibele, Edilene, Viviane, Aron, Poline, Tiana, Valter e Márcio. Obrigada por todas as risadas e por trazerem leveza ao ambiente de trabalho, mesmo nos dias mais intensos.

Às irmãs que a vida me permitiu escolher, Andréa e Lorena Brito, que acompanharam essa trajetória desde o início e que provam que a amizade supera qualquer distância ou falta de tempo.

Aos presentes que ganhei durante esses anos na universidade Luana Sena, Leisi Sodré, Manuela Paiva e Jéssica Verâne, por provarem diariamente que mudar é preciso e que não precisamos ter medo de seguir nossos sonhos.

À equipe da Comissão de Formatura, Mirela, Fernanda e Loreane, pela companhia durante as noites de insônia e pelo apoio durante esse período; e aos amigos Monique, Keisy, Mariana e Edvaldo.

“Saiu sem se despedir do Mercador de Cristais. Não queria chorar, porque as pessoas podiam ver. Mas ia ter saudades de todo aquele tempo, e de todas as coisas boas que havia aprendido. Estava mais confiante em si e tinha vontade de conquistar o mundo.

‘Quando você quer alguma coisa, todo o universo conspira para que você realize o seu desejo.’”

O Alquimista - Paulo Coelho

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo caracterizar o microfitoplâncton e as variáveis abióticas no setor nordeste da Baía de Todos os Santos (BTS). A coleta das amostras ocorreu em 09/2016 (período seco), ao longo de 4 transectos dispostos próximos a (1) Ilha de Itaparica, (2) Baía de Aratu, (3) Refinaria Landolfo Alves e (4) Ilha Maria da Guarda, onde foram adquiridos dados *in situ* das variáveis temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, pH, transparência da água e material particulado em suspensão. Para análise do microfitoplâncton foram coletadas amostras através de arrastos horizontais com rede de plâncton (20 μ m), e garrafa de Van Dorn. As espécies fitoplanctônicas foram identificadas com base em bibliografia especializada e as análises quantitativas (densidades celulares) foram realizadas segundo o método de Utermöhl (1958). As características abióticas indicaram águas quentes (~27°C) e salinas (~36), e um ambiente homogêneo, sem variações significativas dos dados abióticos. Foram identificados 116 táxons microfitoplanctônicos (67 Bacillariophyceae, 32 Dinophyceae, 4 Cyanophyceae, 4 Euglenophyceae, 3 Coccolithophyceae, 2 Chlorophyceae, 1Chrysophyceae, 1 Conjugatophyceae, 1 Dictyochophyceae e 1 Prymnesiophyceae). As maiores riquezas (56 táxons) e diversidades (3,14 bits.cel⁻¹) foram registradas no transecto 2. No transecto 1 registrou-se o menor índice de equabilidade ($J' = 0,37$), em função da dominância do táxon *Cymbella* sp. que representou 60% da densidade total no transecto. Não foram observadas diferenças significativas na composição da comunidade microfitoplanctônica entre os transectos estudados. A diatomácea *Coscinodiscus wailesii* foi o táxon que apresentou as maiores densidades e, por ser considerada potencialmente nociva, recomenda-se que seja realizado estudos voltados para esta espécie.

Palavras-chave: Fitoplâncton, sistema estuarino, diatomáceas, variáveis oceanográficas.

ABSTRACT

The present study aimed to characterize microphytoplankton and abiotic variables in the northeast sector of the Baía de Todos os Santos (BTS). The data sampling occurred in 09/2016 (dry season) in four transects, nearby the places: (1) Itaparica Island, (2) Aratu Bay, (3) Landulfo Alves Refinery and (4) Maria da Guarda Island. Were acquired *in situ* data variability of temperature, salinity, dissolved oxygen, pH, water transparency and suspended particulate matter. For analysis of microphytoplankton samples were collected for qualitative analysis, through horizontal drag with plankton net (20 μ m), and quantitative with Van Dorn bottle. Phytoplankton species were identified based on specialized literature and quantitative analyzes (cell densities) were performed according to the method of Utermöhl (1958). The abiotic characteristics indicate hot waters (~ 27°C), salines (~ 36), and a homogeneous environment due to non-significant spatial variation. A total of 116 microphytoplankton taxa (67 Bacillariophyceae, 32 Dinophyceae, 4 Cyanophyceae, 4 Euglenophyceae, 3 Coccolithophyceae, 2 Chlorophyceae, 1 Chrysophyceae, 1 Conjugatophyceae, 1 Dictyochophyceae and 1 Prymnesiophyceae) were identified. The highest richness (56 taxa) and diversities (3.14 bits.cel⁻¹) were recorded in Profile 2, while Profile 1 presented the lowest Pielou equability index (0.37), associated with the dominance of the *Cymbella* sp. taxon, which represented 60% of the total density in the profile. No significant differences were observed in the composition of the microphytoplankton community between the profiles studied. The diatom *Coscinodiscus wailesii* was the taxon that presented as higher densities and because it is potentially harmful, it is recommended that studies are conducted on this species.

Keywords: Phytoplankton, estuarine system, diatoms, oceanographic variables.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da área de estudo, mostrando a localização da Baía de Todos os Santos e dos pontos de coleta.....	9
Figura 2 - Gráfico de precipitação diária nos 30 dias anteriores à coleta das amostras (26/09/2016).....	13
Figura 3 - Representação gráfica de variação da temperatura nos transectos de amostragem (┌┐ valores mínimos e máximos).....	14
Figura 4 - Representação gráfica de variação da salinidade nos transectos de amostragem (┌┐ valores mínimos e máximos).....	14
Figura 5 - Representação gráfica de variação do pH nos transectos de amostragem (┌┐ valores mínimos e máximos).....	15
Figura 6 - Representação gráfica de variação da transparência da água (m) nos transectos de amostragem (┌┐ valores mínimos e máximos).....	16
Figura 7 - Representação gráfica da concentração de OD (mg/L) entre os transectos 1 à 4 (┌┐ valores máximos e mínimos).....	16
Figura 8 - Representação gráfica dos valores de MPS (mg/L) (┌┐ valores mínimos e máximos).....	17
Figura 9 - Representação gráfica contribuição (%) de cada grupo na comunidade microfitoplanctônica.....	22
Figura 10 - Diatomáceas abundantes na região de estudo. (A) <i>Coscinodiscus wailesii</i> , (B) <i>Gyrosigma</i> sp., (C) <i>Paralia sulcata</i> , (D) <i>Bacillaria paxillifera</i> , (E) <i>Trachyneis aspera</i> e (F) <i>Nitzschia</i> cf. <i>reversa</i>	23
Figura 11 - Dinoflagelados abundantes nas região de estudo (A) <i>Ceratium trichoceros</i> , (B) <i>Prorocentrum micans</i> , (C) <i>Gyrodinium</i> cf. <i>spirale</i> , (D) <i>Prorocentrum gracile</i> , (E) <i>Akashiwo sanguinea</i> e (F) <i>Protoberidinium</i> cf. <i>steinii</i>	23
Figura 12 - Representação gráfica da densidade (cel.L ⁻¹) da comunidade microfitoplanctônica.....	24
Figura 13. Análise de correspondência canônica (CCA) aplicada às espécies de maior abundância e às variáveis ambientais.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estudos sobre o fitoplâncton realizados na Baía de Todos os Santos, Bahia.....	3
Tabela 2 - Inventário florístico dos táxons identificados nos transectos horizontais do setor nordeste da Baía de Todos os Santos (*x = presença, T = transecto).....	18
Tabela 3 - Índices ecológicos: Riqueza (S), Diversidade de Shannon (H' - bits.cél ⁻¹) e Equabilidade de Pielou (J').....	25
Tabela 4 - Coeficientes de correlação entre as variáveis físicas e os dois primeiros eixos de ordenação da análise de correspondência canônica.....	26
Tabela 5 - Comparativo entre os índices de Shannon (bits.cél ⁻¹) obtido nos transectos de estudo, com o de outros sistemas estuarinos tropicais.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Área de Estudo.....	9
3.2 Desenho Amostral.....	10
3.2.1 Variáveis Abióticas.....	10
3.2.2 Variáveis Biológicas.....	11
3.3 Processamento.....	11
3.3.1 Amostras Ambientais.....	11
3.3.2 Amostras do Fitoplâncton.....	11
3.4 Análise de dados.....	12
4. RESULTADOS.....	13
4.1 Variáveis abióticas.....	13
4.2 Comunidade fitoplanctônica.....	17
5. DISCUSSÃO.....	28
5.1 Dados abióticos.....	28
5.2 Fitoplâncton.....	29
6. CONCLUSÕES.....	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

O fitoplâncton envolve um conjunto de microrganismos com capacidade de realizar fotossíntese, adaptados à vida em suspensão na coluna d'água (REYNOLDS, 2006). É composto por espécies procarióticas e eucarióticas, unicelulares ou coloniais, que habitam a parte superior da coluna d'água até a o limite de penetração da luz, nos mais diversos ambientes aquáticos (LALLI & PARSONS, 1993; VALUOT, 2001; REYNOLDS, 2006). Estes organismos representam um componente vital para a manutenção dos ecossistemas aquáticos, pois contribuem com grande parte do carbono orgânico disponível para a cadeia alimentar pelágica, sendo responsáveis por cerca de 45% da produção primária global anual (BRIERLEY, 2017).

O fitoplâncton é classificado, com base no tamanho da célula, em: macrofitoplâncton (>2 mm), mesofitoplâncton (200 µm – 2 mm), microfitoplâncton (20 - 200 µm), nanofitoplâncton (2 - 20 µm) e picofitoplâncton (0,2 – 2 µm) (SIEBURTH, 1978). O tamanho das células afeta diversas características destes organismos e pode determinar a eficiência com a qual a matéria orgânica é exportada para os demais níveis tróficos, estando as menores frações associadas à taxas de sedimentação mais lentas e a um intensa reciclagem da matéria orgânica na teia trófica. Enquanto as células de maiores dimensões possuem taxas de sedimentação mais rápidas, resultando numa maior taxa de exportação (MARAÑÓN *et al.*, 2012).

O desenvolvimento da comunidade fitoplanctônica é afetado diretamente pelas condições ambientais. Luz e nutrientes são os principais fatores reguladores do crescimento e biomassa do fitoplâncton, no qual a temperatura e salinidade exercem uma maior influência na composição de espécies, e os processos físicos (como a mistura vertical da coluna d'água) e herbivoria atuam na sua distribuição espacial (LEVINE *et al.*, 1999; VALUOT, 2001). As espécies fitoplanctônicas possuem taxas de crescimento diferentes, em resposta a variação desses parâmetros ambientais, o que permite que uma ampla diversidade de espécies coexistam em condições ambientais heterogêneas (LALLI & PARSONS, 1993).

O fitoplâncton responde rapidamente à alterações ambientais e, sob determinadas condições, como alta disponibilidade de luz e nutrientes, algumas espécies podem apresentar um repentino aumento de sua biomassa e densidade celular, formando as chamadas florações (REYNOLDS, 2006; MARAÑÓN *et al.*, 2012; NOT *et al.*, 2012). Esses eventos podem ser ocasionados de forma natural ou por influência antrópica direta, podendo ocorrer em regiões costeiras ou oceano aberto, e causar uma série de impactos de ordem bio-econômica, que variam de acordo com a(s)

espécie(s) envolvida(s). Dentre os principais tipos de impactos, de acordo com Castro e Moser (2012), podemos citar:

1) Alterações na cor da água e depleção do oxigênio, causados, por exemplo, pela espécie *Akashiwo sanguinea*, responsável por uma floração que ocasionou à mortandade de peixes em 2007 na BTS (SARAIVA, 2008), além das espécies *Ceratium fusus*, *Ceratium tripos* (dinoflagelados) e *Trichodesmium erythraeum* (cianobactéria).

2) Efeitos nocivos à peixes e invertebrados, como obstrução de brânquias, efeitos hemolíticos, hepatotóxicos e osmorreguladores, que podem ser causados, por exemplo, pelas diatomáceas dos gêneros *Chaetoceros* e *Thalassiosira*, além das espécies *Coscinodiscus wailesii*, *Skeletonema costatum* e pelos dinoflagelados do gênero *Karenia* e *Gymnodinium*.

3) Danos econômicos, em função de alterações estéticas no ambiente, afetando o turismo, devido a produção de espuma e odor, a exemplo do registrado em uma floração da espécie *Trichodesmium erythraeum* que ocorreu na região de Camaçari - Bahia (AFFE *et al.*, 2016). Essas condições também podem ser causadas por florações das espécies *Coscinodiscus wailesii*, *Cylindrotheca closterium* e *Guinardia flaccida* (CASTRO & MOSER, 2010)).

3) Produção de toxinas, que podem causar intoxicação em populações marinhas e humanas, e dentre as principais espécies produtoras destacam-se as diatomáceas do gênero *Pseudo-nitzschia*, dinoflagelados dos gêneros *Dinophysis*, *Prorocentrum*, *Gymnodinium*, *Karenia*, *Gambierdiscus*, *Ostreopsis*, *Protoperidinium*, e cianobactérias dos gêneros *Microcystis*, *Anabaena* e *Aphanizomenon*.

De maneira geral, zonas costeiras e a plataforma continental de regiões tropicais são tipicamente dominadas pelos grupos das diatomáceas, seguido pelos dinoflagelados e haptófitas (cocolitoforídeos), envolvendo espécies com capacidade para formar grandes florações nestes ambientes (NOT *et al.*, 2012).

As baías são recortes geográficos costeiros, formadas a partir processos geológicos (KJERFVE, 1994). Estes ambientes são fortemente afetados pela dinâmica das marés e por isso exibem diferentes salinidades, além de apresentar tamanhos maiores do que os estuários típicos e abrigar vários subsistemas estuarinos (Pritchard, 1952). Dentro deste conceito, a Baía de Todos os Santos (BTS) é um sistema estuarino típico, com morfologia condicionada por movimentos tectônicos na área delimitada pelas falhas geológicas de Salvador e de Maragogipe (LESSA *et al.*, 2009). A BTS possui grande importância ecológica, abrigando diversos ecossistemas como manguezais,

estuários e recifes de corais que, aliados ao contexto histórico da região, fazem deste sistema um local com grande apelo turístico (HATJE & ANDRADE, 2009). No cenário econômico, a BTS figura como a maior baía navegável do litoral brasileiro que, até 2010, possuía 10 terminais portuários de grande porte, além de abrigar no seu entorno a Refinaria Landulpho Alves (RLAM), o Centro Industrial de Aratu (CIA) e uma população superior a 3 milhões de habitantes (HATJE & ANDRADE, 2009).

Apesar da BTS figurar como uma das principais baías do Brasil, exatamente devido à grande extensão, ainda persistem lacunas de conhecimento sobre sua dinâmica ambiental, especialmente no que diz respeito à comunidade fitoplânctônica. O primeiro estudo na região data de 1916, porém novos estudos só foram retomados a partir da década de 1970 de forma intermitente (Tabela 1).

Tabela 1 - Estudos sobre o fitoplâncton realizados na Baía de Todos os Santos, Bahia entre 1916 e 2014.

Tema	Região em que foi realizado	Informações importantes	Tipo de trabalho	Referência
Flora Diatomológica	Baía de Todos os Santos	Primeiro estudo sobre fitoplâncton realizado na região	Anais de Congresso	Zimmermann, 1916
Estudos preliminares sobre o fitoplâncton da Baía de Aratu (Bahia)	Baía de Aratu	Avaliou a variação anual na composição e densidade do fitoplâncton	Artigo	Peixinho, 1972
Estudo preliminar, principalmente do plâncton, das águas da Baía de Todos os Santos	Canal de Itaparica e Barra de Itapagipe	Inferiu que existe uma maior riqueza de espécies dentro da Baía do que na costa, com predomínio de espécies neríticas	Artigo	Santos, 1973
Produtividade primária, biomassa e fatores limitantes na área estuarina SW da Baía de Todos os Santos	Sudoeste da BTS	Estudaram a produtividade primária, biomassa e os fatores limitantes para o fitoplâncton marinho	Artigo	Peixinho <i>et al.</i> 1980

Tema	Região em que foi realizado	Informações importantes	Tipo de trabalho	Referência
<i>Changes in nitrogen, phosphorus and phytoplankton composition during the past decade in the Bay of Aratu</i>	Baía de Aratu	Avaliou as mudanças na composição da comunidade diante da entrada de nutrientes na Baía de Aratu	Artigo	Cowgill, 1987
Programa de Monitoramento dos Ecossistemas ao Norte da Baía de Todos os Santos (ECONORTE)	BTS	Avaliou durante dois anos a comunidade planctônica, a ecologia da comunidade de peixes e a hidroquímica da água	Relatório de Projeto de Monitoramento	Mafalda Jr, 1996
Estrutura hidroquímica e biomassa planctônica no Norte da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil	Norte da BTS	Relacionou a hidroquímica com a biomassa fitoplanctônica, e a influência das atividades petroquímicas	Artigo	Mafalda Jr <i>et al.</i> 2003
Caracterização da comunidade fitoplanctônica da Baía de Todos os Santos	Madre de Deus, Pati, Ilha das Fontes e Jiribatuba	Avaliou qualitativa e quantitativamente a comunidade fitoplanctônica, variáveis físicas, clorofila e nutrientes	Anais de Congresso	Molinari <i>et al.</i> 2007
Caracterização de eventos de floração nociva provocada por <i>Gymnodinium sanguineum</i> na Baía de Todos os Santos, Salvador, BA	BTS	Caracterizou uma floração do dinoflagelado <i>Gymnodinium sanguineum</i>	Artigo	Souza <i>et al.</i> 2008
Densidade fitoplanctônica na zona litorânea da Baía de Todos os Santos	Norte da BTS	Constatou que as diatomáceas representavam 70% da comunidade a partir do inventário florístico.	Livro	Magalhães & Barbosa 2008.

Tema	Região em que foi realizado	Informações importantes	Tipo de trabalho	Referência
Baía de Todos os Santos, Vulnerabilidade e Ameaças.	Quadrante Nordeste da BTS	Avaliou os fatores de risco associados a atividades industriais e o fenômeno da Maré Vermelha na porção Nordeste	Dissertação de Mestrado	Saraiva, 2008
Ambiente Pelágico	BTS	Apresentou uma síntese sobre os principais trabalhos relacionados à hidroquímica e ao plâncton	Livro	Lopes <i>et al.</i> 2009
Avaliação do impacto da dragagem sobre a associação fitoplanctônica do Porto de Aratu, Baía de Todos os Santos, Brasil.	Baía de Aratu	Descreveu o estado da arte dos estudos do fitoplâncton na região e avaliou os impactos da dragagem do Porto de Aratu sobre o fitoplâncton da Baía de Aratu	Artigo	Ferreira <i>et al.</i> , 2012
Influência do ciclo de maré na variação da estrutura da comunidade fitoplanctônica: Implicações para programas de biomonitoramento em ambientes estuarinos	Baía de Aratu	Comparou a estrutura da comunidade fitoplanctônica em entre duas estratégias de amostragem	Dissertação de Mestrado	Borges, 2014
A variabilidade da biomassa planctônica sob influência da sazonalidade e da dragagem do porto de Aratú, Baía de	Baía de Aratu	Mostrou a variabilidade temporal na biomassa do plâncton no porto de Aratu, em resposta à mudanças na qualidade de água.	Artigo	Forte Neto <i>et al.</i> , 2014

Tema	Região em que foi realizado	Informações importantes	Tipo de trabalho	Referência
Todos os Santos, Brasil.				
Variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica na Baía de Todos-os-Santos, em diferentes condições hidrológicas	Ao longo do gradiente do Rio Paraguaçu	Descreveu mudanças na distribuição espacial das espécies durante o período seco e chuvoso da BTS, refletindo em comunidades distintas	Monografia	Almeida, 2016
Variação espaço-temporal do fitoplâncton em Marés de sizígia na Baía de Todos os Santos, Salvador, Bahia, Brasil.	Entrada da BTS e entrada da Baía de Iguape.	Avaliou a influência dos fatores físico-químicos, aporte fluvial e precipitação na dinâmica da comunidade fitoplanctônica	Monografia	Neto, 2016

A partir do levantamento bibliográfico (Tabela 1), observou-se que a comunidade fitoplanctônica da BTS é dominada por fitoflagelados, pico- e nanoplanctônicos, e que na fração microfitoplanctônica predominam diatomáceas da classe Bacillariophyceae (LOPES *et al.*, 2008). Dentre as diatomáceas destaca-se o gênero *Coscinodiscus*, devido a sua alta frequência de ocorrência e elevada abundância registradas nos diferentes trabalhos desenvolvidos, chegando a representar até 70% do total da fração microfitoplanctônica (MAGALHÃES & BARBOSA, 2008; FERREIRA *et al.*, 2012). Dinophyceae (dinoflagelados) e Prymnesiophyceae (cocolitoforídeos) aparecem como os grupos mais abundantes depois das diatomáceas, seguidos pelos grupos das Cyanophyceae e das Chlorophyceae com menores representatividades (LOPES *et al.*, 2008). Alguns estudos realizados na região demonstraram que mudanças nas características oceanográficas locais, associadas a fatores como sazonalidade, refletiam alterações temporais na composição e biomassa da comunidade fitoplanctônica da BTS (MOLINARI *et al.*, 2007; FERREIRA, *et al.*, 2012; FORTE NETO *et Al.*, 2014).

Considerando a importância ambiental da Baía de Todos os Santos e a lacuna de conhecimento persistente sobre a composição e distribuição da comunidade fitoplanctônica nesse sistema, o presente estudo tem como objetivo caracterizar a composição do microfitoplâncton no setor nordeste da BTS, considerando as condições abióticas locais.

2. OBJETIVOS

Objetivo geral

Caracterizar a comunidade fitoplanctônica e as variáveis abióticas durante o período seco na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.

Objetivos específicos:

Identificar as espécies microfitoplanctônicas na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.

Caracterizar a composição e abundância do microfitoplâncton em transectos estabelecidos na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.

Analisar a variação espacial da abundância do microfitoplâncton em transectos horizontais, considerando as variáveis abióticas (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, transparência da água e material particulado em suspensão) na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A Baía de Todos os Santos (BTS) (Figura 1), localizada na região nordeste do Estado da Bahia, entre a latitude de 12°50' e a longitude de 38°38', é considerada a segunda maior baía do Brasil, com cerca de 1223 km² de extensão e profundidade média de 9,8 m (CIRANO & LESSA, 2007). O clima da região é tropical úmido, com temperatura média anual de 25,2° C e precipitação média anual de 2.100 mm. Sua bacia de drenagem é composta, principalmente, pelos rios Paraguaçu, Subaé e Jaguaribe, que juntos contribuem com uma descarga média de 120 m³/s no sistema (HATJE & ANDRADE, 2009).

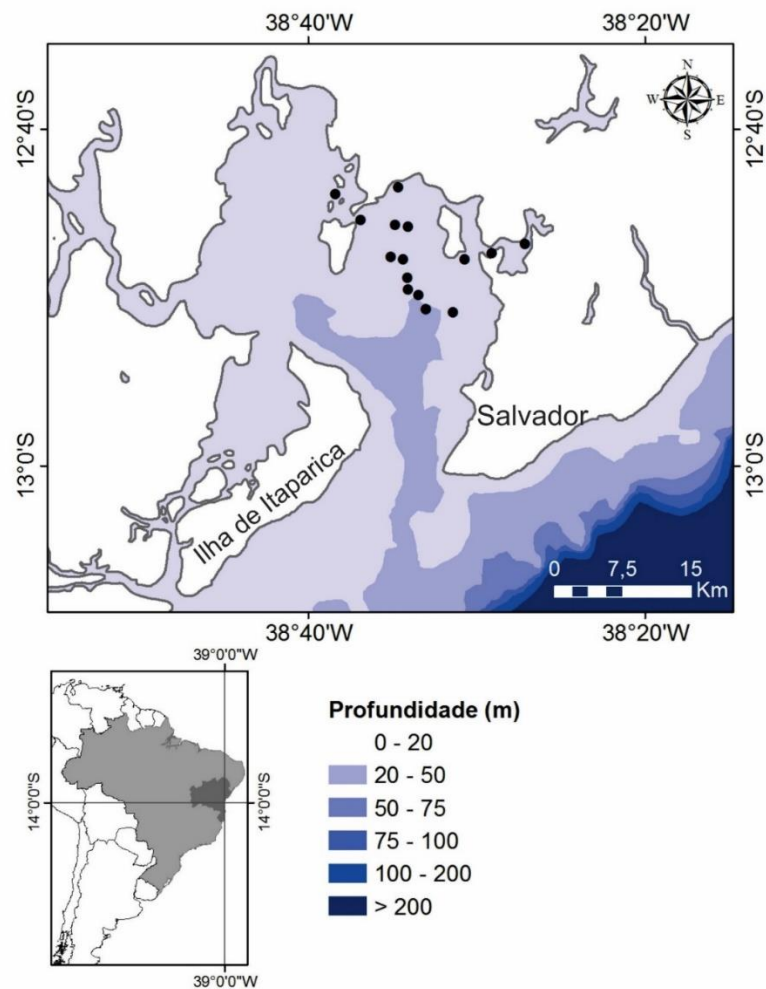


Figura 1. Mapa da Baía de Todos os Santos, com indicação dos pontos de coleta na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.

A circulação interna na BTS é forçada por marés, de regime semi-diurno (LESSA *et al.*, 2001). A contribuição fluvial média, inferior à forçante de maré, combinada com a ação dos ventos, favorece a condição de uma coluna d'água bem misturada e com características oceânicas (WOLGEMUTH *et al.*, 1981; HATJE & ANDRADE, 2009). Modificações no padrão de circulação nas camadas mais superficiais da coluna d'água, podem estar relacionadas a mudanças no padrão de circulação sazonal do vento, destacando-se seu cisalhamento como principal forçante nas camadas superiores da coluna d'água (LESSA *et al.*, 2001).

De acordo com Cirano & Lessa (2007), é possível determinar duas estações sazonais na BTS com base nas alterações de temperatura e salinidade, que geram a ocorrência de duas massas d'água distintas. Durante a estação seca (verão), quando ocorrem maiores valores de temperatura atmosférica e menor valor de precipitação (<150 mm), as águas internas da baía possuem propriedades oceânicas, sob influência da Água Tropical, caracterizada por temperaturas acima de 20° C e salinidade acima de 36, que adentrando a baía, condiciona temperaturas maiores do que na região costeira que a circunda. Durante a estação úmida (inverno), ocorrem menores valores de temperatura atmosférica e maior precipitação (>300 mm), quando predomina a Água Costeira na BTS, a massa d'água é caracterizada por temperaturas inferiores a 20°C e salinidade abaixo de 36 (LESSA *et al.*, 2009).

3.2 Desenho amostral

As amostras foram coletadas em setembro de 2016 (período seco), acompanhando a entrada da preamar, ao longo de quatro transectos horizontais na região nordeste da BTS: (1) 3 pontos próximos à região central da Baía; (2) 4 pontos na Baía de Aratu; (3) 4 pontos próximos à Enseada da Refinaria Landulfo Alves e (4) 4 pontos próximos à Ilha Maria da Guarda .

3.2.1 Variáveis abióticas

Para caracterização abiótica da área de estudos foram medidos *in situ* os valores de temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido (OD), utilizando-se uma sonda multi-parâmetros (Horiba®), além da transparência da água, utilizando-se um disco de Secchi. Para análise do material particulado em suspensão (MPS) as amostras foram

coletadas utilizando-se garrafa de Van Dorn e mantidas em frascos de vidro opaco de 4L até as respectivas análises.

Os dados de pluviosidade foram obtidos no *site* da SUDENE/INPE (<http://proclima.cptec.inpe.br>) considerando-se o período de 30 dias que precederam a amostragem.

3.2.2 Variáveis biológicas

As amostragens para estudos da composição do microfitoplâncton foram realizadas utilizando-se rede de plâncton com abertura de malha de 20 µm, por meio de arrastos horizontais de 5 minutos de duração, em cada ponto dos transectos. As amostras para análise quantitativa do fitoplâncton foram coletadas, em subsuperfície, utilizando-se garrafa de Van Dorn.

As amostras de rede (200 mL) e as amostras de garrafa (500 mL), foram armazenadas em frascos escuros de polietileno, fixadas com lugol (1%).

3.3 Processamento

3.3.1 Amostras ambientais

O processamento das amostras de MPS deu-se através da homogeneização e filtração do material coletado, com a utilização de bomba à vácuo, utilizando-se filtros GF/F de 40 µm de poro, previamente calcinados e pesados. Após o processamento em campo, os filtros envolvidos em papel alumínio, foram acondicionados no freezer até o momento das análises. No laboratório de Geociências da Universidade Federal da Bahia, os filtros de MPS foram analisados pelo método gravimétrico em balança analítica e o resultado final calculado em mg/L.

3.3.2 Amostras do fitoplâncton

A identificação das espécies foi realizada por meio de observações de lâminas em diferentes aumentos (100x, 200x, 400x e 1000x), ao microscópio direto com sistema de captura de imagem (Olympus CX31). Para identificação das espécies foi utilizada bibliografia especializada (i.e. Cupp, 1943; Balech, 1988; Tomas, 1997; Throndsen *et al.*, 2007) e posteriormente, foi realizada uma revisão taxonômica, com base na lista de

espécies da Flora do Brasil (Flora do Brasil 2020 em construção) e na plataforma *online* Algae Base (GUIRY & GUIRY, 2017).

A análise quantitativa do fitoplâncton, para determinação das densidades celulares (cel.L^{-1}), foi realizada em volumes de 100mL de cada amostra em câmaras de sedimentação, realizando-se a contagem de todas as células com tamanho maior ou igual a 20 μm , em todo o fundo da câmara, ao microscópio invertido (Motic AE 2000), com aumento de 200x ou 400x, segundo método de Utermöhl (1958).

Alíquotas de cada amostra analisada foram armazenadas em *eppendorffs* (2mL) para compor a coleção líquida de microalgas do Herbário Alexandre Leal Costa (ALCB), do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia.

3.4 Análises de dados

Os valores dos parâmetros ambientais foram analisados por meio do teste de Kruskal-Wallis, após verificação do não atendimento de normalidade, seguido do teste de comparação múltipla de valores p ($=0,05$) para verificar a ocorrência de diferenças significativas das variáveis ambientais entre os transectos de amostragem.

A estrutura da comunidade foi analisada usando as métricas ecológicas: riqueza de espécies (S), diversidade de Shannon (H') e equabilidade de Pielou (J'), considerando a composição e densidade celular (cel.L^{-1}) em cada ponto de coleta.

A fim de avaliar a relação entre o microfitoplâncton e as variáveis ambientais foi aplicado uma análise de correspondência canônica (CCA), a partir da matriz de táxons mais abundantes ne os dados das variáveis ambientais de cada transecto.

Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software Bioestat® versão 5.0 e a confecção dos gráficos realizada utilizando-se o *software* Past® versão 3.16.

4. RESULTADOS

4.1 Variáveis abióticas

Considerando os 30 dias anteriores ao período da coleta, foi registrado um volume de chuva acumulado de 122,29 mm com média de precipitação diária de 3,82mm (Figura 2).

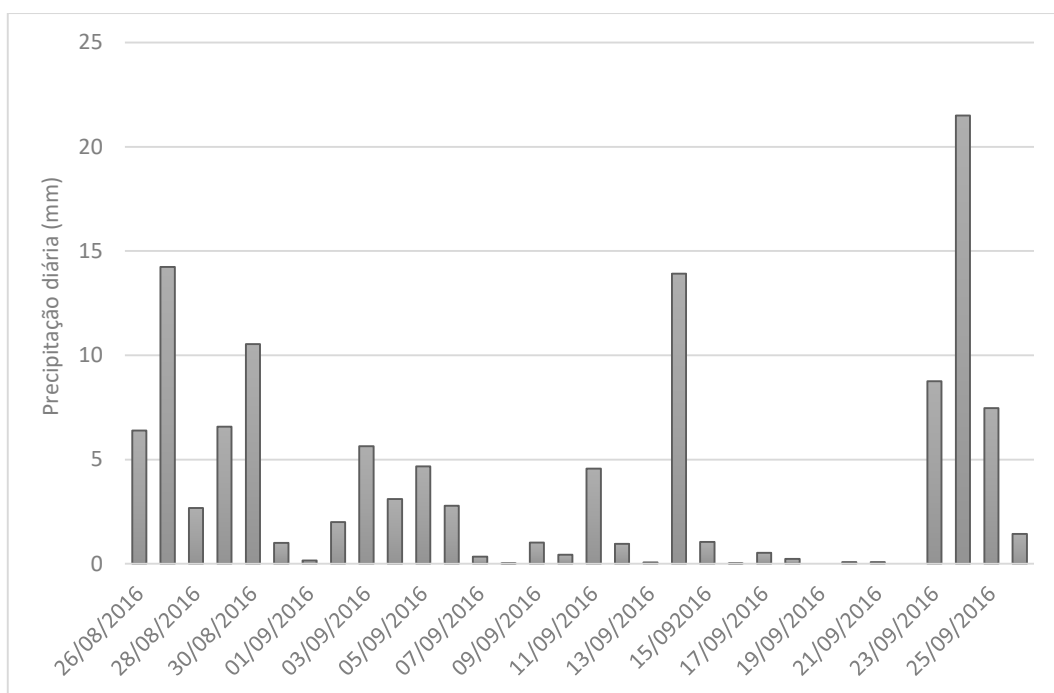


Figura 2. Gráfico de precipitação diária nos 30 dias anteriores à coleta das amostras (26/09/2016) no Município de Salvador, Bahia.

Os valores de temperatura apresentaram uma amplitude de variação de 1,2°C, com valor mínimo de 26,9°C e valor máximo de 28,1°C, ambos registrados no transecto 2 (Figura 3). Não foram encontradas diferenças significativas de temperatura entre os transectos ($p=0,21$). As médias de temperatura registradas foram: 27,6°C ($\pm 0,1^\circ\text{C}$) no transecto 1, 27,3°C ($\pm 0,5^\circ\text{C}$) no transecto 2; 27,2°C ($\pm 0,1^\circ\text{C}$) no transecto 3; e 27,2°C ($\pm 0,2^\circ\text{C}$) no transecto 4.

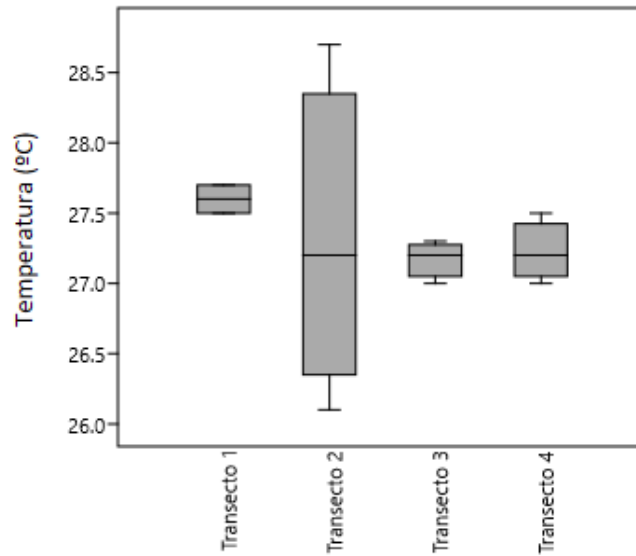


Figura 3. Representação gráfica de variação da temperatura nos transectos de amostragem (| valores mínimos e máximos) nos 4 transectos de coleta na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.

Os valores de salinidade (Figura 4) variaram de 33 (transecto 3) à 36 (transectos 2, 3 e 4), As maiores médias foram registradas no transecto 4 ($35,8 \pm 0,25$) e as menores no transecto 3 ($34,7 \pm 1,25$). Não foram identificadas variações significativas de salinidade entre os transectos ($p = 0,14$).

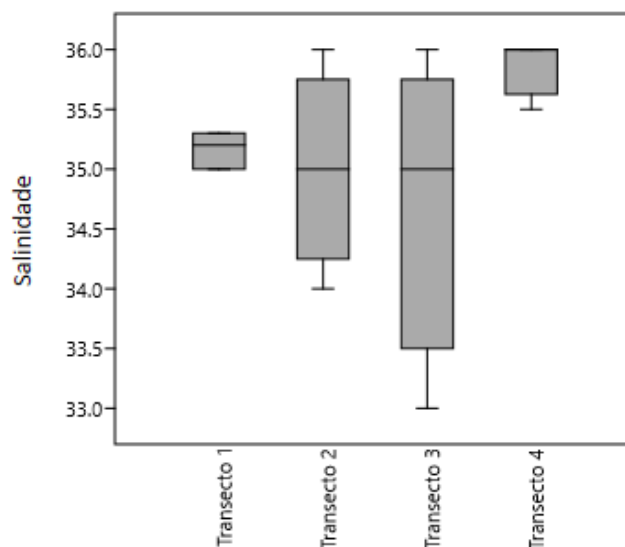


Figura 4. Representação gráfica de variação da salinidade nos transectos de amostragem (┌┐ valores mínimos e máximos) nos 4 transectos de coleta na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.

Foi possível observar o aumento do pH do transecto 1 ao transecto 4 (Figura 5). Os valores de pH variaram entre 8,0 (transecto 1) e 8,5 (transecto 2), apresentando diferenças significativas ($p=0,0061$) entre os transectos. O transecto 1 apresentou um menor valor médio de pH ($8,04 \pm 0,05$) e o transecto 4 apresentou um maior valor médio de pH ($8,5 \pm 0,01$).

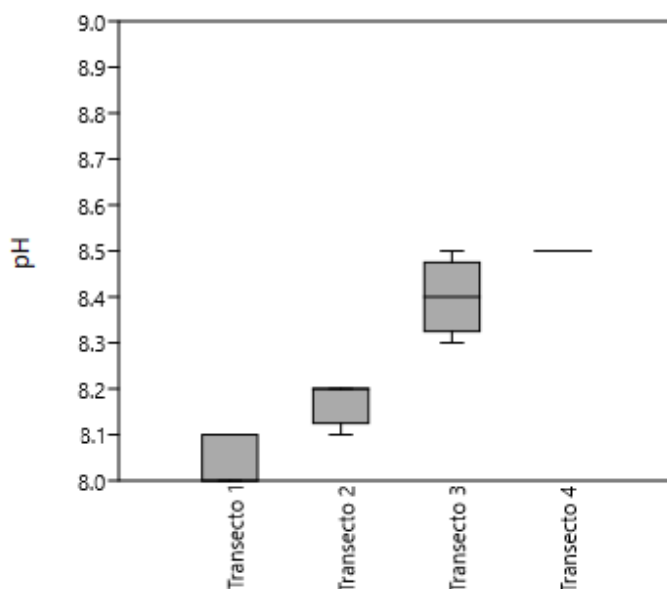


Figura 5. Representação gráfica de variação do pH nos transectos de amostragem (┌┐ valores mínimos e máximos) nos 4 transectos de coleta na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.

A transparência da água variou de 1,5 m no transecto 2 até a profundidade máxima de 7 m no transecto 1. A maior variação entre os pontos foi registrada no transecto 2, com amplitude de 5,5 m (Figura 6). Não foram encontradas diferenças significativas para a transparência da água entre os 4 transectos ($p=0,72$).

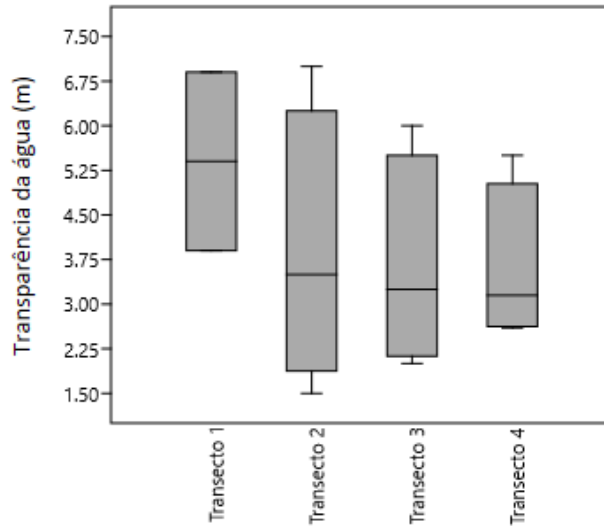


Figura 6. Representação gráfica de variação da transparência da água (m) nos transectos de amostragem (| | valores mínimos e máximos) nos 4 transectos de coleta na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.

A variação da concentração de oxigênio dissolvido (Figura 7) foi de 7,1 mg/L (transecto 2) a 8 mg/L (transecto 3). Foram registradas diferenças significativas ($p=0,006$) entre os transectos amostrados.

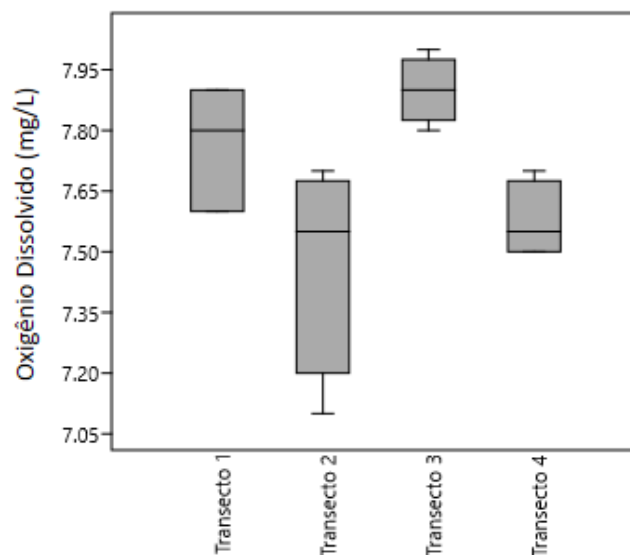


Figura 7. Representação gráfica da concentração de OD (mg/L) entre os transectos 1 a 4 (| | valores máximos e mínimos) nos 4 transectos de coleta na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.

Devido a dificuldades logística em campo, o MPS foi analisado apenas nos transectos 2, 3 e 4 (Figura 8). A maior amplitude de variação da concentração de MPS foi de 16,22 mg/L registrado no transecto 2, com valor mínimo de 6,26 mg/L e valor máximo de 22,48mg/L. Não foram registradas diferenças significativa ($p=0,77$) nas concentrações do MPS entre os transectos.

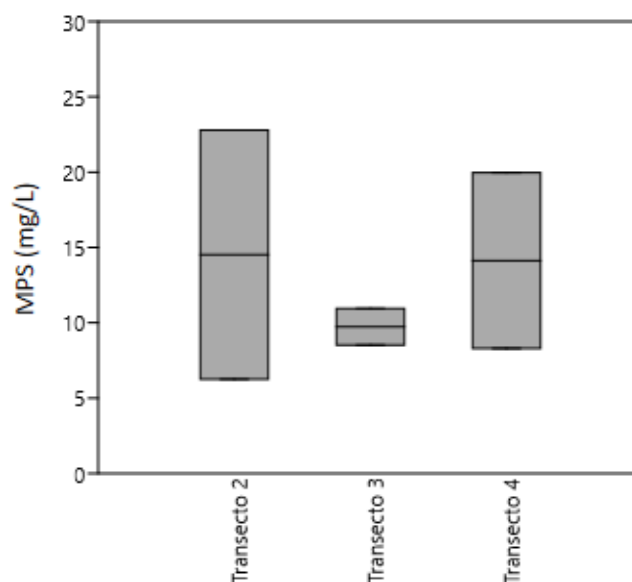


Figura 8. Representação gráfica dos valores de MPS (mg/L) (|—| valores mínimos e máximos) nos 3 transectos de coleta na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.

4.2 Comunidade fitoplanctônica

Foram identificados um total de 116 táxons, dentre os quais, 67 pertencentes a classe Bacillariophyceae, 32 a classe Dinophyceae, 4 a classe Cyanophyceae, 4 a classe Euglenophyceae, 3 a classe Coccolithophyceae, 2 a classe Chlorophyceae e um táxon em cada uma das classes: Chrysophyceae, Conjugatophyceae, Dictyochophyceae e Prymnesiophyceae (Tabela 2). Dos grupos menos representativos, o das cianobactérias foi o único cuja presença foi registrada exclusivamente nas amostras de rede.

Tabela 2 – Inventário florístico dos táxons identificados nos transectos horizontais do setor nordeste da BTS (*x = presença, T = transecto).

Táxons	T1	T2	T3	T4
Bacillariophyceae				
Achnantheaceae				
<i>Achnanthes</i> sp.		X		
Bacillariaceae				
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson		X	X	X
<i>Bacillaria cf socialis</i> (Gregory) Ralfs		X	X	X
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin	X	X	X	X
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs		X	X	X
<i>Nitzschia cf. reversa</i> W. Smith		X	X	X
<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow	X	X	X	X
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith		X		X
<i>Nitzschia</i> sp.		X	X	X
<i>Tryblionella cf acuminata</i> W. Smith	X	X	X	X
Biddulphiaceae				
<i>Biddulphia biddulphiana</i> (J.E.Smith) Boyer				X
Catenulaceae				
<i>Amphora</i> sp.		X		
Chaetocerotaceae				
<i>Chaetoceros</i> sp.		X		
Climacospheniaceae				
<i>Climacosphenia monilifera</i> Ehrenberg				
Cocconeidaceae				
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg		X		X
<i>Cocconeis</i> sp.				X
Coscinodiscaceae				
<i>Coscinodiscus wailesii</i> Gran & Angst	X	X	X	X
<i>Coscinodiscus</i> sp.1	X	X	X	X
<i>Coscinodiscus</i> sp. 2	X	X		X
<i>Palmerina hardmaniana</i> G.R.Hasle			X	
Corethraceae				
<i>Corethron criophilum</i> Castracane		X		
Cymbellaceae				
<i>Cymbella</i> sp.	X		X	
Diadesmidaceae				
<i>Diadesmis</i> sp.				X
Diploneidaceae				
<i>Diploneis interrupta</i> (Kütz.) Cleve	X	X	X	X
<i>Diploneis didyma</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	X	X		
Fragilariaceae				
<i>Podocystis adriatica</i> (Kützing) Ralfs				X
<i>Synedra</i> sp.	X	X	X	X

Táxons	T1	T2	T3	T4
Grammatophoraceae				
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngbye) Kützing	X			X
<i>Grammatophora</i> sp.				X
Isthmiaceae				
<i>Isthmia cf japonica</i> (Castracane) Sournia	X	X		X
Leptocylindraceae				
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve				X
Lyrellaceae				
<i>Lyrella hennedyi</i> (W.Smith) Stickle & D.G.Mann		X	X	X
<i>Lyrella lyra</i> (Ehrenberg) Karajeva	X	X	X	
Lithodesmiaceae				
<i>Tropidoneis</i> sp.			X	
Mastogloiaceae				
<i>Mastogloia</i> sp.		X	X	X
Melosiraceae				
<i>Melosira nummuloides</i> C.Agardh		X		
Naviculaceae				
<i>Gyrosigma angulatum</i> (Quekett) Griffith & Henfrey		X	X	
<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst	X	X	X	X
<i>Gyrosigma littorale</i> (W.Smith) Griffith & Henfrey		X	X	X
<i>Gyrosigma</i> sp.	X	X	X	X
<i>Haslea</i> sp.		X	X	
<i>Navicula bicapitata</i> O'Meara	X	X	X	X
<i>Navicula directa</i> (W.Smith) Ralfs	X	X	X	X
<i>Navicula</i> sp.	X	X	X	X
<i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve	X	X	X	X
<i>Trachyneis</i> sp.		X	X	X
Paraliaceae				
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	X	X	X	X
Pinnulariaceae				
<i>Pinnularia</i> sp.		X		X
Plagiotropidaceae				
<i>Manguinea</i> sp.		X		
<i>Meuniera membranacea</i> (Cleve) P.C.Silva	X	X	X	X
Pleurosigmataceae				
<i>Donkinia</i> sp.	X			
<i>Pleurosigma angulatum</i> (J.T.Quekett) W.Smith		X	X	X
<i>Pleurosigma cf affine</i> Grunow	X	X	X	X
<i>Pleurosigma formosum</i> W.Smith		X	X	X
<i>Pleurosigma normanii</i> Ralfs	X	X	X	X
<i>Pleurosigma</i> sp.		X	X	X
Rhizosoleniaceae				
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H.Peragallo		X	X	X
<i>Rhizosolenia alata</i> Brightwell		X		
<i>Rhizosolenia decipiens</i> B.G.Sundström				X

Táxons	T1	T2	T3	T4
<i>Rhizosolenia robusta</i> G.Norman ex Ralfs	X	X		
<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia</i> sp.		X		
Stephanodiscaceae				
<i>Cyclotella striata</i> (Kützing) Grunow		X	X	X
Surirellaceae				
<i>Surirella fastuosa</i> (Ehrenberg) Ehrenberg		X		X
<i>Surirella gemma</i> (Ehrenberg) Kützing		X	X	
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg			X	
Ulnariaceae				
<i>Bleakeleya notata</i> (Grunow) Round				X
Coccolithophyceae				
Stephanolithiaceae				
<i>Calciosolenia murrayi</i> Gran	X			
Syracosphaeraceae				
<i>Syracosphaera prolongata</i> Gran ex Lohmann	X			
<i>Syracosphaera</i> sp.			X	X
Chlorophyceae				
Chlamydomonadaceae				
<i>Chlamydomonas</i> sp.	X			
Scenedesmaceae				
<i>Desmodesmus</i> sp.		X	X	
Chrysophyceae				
Dinobryaceae				
<i>Kephyrion</i> sp.		X		
Conjugatophyceae				
Closteriaceae				
<i>Closterium</i> sp.			X	
Cyanophyceae				
Gomontiellaceae				
<i>Komvophoron schmidlei</i> (Jaag) Anagnostidis & Komárek			X	X
Merismopediaceae				
<i>Merismopedia</i> sp.			X	X
Oscillatoriaceae				
<i>Oscillatoria</i> sp.				X
Pseudoanabaenaceae				
<i>Pseudoanabaena</i> sp.	X			X
Dictyochophyceae				
Dictyochaceae				
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg			X	
Dinophyceae				
Brachidiniaceae				
<i>Karenia brevis</i> (C.C.Davis) Gert Hansen & Ø.Moestrup		X	X	X
Ceratiaceae				
<i>Ceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Gómez	X	X	X	X

Táxons	T1	T2	T3	T4
<i>Ceratium pentagonum</i> Gourret		X		
<i>Ceratium</i> sp.1		X		
<i>Ceratium</i> sp. 2		X		
<i>Tripos furca</i> (Ehrenberg) F.Gómez		X		
<i>Tripos fusus</i> (Ehrenberg) F.Gómez		X		
<i>Tripos hircus</i> (Schröder) F.Gómez		X		
<i>Tripos macroceros</i> (Ehrenberg) F.Gómez		X		
Dinophysaceae				
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent		X		
<i>Dinophysis</i> sp.				X
Gymnodiniaceae				
<i>Akashiwo sanguinea</i> (K.Hirasaka) G.Hansen & Moestrup		X		
<i>Gymnodinium</i> sp.			X	
<i>Gyrodinium</i> cf. <i>spirale</i> (Bergh) Kofoid & Swezy		X	X	X
<i>Gyrodinium</i> sp.1		X	X	X
<i>Gyrodinium</i> sp.2		X		
<i>Gyrodinium</i> sp.3		X		
Goniodomataceae				
<i>Ostreopsis</i> sp.				
Oxytoxaceae				
<i>Oxytoxum</i> sp	X	X		X
Peridiniaceae				
<i>Peridinium</i> sp.			X	
Proocentraceae				
<i>Proocentrum compressum</i> (J.W.Bailey) Abé ex J.D.Dodge	X	X	X	X
<i>Proocentrum micans</i> Ehrenberg	X	X	X	X
<i>Proocentrum gracile</i> Schütt	X	X	X	X
<i>Proocentrum</i> cf. <i>rhathymum</i> A.R.Loeblich III, Sherley & Schmidt	X	X		X
Proto-peridiniaceae				
<i>Proto-peridinium</i> cf. <i>brevipes</i> (Paulsen) Balech	X			
<i>Proto-peridinium</i> cf. <i>conicum</i> (Gran) Balech	X	X		
<i>Proto-peridinium</i> cf. <i>pentagonum</i> (Gran) Balech		X	X	
<i>Proto-peridinium</i> cf. <i>steinii</i> (Jørgensen) Balech	X	X		
<i>Proto-peridinium</i> sp. 1	X	X	X	X
<i>Proto-peridinium</i> sp. 2		X		
Thoracosphaeraceae				
<i>Scrippsiella</i> sp.	X	X	X	X
Tovelliaceae				
<i>Katodinium</i> sp.				X
Euglenophyceae				
Euglenaceae				
<i>Euglena</i> sp.1	X	X	X	X
<i>Euglena</i> sp.2			X	
Eutreptiaceae				
<i>Eutreptia</i> sp.	X	X		X

Táxons	T1	T2	T3	T4
Phacaceae				
<i>Phacus</i> sp.			X	X
Prymnesiophyceae				
Noelaerhabdaceae				
<i>Emiliana huxleyi</i> (Lohmann) W.W.Hay & H.P.Mohler	X	X	X	X

A partir da análise quantitativa do microfitoplâncton, observou-se que as diatomáceas foi o grupo mais representativo e, em 3 dos 4 transectos analisados (Figura 9), sua abundância representou mais de 80% da composição da comunidade.

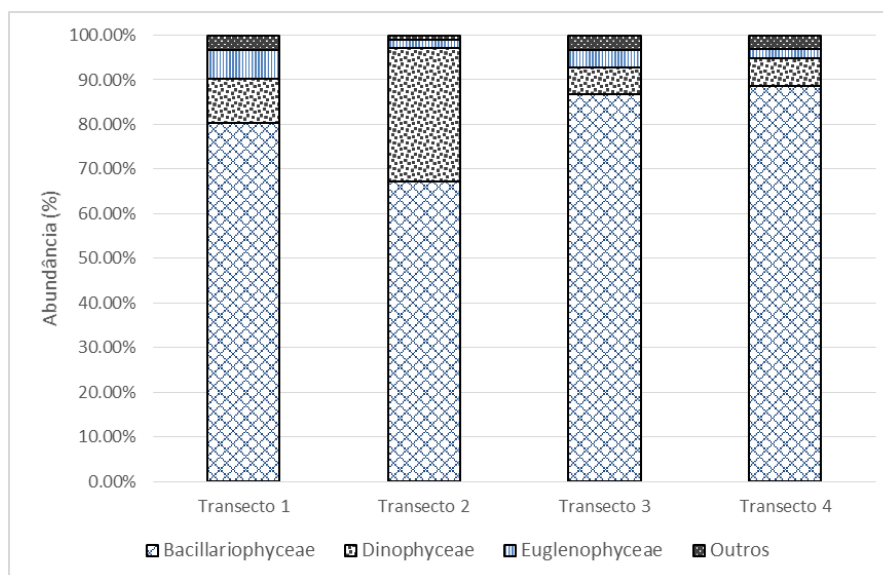


Figura 9. Representação gráfica da contribuição (%) de cada grupo taxonômico do microfitoplâncton nos 4 transectos de coleta na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.

Os táxons *Cymbella* sp. (2454,8 cel.L⁻¹), *Coscinodiscus wailesii* (1713,15 cel.L⁻¹), *Gyrosigma* sp. (792,01 cel.L⁻¹) e *Pleurosigma* cf. *affine* (452,24 cel.L⁻¹) (Figura 10), foram os que apresentaram maiores densidades celulares na área estudada. Os dinoflagelados apresentaram a segunda maior densidade celular e teve como principais representantes os táxons *Ceratium trichoceros* (857,43 cel.L⁻¹) e *Prorocentrum micans* (354,68 cel.L⁻¹) (Figura 11).

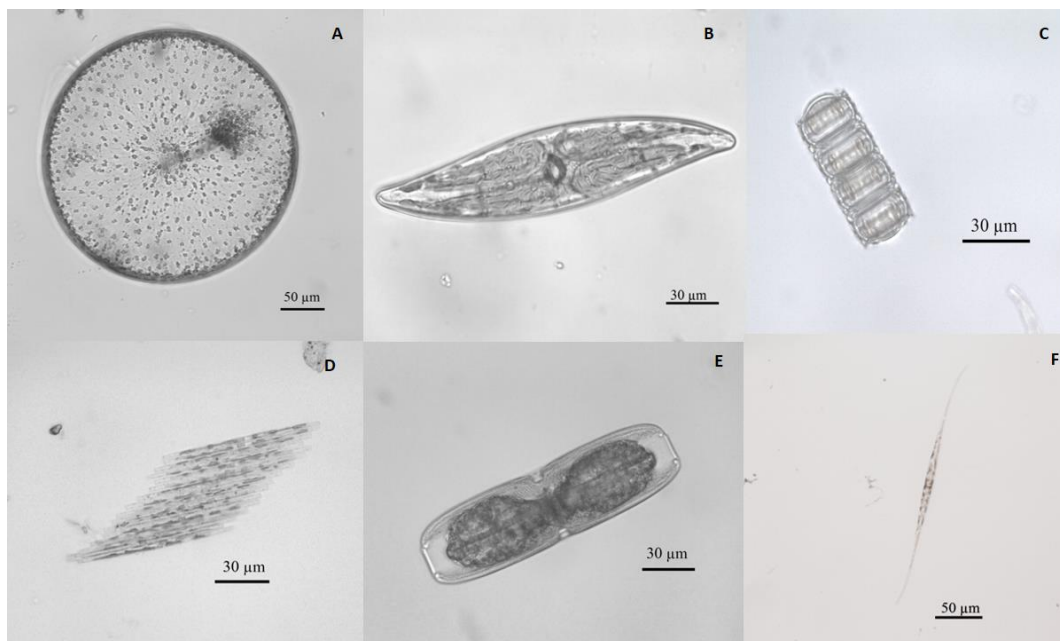


Figura 10. Diatomáceas mais abundantes nos 4 transectos de coleta na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia. (A) *Coscinodiscus wailesii*, (B) *Gyrosigma* sp., (C) *Paralia sulcata*, (D) *Bacillaria paxillifera*, (E) *Trachyneis aspera* e (F) *Nitzschia* sp.



Figura 11. Dinoflagelados mais abundantes nos 4 transectos de coleta na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia. (A) *Ceratium trichoceros*, (B) *Prorocentrum micans*, (C) *Gyrodinium* cf. *spirale*, (D) *Prorocentrum gracile*, (E) *Akashiwo sanguinea* e (F) *Protoperidinium* cf. *steinii*.

Os valores de densidade celular do microfitoplâncton decresceram do transecto 1 ao 4 (Figura 12). O transecto 1 foi o que apresentou maiores densidades (cel.L^{-1}) dentre os transectos analisados. Para todos os transectos, as diatomáceas apresentaram as maiores abundâncias em relação aos demais grupos taxonômicos. Foram registradas diferenças significativas da densidade celular fitoplanctônica entre os transectos 1 e 2 ($p=0,0019$).

A espécie *Coscinodiscus wailesii* teve 100% de frequência de ocorrência nas amostras coletadas, com densidades de $1019,3 \text{ cel.L}^{-1}$ (Transecto 1), $573,2 \text{ cel.L}^{-1}$ (Transecto 2), $3650,1 \text{ cel.L}^{-1}$ (Transecto 3) e 1646 cel.L^{-1} (Transecto 4), sendo assim a diatomácea com maior densidade, considerando os 4 transectos analisados.

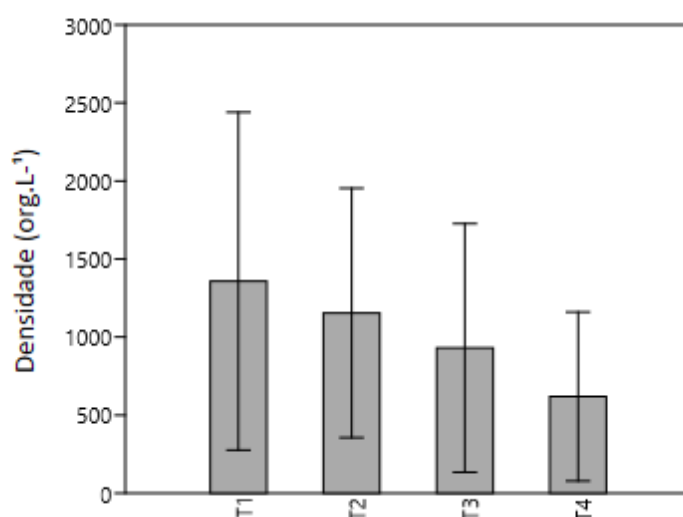


Figura 12. Representação gráfica da densidade (cel.L^{-1}) do microfitoplâncton nos 4 transectos de coleta na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia (| | valores mínimos e máximos).

As maiores riquezas (56 táxons) e diversidades ($3,14 \text{ bits.cel}^{-1}$) foram registradas no transecto 2, e as menores (33 táxons e $1,264 \text{ bits.cel}^{-1}$) foram registradas para o transecto 1. No transecto 1 também foi observado o menor valor de equabilidade ($J=36$), condicionado pela maior abundância do táxon *Cymbella* sp., que representou cerca de 60% da densidade total registrada neste transecto.

Tabela 3 – Índices ecológicos: Riqueza (S), Diversidade de Shannon (H' - bits.cél⁻¹) e Equabilidade de Pielou (J') da comunidade microfitoplancônica nos 4 transectos de coleta na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia.

Local	S	H'	J'
Transecto 1	33	1,26	0,36
Transecto 2	56	3,14	0,78
Transecto 3	48	2,66	0,68
Transecto 4	50	3,13	0,80

A análise de correspondência canônica (CCA) explicou, por meio dos dois primeiros eixos, 94% da variância. O eixo 1 explicou 55% da variância e representou as maiores correlações com as variáveis abióticas: OD, temperatura e transparência da água (Tabela 4) e com os táxons: *Cymbella* sp., *Prorocentrum micans*, *Navicula bicapitata*, *Euglena* sp.1 e *Eutreptia* sp. O eixo 2 explicou 38% da variância e representou as maiores correlações com as variáveis abióticas: pH, salinidade e MPS (Tabela 4) e com os táxons: *Nitzschia lorenziana*, *Coscinodiscus wailesii*, *Coscinodiscus* sp.2, *Diploneis interrupta*, *Gyrosigma* sp., *Navicula* sp., *Paralia sulcata*, *Pleurosigma formosum*, *Pleurosigma normanii* e *Emiliana huxleyi*.

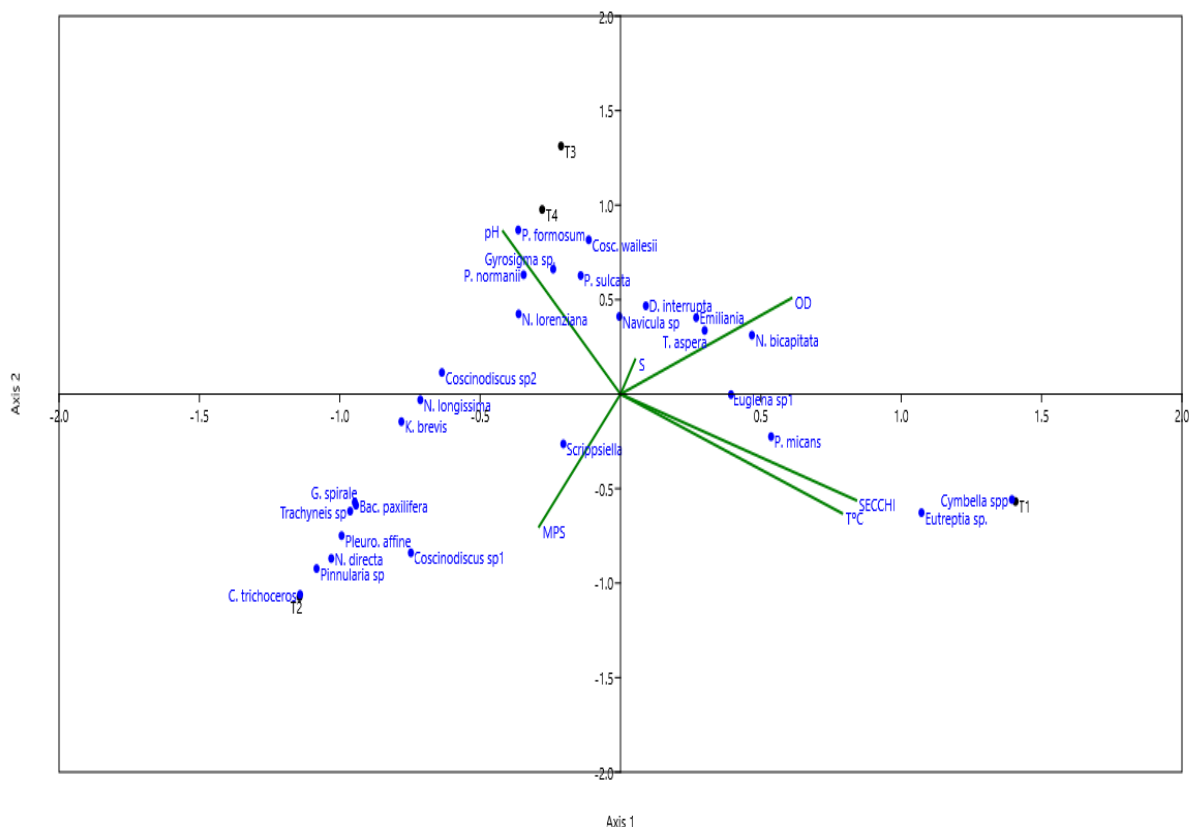


Figura 13. Análise de correspondência canônica (CCA) aplicada às espécies de maior abundância e às variáveis ambientais nos 4 transectos de coleta na região nordeste da Baía de Todos os Santos, Bahia (T = Transecto).

Observou-se a ordenação dos transectos 3 e 4 em função dos valores de pH e dos táxons: *Coscinodiscus wailesii*, *Paralia sulcata*, *Gyrosigma* sp., *Navicula* sp., *Pleurosigma formosum*, *Pleurosigma normanii* e *Nitzschia lorenziana*, que foram os que apresentaram maiores densidades nesses transectos. Para o transecto 2, o MPS foi a variável ambiental de maior correlação, bem como os táxons: *Gyrodinium* cf. *spirale*, *Bacillaria paxillifera*, *Trachyneis* sp., *Pleurosigma* cf. *affine*, *Navicula directa*, *Coscinodiscus* sp.1, *Pinnularia* sp. e *Ceratium trichoceros*. Ao passo que, o transecto 1 apresentou a maior correlação com as variáveis abióticas: temperatura e transparência da água e os táxons: *Cymbella* sp., *Eutreptia* sp., *Prorocentrum micans* e *Euglena* sp.1.

Tabela 4 – Coeficientes de correlação entre as variáveis abióticas e os dois primeiros eixos de ordenação da análise de correspondência canônica.

Variáveis abióticas	Eixo 1	Eixo 2
Temperatura	0.789192	-0.63022
Salinidade	0.051852	0.181744
pH	-0.41881	0.860832
Oxigênio dissolvido (OD)	0.608949	0.507157
Transparência da água	0.839421	-0.56131
Material particulado em suspensão	-0.29029	-0.70057

5. DISCUSSÃO

5.1 Dados abióticos

De acordo com estudos realizados na região Nordeste do Brasil, a variação dos parâmetros ambientais em ambientes estuarinos estão condicionadas às mudanças dos fatores climatológicos tais como precipitação, que por sua vez, podem influenciar na distribuição e abundância do fitoplâncton, e o movimento periódico das marés, que atua na distribuição dos parâmetros hidrológicos e biológicos (BASTOS *et al.*, 2005). Durante o período de amostragem na BTS, a pluviosidade esteve abaixo da média histórica para o período seco. Segundo o boletim meteorológico anual do INMET, essa condição pode estar relacionada com o fenômeno *El Niño*, iniciado no ano de 2015 e que persistiu no ano de 2016, causando anomalias na temperatura e precipitação. Como consequência das alterações meteorológicas, a região Nordeste do Brasil apresentou um volume de chuva abaixo da média histórica climatológica (135,9mm) em comparação com o período de 1981-2010.

Além da precipitação, fatores como o regime de maré, temperatura e salinidade são elementos condicionantes para o desenvolvimento das comunidades fitoplanctônicas e estabelecimento das espécies em ambientes estuarinos (SILVA *et al.*, 2005; AZEVEDO *et al.*, 2008). Considerando os valores de temperatura e salinidade apresentados por Cirano & Lessa (2007), seria esperado que no período de coleta fossem registradas características de uma massa d'água mais quente e salina do que os valores registrados nos transectos amostrados, compatíveis com a estação "seca" da BTS. Deve-se considerar no entanto que, apesar dos baixos volumes de precipitação no período, as chuvas que precederam a data da coleta, podem ter contribuído com as condições de menores salinidades e temperaturas registradas.

O aumento gradual do pH do transecto 1 ao transecto 4, coincidindo com a diminuição da transparência da coluna d'água, nesse mesmo sentido, podem estar relacionados, por exemplo, às condições de maiores concentrações de MPS, dado que condições mais alcalinas, associadas a uma menor transparência da coluna d'água, podem ser um indicativo de baixo processo de decomposição da matéria orgânica na região (GREGO *et al.*, 2009).

5.2 Fitoplâncton

De acordo com os estudos realizados anteriormente na BTS (MOLINARI *et al.*, 2007; MAGALHÃES & BARBOSA, 2008; LOPES *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2012), as diatomáceas constituem o principal grupo do microfitoplâncton, ocorrendo em altas abundâncias nos diversos setores da baía. Segundo Lopes *et al.* (2009) as diatomáceas podem ser mais abundantes, especialmente durante os meses de inverno na BTS, e esse fato pode estar associado à fatores como o aumento da intensidade dos ventos, gerando turbulência na coluna d'água, o que favorece a ressuspensão destes organismos na coluna d'água (GOSHAL *et al.*, 2000).

Os valores de diversidade (H') registrados nos quatro transectos, foram semelhantes ao registrado por Magalhães & Barbosa (2008) na região norte da BTS, do mesmo modo que o observado ao comparar-se os dados de diversidade desse estudo com outros sistemas estuarinos tropicais (Tabela 5).

Tabela 5 – Comparativo entre os índices de Shannon (bits.cel^{-1}) registrados nos transectos de estudo, com o de outros sistemas estuarinos tropicais brasileiros.

Local	H' (bits.cel^{-1})	Referência
Nordeste da BTS (BA)	1,26 - 3,14	Este trabalho
Baía de Tamandaré (PE)	1,25 à 3,70	Silva <i>et al.</i> , 2005
Estuário de Cananéia (SP)	2,51 - 3,23	Matta & Flynn, 2008
Norte da BTS (BA)	1,20 - 3,95	Magalhães & Barbosa, 2008
Estuário do Rio Formoso (PE)	0,89 - 3,91	Silva <i>et al.</i> , 2009
Baía de Guanabara (RJ)	1,80 - 3,90	Villac & Tenenbaum, 2010

A espécie *Coscinodiscus wailesii*, a mais abundante entre os táxons identificados em todos os quatro transectos, é uma espécie marinha invasora nos sistemas costeiros brasileiros, que frequentemente tem sido registrada em altas concentrações, com densidades que chegam a representar até 90% da abundância do microfitoplâncton em algumas regiões (TALGATTI *et al.*, 2010). De acordo com Castro & Moser (2010), esta espécie é considerada potencialmente nociva, devido a sua capacidade de produzir elevada biomassa, podendo causar danos à peixes e invertebrados marinhos, além de provocar alterações estéticas na coluna d'água pela intensa produção de mucilagem.

Outras espécies consideradas potencialmente nocivas identificadas na área de estudos, como *Akashiwo sanguinea*, foi anteriormente relatada na BTS como a espécie formadora de uma floração que provocou a mortandade de toneladas de pescado, em função da elevada densidade celular que promoveu depleção do oxigênio na coluna d'água (SARAIVA, 2008; SOUZA *et al.*, 2008). As espécies potencialmente nocivas: *Karenia Brevis*, *Ceratium fusus*, *Gymnodinium sp.* e *Dinophysis caudata*, também identificadas no presente estudo (assim como as anteriormente citadas) ocorreram em baixas densidades, a princípio não indicando riscos iminentes na área, no entanto é importante levar em conta que, mudanças repentinas nas condições abióticas do sistema podem ser favoráveis à uma floração (SARAIVA, 2008; SOUZA, 2008, AFFE *et al.*, 2016).

De maneira geral, a composição do microfitoplâncton na região nordeste da BTS demonstrou elevadas riqueza e diversidade da comunidade microfitoplanctônica, em função das condições de uma coluna d'água bem misturada, representada pela homogeneidade das variáveis abióticas, que não variaram significativamente entre os transectos.

6. CONCLUSÕES

As variáveis abióticas na região nordeste da BTS representaram condições diferentes do esperado, com maiores temperaturas e menor precipitação pluviométrica, do que o geralmente registrado no período seco.

A comunidade microfitoplanctônica na região apresentou o padrão típico, registrado em ambientes estuarinos tropicais, com elevada diversidade, maior riqueza e abundância de diatomáceas, seguidas pelos dinoflagelados.

A espécie *Coscinodiscus wailesii* foi a que apresentou as maiores densidades. E, considerando sua capacidade de desenvolver elevada biomassa, além da produção de mucilagem, destaca-se a importância de seu estudo na BTS.

A ocorrência das espécies potencialmente nocivas aqui identificadas, apesar das baixas densidades em que ocorreram, são importantes indicativos da relevância desse tipo de estudo de caracterização da composição da comunidade, uma vez que pode servir como base para iniciativas de monitoramento, especialmente considerando a enorme importância da BTS em termos ecológicos e econômicos para a Bahia.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFFE, HELEN MICHELLE J., CAIRES, TAIARA A, DA SILVA, EDUARDO M, & NUNES, JOSÉ MARCOS C. *Floración de Trichodesmium erythraeum en la región costera tropical de Brasil*. Revista de biología marina y oceanografía, 51(1), 175-179. (2016).
- ALMEIDA, A. S. C. *Variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica na Baía de Todos-os-Santos, em diferentes condições hidrológicas*. 2015. 50p. Monografia. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2015.
- AZEVEDO, A. C. G.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. *Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil*. Acta Bot. Bras. vol.22, n.3, pp.870-877. 2008.
- BALECH, E. *Los dinoflagelados dell atlántico sudoccidental*. Madri: Instituto Español de Oceanografía. 219p. (Publicaciones especiales) 1988.
- BASTOS, R. B.; FEITOSA, F. A. N. & MUNIZ, K. *Variabilidade espaço temporal da biomassa fitoplanctônica e hidrologia no estuário do rio Una (Pernambuco - Brasil)*. Tropical Oceanography 33. 2005.
- BORGES, R. C. *Influência do ciclo de maré na variação da estrutura da comunidade fitoplanctônica: implicações para programas de biomonitoramento em ambientes estuarinos*. 2014. 47p. Dissertação (mestrado). Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, 2014.
- BRIERLEY, A. S. *Plankton*. Current Biology Magazine 27, Scottish Oceans Institute, School of Biology, p478-483, Jun. 2017.
- CASTRO, N. O., MOSER, G. A. O. *Florações de algas nocivas e seus efeitos ambientais*. Oecologia Australis, Vol 12. 235-264p. Junho 2012.
- CIRANO, M. & LESSA, G. C. *Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil*. Revista Brasileira de Geofísica, 25 (4): 363-387. 2007.
- COWGILL, U.M. *Changes in nitrogen, phosphorus and phytoplankton composition during the past decade in the Bay of Aratu, Salvador (Bahia)*. Braz. Arch. Hydrobiol., v.111, n.1, 0p.1-14, 1987.
- CUPP E. E. *Marine Plankton diatoms of the West coast of North America*. London: University of California Press, v. 1, 1943. 237p.

FERREIRA, A. N.; BARETTA, M.; MAFALDA JR., P.O. *Avaliação do Impacto da dragagem sobre a associação fitoplanctônica do Porto de Aratu, Baía de Todos os Santos, Bahia*. 2012. Arquivos de Ciências do Mar, 2012, 45 (1): 30-46p.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acessado em: Jun. 2017.

FORTE NETO, J. B.; BERETTA, M.; FERREIRA, A. N.; SOUZA, C. S.; P. O. MAFALDA JR. *A variabilidade da biomassa planctônica sob influência da sazonalidade e da dragagem do porto de Aratú, Baía de Todos os Santos, Brasil*. Tropical Oceanography, Recife, v. 42, n. 2, p. 230-242, 2014.

GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; SILVA, M. H.; CUNHA, M. G. G. S. & NASCIMENTO-FILHO, G. A. *Fitoplâncton do ecossistema estuarino do Rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária*. Atlântica 31:183-198. 2009.

GOSHAL, S., ROGERS, M., WRAY, A. *The turbulent life of phytoplankton*. Center of Turbulence Research, Proceeding of the Summer Program, 2000.

GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. 2017. *AlgaeBase. World-wide electronic publication*, National University of Ireland, Galway. Disponível em: <<http://www.algaebase.org>>; Acessado em: Jul. 2017.

HATJE, V.; ANDRADE, J. B. *Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos*. Salvador: EDUFBA, 304p. 2009.

JONGMAN, R. H. G.; TER BRAAK, C. J. F.; VAN TONGEREN, O. F. R. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. 1995.

KJERFVE B. Coastal lagoon processes. In: B. KJERFVE (Ed.). *Coastal Lagoon Processes*. Elsevier Oceanographic Series, p. 1-7. 1994.

LALLI, C. M.; PARSONS, T. R. *Biological Oceanography: an introduction*. United Kingdom: Pergamon press, 314p. 1993.

LESSA, C. G.; DOMINGUEZ, J. M. L., BITTENCOURT, A. C. S. P.; BRICHTA, A. *The Tides and Tidal Circulation of Todos os Santos Bay, Northeast Brazil: a general characterization*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, volume 73(4). 573-590p. Rio de Janeiro, Junho de 2001.

- LESSA, G. C.; CIRANO, M.; GENZ, F.; TANAJURA, C., A., S.; SILVA, R. R. Oceanografia Física. In: HATJE, V.; ANDRADE (Org.), J. B. *Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos*. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 71-119.
- LEVINE, S. N.; BORCHARDT, M. A.; BRANER, M.; SHAMBAUGH, A. D. *The Impact of Zooplankton Grazing on Phytoplankton Species Composition and Biomass in Lake Champlain (USA-Canada)*. J. Great Lakes Research. 25 (1): 61-77p. 1999.
- LOPES, R. M.; DIAS, J. F.; GAETA, S. A. Ambiente Pelágico in: HATJE, V.; ANDRADE (Org.), J. B. *Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos*. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 123-155.
- MAFALDA JR, P. O.; SILVA, V. R. F. 1996. *Caracterização do ictioplâncton do sistema estuarino lagunar de Jequiá, Alagoas*. Boletim de Estudos de Ciências do Mar, Maceió, v. 9, p. 89-104.
- MAFALDA JR., P.O.; SOUZA, P.M DE; DA SILVA, E.M. *et al.* *Trop. Oceanogr.* (Recife), v.31, n.1, p.31-51, 2003.
- MAGALHÃES, E.M.M.M. & BARBOSA, W.F.A. Densidade fitoplanctônica na zona litorânea da Baía de Todos os Santos In: QUEIROZ, A.F. DE & CELINO, J.J. (Org.). *Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos*. Proamb, 300 p., Salvador, 2008.
- MARAÑÓN, E.; CERMEÑO, P.; LATASA, M. TADONLÈKÈ, R. D. *Temperature, resources, and phytoplankton size structure in the ocean*. Limnol. Oceanogr., 57(5), 2012, p.1266–1278.
- DA MATTA, M. E. M.; FLYNN, M. N. *Estrutura da comunidade fitoplanctônica no gradiente de salinidade do estuário de Cananéia – SP*. Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, vol.1, nº1, out, 2008.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Panorama geral das condições meteorológicas e os principais eventos extremos significativos ocorridos no Brasil em 2016. Disponível em < http://www.inmet.gov.br/portal/notas_tecnicas/Panorama-Geral-2016-Brasil.pdf.> Acesso em: 02/08/2017.
- MOLINARI, A.L.M.; MAFALDA JR., P.O.; OLIVEIRA, O.C.; CERQUEIRA, W.R. *Caracterização da comunidade fitoplanctônica da Baía de Todos os Santos, Bahia*. pp. 294-295, in Anais VIII Congresso de Ecol. do Brasil, 314p. Caxambu, 2007.

NETO, L. S. A. *Variação espaço-temporal do fitoplâncton em marés de sizígia na Baía de Todos os Santos, Salvador, Bahia, Brasil*. 2016. 37p. Monografia. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2016.

NOT, F.; SIANO, R. KOOISTRA, W. H. C. F.; SIMON, N. VALUOT, D.; PROBERT, I. *Diversity and Ecology of Eukaryotic Marine Phytoplankton*, Chapter One. *Advances in Botanical Research*, Vol 64, p. 1-53, 2012.

PEIXINHO, V. M. C.; PAREDES, J. F.; SIMAS, E. M. P. 1980. "Standing crop" na área estuarina SW da Baía de Todos os Santos. *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, 29(2):283-289.

PEIXINHO, V.M.C. *Estudos preliminares sobre o fitoplâncton da Baía de Aratu (Bahia)*. Dissertação(mestrado), Universidade Federal de São Paulo, 94p., São Paulo, 1972.

PRITCHARD, D. W. (1952) *Salinity distribution and circulation in the Chesapeake Bay estuarine system*. *Journal of Marine Research*, v. 11, p.106-123.

REYNOLDS C. S. *The Ecology of Phytoplankton*. Cambridge: Camb. Univ. Press., 2006, 535p.

SARAIVA, J. A. P. *Baía de Todos os Santos: vulnerabilidades e ameaças*. Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Salvador, 2008. 191p.

SIEBURTH, J.MCN., SMETACEK, V. AND LENZ, J. *Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions*. *Limnology and Oceanography*, 23, 1256–63. 1978.

SILVA, M. H DA; SILVA-CUNHA, M. DA G. G. DA; PASSAVANTE, J. Z. DE O.; GREGO, C. K. DA S.; MUNIZ, K. 2009. *Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil*. *Acta bot. bras.* 23(2): 355-368.

SILVA, M. R. DA.; SILVA-CUNHA, M. G. G. DA.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ., K. *Estrutura da comunidade fitoplanctônica na Baía de Tamandaré (Pernambuco, Nordeste do Brasil)*. *Tropical Oceanography*, Recife, v. 33, n. 2, p. 163–181, 2005.

ROSEVEL DA SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. *Estrutura da comunidade fitoplânctônica na baía de Tamandaré (Pernambuco, Nordeste do Brasil)*. *Trop. Oceanogr.*, Recife, v. 33, n.2, p.163-181, 2005.

- SOURNIA, A. *Variations saisonnières et nyctémérales du phytoplancton marin et de la production primaire dans une baie tropicale, à Nosy-Bé (Madagascar)*. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. v. 53, n. 1, p. 1-76, 1968.
- SOURNIA, A., *Chrétiennot-Dinet, M.-J. and Ricard, M. Marine plankton: how many species in the world oceans?* Journal of Plankton Research, 13, 1093–9, 1991.
- SOUZA, C.S.; OLIVEIRA, O.C.; MAFALDA JR., P.O.; MARCOLIN, C.R. Caracterização de eventos de floração nociva provocada por *Gymnodinium sanguineum* na Baía de Todos os Santos, Salvador, BA. *Anais do I congresso Ibero-Americano de Oceanografia*, Fortaleza, 2008.
- TALGATTI, D. M.; LAUDARES-SILVA, R.; GARCIA, M.; VETTORATO, B.; SIMONASI, J.C. *Considerations about Coscinodiscus wailesii (Diatomeae) on the Santa Catarina Island coast, Brazil*. Brazilian Journal of Oceanography (impreso) 58: 353-358. 2010.
- TOMAS, C. R. *Identifying Marine Phytoplankton*. Florida: Academic Press, 1997, 858p.
- THRONDSSEN, J. HASLE, G.R. TANGEN, K. *Phytoplankton of Noewegian costal Waters*. Almater Forleag, 2007, 343p.
- TUNDISI, I.G. *O plâncton estuarino*. Contribuições avulsas do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Série Oceanografia Biológica. 1970.
- UTERMÖHL, H. *Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton-methodik*. Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte Limnol. v. 9, p 1-38, 1958.
- VALUOT, D. *Phytoplankton*. Enciclopedia of life sciences, Nature Publishing Group, p. 1-7, 2001.
- VILLAC, M. C.; TENENBAUM, D. R. *The phytoplankton of Guanabara Bay, Brazil: I. historical account of its biodiversity*. Biota Neotrop. Campinas, v. 10, n. 2, p. 271-293, June 2010 .
- WOLGEMUTH, K.; BURNETT, W.; MOURA, P. L. *Oceanography and suspended materials in Todos os Santos Bay*. Revista Brasileira de Geociências.1981.11:172-178.
- ZIMMERMANN, S.J.C. 1916. *Flora Diamatologica* – Salvador. pp. 448-461, in *Anais 5°Congr. Bras. Geogr*, 1916.