

Distribuição do fitoplâncton em relação às variáveis ambientais em quatro regiões do estado do Rio de Janeiro

Amanda Rosa Jacuru Rodrigues^{1*}
Bruno Corrêa Meurer²

¹ Universidade Santa Úrsula, Instituto de Ciências Biológicas e Ambientais, Laboratório de Ecologia Marinha, Rua Fernando Ferrari, 75 – Prédio 4, Botafogo, CEP 22231-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *E-mail: amanda.isbio2@gmail.com

RESUMO

O trabalho objetiva avaliar a distribuição espacial do fitoplâncton em 14 pontos distribuídos no litoral do Estado do Rio de Janeiro, correlacionando a densidade e a diversidade deste grupo com os nutrientes. O fitoplâncton foi coletado com uma rede de 90µm e analisado quali-quantitativamente. Foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Wiener em cada área de coleta, e feita a correlação canônica com a distribuição do fitoplâncton, a densidade, a diversidade e os nutrientes. Apesar da Baía de Guanabara ter sido a área mais representativa em número de espécies, Arraial do Cabo apresentou o maior índice de diversidade média, e a Ilha Grande foi a região menos representativa em números de espécies. A maior concentração de nitrito, nitrato e ortofosfato foi a Baía de Sepetiba. O maior nível de amônia foi observado na Baía de Ilha Grande. Tanto a diversidade quanto a densidade não foram determinadas pelas concentrações de nitrito, nitrato, amônia e ortofosfato.

Palavras chaves: distribuição do fitoplâncton, eutrofização, ambientes oligotróficos, Baías.

ABSTRACT

The aim of this project was to evaluate the spatial distribution of phytoplankton in 14 spots in Rio de Janeiro's coast by correlating the density and the diversity with the nutrients. Phytoplankton was collected with a 90µm net to verify the genera and its quantity. We calculated the diversity by Shannon-Wiener index in each location and correlated the density and diversity of phytoplankton with the nutrients with Canonical Correlation Analysis. Although Guanabara Bay was the most significant area in number of species, Arraial do Cabo presented the biggest medium diversity index and Ilha Grande was the less representative location in number of species between all areas. The highest concentration of nitrite, nitrate and orthophosphate were observed in Sepetiba Bay. The highest level of ammonia was observed in Ilha Grande Bay. Both diversity and density wasn't determined by nitrite, nitrate, ammonia and orthophosphate.

Keywords: phytoplankton distribution, eutrophication, oligotrophy environment, Bays.

INTRODUÇÃO

A distribuição, abundância e a fisiologia dos seres vivos que habitam o meio marinho, podem ser influenciadas por diversos fatores como a disponibilidade de nutrientes dissolvidos, temperatura, incidência luminosa, salinidade, presença de correntes marinhas, condições meteorológicas entre outros, que interagem produzindo microambientes distintos (Soares-Gomes e Figueiredo, 2009; Takahashi et al. 1986; Hood et al. 1992; Muslim e Jones, 2003; Latasa et al. 1992; Kucuksenzgin et al. 1995; Tang et al. 2002; Tenório et al. 2005). Esses fatores podem ser considerados padrões de distribuição para o fitoplâncton, e podem influenciar a distribuição espacial de populações apresentando variações temporais, e uma grande heterogeneidade. (Holligan et al. 1984; Powell et al. 1989; Burford et al. 1995; Tang et

al. 2003). De acordo com Burford et al. (1995), a biomassa fitoplanctônica total aumenta consideravelmente em direção à costa.

Os parâmetros biológicos para qualidade da água são analisados sob o ponto de vista de organismos indicadores, como algas e bactérias. Alguns parâmetros utilizados são: oxigênio dissolvido; ortofosfato; nitrito; nitrato; amônia entre outros (Costa, 1998). Segundo Ganesella e Saldanha-Correa (2000), de todos os nutrientes inorgânicos utilizados pelo fitoplâncton, o fósforo e o nitrogênio são considerados os mais importantes, e o fósforo apesar de ser naturalmente fornecido por ambientes costeiros, pode ser incrementado em grande quantidade por detergentes em ambientes impactados (Tenório, 1999).

O check-list do fitoplâncton marinho para águas brasileiras inclui pelo menos 1.364 espécies, das quais 783 são diatomáceas, dinoflagelados 364 e 96 coccolitóforo (Tenenbaum, 2002) e, com base no Banco de Dados Tropicais - BDT. Estas microalgas têm um importante papel nos ecossistemas aquáticos, pois além de produtores primários, também funcionam como bioindicadores da qualidade da água e de seu estado trófico (Eskinazi-Leça et al. 2002).

O estudo da distribuição do fitoplâncton correlacionado com as condições ambientais de cada região do Rio de Janeiro é fundamental para gestão ambiental da área costeira do Estado. Em cidades costeiras, a grande capacidade depuradora dos oceanos torna a disposição oceânica uma alternativa a ser considerada nos sistemas de tratamento, e no destino final dos esgotos. O descarte do mesmo no oceano, tanto em águas rasas ou profundas, pode induzir inúmeros impactos no ambiente, como a eutrofização, floração de algas tóxicas, introdução de microrganismos patogênicos e a contaminação por substâncias químicas, que podem produzir efeitos tóxicos sobre a biota, havendo a necessidade de monitoramento dessas águas. (Rachid, 2002).

Desta forma, estudos das comunidades planctônicas são fundamentais para os estudos de impactos ambientais e elaboração de projetos de mitigação.

Assim, o trabalho objetiva avaliar a distribuição espacial do fitoplâncton no litoral do Estado do Rio de Janeiro, correlacionando a densidade e a diversidade deste grupo com os nutrientes nos diferentes pontos de estudo.

Área de estudo

A área de estudo abrange parte do litoral do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1), sendo Baía de Ilha Grande, Baía de Sepetiba, Baía de Guanabara e Arraial do Cabo as quatro regiões estudadas. As regiões apresentam trechos com diferentes características geomorfológicas, como costões rochosos, praias e restingas, sistemas estuarinos e lagunares. Na região dos lagos, em Arraial do Cabo, sofre uma forte influência do fenômeno de Ressurgência, com águas frias e ricas em nutrientes, propiciando uma proliferação de microalgas. A Baía de Guanabara localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro, a Baía de Ilha Grande e Baía de Sepetiba localizadas no litoral sul do Estado do Rio de Janeiro, são regiões que recebem grande influência de aporte de matéria orgânica proveniente dos rios, além disso, a baía sofre intensas atividades antrópicas, são mais de 400 fábricas (química, metal, borracha e impressão) que cercam esta área ecologicamente importante (Muehe e Valentini, 1998). A variabilidade climática na plataforma continental sudeste brasileira está diretamente relacionada com a presença de três tipos de massas de água: água tropical, quente e salina, proveniente da corrente do Brasil; água central do atlântico sul (ACAS), relativamente fria, que chega à costa através do fenômeno de ressurgência e, água Costeira, derivada dos processos de mistura com a água doce proveniente do continente (Wainer e Taschetto, 2008).

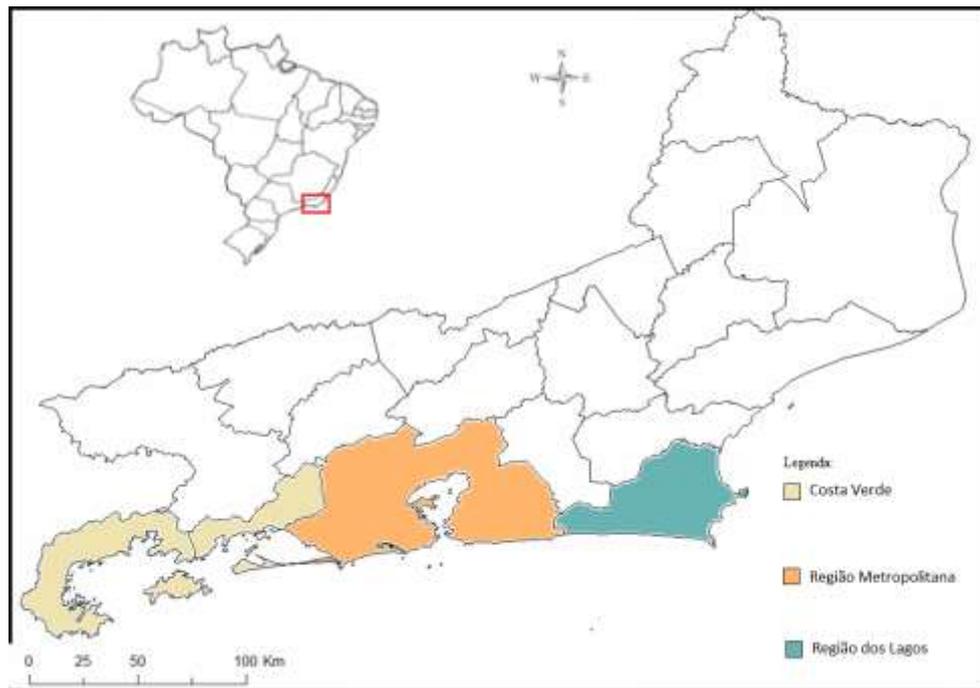


Figura 1: Região estudada. Mapa do Litoral do Estado do Rio Janeiro

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas no segundo semestre de 2011, e os pontos foram escolhidos aleatoriamente, sendo quatro pontos de coleta em Arraial do Cabo, quatro pontos na Baía de Ilha Grande, quatro pontos na Baía de Guanabara e dois pontos na Baía de Sepetiba (Figura 2).

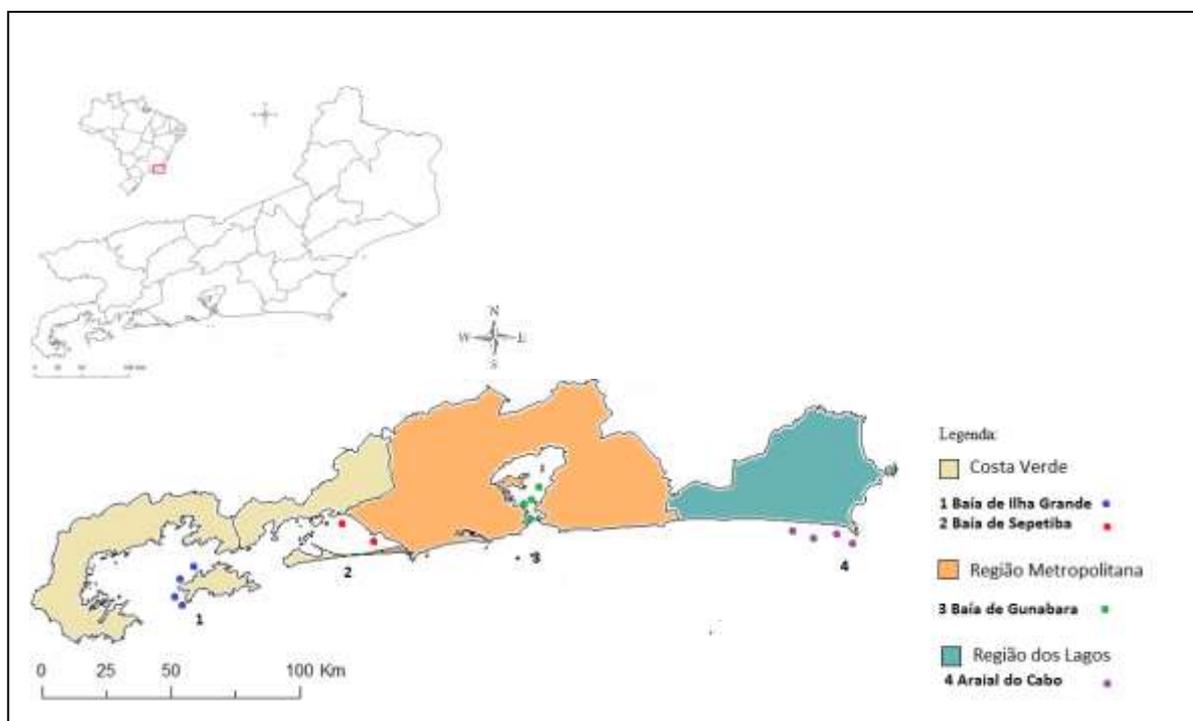


Figura 2: Mapa do litoral do Rio de Janeiro, com a localização dos pontos estudados em cada região.

O fitoplâncton foi coletado com rede de 90 µm e foram acondicionadas em frascos de polietileno com volume de 500 ml. O fixador usado foi formaldeído a 4% tamponado com tetraborato de sódio e em seguida as amostras foram levadas para o laboratório. O fitoplâncton acondicionado no frasco foi despejado em uma proveta, avolumado a 500 mL com água deionizada e homogeneizada, e despejada em um falcon de 15 ml, onde foi feita a decantação por 24 horas. O excesso líquido foi desprezado, e o fundo formado por fitoplâncton foi analisado qualitativamente e quantitativamente em câmara de Utermöhl, com o auxílio de microscópio óptico invertido e retículo de Whipple calibrado. As espécies foram identificadas e contadas, através de um contador manual, seguindo chaves de identificação para cada grupo de algas. Foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Wiener em cada área de coleta. Cada região da área de estudo possui 4 pontos de coleta, com exceção da Baía de Sepetiba, com dois pontos, e foi realizada uma média com os resultados obtidos nos pontos de coleta para cada região. Para análise dos nutrientes foram coletadas amostras com o auxílio da garrafa de Niskin. Os parâmetros escolhidos para a correlação foram: nitrito, nitrato, amônia e ortofosfato. O resultado desses parâmetros foi correlacionado com a diversidade e densidade do fitoplâncton nas diferentes áreas. A amônia foi analisada através do método de Koroleff (1969), havendo a formação de uma solução azul “azul de indofenol” cuja absorvância é medida a 630 nm em um espectrofotômetro. Usou-se o nitroprussiato de sódio para acelerar a reação (Patton e Crouch, 1972). O nitrito e o nitrato foram analisados através do método baseado na reação de Griess e foi aplicada a águas salgadas por Bendsneider e Robinson (1952). A absorvância do corante é determinada espectrofotometricamente a 535 nm. O ortofosfato foi analisado através do método de Murphy e Riley (1962). O íon fosfato reage com o molibdato de amônio, em presença de Sb^{3+} para formar um complexo que se reduz pelo ácido ascórbico esta forma reduzida de coloração azul, tem uma absorção máxima em 885nm. Todos os nutrientes foram analisados utilizando o espectrofotômetro.

A correlação da densidade e a diversidade de fitoplâncton com os nutrientes nos diferentes pontos foram realizadas através da correlação canônica (CCA). As análises foram feitas em um software MVSP 3.1.

RESULTADOS

O maior número de espécies foi registrado na Baía de Guanabara, com 51 espécies, seguida de Arraial do Cabo com 43 (Anexo 1). Na Baía de Sepetiba e na Baía de Ilha Grande, foram registradas 37 e 33 espécies (Anexo 1), respectivamente (Tabela 1). Na Baía de Guanabara, a espécie mais representativa foi *Microcystis* sp (Kützing, 1833) com densidade média de $39053,75 \pm 35163,79$ célula/amostra, seguida de *Anabaena* sp. (Bory de Saint-Vincent ex Bornet & Flahault, 1886) com densidade média de $8952,75 \pm 8603,06$ célula/amostra (Tabela 1).

Em Arraial do Cabo, a espécie mais representativa foi *Chaetoceros* sp. (Ehrenberg, 1844) com densidade média de $466,58 \pm 561,13$ células/amostras seguida de *Gymnodinium* sp. (Stein, 1878) com densidade média de $442,28 \pm 723,28$ células/amostras (Tabela 1).

Tabela 1: Regiões estudadas, número de espécies em cada região, duas espécies mais representativas, e a densidade média de cada espécie.

Regiões	Número de espécies	Espécies mais representativas	Densidade média	Desvio Padrão
Arraial do Cabo	43	<i>Chaetoceros</i> sp.	466,58 cel. L-1	561,132
		<i>Gymnodinium</i> sp.	442,28 cel. L-1	723,285
Baía de Sepetiba	37	<i>Microcystis</i> sp.	27177,4 cel. L-1	33902,2
		<i>Anabaena</i> sp.	15332,5 cel. L-1	20601,5
Baía de Ilha Grande	33	<i>Skeletonema</i> sp.	123,75 cel. L-1	161,97
		<i>Rhizosolenia</i> sp.	70,33 cel. L-1	67
Baía de Guanabara	51	<i>Microcystis</i> sp.	39053,75 cel.L -1	35163,7
		<i>Anabaena</i> sp.	8952,7 cel. L-1	8603,06

O maior índice de diversidade média foi observado em Arraial do Cabo com $1,01 \pm 0,19$, seguida da Baía de Sepetiba com $0,98 \pm 0,09$. Na Baía de Ilha Grande o índice de diversidade média foi de $0,65 \pm 0,18$, enquanto, na Baía de Guanabara o índice de diversidade média foi de $0,82 \pm 0,23$ (Figura 3).

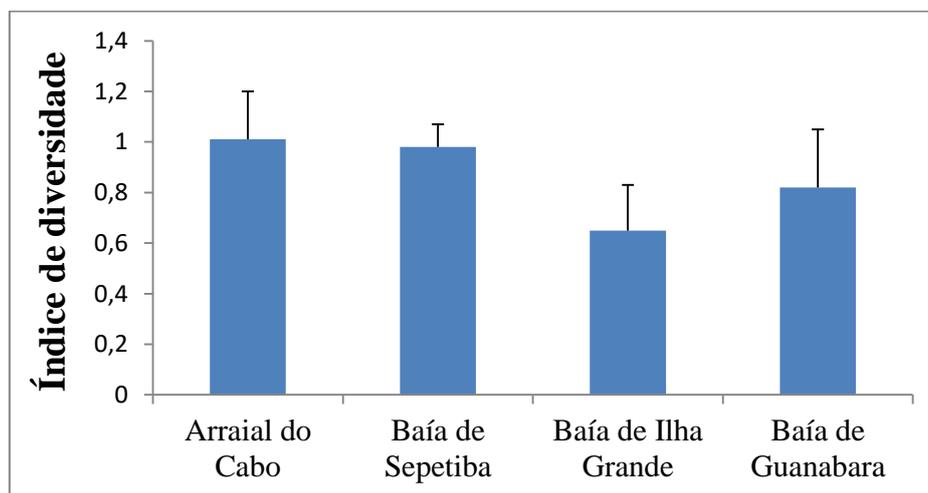


Figura 3: Índice de diversidade e desvio padrão para cada região.

As concentrações de nitrito com 0,23 mg L-1, de nitrato com 2,15 mg L-1 e ortofosfato com 0,14 mg L-1 foram maiores na Baía de Sepetiba, e possivelmente estes parâmetros foram determinantes para alta concentração de fitoplâncton nessa área (Tabela 2). A área com maior diversidade em Arraial do cabo, apresentou valores inferiores para nitrato com 1,12 mg L-1 e nitrito com 0,11 mg L-1, exceto para a concentração de amônia com 0,08

mg L-1 e fósforo total com 0,13 mg L-1. A maior concentração de amônia foi registrada na Baía de Ilha Grande com 0,22 mg L-1. Para nitrito e nitrato, obteve-se valores de 0,13 mg L-1 e 1,26 mg L-1 respectivamente, e as menores concentrações de amônia foram encontradas na Baía de Guanabara com 0,04 mg L-1. A Baía de Guanabara teve suas concentrações de nitrito de 0,16 mg L-1, e nitrato com 1,61 mg L-1. As menores concentrações de ortofosfato foram encontradas na Baía de Guanabara com valor de 0,02 mg L-1 (Tabela 2).

Tabela 2: Concentrações de nitrito, nitrato, amônia e fósforo total em cada região estudada

Regiões	Nitrito	Nitrato	Amônio	Fósforo total
Arraial do cabo	0,11mg L-1.	1,12mg L-1.	0,08mg L-1.	0,13mg L-1.
Baía de Guanabara	0,16mg L-1.	1,61mg L-1.	0,04mg L-1.	0,02mg L-1.
Baía de Sepetiba	0,23mg L-1.	2,15mg L-1.	0,15mg L-1.	0,14mg L-1.
Baía de Ilha Grande	0,13mg L-1.	1,26mg L-1.	0,22mg L-1.	0,10mg L-1.

Na CCA (Figura 4), foi observado pouca relação entre os nutrientes registrados e a densidade de fitoplâncton.

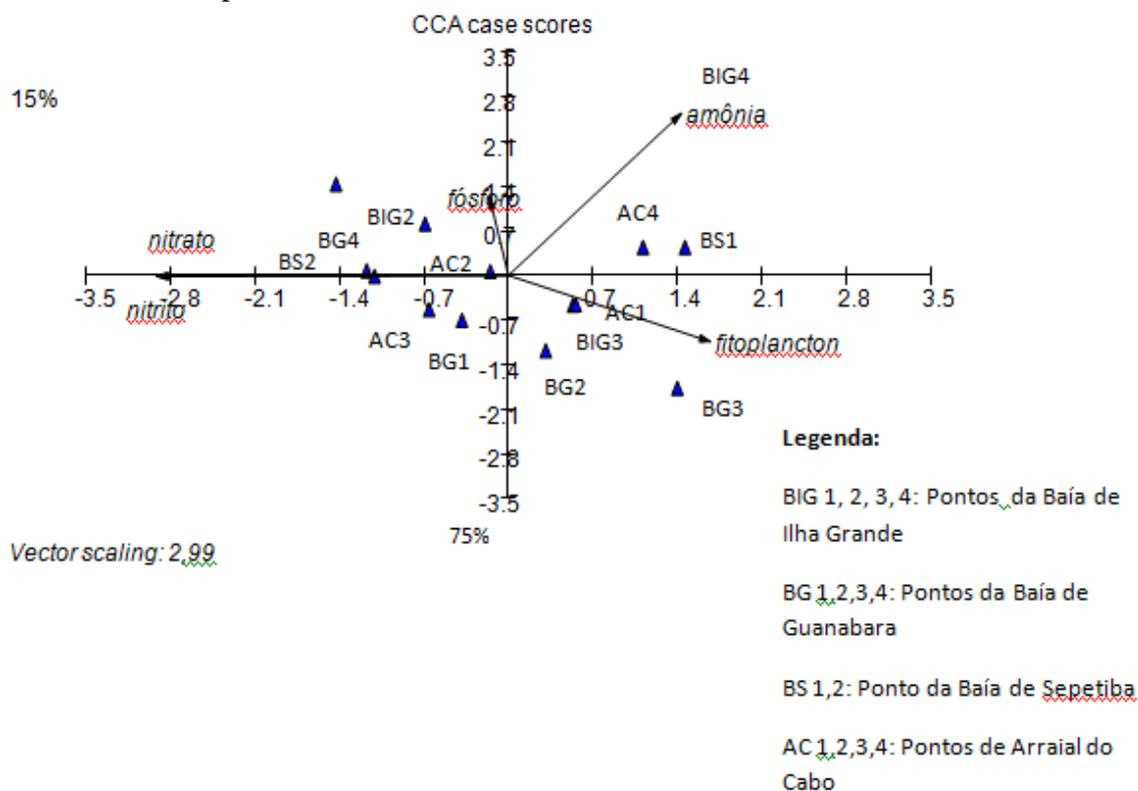


Figura 4: Análise de correlação canônica (ACC) entre as regiões, nutrientes e densidade de fitoplâncton.

DISCUSSÃO

As concentrações dos nutrientes analisados não foram determinantes para as variações de densidade e diversidade entre as áreas. Contudo, a maior densidade de fitoplâncton foi registrada na Baía de Sepetiba e na Baía de Guanabara, sendo a Baía de Sepetiba a segunda área com maior concentração de amônia. A Baía de Guanabara não

apresentou alto valor de amônia, desta forma este resultado corrobora a pouca relação entre os nutrientes registrados e a densidade de fitoplâncton. Provavelmente, as massas d'água foram determinantes para a composição do fitoplâncton nas diferentes áreas, no período estudado.

As maiores densidades foram observadas nas duas regiões com maior impacto antropogênico, a Baía de Sepetiba e a Baía de Guanabara. Nestas áreas, as espécies mais representativas foram *Microcystis* sp e *Anabaena* sp., que são cianobactérias tóxicas.

Estudos sobre a comunidade fitoplanctônica, nestas áreas estudadas, são fundamentais para o entendimento de possíveis impactos sobre a biota marinha e também para a saúde humana, pois o pescado consumido no estado do Rio de Janeiro poderia estar contaminado por cianobactérias tóxicas.

A presença de “blooms” de cianobactérias tóxicas como *Microcystis* sp e *Anabaena* sp tem sido mencionada como causa de problemas para o desequilíbrio ecológico em habitats aquáticos e que podem inferir na diminuição do crescimento de microrganismo, na redução potencial do zooplâncton, na falta de espécies sensíveis para desenvolver, estabilizar e acumular as toxinas na cadeia alimentar, além de possíveis problemas com a saúde humana.

No presente estudo, as maiores densidades foram observadas nas duas regiões com maior impacto antropogênico, a Baía de Sepetiba e a Baía de Guanabara. Nestas áreas as espécies mais representativas foram *Microcystis* sp e *Anabaena* sp., que são cianobactérias tóxicas. A grande quantidade de fitoplâncton produzida na Baía de Guanabara, pode ser determinada pela insolação e a carga significativa de nutrientes disponibilizado principalmente pelos esgotos sanitários e pelos sedimentos. Esse processo é um indicador do desequilíbrio, propiciando a eutrofização de certas áreas (Costa, 1998).

Através de trabalhos realizados por Magliocca (1979), mostraram grandes variações na oceanografia física, química e biológica promovida pela Ressurgência de Cabo Frio, como foi observado em um monitoramento das variações de temperatura das águas a sudoeste da Baía de Guanabara e a oeste de Cabo Frio, onde houve uma brusca variação entre a primeira e a segunda semana, atingindo primeiramente 27° C e 17° C respectivamente, e na semana seguinte essa situação reverteu-se por influência da diferença de salinidade entre as águas da Baía de Guanabara e as da corrente do Brasil (Costa, 1998)

A região de Arraial do Cabo que apresentou o maior índice de diversidade foi a região que obteve os níveis de nitrato e nitrito mais baixos, e o segundo menor nível de amônia, já para ortofosfato, apresentou o segundo maior valor de concentração, sugerindo assim, que o ortofosfato possa ter sido mais determinante para a distribuição do fitoplâncton do que o nitrato e nitrito. Segundo Rocha (2013), a amônia e o nitrato foram as formas nitrogenadas predominantes em todos os meses do seu estudo na região de Arraial do Cabo, o que se opõe em relação aos resultados do presente estudo.

De acordo com o estudo de Rocha (2013), realizado em Arraial do Cabo, em diferentes sazonalidades, houve uma pequena variação sazonal, onde não se teve uma configuração de presença de águas com características da influência da ACAS na região, o que se opõe à hipótese de que em alguns períodos, a região poderia receber águas mais frias e ricas em nutrientes provenientes da ressurgência que ocorre na região.

A entrada de sedimentos através da descarga de rios, de acordo com Tenório (2005), pode causar variação na profundidade da zona eufótica, ao mesmo tempo em que fornece nutrientes para a região costeira, tornando-se um fator benéfico para a comunidade fitoplânctonica localizada na superfície. O que corrobora o presente estudo, pois as

concentrações de nutrientes foram maiores nas regiões que recebem influência de aporte de rios, como a Baía de Sepetiba, Baía de Guanabara e Baía de Ilha Grande.

Em um estudo realizado no sudoeste da costa da Índia, por Rai (2014) durante novembro de 2009 a outubro de 2011, em uma região onde recebe a influência dos principais rios como Kamaru, o Kumbala, o Payaswini e o Chandragiri, e que contribuem com sedimentos e água com descarga para o mar da Arábia, foram registrados os maiores números de diatomáceas e cianobactérias, incluindo *Chaetoceros* (Ehrenberg, 1844), *Coscinodiscus* (Ehrenberg, 1839), *Skeletonema* entre outras diatomáceas, e para cianobactérias foram registrados os gêneros *Lyngbya* (Agardh Ex Gomont, 1892), *Oscillatoria* (Vaucher ex Gomont, 1822) e *Phormidium* (Kützing ex Gomont 1892), enquanto no presente estudo, as espécies mais representativas também encontram-se no grupo das diatomáceas com algumas classes iguais, e cianobactérias com gêneros diferentes, como *Microcystis* sp. e *Anabaena* sp.

Segundo Heip (1995), o nitrito e o nitrato podem limitar a produção de matéria orgânica pelo fitoplâncton nos ecossistemas aquáticos, considerando que a luz não seja um dos fatores limitantes. No estudo de Azevedo (2008), as maiores concentrações de nitrito e nitrato nos estuários do Golfão Maranhense onde foi realizado o estudo, tenderam a ocorrer durante o período de estiagem, com maiores registros de biomassa, já no presente estudo, os maiores níveis de nitrato e nitrito foram na região com intensa atividade industrial, a Baía de Sepetiba, que apresenta altos níveis pluviométricos, porém, teve período de estiagem durante o estudo, e foi a região com o segundo maior índice de diversidade.

Os resultados obtidos neste estudo revelaram que tanto a diversidade quanto a densidade não foram determinadas pelas concentrações de nitrito, nitrato, amônia e ortofosfato. Estudos sobre a dinâmica das correntes na região poderiam responder as diferenças encontradas em cada ponto estudado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo ACG, Feitosa FAN, Koenig ML. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. *Acta Bot Bras* 2008; 22(3): 870-877.
- Bendschneider K, Robinson RJ. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *J Mar Res* 1952; 11:87-96.
- Burford MA, Rothlisberg PC, Wang Y. Spatial and temporal distribution of tropical phytoplankton species and biomass in the Gulf of Carpentaria, Australia. *Mar Ecol Prog Ser* 1995; 145:255-266.
- Costa H. Uma avaliação da qualidade das águas costeiras do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Femar; 1998.
- Eppley RW, Renger EH, Harrison WG. Nitrate and phytoplankton production in southern California coastal waters. *Limnol Oceanogr* 1979; 24:483-494.
- Eskinazi-Leça E, Koenig ML, Silva-Cunha MDaGGDa. Microalgas marinhas de Pernambuco: A vegetação que você não vê. *Embrapa* 2002; 1(4):79-96.
- Gianesella SMF, Saldanha-Corrêa FMP, Teixeira C. Tidal effects on nutrients and phytoplankton distribution in Bertioga, Channel, São Paulo, Brazil. *Aq Ecos Health Manage* 2000; 3:533-544.
- Heip CRH, Goosen NK, Herman PMJ, Kromkamp J, Middelburg JJ, Soetaert K. Production and consumption of biological particles in temperate tidal estuaries. *Oceanogr Mar Biol* 1995; 33: 1-150.

- Holligan PM, Balch WM, Yentsch CM. The significance of subsurface chlorophyll, nitrite and ammonium maxima in relation to nitrogen for phytoplankton growth in stratified waters of the Gulf of Maine. *J Mar Res* 1984; 42:1051-1073.
- Hood RR, Neuer S, Cowles TJ. Autotrophic production, biomass and species composition at two stations across an upwelling front. *Mar Ecol Prog Ser* 1992; 83:221-232.
- Irigoin X, Castel J. Light limitation and distribution of chlorophyll pigments in a highly turbid estuary: the Gironde (SW France). *Estuar Coast Shelf S* 1997; 44:207-517.
- Koroleff F. Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. Committee Meeting of the International Council Exploration of the Sea 1969; 19-22.
- Kucuksezgin F, Balci A, Kontas A, Altay O. Distribution of nutrients and chlorophyll-a in the Aegean Sea. *Oceanol Acta* 1995; 18(3):343-352.
- Latasa M, Estrada M, Delgado M. Plankton-pigment relationships in the Northwestern Mediterranean during stratification. *Mar Ecol Prog Ser* 1992; 88:61-73.
- Levinton JS. *Marine biology: function, biodiversity, ecology*. New York: Oxford University. 1995
- Maglioca A, Miranda LB, Ignorini SR. Physical and Chemical aspects of transient stages of upwelling at southwest of Cabo Frio. *Bol Inst Oceanogr* 1979; 28(2): 37-46.
- Muehe D, Valentini E. *O litoral do Estado do Rio de Janeiro: Uma caracterização físico-ambiental*. Rio de Janeiro: FEMAR; 1998.
- Murphy J, Riley JP. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal Chem*; 27:31-36.
- Muslim I, Jones G. The seasonal variation of dissolved nutrients, chlorophyll a and suspended sediments at Nelly bay, magnetic Island. *Estuar Coast Shelf S* 2003; 57:445-455.
- Patton CJ, Crouch SR. Spectrophotometric and kinetics investigation of the berthelot reaction for the determination of ammonia. *Anal Chem* 1977; 49(3): 464-468.
- Powell TM, Cloern JE, Huzzey LM. Spatial and temporal variability in South San Francisco Bay (USA). I. Horizontal distributions of salinity, suspended sediments, and phytoplankton biomass and productivity. *Estuar Coast Shelf S* 1989; 28:583-597.
- Rachid BRF. *Avaliação ecotoxicológica dos efluentes domésticos lançados pelos sistemas de disposição oceânica da Baixada Santista*. Tese [Doutorado em Oceanografia]. São Paulo: USP, Instituto Oceanográfico. 2002.
- Rai SV, Rajashekhar M.. Seasonal assessment of hydrographic variables and phytoplankton community in the arabian sea waters of kerala, southwest coast of India. *Braz J Oceanogr* 2014; 62(4): 279-289.
- Rocha RD. *Influência do aporte continental na distribuição espacial da biomassa e composição taxonômica do fitoplâncton na região costeira de Rio das Ostras* Dissertação [Mestrado em ciências biológicas]. Rio de Janeiro: Instituto de ciências biológicas e ambientais; 2013.
- Saldanha Corrêa FMP, Giancesella SMF. A microcosm approach on the potential effects of the vertical mixing of water masses over the primary productivity and phytoplankton biomass in the southern Brazilian coastal region. *Braz J Oceanogr* 2004; 52(3/4):167-182.
- Soares-Gomes A, Figueiredo AG. *O ambiente Marinho*. Biologia marinha. Rio de Janeiro: Interciência. 2009.
- Takahashi M, Ishizaka J, Ishimaru T, Atkinson LP, Lee TN, Yamaguchi Y, Fujita Y, Ichimura S. Temporal change in nutrient concentrations and phytoplankton biomass in short time scale local upwelling around the Izu Peninsula, Japan. *J Plankton Res* 1986; 8(6):1039-1049.

Tang D, Kawamura H, Lee M, Van Dien T. Seasonal and spatial distribution of chlorophyll-a concentrations and water conditions in the Gulf of Tokin, South China Seac. *Remote Sens Environ* 2003; 85:475-483.

Tenenbaum DR. O Que sabemos sobre o fitoplancton do brasileiro litoral? In: Araújo EL, Moura AN, Sampaio E, Gestinari L, Carneiro J (orgs.). *Biodiversidade, Conservação e USO Sustentável da Flora do Brasil*. Imprensa Universitária 2002; 1:109-116.

Tenório MMB, Le Borgne R, Rodier M, Neveux J. The impact of terrigenous inputs on the Bay of Ouinné (New Caledonia) phytoplankton communities: A spectrofluorometric and microscopic approach. *Estuar Coast Shelf S* 2005; 64: 531-545.

Wainer I, Taschetto AS. *Climatologia dos parâmetros de superfície marinha da região sudeste da costa Brasileira: Ênfase na região de São Sebastião*. Oceanografia de um ecossistema subtropical: plataforma de São Sebastião SP. Edusp 2008; 41-58.

Anexo 1: Checklist das espécies encontradas em cada região

Baía de Ilha Grande	Baía de Sepetiba	Arraial do Cabo	Baía de Guanabara
CLASSE CYANOPHYCEAE	CLASSE CYANOPHYCEAE	CLASSE CYANOPHYCEAE	CLASSE CYANOPHYCEAE
<i>Microcystis</i> sp.	<i>Microcystis</i> sp.	<i>Microcystis</i> sp.	<i>Microcystis</i> sp.
Filamentosa	Filamentosa	Filamentosa	Filamentosas
<i>Anabaena</i> sp.	<i>Anabaena</i> sp.	<i>Anabaena</i> sp.	<i>Pseudoanabaena</i> sp.
<i>Pseudoanabaena</i> sp.	CLASSE BACILLARIOPHYCE AE	<i>Oscillatoria</i> sp.	<i>Anabaena</i> sp.
<i>Oscillatoria</i> sp.	<i>Aulacoseira granulata</i> sp	CLASSE BACILLARIOPHYCE E	CLASSE BACILLARIOPHYCE AE
CLASSE BACILLARIOPHYCE AE	<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Aulacoseira granulata</i> sp.	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simon
<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Chaetoceros</i> sp.
<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Cymbella</i> sp.	<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Coscinodiscus</i> sp.
<i>Eunotia</i> sp.	<i>Eunotia</i> sp.	<i>Eunotia</i> sp.	<i>Cymbella</i> sp.
<i>Gyrosigma</i> sp.	<i>Frustulia</i> sp.	<i>Gyrosigma</i> sp.	<i>Eunotia</i> sp.
<i>Parallia</i> sp.	<i>Gomphonema</i> sp.	<i>Fragilaria</i> sp.	<i>Ethmodiscus</i> sp.
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	<i>Gyrosigma</i> sp.	<i>Melosira varians</i> C. Agardh	<i>Fragilaria</i> sp.
<i>Navicula</i> spp.	<i>Navicula</i> spp.	<i>Navicula</i> spp.	<i>Frustulia</i> sp.
<i>Odontella</i>	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Odontella</i>	<i>Gyrosigma</i> sp.
<i>Rhizosolenia</i> sp.	<i>Odontella</i>	<i>Rhizosolenia</i> sp.	<i>Melosira varians</i> C. Agardh
<i>Skeletonema</i> sp.	<i>Rhizosolenia</i> sp.	<i>Skeletonema</i> sp.	<i>Navicula</i> spp.
<i>Synedra</i> sp.	<i>Skeletonema</i> sp.	<i>Synedra</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.
<i>Tabellaria</i>	<i>Suriella</i> sp.	<i>Tabellaria</i>	<i>Odontella</i>
<i>Talassiosira</i> sp.	<i>Synedra</i> sp.	<i>Talassiosira</i> sp.	<i>Parallia</i> sp.
<i>Guinardia</i> sp.	<i>Tabellaria</i> sp.	<i>Guinardia</i> sp.	<i>Pleurosigma</i> sp.
<i>Pinnularia</i> sp.	<i>Talassiosira</i> sp.	<i>Pinnularia</i> sp.	<i>Pinnularia</i> sp.
<i>Thalassiotrix</i>	<i>Triceratium</i> sp.	<i>Thalassiotrix</i> sp.	<i>Rhizosolenia</i> sp.
<i>Triceratium</i> sp	CLASSE EUGLENOPHYCEAE	<i>Bidulphia</i> sp.	<i>Skeletonema</i> sp.
CLASSE EUGLENOPHYCEAE	<i>Euglena</i> spp.	<i>Bacillaria</i>	<i>Surirella</i> sp.
<i>Closterium</i> sp.	<i>Phacus</i> sp.	CLASSE EUGLENOPHYCEAE	<i>Synedra</i> sp.
<i>Euglena</i> spp.	CLASSE CHLOROPHYCEAE	<i>Euglena</i> spp.	<i>Tabellaria</i>
<i>Phacus</i> sp.	<i>Coenocystis</i> sp.	<i>Trachelomonas</i> sp.	<i>Talassiosira</i> sp.
CLASSE CHLOROPHYCEAE	<i>Chlamydomona</i> sp.	<i>Cryptomonas</i> sp.	<i>Terpsinoe</i>
<i>Pediastrum simplex</i>	<i>Chlorococcum</i> sp.	CLASSE CHLOROPHYCEAE	<i>Triceratium</i> sp.
<i>Eudorina</i>	<i>Desmodesmus</i> sp.	<i>Coelastrum</i> sp.	CLASSE EUGLENOPHYCEAE
<i>Coelastrum</i> sp.	<i>Pediastrum simplex</i>	<i>Chlorococcum</i> sp.	<i>Euglena</i> spp.
CLASSE ZYGNEMAPHYCEAE (DESMIDIÁCEAS)	<i>Chlorella</i> sp.	CLASSE ZYGNEMAPHYCEAE (DESMIDIÁCEAS)	<i>Trachelomonas</i> sp.
<i>Closterium</i> sp.	<i>Coelastrum</i> sp.	<i>Cosmarium</i> sp.	<i>Cryptomonas</i> sp.
<i>Staurastrum</i> sp.	<i>Dictyospathrium</i>	<i>Spondylosium</i> sp.	<i>Phacus</i> sp.

CLASSE DINOPHYCEAE (DINOFLAGELADOS)	<i>Geminella</i>	<i>Actinotaenium</i> sp.	CLASSE CHLOROPHYCEAE (CLOROFÍCEAS)
<i>Ceratium</i> sp.	CLASSE ZYGNEMAPHYCEAE (DESMIDIÁCEAS)	<i>Closterium</i> sp.	<i>Spirogyra</i> sp.
<i>Protoceratium</i> sp.	<i>Closterium</i> sp.	<i>Staurastrum</i> sp.	<i>Coenocystis</i> sp.
<i>Peridinium</i> sp.	<i>Spondylosium</i> sp.	CLASSE DINOPHYCEAE (DINOFLAGELADOS)	<i>Scenedesmus</i> sp.
<i>Protoperidinium</i> sp.	<i>Cosmarium</i>	<i>Protoperidinium conicum</i>	<i>Chlamydomona</i> sp.
	<i>Staurastrum</i> sp.	<i>Ceratium</i> sp.	<i>Tetraspora</i> sp.
	CLASSE DINOPHYCEAE (DINOFLAGELADOS)	<i>Desmodesmus</i> sp.	<i>Chlorella</i> sp.
	<i>Ceratium</i> sp.	<i>Chlorella</i> sp.	<i>Penium</i> sp.
	<i>Protoperidinium</i> sp.	<i>Podolampas</i> sp.	<i>Pediastrum simplex</i>
		<i>Gymnodinium</i> sp.	<i>Coelastrum</i> sp.
		<i>Prorocentrum</i> sp.	<i>Desmodesmus</i>
		CLASSE CHLOROPHYCEAE (CLOROFÍCEAS)	<i>Geminella</i>
		<i>Desmodesmus</i> sp.	<i>Eudorina</i>
		CLASSE CHANTOPHYCEAE	CLASSE ZYGNEMAPHYCEAE (DESMIDIÁCEAS)
		<i>Tribonema</i> sp.	<i>Closterium</i> sp.
		CLASSE TREBOUXIOPHYCEAE	<i>Actinotaenium</i> sp.
		<i>Oocystis</i> sp.	<i>Spondylosium</i> sp.
		CLASSE RHODOPHYTA	<i>Cosmarium</i> sp.
		<i>Audouinella violacea</i>	<i>Staurastrum</i> sp.
			CLASSE DINOPHYCEAE (DINOFLAGELADOS)
			<i>Ceratium</i> sp.
			<i>Podolampas</i> sp.
			<i>Prorocentrum</i> sp.