



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR - LABOMAR, UFC
CURSO DE OCEANOGRAFIA

RAYZA PONCE LEON ARARUNA

ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DE NUTRIENTES NA PRAIA DO
FUTURO, FORTALEZA, CE, BRASIL.

FORTALEZA
2013

RAYZA PONCE LEON ARARUNA

ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DE NUTRIENTES NA PRAIA DO
FUTURO, FORTALEZA, CE, BRASIL.

Monografia apresentada ao
Curso de graduação em
Oceanografia do Instituto de
Ciências do Mar da Universidade
Federal do Ceará, como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Profa. Dra. Sandra
Tédde Santaella.

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Rui Simões de Menezes

A685a Araruna, Rayza Ponce Leon
Análise temporal e espacial de nutrientes na Praia do Futuro, Fortaleza, Ce, Brasil/
Rayza Ponce Leon Araruna. – 2013.
33..f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Curso de Oceanografia, Fortaleza, 2013.

Orientação: Profª. Drª. Sandra Tédde Santaella.

1. Oceano - Nutrientes. 2. Praia do Futuro (Fortaleza, CE). I. Título.

CDD 578.77

RAYZA PONCE LEON ARARUNA

ANÁLISE TEMPORAL E ESPACIAL DE NUTRIENTES NA PRAIA DO
FUTURO, FORTALEZA-CE, BRASIL.

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Oceanografia do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Aprovada em __/__/_____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Sandra Tédde Santaella (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Maria Odete Parente Moreira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus e a meus pais, Jorge e Jaqueline
Araruna.

AGRADECIMENTOS

A meus pais que sempre me apoiaram e confiaram em mim.

À minha orientadora Sandra Tédde Santaella pela atenção, sabedoria, e claro, pela paciência.

Ao Zé Filho (Mosco) pela cumplicidade e companheirismo.

A meus amigos de Oceanografia, Andréa de Oliveira (Pres), Andréa da Consolação (Consola), Bruno Catunda, Bruno Moreira (Senvergas), Cecília Pedigão (feijão do meu baião), Clarissa Dantas, Ítalo Gois (Goisão), Jailton Nogueira (Jota), Lucas Antunes (Luquetóide), Liana Pacheco, Pedro Paulo (Tapeba), Pedry Frederico (Pedriks) e Rodolfo Teixeira, pela amizade durante essa jornada, sem vocês tudo ficaria mais difícil.

Aos professores Maria Odete Parente Moreira e Marcelo de Oliveira Soares, pelo apoio e suporte nas coletas.

Ao professor Vicente Faria pela disponibilidade e dicas preciosas.

A todos que fazem parte do laboratório de Efluente e Qualidade da água (EQUAL) pela ajuda e paciência.

A todos que fazem parte do laboratório de Plâncton que foram indispensáveis nas coletas, principalmente ao Davi Marques que não poupou esforços em todas as coletas.

“Tudo aquilo que o homem ignora, não existe para ele. Por isso o universo de cada um, se resume ao tamanho de seu saber”.

Albert Einstein

RESUMO

No ambiente marinho os nutrientes exercem uma função importante, pois são assimilados pelo fitoplâncton que é à base da cadeia trófica de todo o ambiente. Os principais nutrientes encontrados nos oceanos são os nitrogenados inorgânicos: amônio, nitrito, nitrato, além de fosfato e sílica reativa. Os objetivos deste trabalho foram avaliar a variação temporal e espacial de nutrientes na Praia do Futuro, Fortaleza-CE e a relação da concentração desses com o aparecimento de acumulações de diatomáceas. Foram feitas coletas mensais, de Julho de 2011 a Junho de 2012, na baixamar e na preamar em dois pontos diferentes da praia, ponto 1 ($3^{\circ}43'27,05''S$ $38^{\circ}27'34'',46W$) e ponto 2 ($3^{\circ}45'19,77''S$ $38^{\circ}26'37,12''W$). Em laboratório foram feitas determinações de nitrito, nitrato, amônia e ortofosfato. Em campo foram determinados: temperatura do ar, da água e oxigênio (saturado e dissolvido) em oxímetro de marca Bernauer Aquacultura, YSI F-1550 e salinidade com um refratômetro salinômetro de marca ATAGO. O método utilizado para determinação de amônia praticamente não detectou concentrações desse nutriente na água coletada, foram encontradas concentrações de nitrito e ortofosfato coerentes com o esperado para esse ambiente, porém as de nitrato foram menores, inclusive que as de nitrito. As concentrações de nitrato foram menores nos meses nos quais apareceram as acumulações de diatomácea, entretanto, as concentrações de nitrito foram maiores o que indica a possível preferência do fitoplâncton em assimilar nitrato. No mês em que ocorreu a acumulação de diatomácea com biomassa máxima, as concentrações de ortofosfato foram mais elevadas.

Palavras-chave: acumulação de diatomácea, nitrogenados, ortofosfato.

ABSTRACT

In the marine environment nutrients perform an important function; they are assimilated by phytoplankton which is the base of the food chain of the entire environment. The main nutrients found in oceans are inorganic nitrogen: ammonium, nitrite, nitrate, besides phosphate and reactive silica. The objectives of this study were to assess the temporal and spatial variation of nutrients in "Praia do Futuro, Fortaleza-CE" and the relationship of the concentration of nutrients with the appearance of accumulations of diatomaceous. They were collected monthly from July 2011 to June 2012, at low tide and high tide at two different points Beach, point 1 (3 ° 43'27, 05 "S 38 ° 27'34", 46W) and point 2 (3 ° 45'19, 77 "S 38 ° 26'37, 12" W). They were made in laboratory determination of nitrite, nitrate, ammonia and orthophosphate. In field were determined: air temperature, water and oxygen (saturated and dissolved) in Aquaculture oximeter Bernauer, YSI F-1550 and salinity in a refractometer hydrometer ATAGO. The method utilized to determine the ammonia hardly detected that nutrient concentrations in water collected, found orthophosphate and nitrite concentrations consistent with that expected for this environment, but the nitrate was smaller, including that the nitrite. The nitrate concentrations were lower in the months in which appeared the accumulation of diatomaceous, however, nitrite concentrations were higher which shows that the phytoplankton have possible preference in assimilate nitrate. In the month that occurred the accumulation of diatomaceous with maximum biomass, the orthophosphate concentrations were higher.

Keywords: accumulation of diatomaceous, nitrogenous, orthophosphate.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa da área de estudo com identificação da zona de coleta ...	16
Figura 2	Coleta de água para análise de nutrientes.....	17
Figura 3	Concentração de nitrato nos pontos de coleta.....	18
Figura 4	Concentração de nitrito nos pontos de coleta.....	18
Figura 5	Concentração de ortofosfato nos pontos de coleta.....	19
Figura 6	Teores de OD nos pontos de coleta.....	20
Figura 7	Drenagem no ponto de coleta 1.....	21
Figura 8	Temperatura nos pontos de coleta.....	23
Figura 9	Salinidade nos pontos de coleta.....	23
Figura10	Nível de precipitação pluviométrica nos meses de coleta.....	24
Figura11	Acumulação de diatomáceas na praia do Futuro.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Praias arenosas	11
1.2 Nutrientes em regiões costeiras.....	11
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3. ÁREA DE ESTUDO.....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5.1 Variações de nitrato em relação às marés.....	20
5.2 Variações de nitrito em relação às marés.....	22
5.3 Variações de ortofosfato em relação às marés.....	22
5.4 Temperatura e Salinidade.....	22
5.5 Relações entre nutrientes e as acumulações de diatomácea.....	24
5.6 Comparações com outros estudos.....	25
6. CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

1.1 Praias arenosas

As praias arenosas são depósitos de sedimentos que se ajustam às condições de ondas e maré, estas tem a função de proteger o litoral e são utilizadas para o lazer. O perfil transversal de uma praia varia de acordo com a energia das ondas, quando houver ondas de tempo bom, a praia sofrerá um engordamento e quando houver tempestades, a praia sofrerá erosão (GUERRA; DA CUNHA, 2009, p.293).

De acordo com a “escola australiana de geomorfologia” existem seis estágios morfológicos: dois extremos (dissipativo e refletivo) e quatro intermediários. O dissipativo apresenta gradiente topográfico baixo e estoque elevado de areia, com isso apresenta larga zona de *surf*, o gradiente de praia também é baixo. No estado refletivo ocorre o inverso do estágio dissipativo, ou seja, gradiente elevado de praia e fundo marinho adjacente, o que elimina a zona de *surf* (GUERRA; DA CUNHA, 2009, p.294).

Uma praia pode ser subdividida em três regiões que se delimitam de acordo com a influência da maré. As regiões são: face praial, antepraia e pós-praia. A face praial vai da zona de maré baixa até além da zona de arrebentação, a antepraia é a região entre o nível da maré alta e maré baixa e é a região que sofre com a ação das marés e os efeitos de espraiamento e refluxo da água. A pós-praia ocorre fora do alcance das ondas e marés normais e só sofre ação da maré em caso de marés muito altas ou tempestades (SCHMIEGELOW, 2004, p.50).

1.2 Nutrientes em regiões costeiras.

Em ecossistemas costeiros, populações de microalgas abastecem numerosas cadeias alimentares e comumente são acumuladas na superfície formando manchas marrons escuras (TALBOT *et al.*, 1990) e, os nutrientes podem ser fatores determinantes na presença de fitoplâncton no ambiente marinho (FERREIRA *et al.*, 2010). Apesar da grande atividade biológica local e da importância do fitoplâncton, as praias brasileiras ainda são pouco estudadas (MARGEM, 2003).

O suprimento de nutrientes nos ecossistemas de regiões costeiras ocorre por fontes externas (deposição atmosférica, escoamentos de água subterrânea, entrada pelos rios e oceanos – ressurgências costeira e de plataforma) e internas (remineralizações bênticas e pelágicas da matéria orgânica). Os microrganismos atuam na remineralização da matéria orgânica, e os nutrientes retornam ao meio ambiente para, novamente, serem consumidos (CARMOUZE, 1994; VALIELA, 1995).

Em geral os nutrientes são encontrados na superfície em menor concentração que nas águas de fundo, pois, no fundo, a luz chega com menor intensidade, fazendo com que a atividade fotossintética seja menor e, conseqüentemente, o consumo de nutrientes pelo fitoplâncton também é menor. Dessa forma a concentração de nutrientes em águas profundas é maior do que na superfície onde ocorre atividade fotossintética intensa e consumo de nutrientes. (SCHMIEGELOW, 2004, p.70).

Se houver pouca disponibilidade de nutrientes a taxa de fotossíntese e a taxa de divisão celular do fitoplâncton serão afetadas (SOURNIA, 1976). Assim, do ponto de vista funcional, a produção primária do fitoplâncton, associada metabolicamente ao suprimento de nutrientes limitantes é importante para os possíveis processos da vida aquática (SEMENOV, 1982; OVERBECK, 1989). Dentre os vários nutrientes existentes nas águas marinhas os mais importantes são fosfatos e nitrogenados. (SCHMIEGELOW, 2004, p.70).

O nitrogênio é o componente essencial de proteínas, de ácidos nucléicos e de diversos componentes celulares. No mar, o nitrogênio é um elemento que desempenha papel central no controle da atividade biológica junto à produção primária marinha (CHIOZZINI, 2011). O nitrogênio molecular (N_2) é o composto nitrogenado mais abundante na água do mar (Braga, 2002), o nitrato (NO_3^-) é relativamente abundante, enquanto íon amônio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e óxido nitroso (N_2O) são encontrados em proporções menores (WADA E HATTORI, 1991).

O fósforo é essencial à formação da matéria orgânica, pois integra estruturas importantes e participa da conversão de energia em todo o sistema biológico por meio de moléculas de ATP. Nos sistemas aquáticos, o fósforo pode ser encontrado dissolvido e particulado, sendo que a forma inorgânica dissolvida é a mais

biodisponível e mais rapidamente assimilável para a construção da biomassa fitoplanctônica marinha. As fontes de fósforo para os ambientes estuarinos, costeiros e oceânicos, são os processos de intemperismo das rochas e o transporte pelos rios. (BERBEL, 2008).

Entendendo a importância dos nutrientes para o equilíbrio da vida marinha, esse trabalho teve como objetivo avaliar as concentrações dos principais nutrientes, amônia, nitrito, nitrato e ortofosfato, e sua relação com o aparecimento de acumulações de diatomáceas na região da praia do Futuro, Fortaleza – CE.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a relação entre a concentração de nutrientes e o aparecimento de acumulações de diatomáceas na praia do Futuro, Fortaleza – CE.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar o comportamento dos nutrientes em relação à maré (baixamar e preamar);
- Verificar se as concentrações de nutrientes encontradas são esperadas para a área de estudo;
- Observar a variação na concentração de nutrientes durante o período estudado;
- Verificar o comportamento dos nutrientes em relação ao período de acumulações de diatomáceas.

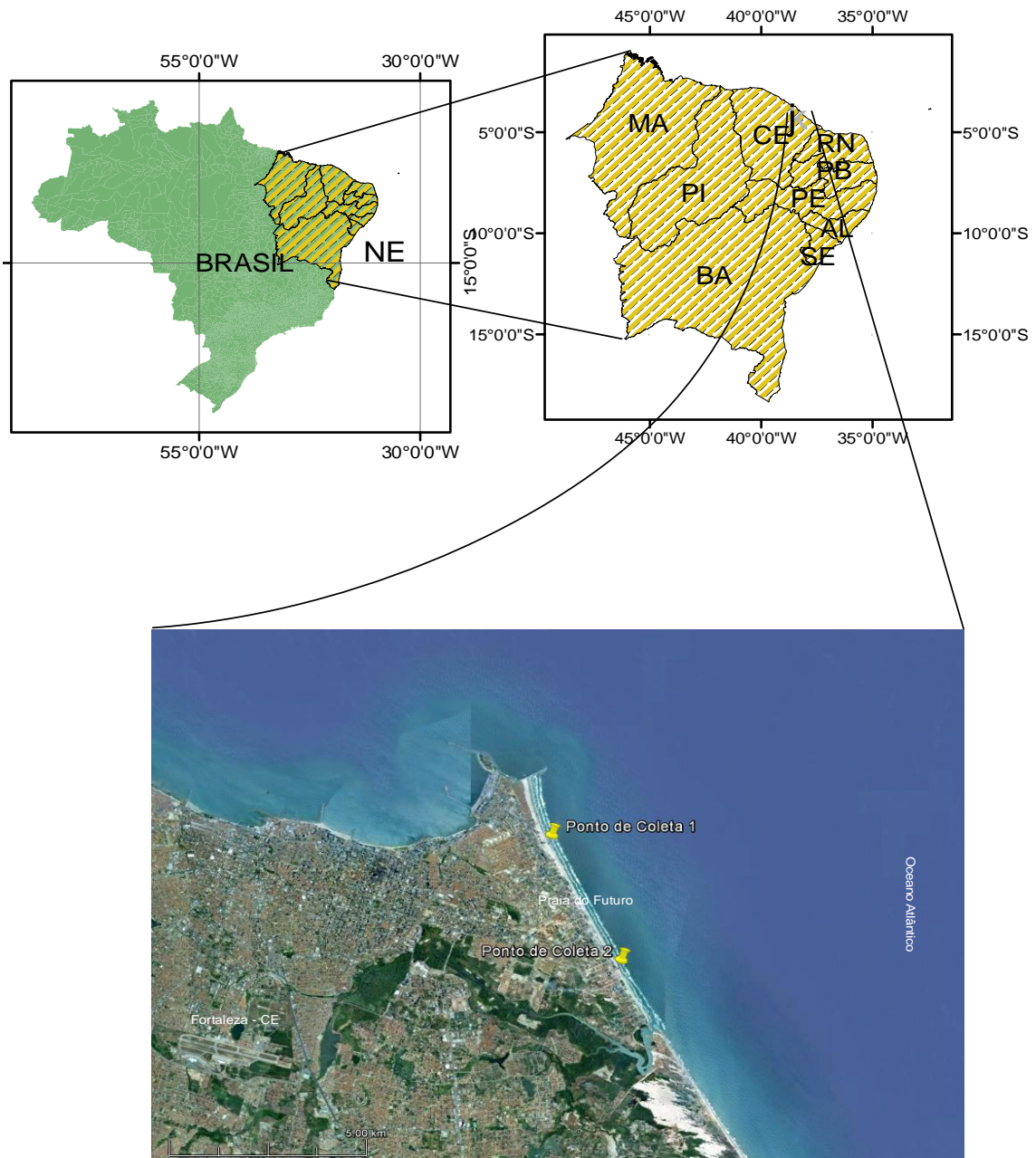
3. ÁREA DE ESTUDO

A praia do Futuro possui 8 km de extensão na região urbana de Fortaleza-CE, sendo sua área limitada pela desembocadura do rio Cocó e pelo espigão do Titãzinho (figura 1). O ambiente está inserido na planície litorânea com predomínio de areias quartzosas, que apresentam caráter bimodal e polimodal ao longo da costa (ALBUQUERQUE. *et al.*,2009).

A geologia local é dominada por sedimentos cenozóicos do período Neógeno. São areias esbranquiçadas de granulação fina a média bem selecionada, com grãos de quartzo fosco e arredondados, esporadicamente com níveis de minerais pesados (CPRM, 1996). É observada a presença de blocos de *beach rocks* e areias de praia com granodecrescência da foz do rio Cocó para o pontal do Mucuripe, o que evidencia a variação de energia na zona costeira (MAIA, 1997). O regime de maré é de mesomaré com variação relativa da amplitude em torno de 3,1m (ALBUQUERQUE. *et al.*,2009).

O local de estudo está submetido a influências da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), com predomínio dos ventos alísios de NE e SE, com variação sazonal. Um estudo feito pelo Instituto de Pesquisas Hidroviárias (INPH) entre 1991 e 1994 mostra que as ondas apresentam tendência de distribuição de componentes em três direções: E, E-NE e E-SE (MAIA, 1998). As correntes costeiras são paralelas à costa, com valores de velocidade variando entre 0,24 e 0,31m/s, e normais à costa, com velocidades entre 0,23 e 0,58 m/s (ALBUQUERQUE. *et al.*,2009).

Figura 1: Mapa da área de estudo com identificação da zona de coleta.



Fonte: *Google earth*, adaptado por José Cavalcante de Oliveira Filho, 2012.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de água foram coletadas mensalmente durante 11 meses, de julho de 2011 a junho de 2012, na baixamar e na preamar com a maré em sizígia, sempre nos primeiros 5 cm da coluna d'água.

Foram escolhidos dois pontos de amostragem, denominados ponto 1 ($3^{\circ}43'27,05''S$ $38^{\circ}27'34'',46W$) e ponto 2 ($3^{\circ}45'19,77''S$ $38^{\circ}26'37,12''W$). Os pontos foram escolhidos, estrategicamente, equidistantes das extremidades da praia para uma melhor cobertura da região estudada. A água para as determinações de nitrito, nitrato e amônia foi coletada em garrafas de polietileno (figura 2); a água para a determinação de ortofosfato foi coletada em garrafas de vidro, previamente lavadas com detergente especial. Foi feita a coleta de uma amostra por ponto. Ainda em campo, as amostras coletadas foram armazenadas em isopor com bolsas de gelo. Ao chegar ao laboratório as amostras foram refrigeradas em torno de $-23^{\circ}C$, até sua utilização.

Em campo foram determinados: temperatura do ar e da água, oxigênio (saturado e dissolvido) em oxímetro de marca Bernauer Aquacultura, YSI F-1550 e salinidade em refratômetro salinômetro de marca ATAGO.

As determinações foram feitas segundo os métodos descritos em Baumgarten, Rocha e Niencheski (1996) e foram feitas em duplicata. Os pontos foram denominados BP1(baixamar do ponto 1),PP1(preamar do ponto 1), BP2(baixamar do ponto 2) e PP2(preamar do ponto 2).

Figura 2: Coleta de água para análise de nutrientes.

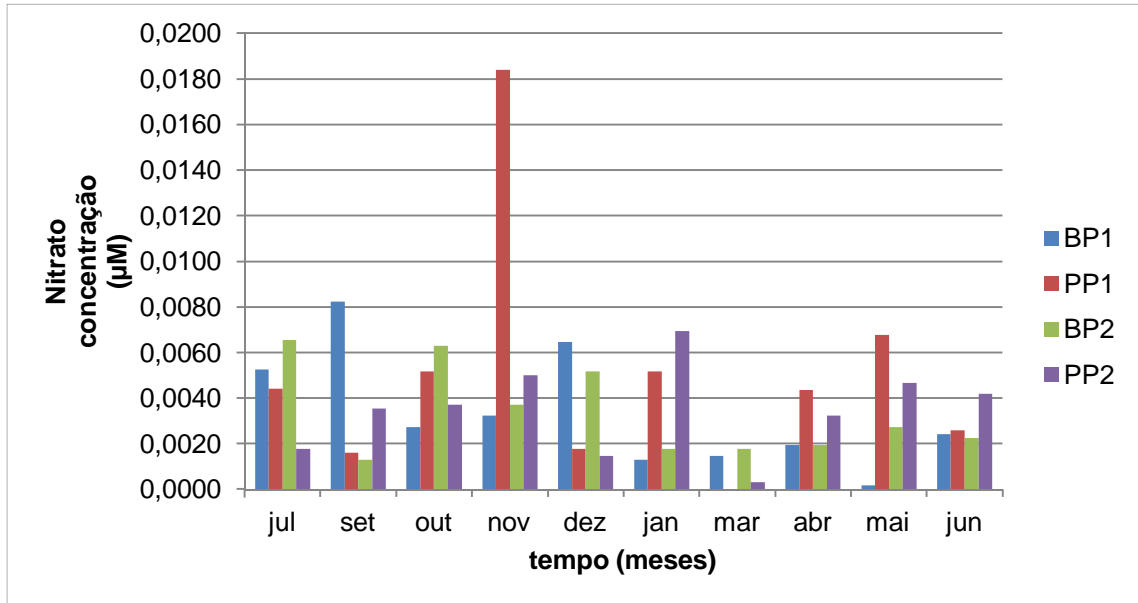


Fonte: arquivo pessoal, 2012.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

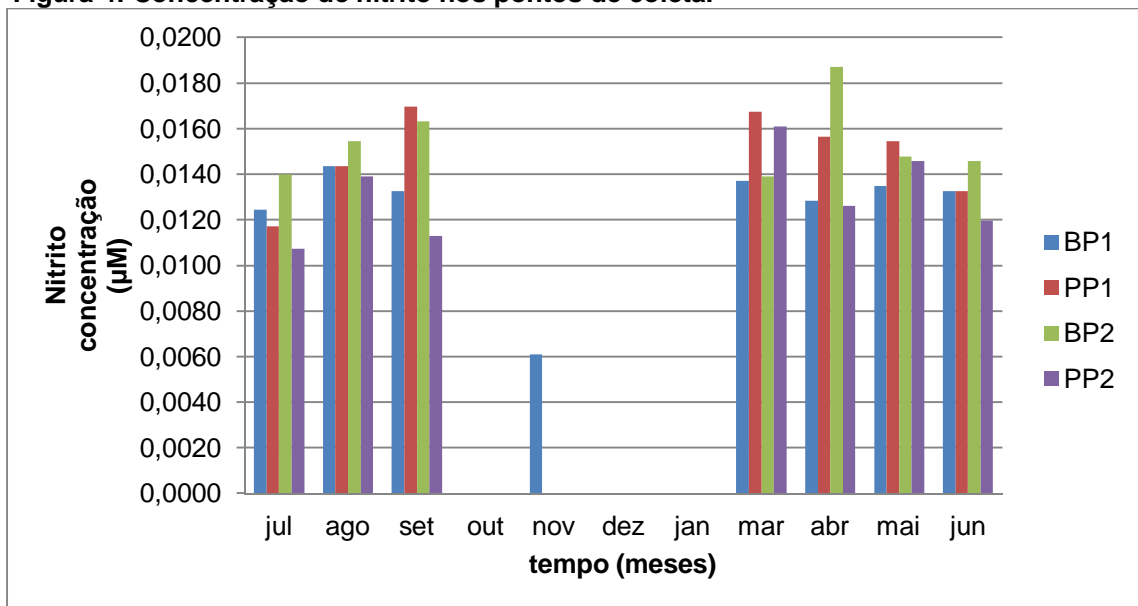
Os valores de concentração encontrados para os nutrientes estudados são mostrados nas figuras 3,4 e 5.

Figura 3: Concentração de nitrato nos pontos de coleta.



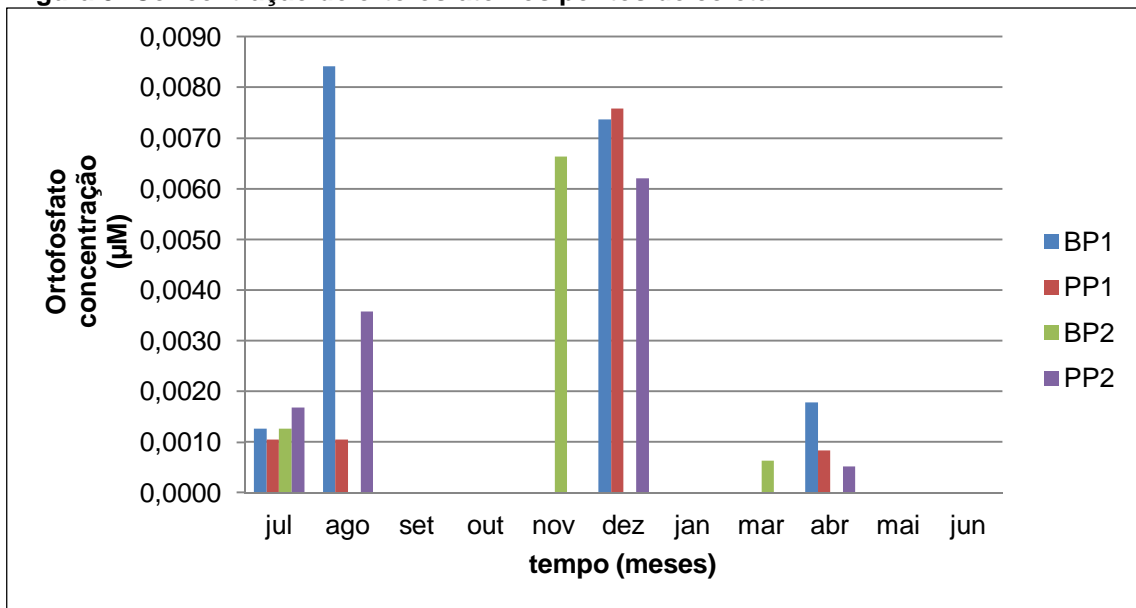
Fonte: o autor, 2012.

Figura 4: Concentração de nitrito nos pontos de coleta.



Fonte: o autor, 2012.

Figura 5: Concentração de ortofosfato nos pontos de coleta.

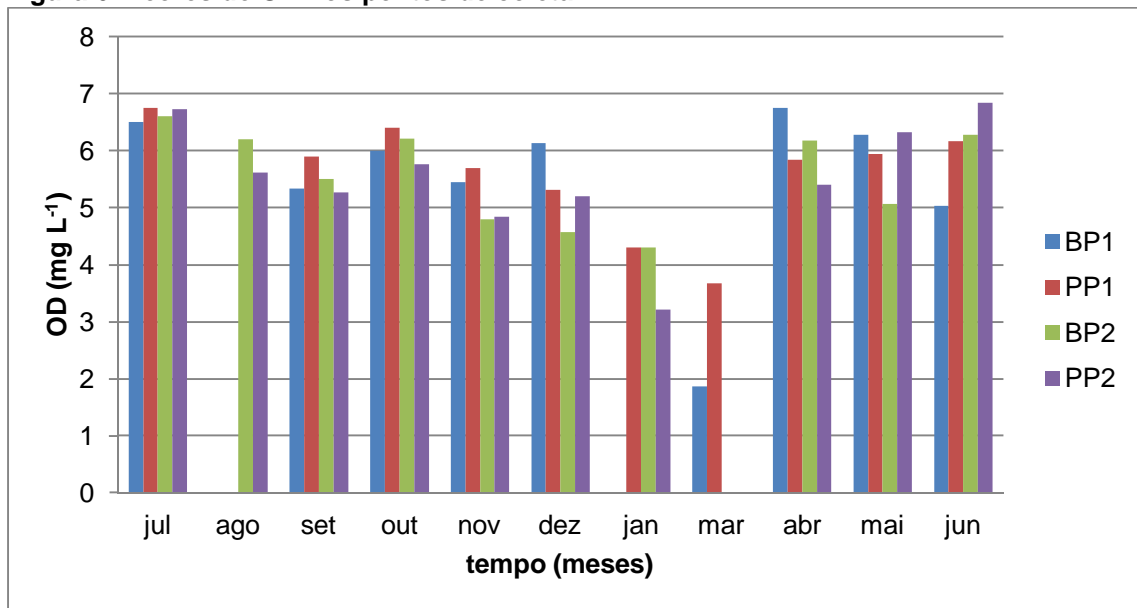


Fonte: o autor, 2012.

Amônia não foi detectada, pelo método utilizado, nos meses de coleta. As concentrações de amônia em águas costeiras não poluídas e no oceano são, geralmente, na ordem de 1 µM (BAUMGARTEN; ROCHA; NIENCHESKI, 1996, p.89), no caso das áreas coletadas, algum fator como a presença de bactérias nitrificantes ou o pH da água pode acelerar a oxidação da amônia para as outras formas nitrogenadas.

As concentrações encontradas para nitrito e ortofosfato estão de acordo com o esperado para águas costeiras, pois as concentrações para esses ambientes são da ordem de 0,01 a 1 µM e 0 a 1 µM (BAUMGARTEN; ROCHA; NIENCHESKI, 1996, p.97.78), para nitrito e ortofosfato, respectivamente. As concentrações de nitrato foram inferiores ao esperado para águas costeiras, pois segundo Baumgarten, Rocha e Niencheski (1996, p.99), as concentrações normais de nitrato em águas costeiras são da ordem de 10 a 15 µM. Além disso, as concentrações de nitrato também foram inferiores às concentrações de nitrito, o que não é comum. Isso pode ser justificado pela concentração de oxigênio, pois segundo a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 237/2005, o teor de oxigênio dissolvido (OD) para o ambiente estudado tem que ser maior ou igual a 6 mg.L⁻¹ e as concentrações de oxigênio encontradas foram, na maioria, menores que 6 mg.L⁻¹ e alguns menores do que 5 mg.L⁻¹ e 4 mg.L⁻¹ (figura 6). Isso pode ter contribuído para a baixa concentração de nitrato em relação ao nitrito.

Figura 6: Teores de OD nos pontos de coleta.



Fonte: o autor, 2012.

Em concentrações baixas de oxigênio, pode ocorrer desnitrificação, ou seja, redução de nitrato e conseqüente aumento das concentrações de nitrito (BAUMGARTEN; ROCHA; NIENCHESKI, 1996, p.96).

5.1 Variações de nitrato em relação às marés.

No ponto 1 as concentrações de nitrato foram maiores, na maioria dos meses, em preamar em relação à baixamar (figura 3). O que não é comum, pois a concentração de nutrientes em preamar deveria ser menor, devido à entrada de água na plataforma continental adjacente, o que causaria a dissolução dos nutrientes (PEREIRA, 2005). Esse fato pode ser atribuído à existência de drenagem urbana (figura 7) e de dunas no ponto 1 e, em preamar, a ligação com a drenagem e com as dunas era maior fazendo com que a concentração de nitrato fosse maior. Dunas contribuem para o incremento de nitrato para as áreas de arrebentação, pois, geralmente, possuem aquíferos que possuem altas concentrações de nitrato, provenientes das chuvas e rochas (MCLACHLAN; LLENBERGER, 1986).

Figura 7: Drenagem no ponto de coleta 1.



Fonte: arquivo pessoal, 2012.

Em novembro de 2011, houve um pico de nitrato em preamar no ponto 1 (figura 3), como não houve nenhuma anormalidade nos fatores analisados (temperatura, salinidade, OD e precipitação), possivelmente o que causou esse pico foi a drenagem e as dunas.

No ponto 2 as concentrações de nitrato também foram maiores, na maioria dos meses, em preamar em relação à baixamar (figura 3). Apesar de no ponto 2 não existir drenagem urbana tão próxima quanto a que existe no ponto 1, a praia do Futuro possui, em toda sua extensão, drenagens urbanas, e em preamar o contato com a drenagem é maior, o que pode causar o aumento na concentração de nitrato.

Fazendo a comparação das concentrações de nitrato entre as mesmas marés, observa-se que as concentrações são, na maioria dos meses, maiores na baixamar do ponto 2 em relação à baixamar do ponto 1 (figura 3), isso pode ser justificado pela proximidade do ponto 2 com o rio Cocó e em baixamar a vazão do rio transporta maior quantidade de nutrientes para a região costeira, pois segundo Magini *et al.* (2007) foram detectados amônia, nitrito, nitrato e fosfato, em pequenas concentrações, na foz do rio, indicando que o rio Cocó contribui com uma pequena quantidade de nutrientes para o mar, mesmo em épocas de estiagem.

No ponto 1, entre as marés de preamar, na maioria dos meses, as concentrações de nitrato foram maiores em relação ao ponto 2 (figura 3), isso pode ser justificado pela presença da drenagem urbana e das dunas no ponto 1.

5.2 Variações de nitrito em relação às marés.

O nitrito se comporta de forma semelhante ao nitrato. Comparando a baixamar dos pontos 1 e 2, observa-se que a baixamar do ponto 2 possui, na maioria dos meses, concentrações maiores em relação ao ponto 1 (figura 4), o que pode ser justificado pela presença do rio Cocó perto desse ponto.

Em relação à preamar, o ponto 1 possui concentrações maiores de nitrito em relação ao ponto 2 (figura 4) e a justificativa é a mesma que para nitrato, o ponto 1 está sujeito drenagem urbana que contribui para o aumento nas concentrações desse composto.

Fazendo comparações no mesmo ponto, foi observado que no ponto 1 as maiores concentrações foram em preamar em relação à baixamar (figura 4) atribuído à drenagem existente, entretanto, no ponto 2, diferentemente do que ocorreu com o nitrato, em baixamar foram observadas maiores concentrações em relação à preamar (figura 4), o que pode ser justificado pela proximidade com o rio Cocó.

5.3 Variações de ortofosfato em relação às marés.

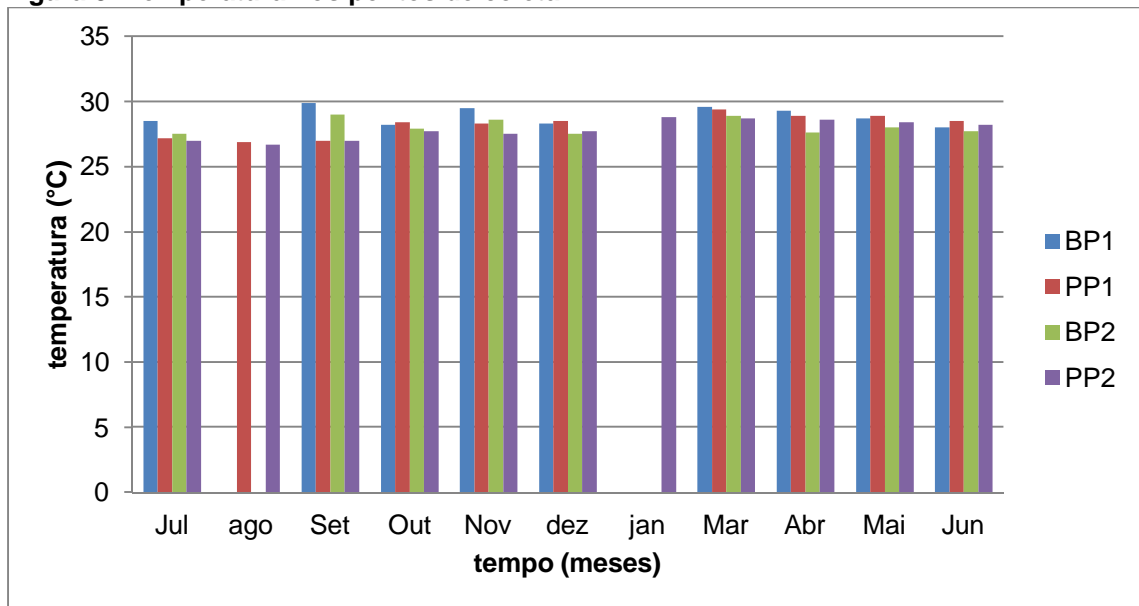
Para o ortofosfato a relação entre as marés não foi direta, pois foram poucos os meses em que foram detectadas concentrações desse nutriente e somente em julho 2011 foram observadas concentrações nos dois pontos e nas duas marés (figura 5).

5.4 Temperatura e Salinidade

A temperatura se manteve estável durante o período de coleta com valores variando de 26,6°C a 29,9°C com uma média de 28,2°C (figura 8). Segundo Perkins (1978) esta homogeneidade pode estar associada à pequena profundidade e ao grau de turbulência da água, próprio do ambiente costeiro tropical.

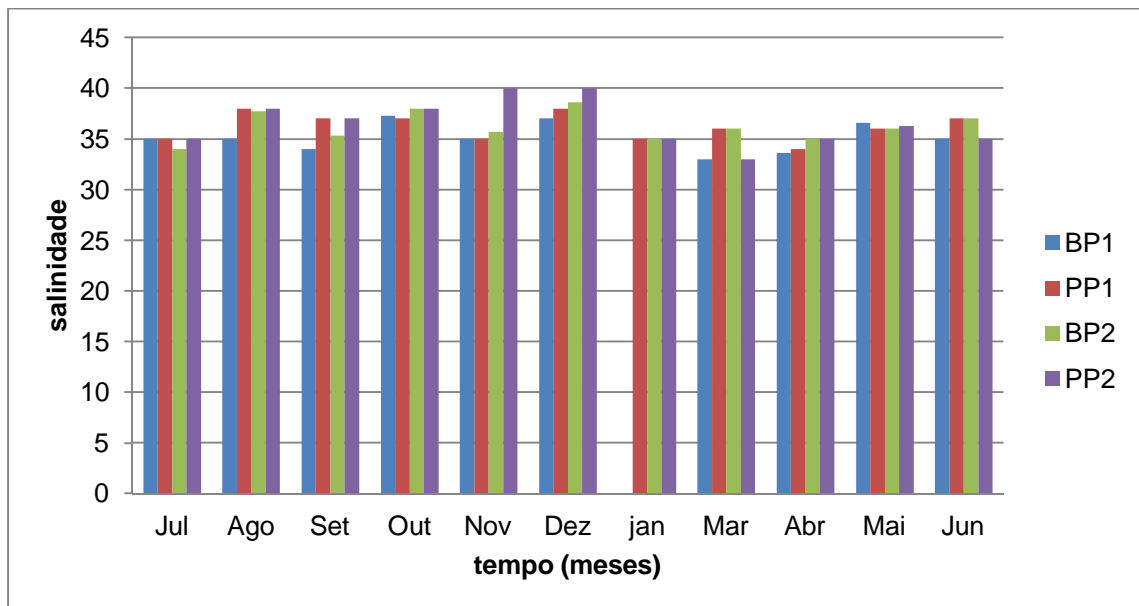
A salinidade se manteve estável durante todo o período de coleta, com valores dentro do esperado para a área estudada (33 e 40) com uma média de 36 (figura 9).

Figura 8: Temperatura nos pontos de coleta.



Fonte: o autor, 2012.

Figura 9: Salinidade nos pontos de coleta

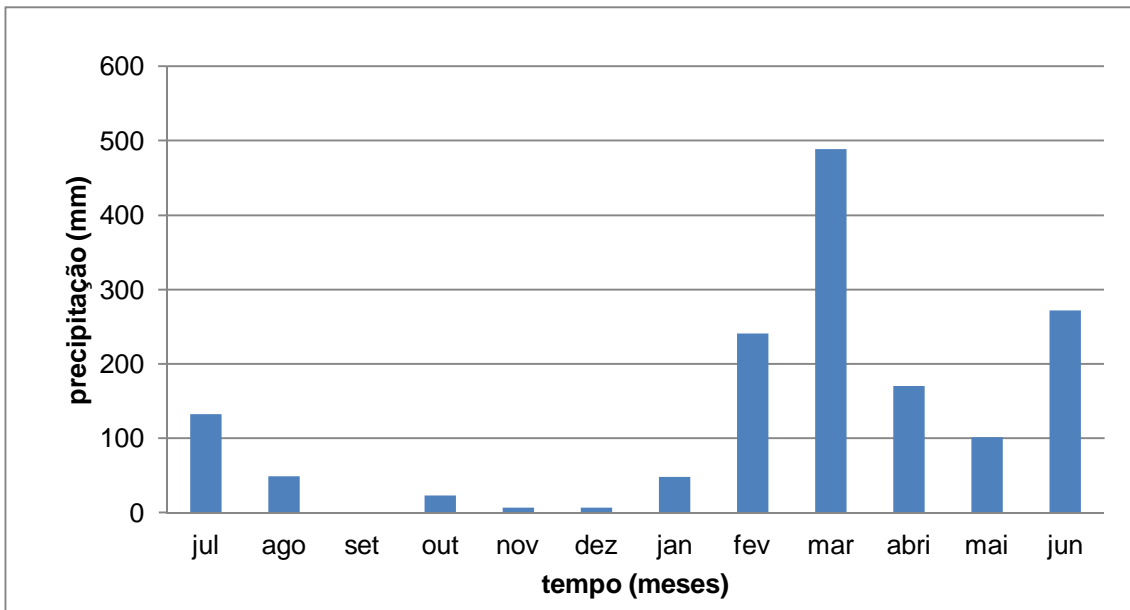


Fonte: o autor, 2012.

5.5 Relações entre nutrientes e as acumulações de diatomáceas.

Franco *et al.* (2013) fizeram o estudo de fitoplâncton na praia do Futuro no mesmo período e constataram que as maiores concentrações de clorofila *a* ocorreram no período de chuva (janeiro a junho de 2012) (figura 10).

Figura 10: Nível de precipitação nos meses de coleta (posto PICI).



Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), 2012.

No período em que ocorreram acumulações de diatomáceas (figura 11) e as concentrações de clorofila *a* foram maiores, as concentrações de nitrato, foram menores e as de nitrito, foram maiores ou não apresentaram variação, ou seja, o nitrato foi mais consumido no período das manchas. Isso mostra a possível preferência do fitoplâncton pela assimilação de nitrato em relação ao nitrito. No mês de dezembro houve a maior acumulação de diatomáceas vista durante as coletas, e neste mês, observaram-se maiores concentrações de ortofosfato o que é bastante coerente uma vez que em altas concentrações de ortofosfato podem ocorrer florações de fitoplâncton (BAUMGARTEN; ROCHA; NIENCHESKI, 1996, p.79).

Figura 11 : Acumulação de diatomáceas na praia do Futuro.



Fonte: arquivo pessoal, 2012.

5.6 Comparações com outros estudos

Um trabalho realizado por Fujita, Wheeler e Edwards (1989) em Oregon, EUA, mostra que quando começa o período de ressurgência ocorrem pulsos de concentração elevada de nutrientes (nitrato varia de 7 a 28 μM e fosfato varia de 1 a 3 μM) separados por períodos de concentrações baixas de nutrientes durante julho e agosto (0,7 a 3 μM de nitrato e 1 a 1,3 μM de fosfato). Em setembro e outubro ocorreram esporadicamente concentrações altas de nutrientes, o nitrato variou de 1,3 a 10,5 μM , o fosfato de 0,9 a 2,2 μM e a amônia de 0 a 6,3 μM , porém a ressurgência nesse ano(1985) cessou abruptamente no fim de setembro, então os aumentos no mês de outubro foram, provavelmente, residuais.

Eles afirmam que durante o inverno as concentrações foram estáveis (6 a 12 μM de nitrato e 1 a 2 μM de fosfato) e decresceram em março (0 a 4 μM de nitrato e 0,2 a 1 μM de fosfato) e que essa queda deveu-se ao *bloom* de fitoplâncton.

Diferentemente do trabalho feito na praia do Futuro, observa-se que em Oregon as concentrações tiveram grandes variações e os valores foram bem mais altos que na praia do Futuro onde nenhum dos nutrientes estudados ultrapassou 1 μM , isso mostra que um evento de ressurgência traz grandes quantidades de

nutrientes do fundo marinho para a superfície. O que ocorreu de forma similar foi o fato de as concentrações de nitrato diminuírem em consequência do *bloom* de fitoplâncton.

Peng *et al.* (2009), avaliaram a variação de compostos nitrogenados e sua distribuição espacial ao longo de 10 anos (1996 a 2006) na cidade de Tianjin, no norte da China, que é a terceira maior cidade industrial e comercial do país, possui atividade de aquicultura em sua costa, os esgotos urbanos e industriais são drenados para o mar Bohai por vários rios existentes na região e possui o maior porto da China.

Nesse trabalho, nitrato, amônia e nitrito apresentaram valores mínimos de 0,11 μM em 1996, 0,3 μM em 2000 e 0,04 μM em 1998 e valores máximos de 0,64 μM em 2004, 1,68 μM em 2004 e 0,19 μM em 2001, respectivamente. Após 2004 a concentração de nitrogenados começou a apresentar um decréscimo que pode ser atribuído ao aumento na capacidade de tratamento de esgotos em Tianjin.

Os valores obtidos em Tianjin foram um pouco maiores do que os da praia do Futuro, isso é explicado pelo fato de Tianjin possuir uma atividade comercial e industrial mais intensa que Fortaleza e ter em sua costa o maior porto da China, conseqüentemente, a carga de nutrientes gerada por essas atividades é maior do que a carga de nutrientes que chegam à praia do Futuro.

Jang *et al.* (2011) fizeram um estudo das tendências espacial e temporal na qualidade da água em resposta às descargas de esgoto em duas baías semifechadas da Korea. Foram feitas coletas em quatro estações. A primeira fica dentro da baía de Masan que é cercada por duas cidades com grandes complexos industriais, 10 córregos pequenos drenam água doce para dentro da baía.

A segunda estação fica fora da baía de Masan, não recebe água doce de córregos, porém recebe o efluente tratado da estação de tratamento de Masan. A terceira estação fica dentro da baía de Hangam que é cercada por uma cidade pequena e recebe água doce de três córregos. A quarta e última estação fica em uma área afastada da costa (*offshore*).

Em relação aos nitrogenados no trabalho de Jang *et al.* (2011), na estação 1 a amônia variou em torno de 1 a 50 μM e nitrito+nitrato variou em torno de 2 a 60 μM ,

na estação 2 a amônia variou em torno de 0 a 38 μM e nitrito+nitrato variou em torno de 0 a 20 μM , na estação 3 a amônia teve uma variação em torno de 0 a 20 μM e nitrito+nitrato em torno de 0 a 18 μM , já na estação 4 a variação foi 0 a 4 μM e 0 a 10 μM para amônia e nitrito+nitrato respectivamente. O estudo feito por Jang *et al.* (2011) mostra que a concentração de nitrogenados foi menor no inverno e no verão, o que foi atribuído à ocorrência de *bloom* de fitoplâncton nessas estações.

Na estação 1, o ortofosfato variou de 0 a 2 μM , na estação 2 ele variou em torno de 0 a 3 μM , na estação 3 sua variação foi de 0 a 4 μM e na estação 4 não ultrapassou 1 μM . O motivo de a concentração de ortofosfato ter sido maior na estação 3, em oposição aos nitrogenados, é que em 1967, perto da baía de Hangan, foi construída uma indústria de fertilizantes, que mesmo tendo sido fechada em 1999, ainda gera problemas sérios de poluição nos solos e rochas.

Os valores de nutrientes encontrados nas baías da Korea foram, em sua maioria, muito maiores que os valores da praia do Futuro, pois baías, por serem ambientes abrigados, possuem hidrodinâmica diferente e capacidade maior de reter os nutrientes que são transportados por rios e córregos. As baías em questão recebem água doce, transportada por córregos que passam dentro das cidades que as cercam, com grande concentração de nutrientes.

Odebrecht *et al.* (2010), fizeram um trabalho da variabilidade interanual de fitoplâncton na Praia do Cassino, no sul do Brasil no período de 1992 a 2007. Amônia apresentou valor mínimo de 0,07 μM e máximo de 47,3 μM ; Nitrito+Nitrato apresentaram valor mínimo de 0,09 μM e máximo de 19,4; Fosfato apresentou valor mínimo de 0,0001 μM e máximo de 10,6 μM . Amônia atingiu seu máximo de concentração em 2000 com a ocorrência de Lã Ninã, já o nitrato atingiu seu máximo no ano de 2002 com precipitação máxima devido ao evento de El Niño.

A praia do Cassino apresentou uma variação maior de nutrientes em relação à Praia do Futuro, isso pode ser justificado pelo fato dessa região receber grande aporte de sedimentos da Lagoa dos Patos e por conta dos eventos de El Niño e Lã Ninã que ocorreram durante o período de estudos. Esses eventos alteraram as concentrações dos nutrientes, pois nos anos em que ocorreu El Niño a precipitação foi muito intensa ao contrário do que ocorreu em anos de Lã Ninã, também deve ser

levado em consideração o período estudado, pois na Praia do Cassino foram 16 anos de estudos e na Praia do Futuro foi só 1 ano de estudo.

6. CONCLUSÕES

Nos dois pontos avaliados, as concentrações de nitrato foram maiores em preamar do que em baixamar e as de nitrito foram maiores em preamar no ponto 1 e maiores em baixamar no ponto 2.

As concentrações de nitrito e ortofosfato foram as esperadas para a área de estudo, entretanto as concentrações de nitrato foram inferiores ao esperado. Não foram detectadas concentrações de amônia no período de estudo.

Ao longo do período estudado, as concentrações de nitrato foram maiores no período de estiagem e menores no período chuvoso (janeiro a junho), as concentrações de nitrito praticamente não sofreram variação entre o período de estiagem e de chuva.

No período em que ocorreram acumulações de diatomáceas, as concentrações de nitrato diminuíram e as de nitrito praticamente não sofreram variação o que indica que o fitoplâncton possivelmente tem preferência em assimilar o nitrato. No mês em que ocorreu acumulação de diatomáceas com biomassa máxima (dezembro), o ortofosfato apresentou as maiores concentrações.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M.G.; CALLIARI, L.J.; CORRÊA, I.C.S.; PINHEIRO, L.S. Morfodinâmica da praia do Futuro, Fortaleza-CE: uma síntese de dois anos de estudo. **Quaternary and Environmental Geosciences**, Fortaleza, v.1, n.2, p.49-57. 2009.

BAUMGARTEN, Maria das Graças Zepka; ROCHA, Jusseli Maria de Barros; NIENCHESKI, Luís Felipe Hax. **Manual de Análises em Oceanografia Química**. Rio Grande: Editora FURG, 1996.

BERBEL, G.B.B. **Estudo do fósforo sedimentar e de suas especiações químicas em dois sistemas costeiros e Plataforma Continental Sudeste (Brasil) e baía do Almirantado (região antártica) considerando suas relações biogeoquímicas**. 2008.p.10. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto Oceanográfico da Universidade São Paulo. Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2008.

BRAGA, Elisabete, S. **Bioquímica Marinha** - efeitos da poluição nos processos bioquímicos. 2 ed. São Paulo: Fundespa,2002.108.

CARMOUZE, J. P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos**. 1. Ed. São Paulo: Editora Edgar Blücher,1994.254.p.

CHIOZZINE G.V; BASTOS, A. T. C. C; GONÇALVES, J. L; PIRES, C. M; BRAGA, E. S. Balanço entre as formas nitrogenadas dissolvidas como indicador de qualidade das águas no sistema estuarino de Santos – São Vicente, São Paulo – Brasil. *In*: Simpósio Brasileiro de Oceanografia, 5., 2011, Santos. Anais. Santos, 2011.p.1

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº237 do ano de 2005.

CPRM, **Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza**, Escala – 1:150.000.1996.

FERREIRA, L.C.; CUNHA, M. G. G. S.; KOENING, M. L.; FEITOSA, F. A. N.; SANTIAGO, M. F.; MUNIZ, K. Variação temporal do fitoplâncton em três praias urbanas do litoral sul do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, p 214-224, 2010.

FRANCO, A.O.R.; MOREIRA, M, O, P.; SOARES, M, O. **Variação Temporal e Espacial das acumulações de diatomáceas (manchas marrons) em uma praia tropical de mesomaré – Praia do Futuro (Fortaleza – CE)**. 2013. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

FUJITA, R.M.; WHEELER, P.A.; EDWARDS, R.L. Assessment of macroalgal nitrogen limitation in a seasonal upwelling region. **Marine Ecology Progress Series**, v.53, p.293 -303, 1989.

GUERRA, Antônio José Teixeira; DA CUNHA, Sandra Baptista. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 9. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.293.294.p.

JANG,P.; SHIN, K.; CHANG,M.; KIM,D. Spatial and Temporal Trends in Water Quality in Response to Sewage Discharge in Masan and Hangam Bays, Korea. **Journal of Coastal Research**. v.27, p.144-155,.2011.

MAGINI, C.; GOMES, D, F.; VERÍSSIMO, C, U.; NETO, A, B, A.; FREIRE, G. S.S.; Avaliação ambiental na Praia do Futuro, município de Fortaleza – Ceará. **Revista de Geologia**, v.20, n.1, p.91-98. 2007.

MAIA L.P. **Características texturais e variação temporal dos sedimentos da face de praia da região de Fortaleza – CE**. XVII Simpósio de Geologia do Nordeste, Fortaleza, p.188-193.1997.

MAIA L.P. **Processos costeros y balance sedimentário ao largo de Fortaleza (NE Brasil): implicaciones para uma gestion adecuada de La zona litoral**. 1998.p.269. Tese de Doutorado. Universidade de Barcelona, Barcelona, 1998.

MARGEM, H. Mycophytobenthic and phytoplanktonic biomass of the surf zone of two exposed sandy beaches. **Journal of Coastal Research**,v. 35,p. 402-407.2003.

MCLACHIAN, A.; ILLENBERGER, W.K. Significance of ground water nitrogen input to a beach/surfzone ecosystem. **Stygologia**, v.3, p. 291-296, 1986.

ODEBRECHT, C.; BERGESCH, M.; RORIG, L.R.; ABREU, P.C. Phytoplankton Interannual Variability at Cassino Beach, Southern Brazil (1992–2007), with Emphasis on the Surf Zone Diatom *Asterionellopsis glacialis*. **Estuaries and Coasts**, v.33, p. 570-583, 2010.

OVERBECK J. **Ecosystems Concepts**, chapter 2 inn: JORGESEN & VOLLENWEIDER. **Guidelines of Lake Management: Principles of Lake Management**, International Lake Environment Comitee and United Nations Environment programme, vol. 1, 1989. 199. p.

PENG, S.; DAI, M.; HU, Y.; BAI, Z.; ZHOU, R. Long-Term (1996-2006) variation of nitrogen and phosphorus and their spatial distributions in Tiajin coastal seawater. **Bull Environ Contam Toxicol.**, v.83, p.416-421, 2009.

PEREIRA, L.C.C. Effect of Coastline Properties and Wastewater on Plankton Composition and Distribution in a Stressed Environment on the North Coast of Olinda-PE (Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.28, n.6, p.1013-1026, 2005.

PERKINS, E. J. **The biology of estuaries and coastal waters**. London: Academic Press, 1978.

SCHMIEGELOW, João M. Miragaia. **O Planeta Azul: Uma introdução ás ciências marinhas**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004. 50.70.p.

SEMENOV Y. L. Estimating the Primary Production of Phytoplankton in the Easycentral and Southeastern Caspian from Nutrient Uptake. **Hydrobiological Journal**, v.18, p.10-14, 1982.

SOURNIA, A. **Phytoplankton Manual**. United Nations Educational, Schientific and Cultural Organization, United Kingdom, 1976. 336. p.

TALBOT, M.M.B.; BATE, G.C.; CAMPBELL, E.E. A review of the ecology of surf zone diatoms, with special reference to *Anaulus australis*. **Oceanography and Marine Biology**, v. 28, p. 155–175, 1990.

VALIELA, I. **Marine Ecological Processes**.2.Ed.Nova York: Editora Springer-Verlag, 1995. 386-465.p.

WADA, E. E HATTORI, A., **Nitrogen in the Sea: Forms, Abundances, and Rate Processes**.1.ed. Boston: CRC Press, 1991.208.p.