

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Centro de Tecnologia e Geociências

Departamento de Oceanografia

Programa de Pós-graduação em Oceanografia



**Influência Hidrológica e Biomassa Fitoplancônica nas Barras
Orange e Catuama (Canal de Santa Cruz)- Itamaracá-PE:
Variação Nictemeral**

JUCIENE ANDRADE DE FIGUEIREDO

RECIFE

2005

JUCIENE ANDRADE DE FIGUEIREDO

**Influência Hidrológica e Biomassa Fitoplanctônica nas Barras
Orange e Catuama (Canal de Santa Cruz)- Itamaracá-PE:
Variação Nictemeral**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Oceanografia da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para obtenção do
grau de Mestre em Ciências na área de
Oceanografia Abiótica.

Orientadora:

Dra. Kátia Muniz Pereira da Costa.

Co-Orientadores:

Dr. Manuel de Jesus Flores Montes.

Dr. Moacyr Cunha de Araújo.

RECIFE

2005

Figueiredo, Juciene Andrade de
Influência hidrológica e biomassa fitoplanctônica
nas Barras Orange e Catuama (canal de Santa Cruz) –
Itamaracá-PE ; variação nictemeral / Juciene Andrade
de Figueiredo. – Recife : O Autor, 2005.

Xix, 141 folhas : il., fig., gráf., tab., mapa

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal
de Pernambuco. CTG. Oceanografia, 2005.

Inclui bibliografia e anexos.

1. Hidrologia. 2. Fluxo (Transporte de nutrientes) –
3. Biomassa fitoplanctônica. I. Título.

556.047
551.466

CDU (2.ed.)
CDD (22.ed.)

UFPE
BC2005-139

JUCIENE ANDRADE DE FIGUEIREDO**Influência Hidrológica e Biomassa Fitoplanctônica nas Barras Orange e Catuama (Canal de Santa Cruz)- Itamaracá-PE: Variação Nictemeral**

Tese aprovada pela seguinte banca examinadora em 28 de Fevereiro de 2005:

▪ Titulares:



Dra. Kátia Muniz da Costa (Orientadora/UFPE)



Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa (UFPE)



Dra. Valdinete Lins da Silva (UFPE)

▪ Suplentes:

Dr. Silvio José de Macedo (UFPE)

Dra. Fátima Miranda Brayner (ITEP-PE)

RECIFE
2005

*Ao meu pai (in memória),
pelo seu amor, e também
por toda verdade que nele existia,
fazendo-me sempre acreditar na vida.*

*À minha querida mãezinha,
pelo seu imenso amor, por sua
delicadeza, simplicidade, e sabedoria,
ensinando-me a tolerar, perseverar,
e sentir o maior dom da vida:
o dom de amar.*

*Aos meus lindos filhos, Mariana e
João Paulo, pela luz, felicidade e
alegria que representam em
minha vida*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Eu quero agradecer a todos que contribuíram, incentivaram, e apoiaram na realização deste trabalho, e principalmente:

À Deus, por tudo, sempre.

Ao Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco pela oportunidade de realização do curso de mestrado e deste trabalho.

À minha orientadora, Dra.Kátia Muniz da Costa, por acreditar em mim, pela valiosa orientação, pelo apoio, e por tudo que aprendi nestes anos de convivência.

Ao Dr. Manuel de Jesus Flores Montes, pela valiosa co-orientação.

Ao Dr. Moacyr Cunha de Araújo, pela co-orientação e ensino durante o decorrer do curso.

Ao Dr. Silvio José de Macedo, pelo incentivo, ensino, e atenção que sempre dispensou em todos os momentos durante este período.

Ao Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa, pela atenção dispensada e análises de clorofila *a* realizadas no Laboratório de Produtividade Primária do Departamento de Oceanografia da UFPE.

Aos Professores do Departamento de Oceanografia da UFPE, pela transmissão de valiosos conhecimentos imprescindíveis na nossa formação profissional, como também a todos os funcionários que constantemente estão nos apoiando.

Ao pessoal singular, únicos da seção de química , em especial à Iara, Jesi (*in memória*), Joaquim, Antônio, e Keila pelos momentos de descontração, e amizade.

Ao CNPq, pela concessão da Bolsa de Mestrado, indispensável para a conclusão deste curso.

Ao Dr. Ralf Schwamborn pela atenção dispensada e fornecimento dos dados de ADCP

À Dra. Sigrid Neumann Leitão, pela atenção dispensada e elaboração do abstract.

À turma de mestrado, e em especial a Mauro Júnior, pelo fornecimento dos dados climatológicos e pela amizade.

Aos amigos, Maristela Oliveira, Maria de Lourdes, Valéria Barboza, João Allyson, Bruna Monteiro, Felipe Amâncio, e Carlos Esteban, pela amizade sincera e apoio em momentos de dificuldade.

Às minhas irmãs Juciana Figueiredo e Ana Flávia Figueiredo, pelo carinho, incentivo, e apoio em todos os momentos da minha vida.

Aos amigos da UDV (União do Vegetal) pela amizade verdadeira nesta jornada que é a vida.

Ah, ia me esquecendo... Mas quero agradecer ao Canal de Santa Cruz (ele mereeece!), afinal é dele que muitos vivem, como também possibilita aos pesquisadores, entender cada vez mais da hidrodinâmica estuarina.

Quem é o **mar**?

*Tão indecifrável, tentamos de alguma forma desvendá-lo.
Nele há uma inexplicável magia, fascinação e mistério.
É luz que brilha em suas águas e dá vida à centelhas divinas,
fazendo parte da consciência de Deus.
Em união com o mar, está o sol, a lua e as estrelas.
Desse encontro, nasce o equilíbrio: o ir e vir, inspirar e expirar,
chorar e sorrir, morrer e viver. Sempre num ritmo, no tempo do tempo.
Talvez seja a última fronteira, a última esperança.
É o mar que exala o sal da terra, é o mar que encanta
os poetas e os corações nostálgicos.
Ao mar quero apenas olhar, navegá-lo em um navio de prata,
e sentir sua grandeza, para no mais sublime instante, eternamente
Amar.*

Juciene Figueiredo

RESUMO

O Canal de Santa Cruz se comunica com o mar através das desembocaduras, Barra Orange ao sul ($34^{\circ} 55'W$), e Barra de Catuama, ao norte ($7^{\circ} 40'S$), onde estas duas extremidades representam dois sistemas hidrodinâmicos de intenso intercâmbio de água fluvial com água marinha. Os estudos nestas áreas são importantes na compreensão do mecanismo de fertilização e processos de mistura e circulação no ambiente. O objetivo do presente trabalho foi estudar a hidrologia, relacionando com a biomassa fitoplanctônica, e quantificar o fluxo de nutrientes nas duas Barras (Orange e Catuama), inclusive em zonas de Convergência, a fim de diagnosticar a relação entre esses fatores sobre o meio e a área costeira adjacente. Foram analisados parâmetros climatológicos (pluviometria, intensidade e direção dos ventos), hidrológicos (transparência da água, temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido e sua taxa de saturação, e sais nutrientes: amônia, nitrito, nitrato, fosfato e silicato) e físicos (batimetria, intensidade e direção das correntes). Para a análise hidrológica e determinação do fluxo, amostras foram coletas nas Barras Orange e Catuama, em agosto de 2001, em marés de sizígia e quadratura, de 3 em 3 horas, correspondendo a um ciclo nictemeral, e cujas estações, foram plotadas numa seção transversal e eqüidistantes entre si: Continente, Meio-Convergência, e Ilha. Foram realizadas análises de Componentes Principais (ACP), com todos os dados hidrológicos e a clorofila *a* na camada superficial, para determinar a correlação entre eles. Através da ACP, observou-se diferenças significativas entre os estágios de maré, principalmente a preamar e baixa-mar. De uma forma geral, os nutrientes amônia, nitrito, e nitrato relacionaram-se positivamente com a salinidade e o oxigênio dissolvido, e inversamente com o silicato. O resultado da ACP com os dados da clorofila *a* revelou que a biomassa fitoplanctônica está relacionada positivamente com o fosfato, indicando que este nutriente pode ser o limitante da produtividade primária neste local. De acordo com os resultados hidrológicos, foi observado maior concentração de salinidade na camada de fundo, durante a maré de sizígia, nas duas barras, porém foi detectado uma maior estratificação na maré de quadratura, principalmente em Catuama. Os valores de oxigênio dissolvido foram maiores em Orange, porém Catuama apresentou menores coeficientes de variação, podendo ser classificados como zonas saturadas de oxigênio. O pH apresentou-se sempre alcalino em ambas as barras. Os teores de amônia, nitrito, e nitrato foram mais elevados na preamar, principalmente na maré de sizígia. O fosfato apresentou grande número de concentrações abaixo do limite de detecção, chegando a limitar a biomassa fitoplanctônica em alguns momentos. Os valores da relação N:P entre 1,93:1 a 200,85:1 na Barra Orange, enquanto que na Barra de Catuama foi de 1,84:1 a 67,85:1. Os teores de silicato foram mais acentuados em Catuama, durante o estágio da baixa-mar. A biomassa fitoplanctônica apresentou valores característicos de áreas costeiras, sendo caracterizado como ambiente eutrófico, com uma variação de 10 a 42mg.m^{-3} (Orange) e 0,87 a 42mg.m^{-3} (Catuama). Em relação ao fluxo de nutrientes, foram registrados maiores velocidades de corrente durante o estágio da vazante com valores compreendidos entre $0,3\text{m.s}^{-1}$ a $1,0\text{m.s}^{-1}$. As Barras mostraram-se como bons exportadores de nutrientes, principalmente de silicato, durante o período estudado (24 horas), com um valor máximo de fluxo de $-7168258,8\mu\text{moles.s}^{-1}$.

ABSTRACT

The Santa Cruz Channel is linked to the sea by the South inlet Barra Orange (34°55'W), and North inlet Barra de Catuama (7°40'S), and they constitute two hydrodynamic systems with intense interchange of fresh- and saltwater. Studies in these areas are important to understand the environment fertilization mechanisms, besides the mixture and circulation processes. The present work objective was to study the hydrology, relating it to the phytoplankton biomass, and to quantify the nutrients flux at the two inlets (Orange and Catuama), including the convergence zones, in order to assess the relations between these factors in the environment and the adjacent coastal area. It was collected climatological (rainfall, wind intensity and direction), hydrological (water transparency, temperature, salinity, pH, dissolved oxygen and O₂ saturation tax, nutrients: ammonia, nitrite, nitrate, phosphate and silicate) and physics (batimetry, current intensity and direction) data. Hydrological and flux determination data were collected at Barra Orange, and Barra de Catuama, in August/2001, during a spring and a neap tides, each 3 hours interval, corresponding to a nyctemeral cycle. The stations were plotted in a transversal section and equidistant among them: Continent, Middle-Convergence, and Island. Principal Component Analysis (PCA) were performed to all surface data, and also with chlorophyll-*a* to evidence the correlation between the hydrological data. Among the PCA's it was observed significant differences among the tides level, mainly high and low tides. In general, the nutrients ammonia, nitrite and nitrate were positively correlated with salinity and dissolved oxygen, and inversely with the silicate. The PCA results with chlorophyll *a* showed that the phytoplankton biomass is related to phosphate, showing that this nutrient can be the limiting factor to the primary productivity. According to the hydrological data, it was observed higher salinity at the bottom layer, during the spring tide, in both inlets, however higher stratification was observed during the neap tide, mainly in Catuama inlet. Dissolved oxygen values were higher at Orange inlet, however Catuama inlet presented lower variation coefficient, and can be classified as oxygen saturated zones. The pH was always alkaline in both inlets. The ammonia, nitrite and nitrate were higher during high tide, mainly at spring tide. The phosphate presented many concentration data under detection limit, sometimes limiting the phytoplankton biomass. The relation N:P varied from 1.93:1 to 200.85:1 at Barra Orange, while at Barra de Catuama varied from 1.84:1 to 67.85:1. Silicate values were more pronounced at Catuama, during low tide. The phytoplankton biomass presented values characteristic of coastal water, being classified as an eutrophic environment, varying from 10 to 42 mg.m⁻³ (Orange inlet) and 0.87 to 42 mg.m⁻³ (Catuama inlet). In relation to the nutrients flux it was registered higher current velocities during ebb tide with values from 0.3 m.s⁻¹ to 1.0 m.s⁻¹. The inlets were good nutrients exporters, mainly silicate, during the studied period (24 hours), with maximum flux of -7168258,8 µmolls.s⁻¹.

LISTA DE FIGURAS

01- Mapa do Complexo Estuarino do Canal de Santa Cruz (Itamaracá, PE Brasil).	26
02- Precipitação nos dias de coleta em agosto de 2001.	35
03- Velocidade dos ventos dos dias de coleta em agosto de 2001.	35
04- Gráfico dos Pesos nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos.	37
05- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e nas marés enchente, preamar, vazante, e baixa-mar.	37
06- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2) na análise feita com os parâmetros abióticos e nas áreas Orange e Catuama.	38
07- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2) na análise feita com os parâmetros abióticos e nas estações Ilha, Meio, Convergência, e Continente	38
08- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2) na análise feita com os parâmetros abióticos e os níveis de maré de sizígia e quadratura.	39
09- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2) na análise feita com os parâmetros abióticos e as profundidades superfície e fundo.	39
10- Figura 10. Gráfico dos Pesos nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), em Orange, na análise feita com os parâmetros abióticos.	41
11- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e nas marés enchente, preamar, vazante e baixa-mar na Barra Orange.	41
12- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e as estações Ilha, Meio, Convergência, e Continente na Barra Orange.	42
13- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e os níveis de maré de sizígia e quadratura.	42
14- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e as profundidades superfície e fundo.	42
15- Gráfico dos Pesos nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na Barra de Catuama, na análise feita com os parâmetros abióticos.	44

16- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e as marés enchente, preamar, vazante, e baixa mar na Barra de Catuama.	44
17- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e as estações Ilha, Meio, Convergência, e Continente na Barra de Catuama.	45
18- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e os níveis de maré de sizígia e quadratura na Barra de Catuama.	45
19- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e as profundidades superfície e fundo na Barra de Catuama.	46
20- Gráfico dos Pesos nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e a biomassa fitoplantônica nas Barras Orange e Catuama.	47
21- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2) na análise feita com parâmetros abióticos, a biomassa fitoplantônica, e as marés enchente, preamar, vazante, e baixa-mar, nas Barras Orange e Catuama.	48
22- Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2) na análise feita com os parâmetros abióticos, a biomassa fitoplantônica, e as áreas Orange e Catuama.	48
23- Variação nictemeral da temperatura na Barra Orange, nas estações I, M, cv (Convergência) e C, nas marés de sizígia e quadratura.	51
24- Variação nictemeral da temperatura na Barra de Catuama, nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura.	52
25- Variação nictemeral da salinidade na Barra Orange nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura.	55
26- Variação nictemeral da salinidade na Barra de Catuama, nas estações I, M, cv (Convergência) e C, nas marés de Sizígia e Quadratura.	56
27- Variação nictemeral do oxigênio dissolvido na Barra Orange, nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura	59
28- Variação nictemeral do oxigênio dissolvido na Barra de Catuama nas estações I, M, cv (Convergência) e C, nas marés de sizígia e quadratura.	60

29- Variação nictemeral do pH na Barra Orange nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura.	63
30- Variação nictemeral do pH na Barra de Catuama nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura	64
31- Variação nictemeral da amônia na Barra Orange, nas estações I, M, cv (Convergência) e C, nas marés de sizígia e quadratura.	67
32- Variação nictemeral da amônia na Barra de Catuama, nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura.	68
33- Variação nictemeral de nitrito na Barra Orange, nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura.	71
34- Variação nictemeral de nitrito na Barra de Catuama nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura.	72
35- Variação nictemeral de nitrato na Barra Orange nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de Sizígia e Quadratura.	75
36- Variação nictemeral de nitrato na Barra de Catuama, nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura.	76
37- Variação nictemeral de fosfato na Barra Orange, nas estações I, M, cv (Convergência) e C, nas marés de sizígia e quadratura.	79
38- Variação nictemeral de fosfato na Barra de Catuama, nas estações I, M, cv (Convergência) e C, nas marés de sizígia e quadratura.	80
39- Variação nictemeral de silicato na Barra Orange, nas estações I, M, cv (Convergência) e C, nas marés de sizígia e quadratura.	85
40- Variação nictemeral de silicato na Barra de Catuama, nas estações I,M, cv (Convergência) e C, nas marés de sizígia e quadratura.	86
41- Variação nictemeral da Biomassa Fitoplactônica, nas Barras Orange e Catuama, nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura.	89
42- Intensidade da velocidade da corrente ($m.s^{-1}$) na seção transversal da Barra Orange durante o ciclo nictemeral em um período de maré de quadratura.	93
43- Transporte instantâneo da amônia, nitrito, e nitrato na Barra Orange, nas estações Ilha, Meio/Convergência (cv), na maré de quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.	94

44- Transporte instantâneo do fosfato e silicato na Barra Orange, nas estações Ilha, Meio/Convergência (cv), e Continente, na maré de quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.	95
45- Fluxo total dos nutrientes inorgânicos (amônia, nitrito, nitrato, fosfato, e silicato), na seção transversal da Barra Orange, na maré de quadratura, durante o ciclo nictemeral.	96
46- Intensidade da velocidade da corrente ($m.s^{-1}$) na seção transversal da Barra de Catuama durante o ciclo nictemeral em um período de maré de sizígia.	102
47- Intensidade da velocidade da corrente (m/s) na seção transversal da Barra de Catuama durante o ciclo nictemeral em um período de maré de quadratura.	103
48- Transporte instantâneo da amônia na Barra de Catuama, nas estações Ilha, Meio/Convergência (cv), e Continente, nas marés de sizígia e quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.	104
49- Transporte instantâneo do nitrito na Barra de Catuama, nas estações Ilha, Meio/Convergência(cv), e Continente, nas marés de sizígia e quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.	105
50- Transporte instantâneo do nitrato na Barra de Catuama, nas estações Ilha, Meio/Convergência (cv), e Continente, nas marés de sizígia e quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.	106
51- Transporte instantâneo do fosfato na Barra de Catuama, nas estações Ilha, Meio/Convergência (cv), e Continente, nas marés de sizígia e quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.	107
52- Transporte instantâneo do silicato na Barra de Catuama, nas estações Ilha, Meio/Convergência (cv), e Continente, nas marés de sizígia e quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.	108
53- Fluxo total dos nutrientes inorgânicos (amônia, nitrito, nitrato, fosfato, e silicato), na seção transversal da Barra de Catuama, na maré de sizígia, durante o ciclo nictemeral.	109
54- Fluxo total dos nutrientes inorgânicos (amônia, nitrito, nitrato, fosfato, e silicato), na seção transversal da Barra de Catuama, na maré de quadratura, durante o ciclo nictemeral.	110

LISTA DE TABELAS

01- Pesos e variância explicada pelas duas primeiras componentes principais, na análise realizada com os parâmetros abióticos, nas Barras Orange e Catuama.	36
02- Pesos e variância explicada pelas duas primeiras componentes principais, na análise realizada com os parâmetros abióticos, na Barra de Orange.	40
03- Pesos e variância explicada pelas duas primeiras componentes principais, na análise realizada com os parâmetros abióticos, na Barra de Catuama	43
04- Pesos e variância explicada pelas duas primeiras componentes Principais, na análise realizada com os parâmetros abióticos e a clorofila <i>a</i> , nas Barras Orange e Catuama.	47
05- Estatística descritiva da temperatura na Barra de Orange	49
06- Estatística descritiva da Temperatura na Barra Orange	49
07- Estatística descritiva da Temperatura na Barra de Catuama	50
08- Estatística descritiva da Temperatura na Barra de Catuama	50
09- Estatística descritiva da Salinidade na Barra Orange	53
10- Estatística descritiva da Salinidade na Barra Orange.	54
11- Estatística descritiva da Salinidade na Barra de Catuama	54
12- Estatística descritiva da Salinidade na Barra de Catuama	54
13- Estatística descritiva do oxigênio dissolvido na Barra Orange.	57
14- Estatística descritiva do oxigênio dissolvido na Barra Orange	58
15- Estatística descritiva do oxigênio dissolvido na Barra de Catuama	58
16- Estatística descritiva do oxigênio dissolvido na Barra de Catuama	58
17- Estatística descritiva do pH na Barra Orange.	61
18- Estatística descritiva do pH na Barra Orange	61
19- Estatística descritiva do pH na Barra de Catuama	62

20- Estatística descritiva do pH na Barra de Catuama	62
21- Estatística descritiva da amônia na Barra Orange	65
22- Estatística descritiva da amônia na Barra Orange.	66
23- Estatística descritiva da amônia na Barra de Catuama	66
24- Estatística descritiva da amônia na Barra de Catuama	66
25- Estatística descritiva do nitrito na Barra Orange.	69
26- Estatística descritiva do nitrito na Barra Orange	70
27- Estatística descritiva do nitrito na Barra de Catuama	70
28- Estatística descritiva do nitrito na Barra de Catuama	70
29- Estatística descritiva do Nitrato na Barra Orange	73
30- Estatística descritiva do Nitrato na Barra Orange	74
31- Estatística descritiva do Nitrato na Barra de Catuama	74
32- Estatística descritiva do Nitrato na Barra de Catuama	74
33- Estatística descritiva do fosfato na Barra de Orange	77
34- Estatística descritiva do fosfato na Barra de Orange	78
35- Estatística descritiva do fosfato na Barra de Catuama	78
36- Estatística descritiva do fosfato na Barra de Catuama	78
37- Estatística descritiva da relação N:P na Barra Orange	81
38- Estatística descritiva da relação N:P na Barra Orange	82
39- Estatística descritiva da relação N:P na Barra de Catuama	82
40- Estatística descritiva da relação N:P na Barra de Catuama	82
41- Estatística descritiva do Silicato em Orange	83
42- Estatística descritiva do Silicato na Barra Orange	83

43-Estatística descritiva do Silicato na Barra de Catuama	84
44-Estatística descritiva do Silicato na Barra de Catuama	84
45-Estatística descritiva da Biomassa Fitoplanctônica na Barra Orange	87
46-Estatística descritiva da Biomassa Fitoplanctônica na Barra Orange	87
47-Estatística descritiva da Biomassa Fitoplanctônica na Barra de Catuama	88
48-Estatística descritiva da Biomassa Fitoplanctônica na Barra de Catuama	88
49-Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Ilha na Barra Orange, durante a maré de quadratura	91
50-Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Meio/Convergência na Barra Orange, durante a maré de quadratura	91
51-Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Continente na Barra Orange, durante a maré de quadratura	92
52-Fluxo total dos nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na seção transversal da Barra Orange, durante a maré de quadratura.	92
53-Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Ilha na Barra de Catuama, durante a maré de sizígia	98
54-Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Meio/Convergência na Barra de Catuama, durante a maré de sizígia	98
55- Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Continente na Barra de Catuama, durante a maré de sizígia	99
56- Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Ilha na Barra de Catuama, durante a maré de quadratura	99
57- Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Meio/Convergência na Barra de Catuama, durante a maré de quadratura	100

- 58-** Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Continente na Barra de Catuama, durante a maré de quadratura **100**
- 59-** Fluxo total dos nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo nictemeral na seção transversal da Barra de Catuama, durante a maré de sizígia. **101**
- 60-** Fluxo total dos nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo nictemeral na seção transversal da Barra de Catuama, durante a maré de quadratura. **101**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Hidrologia.

Símbolos Arábicos Identificação

BM	Baixa-mar
EN	Enchente
PM	Preamar
VZ	Vazante
N:P	Nitrogênio Inorgânico : Fosfato Inorgânico (Relação de Redfield)
OD	Oxigênio Dissolvido
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
pH	Potencial Hidrogeniônico
S	Superfície
F	Fundo
P	Profundidade
prof. L	Profundidade local
nd	não detectável
Biom. Fit.	Biomassa Fitoplanctônica
B.F.	Biomassa Fitoplanctônica
T.S.	Taxa de Saturação
D.S.	Disco de Secchi
P.C.	Profundidade de Coleta
Est. M	Estação Meio
Est.I	Estação Ilha
Est. C	Estação Continente
cv	Zona de Convergência
O	Orange
CA	Catuama

Estatística Descritiva.

Símbolo Arábicos Identificação

N	Número de casos ou número de casos válidos
C.V.	Coefficiente de Variação
S _x	Desvio Padrão

Análise Multivariada.

Símbolos Arábicos Identificação

ACP	Análise de Componentes Principais
PC1	Primeira Componente
PC2	Segunda Componente

Fluxos

Símbolos Arábicos Identificação

V	Velocidade
VM	Velocidade média

Ti	Transporte instantâneo
A	Concentração do nutriente
Qt	Descarga total
M _A	Média das concentrações dos nutrientes
Ft	Fluxo total

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE ABREVIATURAS	xviii
1. INTRODUÇÃO	21
2- OBJETIVOS	25
2.1-OBJETIVO GERAL	25
2.2-OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3- DESCRIÇÃO DA ÁREA	26
4-MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1. MÉTODOS DE ANÁLISES	31
4.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	31
4.3 TRANSPORTE INSTANTÂNEO E FLUXO TOTAL	33
4.4 DADOS CLIMATOLÓGICOS	34
4.5-NORMALIZAÇÃO DO TEXTO	34
5- RESULTADOS	35
5.1-CLIMATOLOGIA	35
5.2-TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS HIDROLÓGICOS	36

5.3-PARÂMETROS HIDROLÓGICOS	49
5.3.1-TEMPERATURA	49
5.3.2-SALINIDADE	53
5.3.3-OXIGÊNIO DISSOLVIDO – PERCENTUAL DE SATURAÇÃO	57
5.3.4-POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)	61
5.3.5-NUTRIENTES INORGÂNICOS DISSOLVIDOS	65
5.3.5.1- AMÔNIA	65
5.3.5.2-NITRITO	69
5.3.5.3-NITRATO	73
5.3.5.4-FOSFATO	77
5.3.5.5-RELAÇÃO N:P	81
5.3.5.6-SILICATO	83
5.3.6-BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA	87
5.4-TRASPORTE E FLUXOS DE NUTRIENTES	90
5.4.1-BARRA ORANGE	90
5.4.2-BARRA DE CATUAMA	97
6-DISCUSSÃO	111
7-CONCLUSÕES	127
8-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128
9-ANEXOS	134

1-INTRODUÇÃO

Estuários e manguezais são ecossistemas complexos, produtivos, e de grande importância ecológica, econômica e social na costa nordestina. São ambientes que sofrem influência fluvial e marinha tornando-se diferenciados dos demais por propiciar o crescimento e desenvolvimento de várias espécies de organismos típicos desta área, representando uma significativa fonte de alimentos para as comunidades carentes.

Entre as várias caracterizações existentes para estuário, pode-se caracterizá-lo como uma interação de duas massas d' água diferentes quimicamente e fisicamente, dando origem a processos e padrões sedimentológicos e biológicos característicos. De uma maneira geral, são corpos de pequena profundidade, com volumes que dependem dos períodos de seca e chuva, fundos lamosos e cuja dinâmica depende também das taxas de precipitação, evaporação e altura das marés (YÁÑES-ARANCIBIA,1978; CARTER,1988).

As águas oriundas dos continentes são ricas em material em suspensão, que contém grande parte de matéria orgânica não biodegradada, material inorgânico originados da dissolução de minerais de rochas e sedimentos, e produtos também da lixiviação terrestre; são ricas também em material dissolvido, onde estão incluídos os sais nutrientes. Estas águas têm como destino os estuários, que por sua vez, se comunicam com o mar, estabelecendo um intercâmbio mútuo entre estes três ecossistemas- o fluvial, estuarino e marinho, onde o estuário é o mediador e cujas propriedades é resultado de ambas as interferências. Portanto, no estuário, é estabelecido um intenso dinamismo de vários fatores como o fluxo e refluxo das marés, entrada e saída de material particulado e dissolvido, remineralização da matéria orgânica, ressuspensão, variação de temperatura e salinidade, infligindo ao mesmo um ecossistema com boa disponibilidade de nutrientes, sendo considerado o grande fertilizador de áreas costeiras adjacentes, elevado grau de adaptação pelos organismos, e um sistema que se move e muda constantemente.

Na teia trófica marinha, o ciclo da vida inicia-se com os produtores primários, os autótrofos, e finaliza com a decomposição da matéria orgânica através das bactérias, dando como um dos produtos finais os sais nutrientes. Estes são o nitrogênio na forma de amônia, nitrito e nitrato, e fósforo na forma de fosfato. A sílica é de origem terrígena, e de grande importância na formação das carapaças de alguns organismos como as diatomáceas. As principais fontes de nutrientes em ambientes marinhos costeiros são: trocas fluviais-estuarinas-costeiras, ressurgências, precipitação, fixação de nitrogênio, e regeneração de nutrientes (FLINT,1985). Os nutrientes são considerados limitantes para a produtividade primária por serem vitais para vida vegetal. À medida que a radiação solar penetra na água, o fitoplâncton começa assimilar os sais nutrientes para sintetizar glicose, polissacarídeos, proteínas e lipídeos. Este, portanto, cresce e multiplica-se, sendo assimilados pelos consumidores primários, isto é, os zooplânctons herbívoros. Assim, se estabelece uma verdadeira interligação entre os organismos, nos quais existe uma intrínseca dependência entre os mesmos, numa relação entre predadores e predados.

A hidrodinâmica estuarina primariamente condiciona a distribuição e o transporte de materiais no sistema (e.g. matéria orgânica particulada, sedimentos, nutrientes, poluentes, clorofila, larvas) e seu conhecimento é fundamental para o entendimento de vários processos ecológicos, geológicos, físicos, químicos e para o manejo da qualidade da

água (KJERVE,1990). Nos sistemas estuarinos, os processos de mistura, circulação e estratificação, são governados basicamente por três forçantes: a descarga de água doce, as correntes de maré, e o cisalhamento do vento em sua superfície livre; aos quais somam-se às influências exercidas pela morfobatimetria do corpo estuarino e pela salinidade e padrões de circulação da região costeira adjacente (KJERFVE,1990; MIRANDA,1996). Estes forçantes condicionam a circulação gravitacional, a circulação residual e as correntes geradas pelo vento. Geralmente um destes padrões de circulação predomina num determinado sistema estuarino, entretanto dois ou os três tipos podem ser observados simultaneamente ou sazonalmente em um mesmo estuário (KJERFVE,1990). Em estuários onde os aportes de água doce e a ação de ondas geradas pelo vento são relativamente baixos, a circulação é basicamente guiada pelas correntes de maré (DAY *et al.*,1989). As medidas de correntes e suas propriedades, durante um ou mais ciclo de maré, permitem acessar os valores de exportação e/ou importação de água e materiais do sistema (KJERFVE *et al.*,1982).

A ocupação humana nas margens de estuários gera águas residuais que causam problemas de degradação ambiental. Em sua hidrologia, o que normalmente vem acontecendo é a poluição inorgânica através de lançamento de metais pesados e/ou outros contaminantes pelas indústrias, a poluição orgânica, pelo lançamento de esgotos domésticos e urbanos sem um tratamento adequado, e por fertilizantes agrícolas. A poluição orgânica neste caso, em condições aeróbicas, produz um excesso de nutrientes (eutrofização), através da conversão microbial do material orgânico em gás carbônico e substâncias nutritivas primárias (nitrogênio e fósforo principalmente), conduzindo à modificações sintomáticas nos ecossistemas aquáticos, tais como, o aumento da produção primária e uma simplificação da estrutura das comunidades do sistema.

A sequência de mudanças que acontece como resposta a uma carga de nutrientes, começa com um aumento específico da produtividade primária. Este fato é seguido pelo aumento paralelo de populações de alguns grupos de animais que os consomem. Como consequência, a quantidade de matéria orgânica é maior e os processos oxidativos serão de maior envergadura. Assim, o conhecimento da biomassa fitoplanctônica, do oxigênio dissolvido, e dos nutrientes, permitirá uma avaliação mais exata da verdadeira qualidade da água.

Parâmetros da hidrologia, como transparência, temperatura, salinidade, pH, e OD (oxigênio dissolvido) exercem grande influência nos organismos fitoplanctônicos e em toda a biota estuarina. Fatores como disponibilidade de luz, circulação, e processos bioquímicos condicionam esses parâmetros.

Texeira & Gaeta (1991) relatam que um dos aspectos fundamentais para a obtenção de dados com maior acurácia sobre a produção primária de um ecossistema e alto significado para confecção de modelos, está relacionado aos conhecimentos obtidos a partir dos estudos e da determinação da periodicidade nictemeral (atividade cíclicas de 24 horas), não só do fitoplâncton, como também das características ambientais. Segundo Aschoff apud Texeira & Gaeta (1991), os ritmos biológicos são caracterizados pela recorrência a intervalos regulares, de eventos bioquímicos, fisiológicos e comportamentais.

Segundo Braga (1989), o estudo da dinâmica dos sais nutrientes serve como um bom indicador das relações abióticas e bióticas que ocorrem em águas marinhas tropicais. Os mecanismos que regem a fertilidade das águas são numerosos e complexos, sendo

necessário a implantação de novos trabalhos, a fim de conhecer melhor o interrelacionamento de todos os fatores que poderiam inibir ou estimular a produção primária da região, com enormes conseqüências para o meio ambiente (PASSAVANTE, 1979).

No litoral norte de Pernambuco, destaca-se o complexo estuarino – costeiro de Itamaracá, com vastas áreas de manguezais associadas ao Canal de Santa Cruz e aos estuários de vários rios que nele desembocam. Devido à sua importância de valor cultural, econômico e científico, o Canal de Santa Cruz e áreas adjacentes vêm sendo estudados a cerca de 30 anos, existindo atualmente uma série de informações que representam um marco de referência básico e que embasam um conhecimento sólido dos recursos naturais e a dinâmica social de suas populações (ESKINAZI – LEÇA & BARROS, 2000).

Portanto, a importância dessa área, levou aos pesquisadores estudarem a região de Itamaracá desde 1966, onde vem sendo desenvolvidos trabalhos nas mais diversas áreas de oceanografia como estudos geológicos: Kempf (1970); Lira (1975); parâmetros físicos e químicos: Coutinho *et al.*, (1973); Macêdo *et al.*, (1973); Macêdo (1974); Cavalcanti (1976); Macêdo & Costa, (1978); Melo (1980); Cavalcanti *et al.*, (1981); Macêdo *et al.*, (1982); Macêdo & Cavalcanti, (1983); Bonifácio (1990); Macêdo & Costa, (1990); Medeiros (1991); Medeiros & Kjerfve, (1993); Broce (1994); Flores Montes (1996); fitoplâncton: Eskinazi-Leça (1974); Eskinazi-Leça *et al.*, (1980 a, 1980b, 1984); zooplâncton: Paranaguá *et al.*, (1979); Nascimento (1981); Porto Neto (1998); Pinto Silva (2002); moluscos: Azevedo (1980); crustáceos: Soares, (1979, 1980); Ramos-Porto (1980); ictiologia e piscicultura: Silva (1970); Eskinazi, (1970, 1972); Eskinazi-Leça & Vasconcelos Filho (1980); Vasconcelos Filho (2001); bentos: Araújo Baltar (1996); Paiva (2002). Outros trabalhos que porventura se desenvolva na área, permitirão obter dados passíveis de comparação, permitindo acompanhar suas variações ou evolução neste ecossistema dinâmico, que sofre processos de impacto ambiental devido à atividade humana.

Vários fatores alógenos estão contribuindo para a permanência e / ou degradação de habitats do Canal de Santa Cruz: a urbanização, os aterros imobiliários, o turismo, os despejos orgânicos e inorgânicos e a atividade pesqueira legal e ilegal. Como resultado, as áreas que servem de abrigo e local para reprodução, alimentação e crescimento de vários organismos, vêm sendo afetadas podendo limitar a produtividade, quer do ponto de vista biológico quer econômico (ESKINAZI – LEÇA & BARROS, 2000).

Houve recentemente o projeto denominado Gerenciamento Ambiental Participativo de Estuários e Manguezais, que elaborou um diagnóstico ecológico e sócio-econômico da área do Canal de Santa Cruz, cujo objetivo maior foi fornecer informações em prol de torná-la uma área de preservação protegida pela Legislação Federal.

Esta pesquisa fez parte do projeto técnico científico de cooperação entre o centro de Ecologia Tropical Marinha (ZMT) em Bremen, Alemanha, e o Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, em Recife, Brasil. O projeto propôs um estudo multi-disciplinar, de duração de um ano e meio sobre a ecologia do Canal de Santa Cruz, e cuja finalidade foi enriquecer o conhecimento sobre os processos envolvidos na exportação e importação de matéria e organismos em estuários tropicais. A ênfase do estudo foi estabelecer um balanço quantitativo de partículas, organismos e nutrientes para o Canal de Santa Cruz, no qual o mesmo considerou relevante as áreas de convergência estuarina. Esta convergência ocorre em determinados momentos: por exemplo, quando a

superfície d'água sofre um vento contrário à direção da maré, então massas d'águas convergem, formando uma “linha”, onde é possível observar o acúmulo de folhas de mangue, pedaços de madeira, etc (SCHWAMBORN & BONECKER, 1996). Poucos estudos têm dado valor para a convergência estuarina e sua importância no transporte de organismos e partículas entre o estuário e a água costeira adjacente.

Desta maneira, o presente trabalho, visa avaliar a hidrologia através dos parâmetros físico-químicos, bem como determinar a clorofila *a* e quantificar o fluxo de nutrientes nas duas Barras (Orange e Catuama), em função das marés de sizígia e quadratura no inverno, inclusive em zonas de Convergência, a fim de diagnosticar a influência de todos esses fatores sobre a área costeira adjacente.

2- OBJETIVOS

2.1 – Objetivo Geral:

O presente trabalho teve como objetivo geral determinar a variação nictemeral, em marés de sizígia e quadratura no inverno, dos principais parâmetros hidrológicos e a importação e exportação de nutrientes, avaliando a hidrodinâmica entre as duas Barras (Catuama e Orange) e a área costeira adjacente.

2.2- Objetivos Específicos:

-Determinar os parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, pH , nutrientes), e a biomassa fitoplanctônica, a fim de diagnosticar suas relações e interferências no meio.

-Quantificar os fluxos de nutrientes nas desembocaduras das Barras Orange e Catuama, a fim de estimar sua importação e exportação na área costeira adjacente.

-Detectar o grau trófico do meio, avaliando as possíveis fontes potenciais de fertilização.

3-DESCRIÇÃO DA ÁREA

O litoral pernambucano corresponde a uma faixa de 187Km, que se estende desde o município de Goiana, ao norte, no limite com o estado da Paraíba, até o município de São José da Coroa Grande, ao sul no limite com o estado de Alagoas (FIDEM,1987). Ao norte desta estreita faixa costeira, está localizado um dos complexos estuarinos mais importantes e estudado no estado de Pernambuco: o complexo estuarino da Ilha de Itamaracá (Figura 1).

A região de Itamaracá, localizada entre as coordenadas geográficas (7°34'00'', 7°55'16''S e 34°48'48'', 34°52'24''W), está situada a 50Km do Recife, capital do estado de Pernambuco, seguindo pela BR-101, em direção do sul para o norte. Esta região é banhada a leste pelo oceano Atlântico e contornada nos demais limites, pelas águas do Canal de Santa Cruz (LIRA,1975).

O complexo está constituído por diferentes ambientes, representados pelo Canal de Santa Cruz propriamente dito, estuários, áreas ribeirinhas e plataforma continental adjacente, nos quais se interrelacionam processos de transporte e mistura, movimentos migratórios de jovens e adultos, trocas ontogenéticas nos ciclos de vida como ovos e larvas planctônicas de organismos adultos, e trocas trofodinâmicas, energéticas e químicas. Cada um dos subsistemas ecológicos apresenta condições físico químicas peculiares, associações bióticas particulares, entre as quais se incluem os conjuntos vegetacionais e grupos micro e macro faunísticos específicos. (ESKINAZI – LEÇA & BARROS, 2000).

O Canal de Santa Cruz é um braço de mar, alongado em forma de U, que separa a ilha de Itamaracá do continente. Segundo Laborel apud Kempf (1970), sua existência se deve a uma linha recifal composta, orientada paralelamente com o sentido geral da costa; o que é uma característica das formações coralinas com embasamento de arenito, como também são, as interrupções vizinhas às desembocaduras ou barras, e o deslocamento do eixo principal do alinhamento ao nível de cada abertura.

Possui 22Km de extensão, e larguras variáveis de 0.6 a 1.5Km. Toda a área é muito rasa, a profundidade dentro do canal gira em torno dos 4 – 5m, na maré baixa, e muitas vezes é inferior a 2m. Grandes bancos de areia emergem na baixa-mar, de cada lado das embocaduras, sendo a circulação das águas ao longo do canal insuficiente para manter um canal de navegação mais profundo (MACÊDO *et al.*, 2000).

O Canal se comunica com o mar ao norte, pela Barra Catuama e ao sul, pela Barra Sul ou Orange. O segmento sul do Canal estende-se por cerca de 10Km e apresenta uma forma de bumerangue, com concavidade voltada para a ilha de Itamaracá e distante aproximadamente 6Km da Barra Orange. Este segmento apresenta uma morfobatimetria regular, com um relevo submarino suave, e profundidade média de 5 metros e uma largura média de 350 metros. Em contraste, o segmento norte do canal apresenta largura e batimetria variada, vários bancos de areia e lama que afloram na baixa-mar e vales submersos em forma de V, onde a profundidade máxima atinge vinte metros próximo à desembocadura do rio Carrapicho. As diferenças morfobatimétricas entre os dois segmentos do canal se dá principalmente pela influência da desembocadura de um número

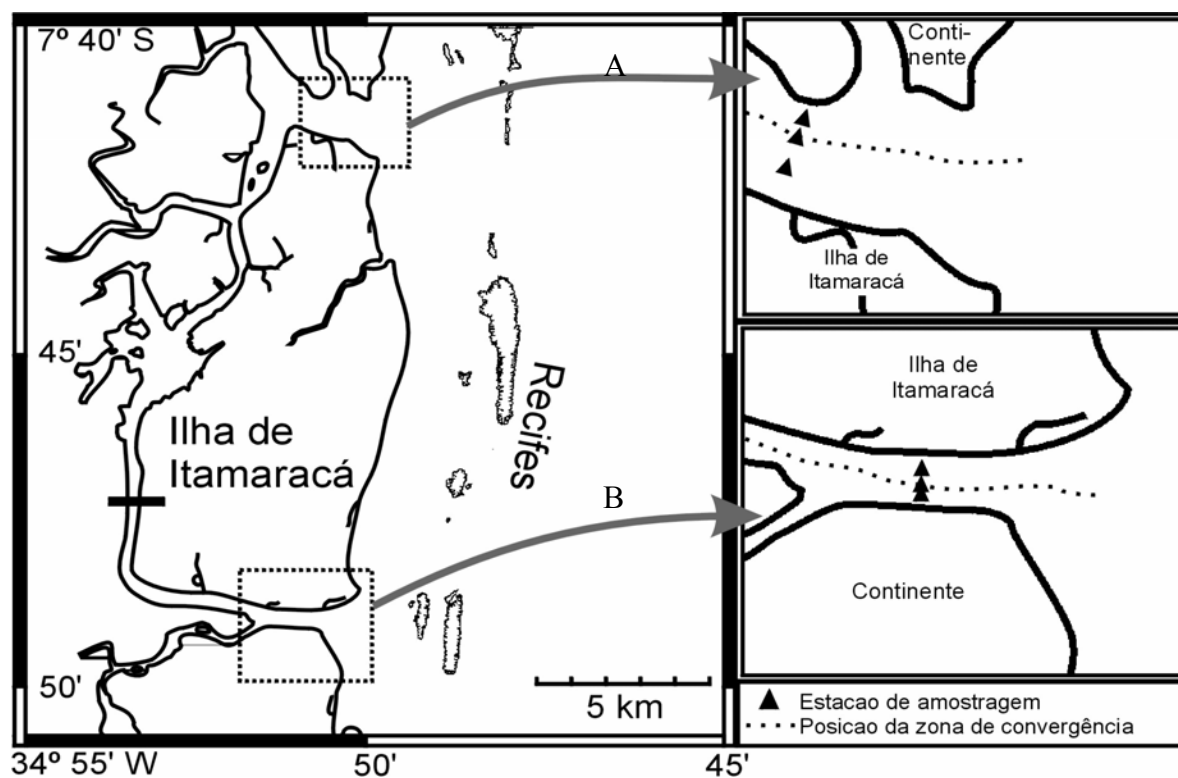


Figura 1. Mapa do Complexo Estuarino do Canal de Santa Cruz (Itamaracá, PE Brasil), indicando as duas desembocaduras do Canal: A, Desembocadura Norte – Barra de Catuama; e B, Desembocadura Sul – Barra de Orange, com indicação dos locais de coleta em relação às zonas de convergência

maior de rios e pela exposição ao fluxo e refluxo das marés (MACÊDO *et al.*, 2000).

Quanto à batimetria, segundo Lira (1975), pode-se dividir o canal em dois ramos, norte e sul. A partir da cidade de Itapissuma, verifica-se dois padrões morfológicos distintos. O lado norte está caracterizado por uma topografia mais diversificada, onde existem trechos extremamente planos e pouco profundos, e locais morfológicamente acidentados. Ao sul, a morfologia é suave e mais simples.

O canal recebe a influência continental através de vários rios, sendo os principais: Catuama, Carrapicho, Botafogo e Congo na parte norte e Igarassú, e Paripe ao sul (este é o único curso de água com destaque originário da Ilha de Itamaracá). Ao todo, a bacia hidrográfica abrange cerca de 730 Km² (MACEDO, 1974). Este fato, faz com que o Canal de Santa Cruz englobe um conjunto de pequenos estuários.

Medeiros (1991) enquadra o sistema Itamaracá no tipo estuário-lagoa (tipo 1), seguindo critério da classificação dinâmica para estuários, desenvolvida por Hansen & Rattay (1966); o qual se caracteriza por apresentar um fluxo líquido das águas dirigidas para o mar (da superfície ao fundo) e um transporte de sais predominantemente à montante, dominado por processos difusivos. No período chuvoso, se aproxima do subtipo 1a (apresentando em certos períodos e em algumas áreas, uma moderada estratificação), enquanto que no período de estiagem, o mesmo apresenta-se bem misturado (subtipo 1b).

A posição geográfica, zona litoral e zona da mata, imprime à área um clima do tipo Am', no sistema de Koeppen, com transição para As', à medida que se distancia da costa. A taxa de evaporação é inferior à de precipitação, havendo um balanço anual positivo. A temperatura do ar mostra máxima absoluta de 34°C, mínima de 20°C, com uma compensação média de 27° C (ANDRADE & LINS, 1971).

Quanto à pluviometria, distingue-se na região duas estações: uma seca, compreendida entre os meses de setembro a fevereiro, com precipitação média abaixo de 100 mm, e outra chuvosa, compreendida entre março e agosto, com precipitações superiores a 100 mm, segundo dados de Macêdo (1974), podendo a precipitação mensal atingir 400mm (PASSAVANTE, 1981).

A frequência dos ventos é de nordeste a sul, com uma predominância de ventos de sudeste (ventos alísios) com uma velocidade média de 3,2m.s⁻¹, ocorrendo ventos mais intensos durante o período chuvoso com velocidade média de 4m.s⁻¹. Durante o período de estiagem, predominam ventos de este, com velocidade média de 2m.s⁻¹ (MEDEIROS, 1991).

As marés são semi-diurnas, alcançando uma variação máxima na amplitude de 1,8 m. O atraso relacionado entre os horários de maré nas barras e o interior do canal é de aproximadamente de 15 a 20 minutos (MEDEIROS, 1991).

Geologicamente a ilha de Itamaracá está constituída pela implantação de formação sedimentar sobre o embasamento cristalino que localmente é encontrado a uma profundidade de 401 metros (LIRA, 1975).

Segundo Kempf (1970), e Lira (1975), os sedimentos que recobrem o fundo do canal distribuem-se granulometricamente em função da hidrodinâmica local, contendo

teores de carbonato de cálcio, nitrogênio orgânico, fósforo, carbono orgânico e matéria orgânica total variável. Fragmentos de conchas, bancos de ostras mortas, enterradas e restos de mangues aparecem em proporções variadas, dependendo essencialmente da ação das correntes de marés, descargas de rios e movimentação da água. Nos locais onde as correntes de marés são mais fortes, como nas extremidades do Canal, o sedimento predominante é areia quartzosa grosseira, com fragmentos de conchas, enquanto que, no trecho mediano, que corresponde à área nodal das marés penetrando pelas barras norte e sul, predominam os sedimentos finos (silte + argila), segundo Medeiros & Kjerfve (1993).

A temperatura das águas do Canal de Santa Cruz, varia sazonalmente e apresenta pequenas diferenças entre as camadas superficial e profunda, com uma pequena estratificação térmica (FLORES MONTES, 1996).

A salinidade do canal é usualmente menor que a da zona costeira, entretanto nas desembocaduras norte e sul, os valores são bastante próximos. Nas áreas de desembocadura dos rios, os valores são mais baixos, devido ao fluxo de água doce carreado para o canal, pelos cinco (5) rios da área (FLORES MONTES, 1996). O canal de Santa Cruz é caracterizado por regimes de salinidade que variam do eualino ao mesoalino (MACÊDO *et al.*, 2000).

A transparência das águas é relativamente baixa; as áreas diretamente influenciadas pela água oceânica costeira apresentam os mais elevados valores, enquanto que nas desembocaduras dos rios os mais baixos valores (MACÊDO *et al.*, 2000).

Levando em consideração os aspectos bio-econômicos, o complexo estuarino de Itamaracá (Canal de Santa Cruz e estuários adjacentes), destaca-se na faixa costeira de Pernambuco por sua alta produtividade, área onde se desenvolve uma atividade pesqueira intensa, além de oferecer amplas possibilidades para instalação de projetos de aquicultura. Devido à sua localização e belezas naturais, vem sendo alvo de uma ocupação indiscriminada pelo setor industrial, imobiliário, turístico, como também pelo aumento da densidade populacional (MACÊDO *et al.*, 2000).

4-MATERIAL E MÉTODOS

As coletas ocorreram na Barra Orange ao sul, próxima ao Forte Orange, e na Barra de Catuama ao norte da Ilha de Itamaracá, em agosto de 2001, em marés de sizígia e quadratura, de 3 em 3 horas, correspondendo a um ciclo nictemeral, e cujas estações, foram plotadas numa seção transversal e eqüidistantes entre si: Meio, Continente, e Ilha. Contudo, quando havia Convergência estuarina, ali tornava-se a estação, e a partir da mesma, as outras estações eram demarcadas: uma eqüidistante entre a Convergência e a terra firme (Continente) e uma eqüidistante entre a Convergência e a Ilha de Itamaracá (Ilha) (Figura 1); as exatas posições foram estabelecidas através de um GPS (Global Positioning System). Para determinação do oxigênio dissolvido, salinidade, e sais nutrientes (amônia, nitrito, nitrato, fosfato, e silicato), as amostras foram coletadas por meio de garrafa de Nansen, em duas profundidades (superfície, e fundo), nos 4 estágios de maré (baixa-mar, enchente, preamar, e vazante); entretanto, para as estações Continente e Ilha, as amostras foram coletadas apenas nas marés enchente e vazante para análise de nutriente, e pH. Concomitantemente, utilizou-se CTD, para determinação de parâmetros como a temperatura. Para o cálculo de fluxo de nutrientes, imediatamente antes e depois de cada amostragem, foi realizado um perfil de corrente por meio de ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler).

Na Barra Orange, as coletas de marés de sizígia foram realizadas nos dias 3/08/01 e 4/08/01, começando às 9:39 h na estação do Meio, e terminando às 6:53 h na estação Ilha. A zona de Convergência aconteceu na vazante às 6:53 h. Vale ressaltar aqui, que não foi possível realizar CTD e ADCP no dia 4/08, e por este motivo, não se determinou valores de temperatura, e correntometria para este dia. Já as coletas de marés de quadratura foram realizadas nos dias 9/08/01 e 10/08/01, começando às 9:53 h na estação do Meio, e terminando às 7:21 h na estação Ilha. As zonas de Convergência aconteceu na maré vazante às 22:04 h e às 9:53h.

Na Barra de Catuama, as coletas de marés de sizígia foram realizadas nos dias 5/08/01 e 6/08/01, começando às 10:45 h na estação do Meio, e terminando às 7:58 h na estação Ilha. As zonas de Convergência aconteceram em quatro momentos: às 13:45 h na enchente, às 19:53 h na vazante, às 01:53 h na vazante, e às 4:58 h na preamar. As coletas da maré de quadratura foram realizadas nos dias 11/08/01 e 12/08/01, começando às 01:11 h na estação do Meio, e terminando às 9:08 h na estação Ilha. A Convergência aconteceu às 9:08 h no início da preamar.

Devido a problemas técnicos, só foi possível coletar água para determinação da clorofila *a*, na Barra Orange durante a maré de sizígia, e na Barra de Catuama durante a maré de sizígia e quadratura, na camada superficial.

Os parâmetros hidrológicos determinados neste trabalho foram os seguintes: transparência da água, salinidade, temperatura, velocidade da corrente, oxigênio dissolvido, taxa de saturação de oxigênio, sais nutrientes, pH, e biomassa fitoplancônica. Foi observada a climatologia dos dias de coleta, como também foi registrado a batimetria do local.

4.1- Métodos de Análises

-Temperatura (°C): aferida através do CTD

-Transparência da água (m): obtida através de um disco de Secchi com 30 cm de diâmetro.

-Batimetria, Velocidade e Direção das correntes: medidos através do ADCP de marca TOSHIBA

-Oxigênio Dissolvido (ml.L^{-1}): medido através do método de Winkler, descrito por Strickland & Parsons (1972) e Grasshoff et al. (1983).

-Taxa de Saturação do Oxigênio Dissolvido (%): obtida, utilizando-se a Internacional Oceanographic Tables (UNESCO, 1973), correlacionando-se com os valores de temperatura e salinidade.

-Salinidade: medida através do método de Mohr-Knudsen, descrito por Strickland & Parsons (1972).

-O Potencial Hidrogeniônico: foi determinado através do pH-metro Beckman, tipo Zeromatic II.

-Sais Nutrientes ($\mu\text{mol.L}^{-1}$): (amônia $\text{NH}_3\text{-N}$, nitrito $\text{NO}_2^-\text{-N}$, nitrato $\text{NO}_3^-\text{-N}$, fosfato $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$), foram analisados de acordo com as técnicas descritas por Strickland & Parsons (1972) e o silicato de acordo com Grasshoff et al (1983) e UNESCO (1973).

-Biomassa Fitoplantônica: as amostras foram coletadas com garrafas de Nansen e levadas ao laboratório, onde foram filtradas a vácuo em filtros Millipore HAWPOO 47. Após a filtração, os filtros com as amostras foram acondicionados em papel laminado e postos no interior de envelopes contendo todos os dados referentes às amostras, sendo, em seguida, estocados no freezer a uma temperatura de -18°C . A biomassa fitoplantônica foi obtida através do processo de extração da clorofila *a* pelo método espectrofotométrico da UNESCO (1966) e determinada após extração em acetona a 90% por 24 horas. As leituras foram obtidas no espectrofotômetro Micronal B-280 nos comprimentos de onda de 630, 645, 665-e 750 nanômetros, sendo os resultados expressos em mg.m^{-3} .

4.2- Análises Estatísticas

4.2.1-Análise Multivariada

Para o tratamento dos dados e determinar a relação entre os parâmetros hidrológicos, foi usado a análise dos Componentes Principais (PCA), que consiste no método que procura reduzir um grande número de componentes importantes, com o objetivo de projetar o máximo de informação no menor número de dimensões. A informação total no conjunto de dados de partida foi quantificada pela matriz de covariância. A primeira componente principal (PC 1) é a direção de máxima variância – e portanto de máxima informação – no espaço multidimensional original. A segunda componente, PC2, é ortogonal a PC1, e corresponde ao eixo que explica o máximo possível da informação que não pôde ser representada pela primeira componente. Juntas, PC1 e PC2

definem o plano de máxima informação no espaço multidimensional. Se as variáveis apresentarem muitas correlações significativas, é possível que esse plano já contenha informação suficiente para permitir inferir os padrões de associação existentes nos dados de partida (MASSART *et al.*, 1998).

Cada eixo, numa análise de componentes principais, foi caracterizado por três tipos de parâmetros: (a) a percentagem de variância/informação explicada, (b) os pesos das variáveis originais, que indicam a sua importância relativa na definição da direção daquela componente principal, e (c) os escores dos vetores de dados, que localizam as projeções desses vetores sobre os eixos PC.

Como os dados foram registrados em diferentes escalas, não podem ser combinados nos seus valores originais. Antes da PCA, foi necessário processá-los através de um autoescalamento à variância unitária, definido pela transformação

$$X_{ij}^{auto} = \frac{x_{ij} - \overline{x_j}}{s_j},$$

onde x_{ij} = valor da variável j determinado para o objetivo i (“obeto”, neste contexto, significa simplesmente uma linha da matriz dos dados), e $\overline{x_j}$ e s_j são a média e o desvio padrão da variável j no conjunto de dados analisado. Com o autoescalamento, as variáveis passaram a serem expressas numa escala adimensional onde todas elas têm variância unitária, isto é, a mesma informação.

4.2.2- Estatística Descritiva

Uma forma de descrever os dados é através de gráficos e tabelas, para o qual no presente trabalho foram realizadas medidas de posição e de dispersão.

4.2.2.1- Medidas de Posição:

$$\text{Média (aritmética): Definida como } \overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Sendo x_i ($i = 1, 2, \dots, n$), os valores da variável.

4.2.2.2- Mínimo e Máximo:

Correspondentes aos valores mínimo e máximo de um conjunto de dados.

4.2.2.3- Variância (S^2):

A variância de um conjunto de dados é, por definição, a média dos quadrados das diferenças dos valores em relação à sua média, isto é,

$$S^2(x) = S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2}{n - 1}$$

4.2.2.4- Desvio-padrão (S_x):

Definido como a raiz quadrada positiva da variância

$$S_x = \sqrt{S^2}$$

4.2.2.5- Coeficiente de Variação (C.V.):

Definido como o quociente entre o desvio padrão e a média. É frequentemente expresso em porcentagem.

$$CV(x) = \frac{S_x}{\bar{x}}$$

Sua vantagem é caracterizar a dispersão dos dados em termos relativos a seu valor médio. É um parâmetro adimensional, e fornece uma maneira de se compararem as dispersões de variáveis cujas unidades são irreduzíveis.

4.3- Transporte Instantâneo e Fluxo Total

Para o cálculo de fluxo de nutrientes, imediatamente antes e depois de cada amostragem, foi realizada uma perfilagem transversal de corrente por meio de ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), acoplado a rotinas RD Instruments. Estas rotinas forneceram a batimetria das seções transversais em cada estágio de maré, que no presente trabalho, abordou apenas os estágios de maré vazante e enchente, na Barra Orange e na Barra de Catuama. Vale ressaltar aqui, como já foi dito antes, que no dia 4/08 não foi possível realizar ADCP, e por este motivo, não houve possibilidade de calcular o transporte nem o fluxo durante a maré de sizígia na Barra Orange.

O equipamento utilizado registrou também a intensidade da corrente em $m.s^{-1}$ em cada ponto da seção transversal, a direção do fluxo, e a descarga total em $m^3.s^{-1}$.

O transporte instantâneo foi calculado da seguinte maneira:

- a) Na camada superficial, registrou-se cinco velocidades diferentes ao longo do transecto do ADCP e obteve-se uma média destas velocidades;
- b) Na camada de fundo registrou-se também cinco velocidades diferentes e obteve uma média;

- c) Convencionou para o estágio de maré vazante, o sinal negativo (-) por entender que o sistema estudado está exportando nutriente e conseqüentemente sofre uma perda do mesmo;
- d) Convencionou para o estágio de maré enchente, o sinal positivo (+) por entender que o sistema estudado está importando nutriente e conseqüentemente há um ganho do mesmo;
- e) Transporte instantâneo (Ti) é igual à velocidade média (Vm) multiplicada pela concentração do nutriente (A) num determinado nível de coleta (superfície e fundo) e estágio de maré (vazante e enchente), ou seja:

$$Ti (\mu\text{moles.m}^{-2}\text{s}^{-1}) = Vm (\text{m.s}^{-1}) \times A (\mu\text{mol.m}^{-3}) \quad (\text{I})$$

O resultado representa fisicamente o fluxo instantâneo que passa através da seção transversal em um determinado tempo.

O fluxo total foi calculado a partir da descarga total do transecto fornecido pelo equipamento utilizando a mesma convenção mencionada para o Ti. Na seção transversal houveram três pontos de coleta, que correspondem às estações Ilha, Meio/Convergência, e Continente. Portanto, foi feito uma média da concentração de cada nutriente analisado, isto é, a média de seis valores, considerando o nível de coleta, superfície e fundo. O fluxo total (Ft) foi estimado como sendo a média da concentração do nutriente (M_A) multiplicada descarga total (Qt):

$$Ft (\mu\text{moles.s}^{-1}) = Qt (\text{m}^3.\text{s}^{-1}) \times M_A (\mu\text{mol.m}^{-3}) \quad (\text{II})$$

4.4- Dados climatológicos

Os valores diários de precipitação, evaporação, velocidade e direção dos ventos predominantes para o ano de 2001, foram obtidos através do INMET – MA (Instituto Nacional de Meteorologia – Ministério da Agricultura) fornecidos pela estação meteorológica do Curado, PE. A estação do Curado – PE, está localizada na Lat. 8°03'S e Long.34°55'W, a uma altitude de 6,9m.

4.5- Normalização Do Texto

Na elaboração do texto utilizou-se a recomendação da Associação Brasileira de Normas e Técnicas – ABNT (1990 a, 1990 b e 2002).

5-RESULTADOS

5.1-CLIMATOLOGIA

Os dados pluviométricos registrados na estação do Curado, correspondentes ao grande Recife, apresentaram os maiores valores nos meses de junho e julho de 2001, com índices máximos de 432,40 e 355,50 mm respectivamente. Enquanto aos valores mínimos, estes foram de 32,10 e 56,50 mm registrados nos meses de novembro e fevereiro. A evaporação foi mais elevada no período seco, quando apresentou valor máximo no mês de janeiro, com 226,60 mm, e o mínimo, de 85,40 mm, no mês de junho (Anexo 5)

A pluviometria para os dias de coleta registraram o valor máximo de 30,2 mm no dia 3/08 e o mínimo de 0,0 mm para os dias 5/8 e 11/8 respectivamente. (Figura 2)

A velocidade média mensal dos ventos para os respectivos dias de coleta, foi moderada, sendo detectado o máximo de $11,2 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 3/08 e o mínimo de $2,5 \text{ m.s}^{-1}$ no dia 11/08, com orientação predominante S, com exceção do dia 9/08 que foi SE. (Figura 3).

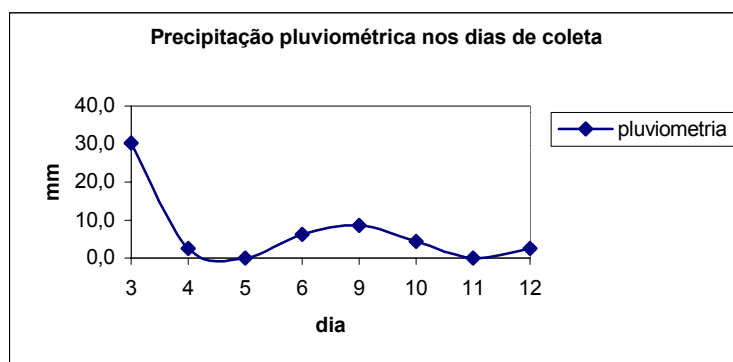


Figura 2. Precipitação nos dias de coleta em agosto de 2001

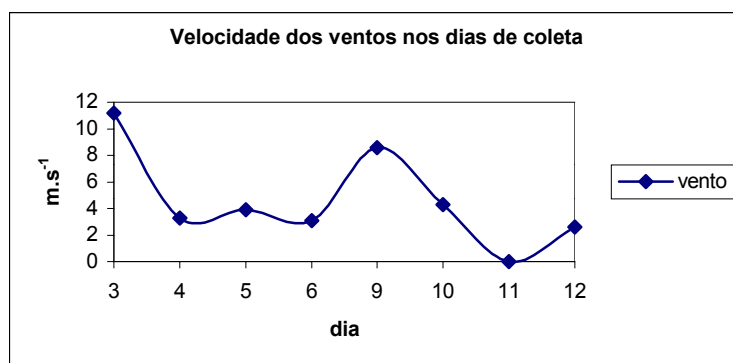


Figura 3. Velocidade dos ventos dos dias de coleta em agosto de 2001.

5.2-TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS HIDROLÓGICOS

Para tratamento dos dados hidrológicos, foi realizada uma análise de componentes principais (ACP) com todos os parâmetros abióticos, exceto a temperatura e a transparência da água (por falta de dados na matriz de trabalho), nas duas Barras (Orange e Catuama) e suas respectivas estações: Ilha, Meio - Convergência, e Continente, nos níveis de maré de sizígia e quadratura e nos estágios de preamar, vazante, baixa-mar, e enchente, e nas profundidades, superfície e fundo.

As duas primeiras componentes (PC1 e PC2) explicaram juntas cerca de 48,68% da variância original (Figura 4). A primeira componente (PC1) explicou 28,0% da variância total, sendo influenciada pela maré, e que pode ser interpretada como um contraste entre, o silicato com peso negativo, e o nitrito, nitrato, salinidade, e oxigênio dissolvido, com pesos positivos, dos quais o mais significativo foi o nitrato (0,76) (Tabela 1). O silicato apresentou uma correlação inversa com os nutrientes nitrito e nitrato, e com a salinidade e oxigênio dissolvido, indicando que suas concentrações são enriquecidas por influência de água fluvial.

A segunda componente (PC2) explicou 20,68% da variância total, onde o oxigênio dissolvido (0,54) está correlacionado negativamente com a amônia, nitrito e o pH de pesos iguais a -0,51, -0,43 e -0,49 respectivamente. Para os nutrientes, amônia e nitrito, a relação inversa com o oxigênio dissolvido, evidencia reações de oxidação que ocorrem no ciclo do nitrogênio, como a amonificação e nitrificação.

PARÂMETROS	PC1	PC2
SALINIDADE	0,72	0,31
OD (mL.L ⁻¹)	0,50	0,54
pH	0,23	-0,49
AMÔNIA (μM)	0,39	-0,51
NITRITO (μM)	0,62	-0,43
NITRATO (μM)	0,76	-0,35
FOSFATO (μM)	0,29	0,24
SILICATO (μM)	-0,46	-0,61
VARIÂNCIA EXPLICADA	28,0%	20,68%

Tabela 1. Pesos e variância explicada pelas duas primeiras componentes principais, na análise realizada com os parâmetros abióticos, nas Barras Orange e Catuama.

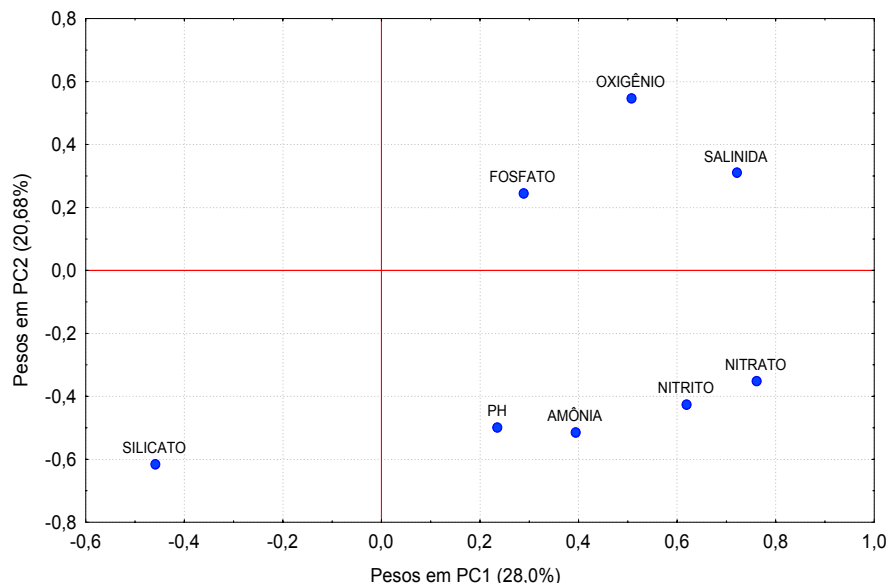


Figura 4. Gráfico dos Pesos nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos.

Na figura 5 (gráfico dos escores), ocorreu uma separação entre a baixa-mar e a preamar em relação ao eixo PC1, enquanto que não houve uma separação entre as marés de vazante e enchente. Na figura 6, não foi observada uma separação nítida entre as Barras Orange e Catuama, todavia constatou-se no gráfico uma predominância maior dos dados de Catuama localizados mais para a esquerda, enquanto que os dados de Orange encontra-se no centro e um pouco mais para à direita. Indicando que as concentrações de silicato são maiores na baixa-mar e na vazante em Catuama, influenciado pela água fluvial através da lixiviação terrestre. Quanto aos demais parâmetros abióticos, o gráfico mostra que o nitrito, nitrato, a salinidade, e o oxigênio dissolvido, estarem mais presentes na Barra de Orange.

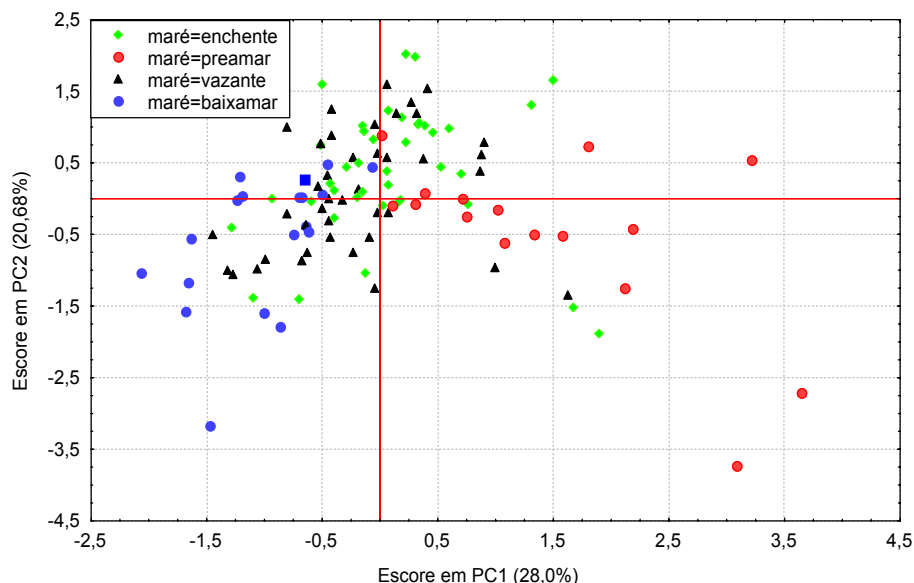


Figura 5. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e nas marés enchente, preamar, vazante, e baixa-mar.

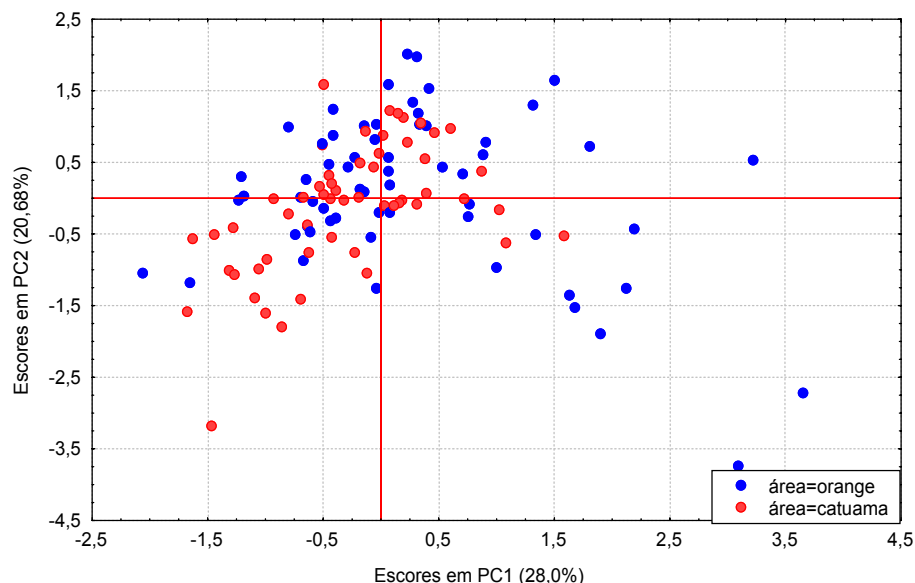


Figura 6. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2) na análise feita com os parâmetros abióticos e nas áreas Orange e Catuama.

As figuras 7 8 e 9 mostraram os escores em relação às estações, os níveis de maré de sizígia e quadratura, e profundidade. Nestes gráficos, não foi observado uma separação entre as variáveis analisadas, indicando que há uma homogeneidade nas concentrações dos parâmetros entre as estações, entre as marés de sizígia e quadratura e não há uma estratificação vertical marcante ao longo da coluna d' água. Porém, deve-se destacar na figura 7, a estação do Meio, com valores mais elevados de silicato, nitrato, nitrito, e salinidade em alguns momentos no ciclo nictemeral.

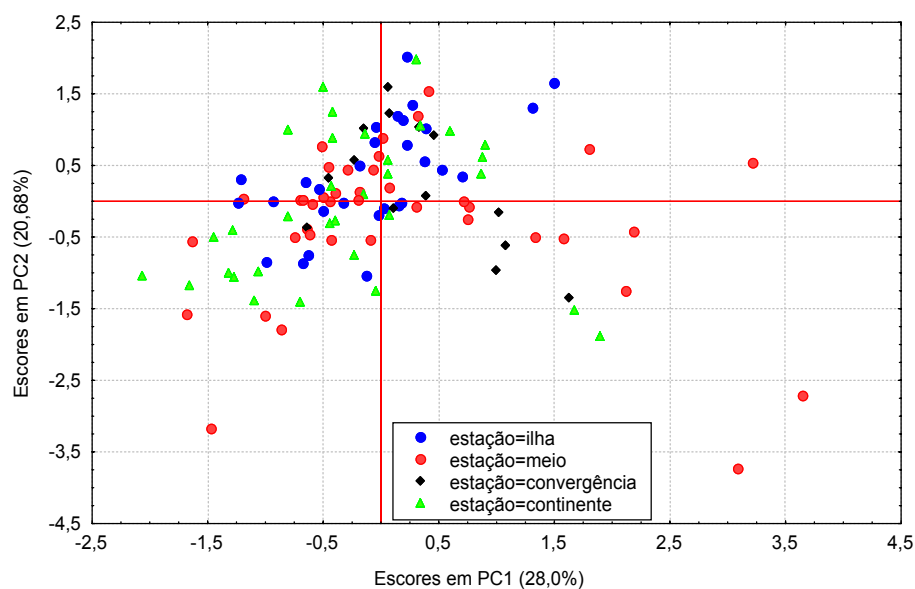


Figura 7. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2) na análise feita com os parâmetros abióticos e nas estações Ilha, Meio, Convergência, e Continente.

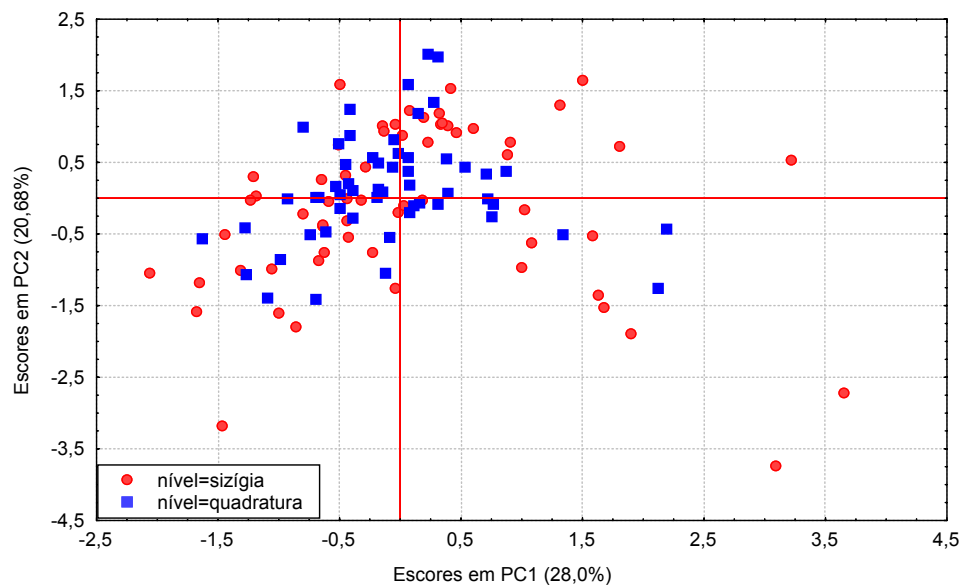


Figura 8. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2) na análise feita com os parâmetros abióticos e os níveis de maré de sizígia e quadratura.

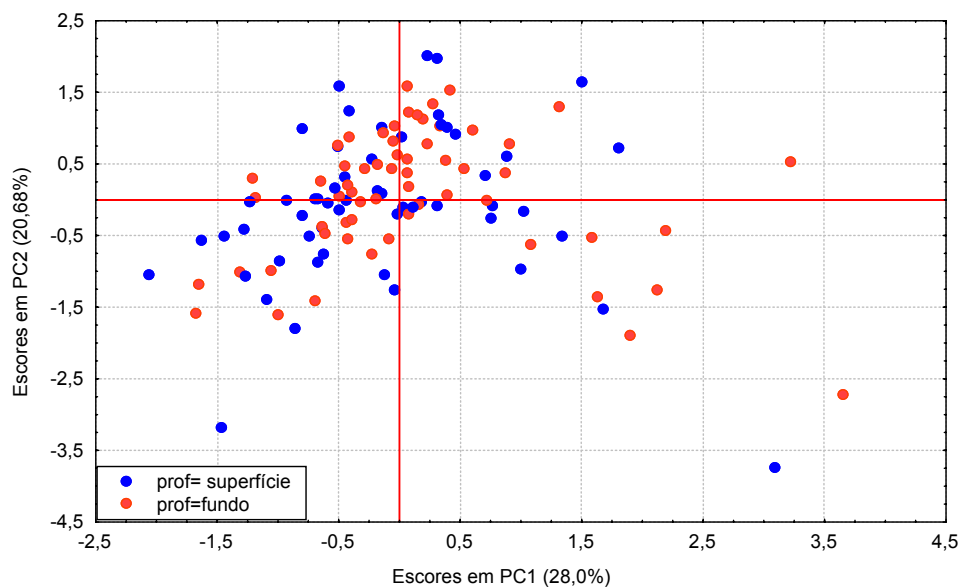


Figura 9. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2) na análise feita com os parâmetros abióticos e as profundidades superfície e fundo.

Na segunda etapa deste estudo, foi realizada uma análise dos componentes principais (ACP) para cada área estudada (Orange e Catuama), a fim de observar mais claramente as características hidrológicas destes ambientes.

Na Barra Orange as duas primeiras componentes (PC1 e PC2) explicaram juntas cerca de 56,51% da variância original (Figura 10). A primeira componente (PC1) explicou 33,75% da variância total, e que pode ser interpretada como uma correlação positiva entre o pH, oxigênio dissolvido, salinidade, amônia, nitrito, e nitrato, cujo peso mais significativo foi do nitrato com (0,79) (Tabela 2). O silicato e o fosfato não tiveram nenhuma influência nesta componente. Os compostos nitrogenados estão correlacionados positivamente entre si e com a salinidade, oxigênio dissolvido, e o pH, isto é um indicativo de processos oxidativos da matéria orgânica neste local, e é bem provável que a influência marinha, através de correntes de maré, gere turbulência, provocando a ressuspensão destes nutrientes depositado ou regenerado no sedimento.

A segunda componente (PC2) explicou 22,76% da variância total, e que pode ser interpretada como um contraste entre o silicato (0,83) e o oxigênio dissolvido (-0,75). Os demais parâmetros não tiveram nenhuma influência nesta componente.

PARÂMETROS	PC1	PC2
SALINIDADE	0,78	-0,34
OD (mL.L ⁻¹)	0,41	-0,75
PH	0,59	0,31
AMÔNIA (μM)	0,66	0,37
NITRITO (μM)	0,69	0,19
NITRATO (μM)	0,79	0,15
FOSFATO (μM)	0,38	-0,39
SILICATO (μM)	-0,10	0,83
VARIÂNCIA EXPLICADA	33,75%	22,76%

Tabela 2. Pesos e variância explicada pelas duas primeiras componentes principais, na análise realizada com os parâmetros abióticos, na Barra de Orange.

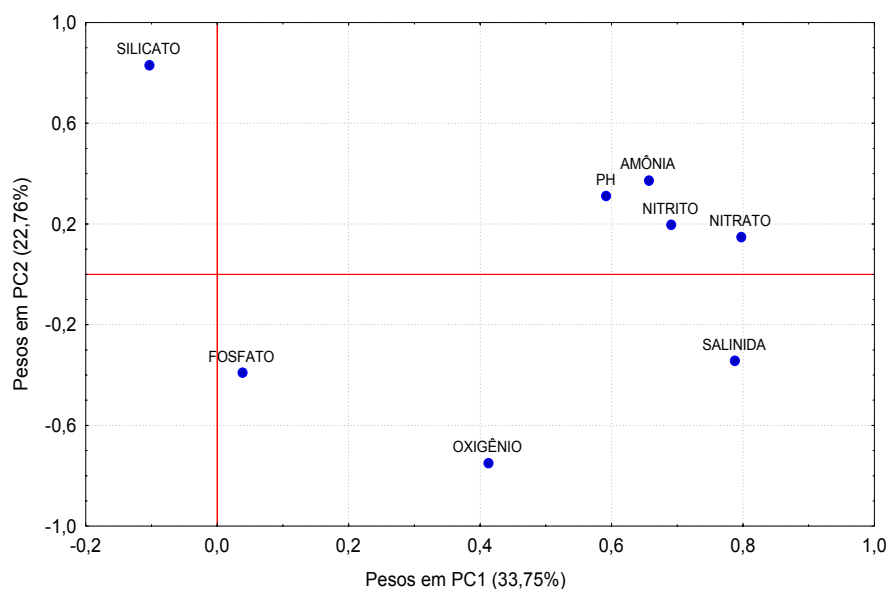


Figura 10. Gráfico dos Pesos nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), em Orange, na análise feita com os parâmetros abióticos.

Na figura 11 (gráfico dos escores), foi observada uma separação entre a baixa-mar e a preamar em relação ao eixo PC1. A baixa-mar se posiciona no quadrante superior esquerdo, apresentando assim valores mais elevados de silicato, enquanto à direita prevalece a preamar, apresentando concentrações mais elevadas de pH, amônia, nitrito, nitrato, e salinidade. Na figura 12, pode-se observar que não houve separação entre as estações. Quanto aos escores separando as marés de sizígia e quadratura, e as profundidades superfície e fundo (figuras 13 e 14), não foi detectado também nenhuma separação, mostrando que não existe uma estratificação neste local para este período do ano analisado.

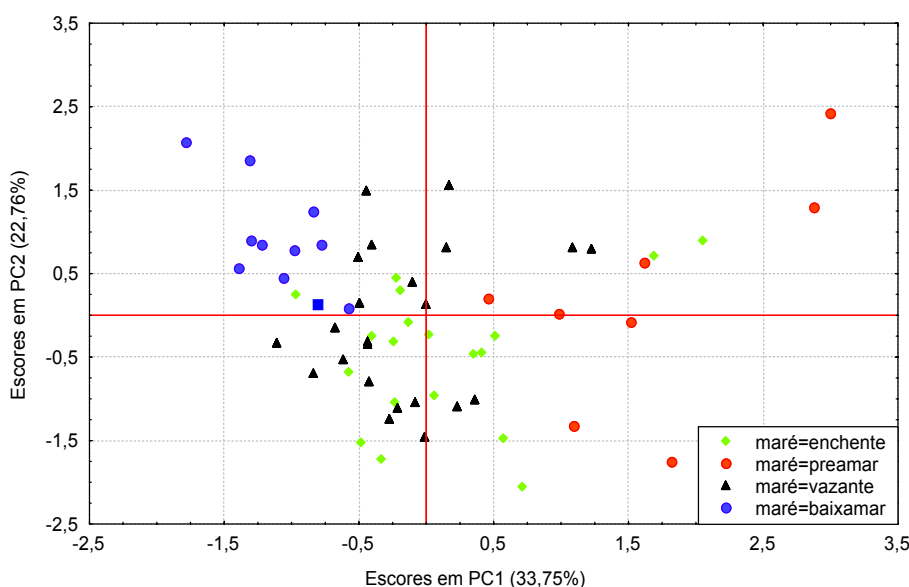


Figura 11. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e nas marés enchente, preamar, vazante e baixa-mar na Barra Orange.

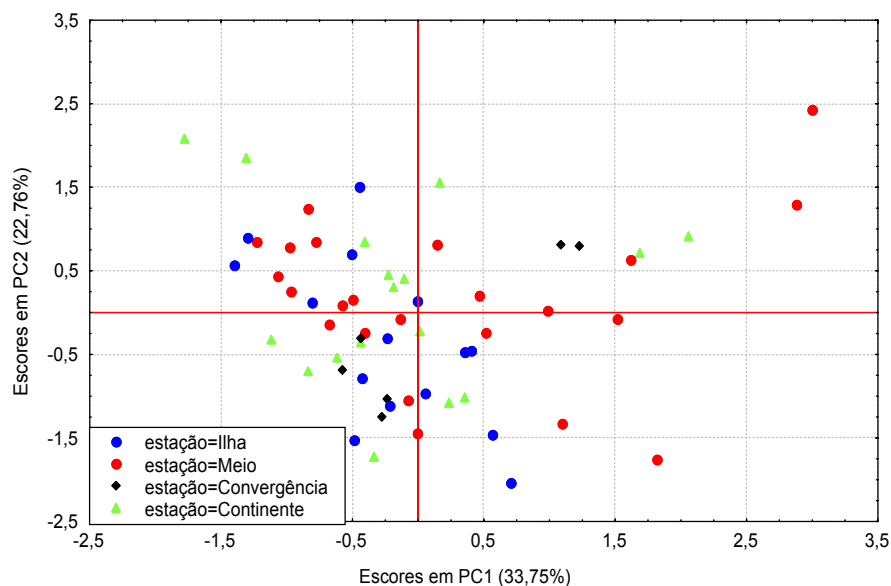
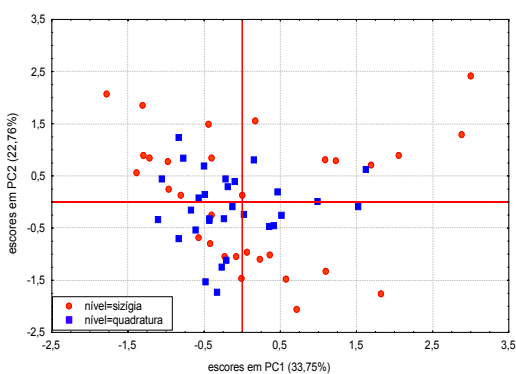
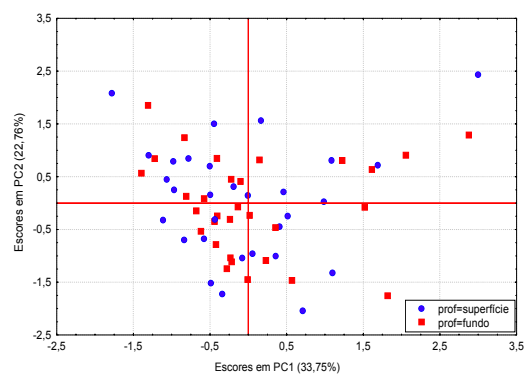


Figura 12. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e as estações Ilha, Meio - Convergência, e Continente na Barra Orange.



(13)



(14)

Figuras 13 e 14. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2) na análise feita com os parâmetros abióticos e os níveis de maré (sizigia e quadratura) e as profundidades (superfície e fundo) respectivamente.

Na Barra de Catuama as duas primeiras componentes (PC1 e PC2) explicaram juntas cerca de 46,39% da variância original (Figura 15). A primeira componente (PC1) explicou 25,18% da variância total, e que pode ser interpretada como um contraste entre, de um lado o silicato (0,58), e do outro, o oxigênio dissolvido, a salinidade, e o nitrato, sendo o peso mais significativo do oxigênio dissolvido com $-0,62$ (Tabela 3). O silicato com peso positivo, vem da influência limnética no local da Barra, pois quando sua concentração aumenta, valores de oxigênio dissolvido e salinidade, que são principalmente de origem marinha, diminuem. O aumento do nitrato aqui se dá, através da intrusão de água marinha, que gera turbulência, provocando ressuspensão deste nutriente do sedimento. A diferença que podemos perceber entre as duas Barras, é que em Orange na PC1 há uma relação diretamente proporcional entre a maioria dos parâmetros, e o silicato não se destaca como na Barra de Catuama.

A segunda componente (PC2) explicou 21,21% da variância total, e que pode ser interpretada como um contraste entre, de um lado o oxigênio dissolvido (0,45), e de outro lado, o nitrito ($-0,76$), nitrato ($-0,68$), e o pH ($-0,43$) com pesos negativos. A amônia e o fosfato não tiveram influência em ambas as componentes principais (PC1 e PC2).

PARÂMETROS	PC1	PC2
SALINIDADE	-0,78	0,33
OD (mL.L ⁻¹)	-0,62	0,45
PH	0,2	-0,43
AMÔNIA (μM)	0,32	0,20
NITRITO (μM)	-0,38	-0,76
NITRATO (μM)	-0,61	-0,67
FOSFATO (μM)	-0,54	-0,20
SILICATO (μM)	0,58	-0,26
VARIÂNCIA EXPLICADA	25,18%	21,21%

Tabela 3. Pesos e variância explicada pelas duas primeiras componentes principais, na análise realizada com os parâmetros abióticos, na Barra de Catuama.

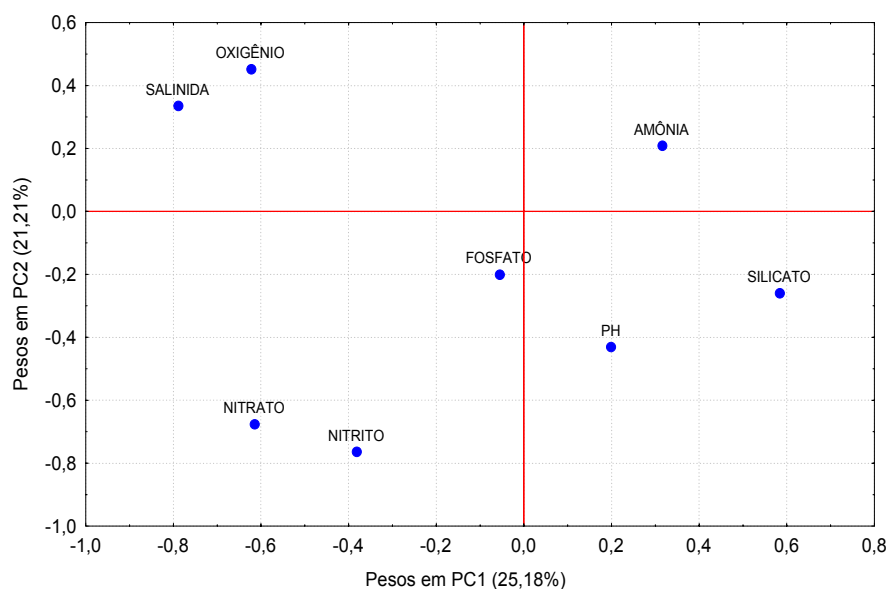


Figura 15. Gráfico dos Pesos nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na Barra de Catuama, na análise feita com os parâmetros abióticos.

Na figura 16 (gráfico dos escores), foi observada uma separação entre a baixa-mar e a preamar em relação ao eixo PC1. A maré baixa apresenta valores mais elevados de silicato, enquanto que a preamar valores mais elevados de nitrato e nitrito. Os dados da maré vazante e enchente se localizaram no centro do gráfico, com um pequeno desvio para o quadrante superior (maré enchente), e, portanto, com maiores valores de oxigênio dissolvido e salinidade. Na figura 17, não se observou nenhum padrão de separação entre as estações. Como ocorreu na Barra Orange, não foi possível detectar nenhuma diferença marcante entre as marés de sizígia e quadratura, e pequena estratificação quanto à profundidade (figuras 18 e 19).

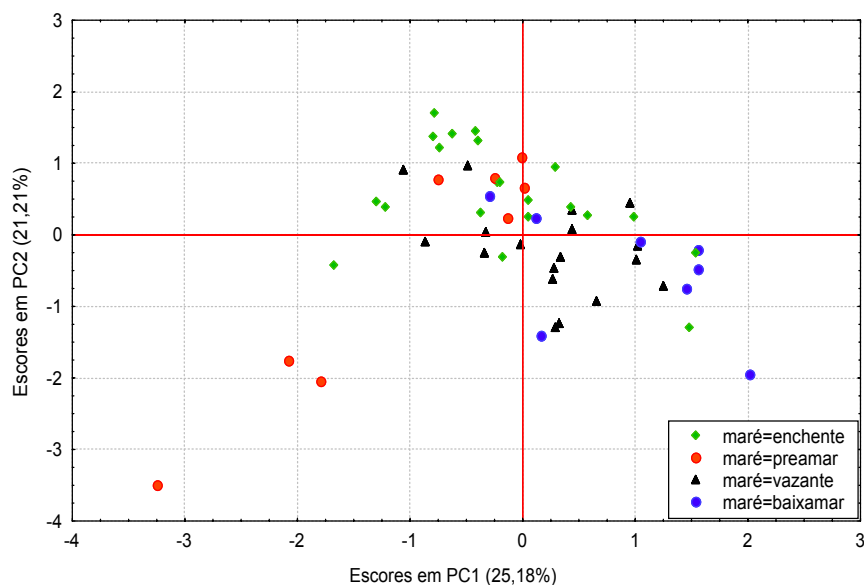


Figura 16. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos, e nas marés enchente, preamar, vazante, e baixa-mar, na Barra de Catuama.

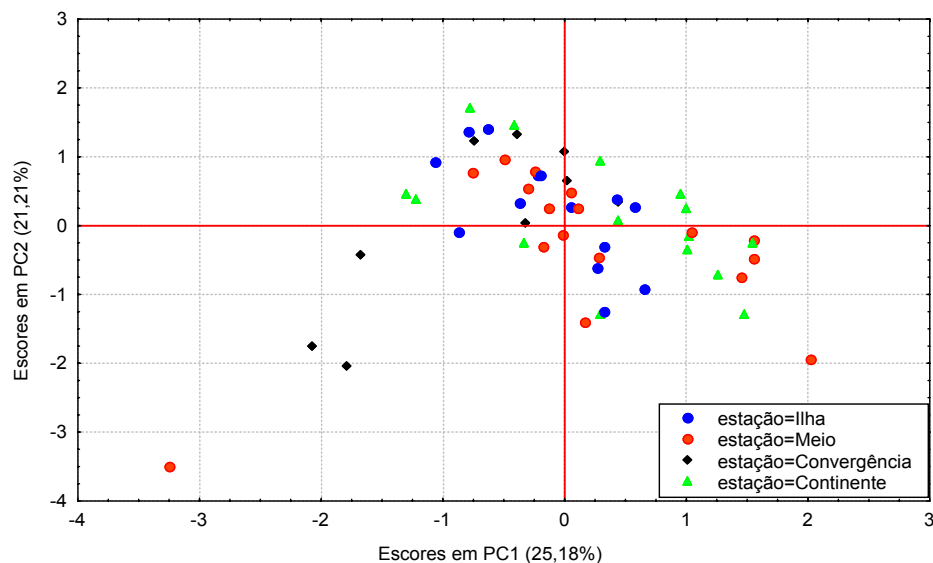


Figura 17. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e as marés Ilha, Meio, Convergência, e Continente na Barra de Catuama.

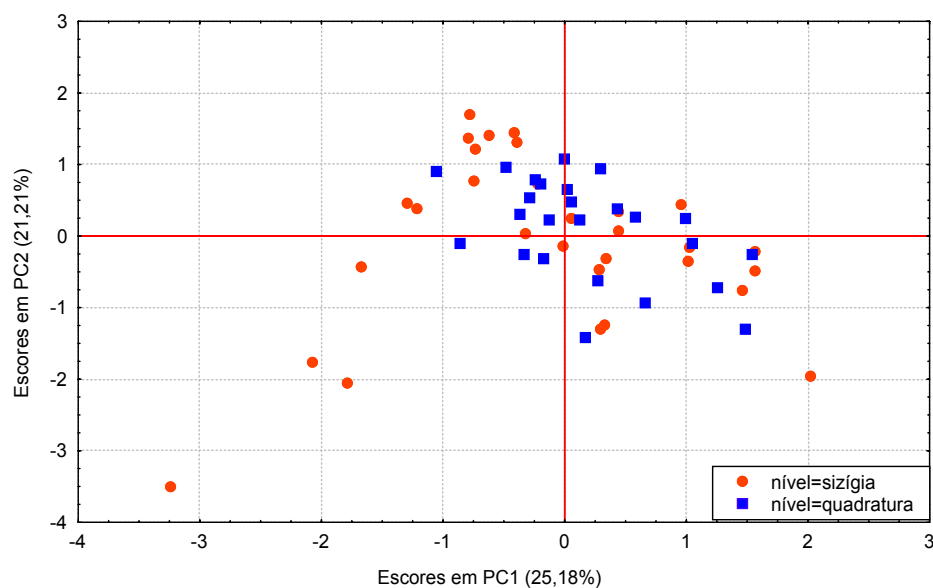


Figura 18. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2) na análise feita com os parâmetros abióticos e os níveis de maré sizigia e quadratura, na Barra de Catuama.

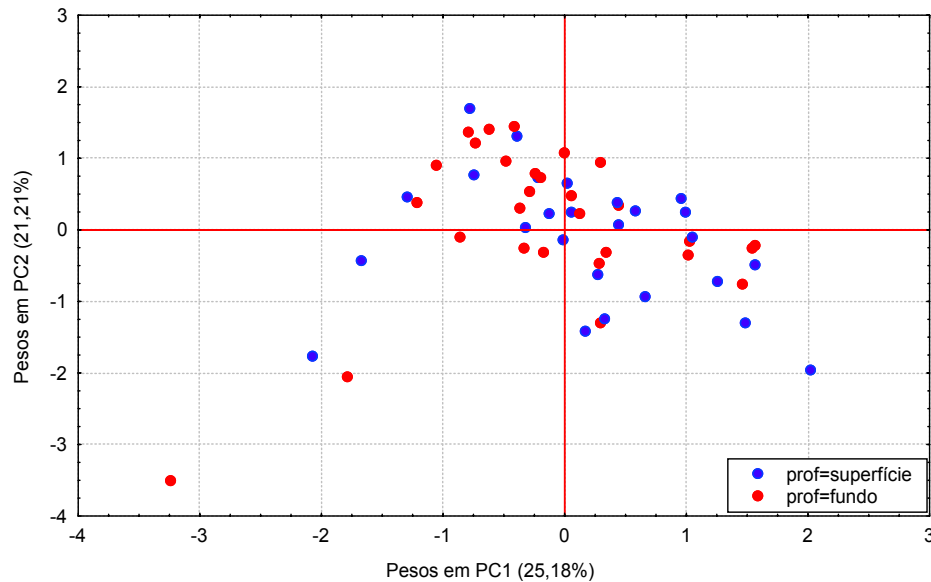


Figura 19. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos e as profundidades superfície e fundo, na Barra de Catuama.

Em uma terceira fase do trabalho, foi realizada uma análise de Componentes Principais, com os dados de biomassa fitoplânctônica, e com todos os parâmetros abióticos, nas duas Barras (Orange e Catuama) e suas respectivas estações: Ilha, Meio, Convergência, e Continente, nos níveis de maré de sizígia e quadratura e nos estágios de preamar, vazante, baixa-mar, e enchente, apenas na camada superficial.

As duas primeiras componentes (PC1 e PC2) explicaram juntas cerca de 55,09% da variância original (Figura 20). A primeira componente (PC1) explicou 31,21% da variância total, e que pode ser interpretada como uma correlação direta entre oxigênio dissolvido (-0,41), salinidade (-0,62), amônia (-0,73), nitrito (-0,61), nitrato (-0,80), e pH (-0,77) (Tabela 4). O fosfato, a clorofila *a*, e o silicato não tiveram pesos significativos na primeira componente principal (PCA). A segunda componente principal (PC2) explicou 23,88% da variância total, e que pode ser interpretada como um contraste entre, de um lado o fosfato (0,76), a clorofila *a* (0,68), e o oxigênio dissolvido (0,53) com pesos positivos, e de outro lado, o silicato (-0,67) com peso negativo. O silicato deve está sendo consumido pelo fitoplâncton, uma vez que há uma correlação negativa entre o mesmo e a clorofila *a*, o que pode ser um indicativo de presença de diatomáceas na área.

PARÂMETROS	PC1	PC2
SALINIDADE	-0,62	0,31
OD (mL.L ⁻¹)	-0,41	0,52
PH	-0,77	-0,20
AMÔNIA (μM)	-0,73	-0,30
NITRITO (μM)	-0,62	-0,24
NITRATO (μM)	-0,80	-0,30
FOSFATO (μM)	-0,16	0,76
SILICATO (μM)	0,24	-0,67
CLOROFILA <i>a</i> (mg.m ⁻³)	-0,11	0,68
VARIÂNCIA EXPLICADA	31,21%	23,88%

Tabela 4. Pesos e variância explicada pelas duas primeiras Componentes Principais, na análise realizada com os parâmetros abióticos e a clorofila *a*, nas Barras Orange e Catuama.

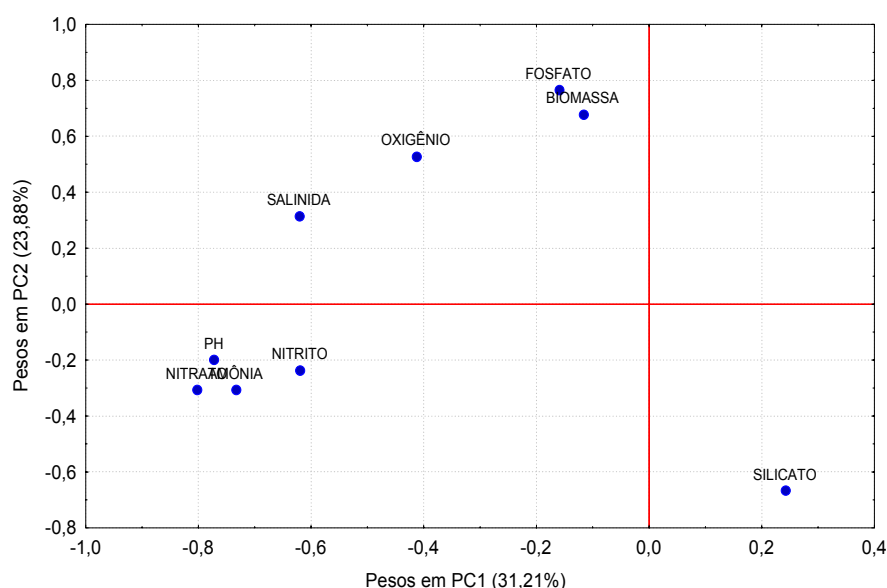


Figura 20. Gráfico dos Pesos nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), nas Barras Orange e Catuama, na análise feita com os parâmetros abióticos e a clorofila *a*.

Na figura 21 (gráfico dos escores), foi detectada uma pequena separação entre Orange e Catuama em relação à PC2, onde se observou os dados de Orange mais acima, no primeiro e segundo quadrante, e os dados de Catuama mais abaixo, no terceiro e quarto quadrante. Sendo assim, Orange apresenta teores mais elevados em oxigênio dissolvido, fósforo, e clorofila *a*, enquanto Catuama apresenta valores mais elevados de silicato. Em relação à maré (Figura 22), não houve separação, mas observou-se em relação à PC2, a predominância da enchente no primeiro e segundo quadrante, portanto, exercendo maior influência na Barra Orange, enquanto que no quarto quadrante, ocorreu a presença mais acentuada da baixa-mar e da vazante, que por sua vez, exerceu maior influência na Barra de Catuama.

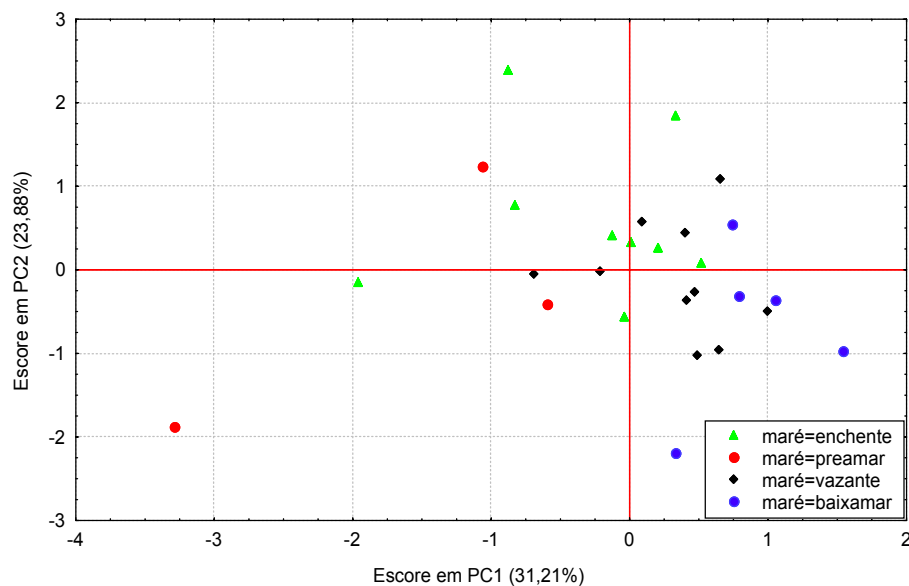


Figura 21. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2), na análise feita com os parâmetros abióticos, a biomassa fitoplancônica, e as marés enchente, preamar, vazante, e baixa-mar nas Barras Orange e Catuama.

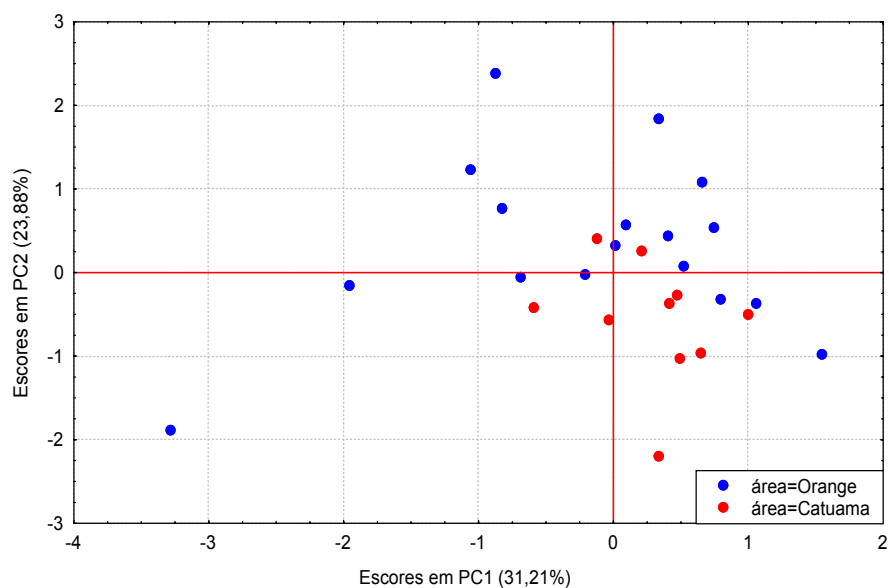


Figura 22. Gráfico dos escores nas duas Primeiras Componentes (PC1 e PC2) na análise feita com parâmetros abióticos, a biomassa fitoplancônica, e as áreas Orange e Catuama.

5.3-PARÂMETROS HIDROLÓGICOS

5.3.1-TEMPERATURA

A temperatura não apresentou uma variação nictemeral definida nem em Barra Orange, nem Catuama, embora os picos registrados encontram-se em horários diurnos. (figuras 23 e 24). As temperaturas estiveram um pouco mais elevadas em Catuama, principalmente na maré de quadratura. Entre a superfície e o fundo também não foi observada uma estratificação vertical elevada, a amplitude térmica máxima foi de 1,19°C detectada na estação continente, às 14:23h, na Barra de Catuama.

Na Barra Orange, os valores mínimo e o máximo observado foram de 24,48°C e 26,55°C, às 7:21h e 15:13h respectivamente, na estação do Meio, durante a preamar (Tabela 6). Enquanto que na Barra de Catuama, os valores limites foram de 24,99°C e 26,49°C, às 16:53h e 14:23h, na estação Ilha e Continente respectivamente (Tabela 7).

Tabela 5 .Estatística descritiva da temperatura na Barra de Orange

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	2	25,63	25,93	25,34	1,63	S	2	25,23	25,67	24,8	2,44
	F	2	25,54	25,57	25,51	0,16	F	2	25,57	25,65	25,49	0,44
EN	S	3	24,95	26,01	25,63	2,3	S	3	25,51	25,74	25,12	1,34
	F	3	25,55	26,12	24,97	2,25	F	3	25,51	25,7	25,15	1,22
PM	S	2	25,1	25,62	24,58	2,93	S	3	25,52	26,32	24,61	3,37
	F	2	25,23	25,67	24,8	2,4	F	3	25,57	26,23	24,8	2,83
VZ	S	2	25,54	25,62	25,58	0,22	S	2	25,59	25,65	25,53	0,33
	F	2	25,57	25,61	25,54	0,19	F	2	25,57	25,6	25,55	0,13

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos

Tabela 6. Estatística descritiva da temperatura na Barra Orange

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	2	25,66	25,96	25,36	1,65	S						
	F	2	25,53	25,58	25,49	0,25	F						
EN	S	2	25,57	25,68	25,46	0,60	S						
	F	2	25,57	25,68	25,46	0,60	F						
PM	S	3	25,59	26,55	24,48	4,07	S						
	F	3	25,55	26,24	24,79	2,85	F						
VZ	S			26,01			S	2	25,52	25,57	25,48	0,25	
	F			26,12			F	2	25,55	25,6	25,51	0,25	

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos

Tabela 7. Estatística descritiva da temperatura na Barra de Catuama

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	4	25,87	26,41	25,5	1,50	S	4	25,87	26,49	25,46	1,70
	F	4	25,65	26,08	25,43	1,17	F	4	25,63	26,1	25,3	1,34
EN	S	4	25,82	26,09	25,52	1,00	S	4	25,72	26,01	25,37	1,04
	F	4	25,86	26,29	25,55	1,20	F	4	25,67	25,9	25,53	0,66
PM	S	4	25,58	26,01	25,16	1,61	S	4	25,60	25,9	25,11	1,4
	F	4	25,52	25,94	24,99	1,75	F	4	25,57	25,79	25,33	0,74
VZ	S	4	25,83	26,28	25,39	1,48	S	4	25,55	25,79	25,37	0,85
	F	4	25,65	26,21	25,35	1,56	F	4	25,65	26,17	25,65	1,47

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos

Tabela 8. Estatística descritiva da temperatura na Barra de Catuama

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	4	25,51	26,46	25,94	1,50	S						
	F	4	25,71	26,15	25,51	1,17	F						
EN	S	2	25,57	25,68	25,46	0,60	S	2	25,99	26,37	25,61	2,07	
	F	2	25,57	25,68	25,46	0,60	F	2	25,93	26,25	25,61	1,74	
PM	S	2	25,78	25,8	25,76	0,11	S	2	25,56	25,88	25,25	1,74	
	F	2	25,76	25,96	25,57	1,07	F	2	25,58	25,81	25,35	1,27	
VZ	S	3	25,8	26,15	25,35	1,59	S			25,70			
	F	3	25,57	26,06	25,32	1,64	F			25,72			

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos

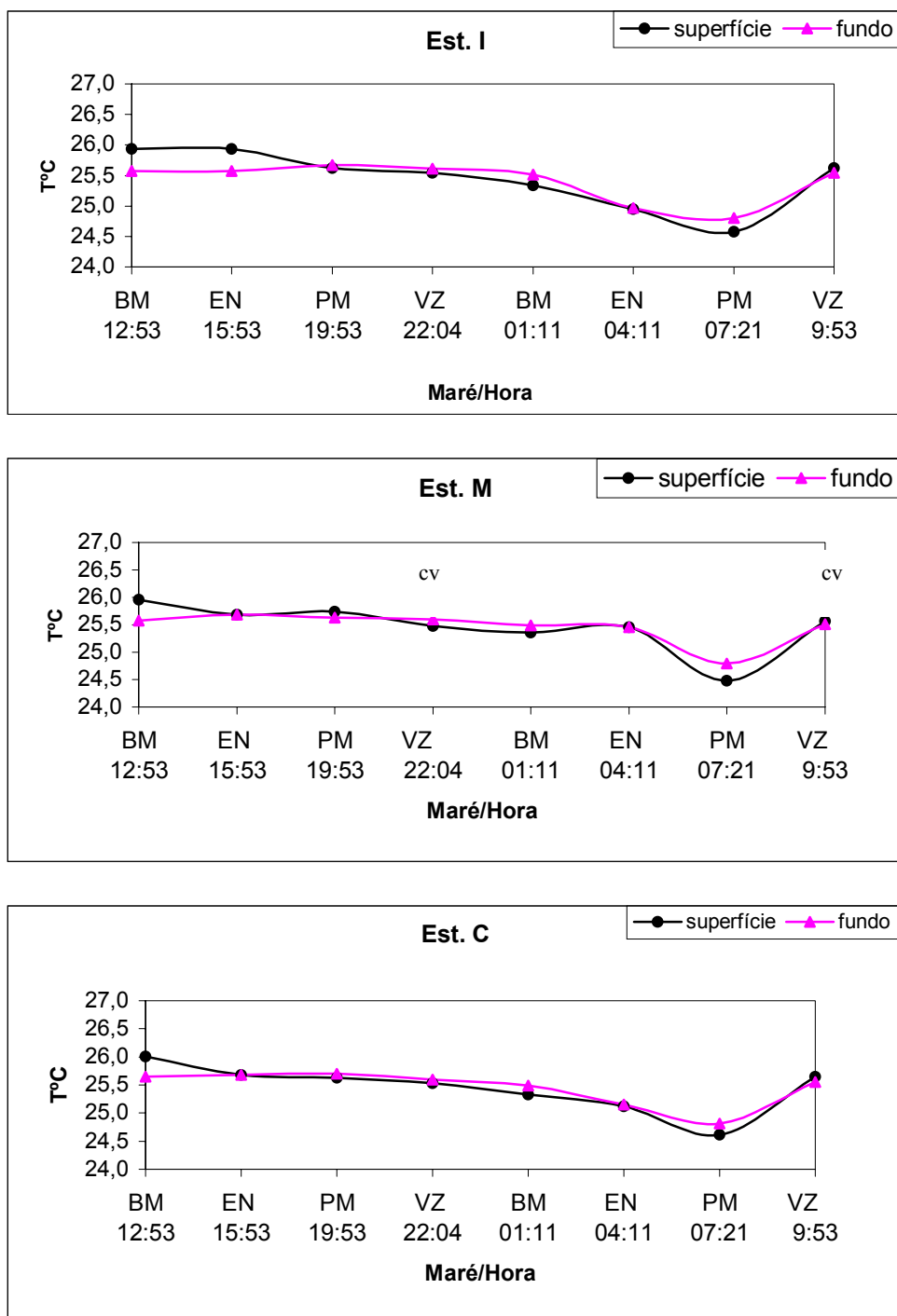
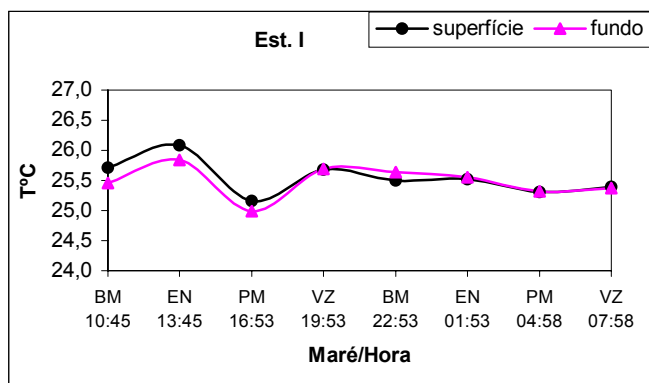


Figura 23. Variação nictemeral da temperatura na Barra Orange, nas estações I, M, cv (Convergência), e C, na maré de quadratura.

Maré de Sizígia



Maré de Quadratura

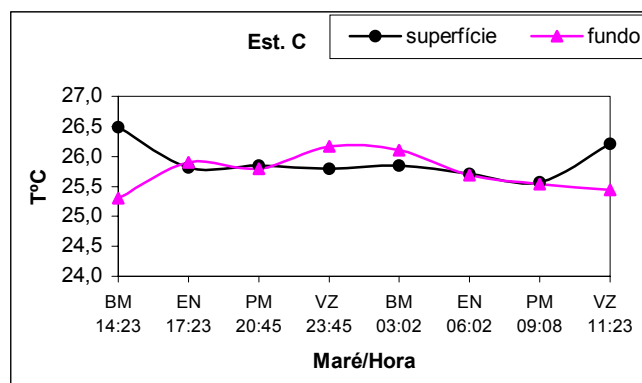
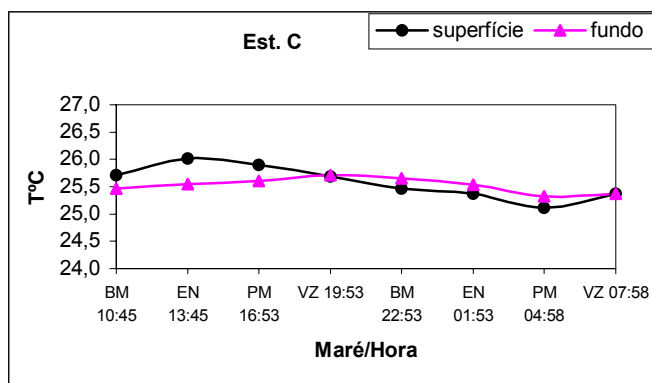
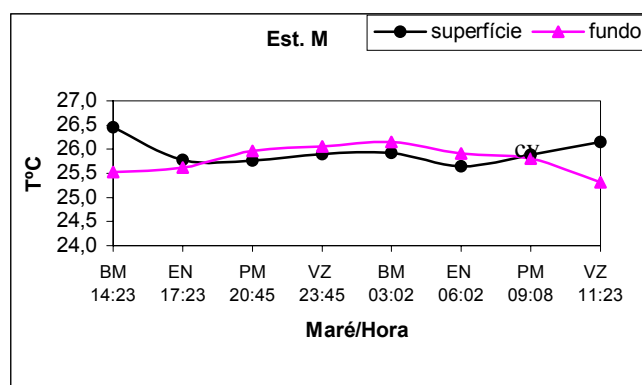
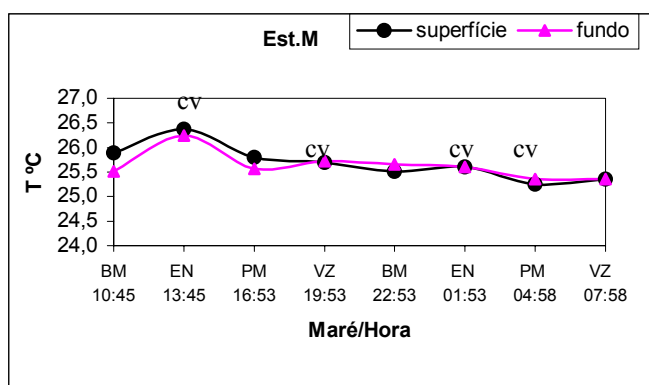
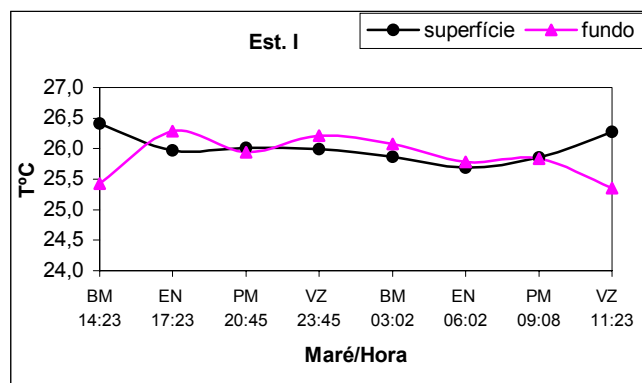


Figura 24. Variação nictemeral da temperatura na Barra de Catuama, nas estações I, M, cv (Convergência) e C, nas marés de sizígia e quadratura.

5.3.2-SALINIDADE

A estratificação vertical da salinidade, nas duas Barras, foi observada, principalmente na maré de quadratura, na Barra de Catuama (Figuras 25 e 26). Observou-se que as salinidades de fundo foram maiores que as de superfície, devido à entrada de água marinha naquela camada. De um modo geral, pode-se dizer que Catuama teve valores um pouco mais acentuados do que Orange, embora ambas as Barras apresentem a mesma amplitude (mínimo e máximo) de salinidade. Em relação aos picos de salinidade entre-marés, tanto para Barra Orange como para Barra de Catuama, os valores máximos encontram-se nas preamares, e os mínimos, principalmente nas baixa-mares, correspondendo a uma variação nictemeral definida .

Na Barra Orange, verificou-se que os teores de salinidade foram um pouco mais elevados na maré de sizígia. As estações tiveram valores muito próximos. A área de convergência, mesmo ocorrendo numa maré vazante, teve valores acentuados, tanto na maré de sizígia como na de quadratura. A estação Ilha apresentou o maior e o menor pico de salinidade que foi de 35,6 e 28,4 (Tabela 9).O coeficiente de variação foi baixo em todas as estações, porém a estação Continente reportou a menor variação de salinidade (Tabela 10).

Na Barra de Catuama, os picos de salinidade, na maré de sizígia, foram elevados em todas as estações de coleta. Houve uma homogeneidade vertical na maré de sizígia, principalmente nas estações Ilha e Meio.Ao contrário da maré de quadratura, onde o gradiente detectado entre superfície e fundo foi mais acentuado na estação Ilha. O valor máximo e o mínimo observado foi de 35,6 e 28,4, nas estações Meio e Continente, respectivamente. Os coeficientes de variação foram mais elevados na maré enchente e baixa-mar e muito semelhantes entre as estações. (tabelas 11 e 12).

Tabela 9. Estatística descritiva da salinidade na Barra Orange.

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	4	29,8	30,4	28,4	3,2	S	4	30,8	32,4	29,9	3,6
	F	4	31,6	32,4	31,0	1,9	F	4	31,4	32,3	31	1,97
EN	S	4	33,0	34,0	30,4	5,2	S	4	33,4	34,0	32,4	2,14
	F	4	33,4	33,9	31,6	3,5	F	4	33,7	34,8	32,4	2,9
PM	S	4	34,2	34,8	33,3	1,8	S	4	34,7	35,3	34,2	1,5
	F	4	34,7	35,6	33,4	2,7	F	4	34,8	35,3	34,0	1,5
VZ	S	4	31,9	32,1	31,4	0,98	S	4	32,1	32,6	31,5	1,6
	F	4	32,3	33,0	31,3	2,3	F	4	32,4	32,6	32,3	0,47

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos

Tabela 10. Estatística descritiva da salinidade na Barra Orange.

Meio							Convergência					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	4	30,0	30,2	29,7	0,82	S					
	F	4	31,2	30,3	32,1	2,4	F					
EN	S	3	31,2	32,6	28,7	7,0	S					
	F	3	32,5	32,6	32,4	0,4	F					
PM	S	4	34,4	34,8	34,2	0,74	S					
	F	4	34,8	35,1	34,0	1,4	F					
VZ	S	1		33,5			S	3	33,3	35,0	32,2	4,7
	F	1		33,8			F	3	33,3	33,7	32,8	1,42

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= n° de casos

Tabela 11. Estatística descritiva da salinidade na Barra de Catuama

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	4	29,2	29,6	28,9	0,9	S	4	28,9	29,6	28,4	1,7
	F	4	31,6	33,6	29,8	6,0	F	4	31,8	33,8	29,8	6,8
EN	S	4	32,9	35,0	30,5	6,6	S	4	32,4	33,9	30,5	4,8
	F	4	34,4	35,2	33,6	2,1	F	4	34,0	35	32,5	3,4
PM	S	4	34,1	35,1	33,1	2,6	S	4	33,9	34,6	32,8	2,5
	F	4	35,0	35,1	34,8	0,34	F	4	35,0	35,4	34,7	1,0
VZ	S	4	30,5	31,4	29,7	2,6	S	4	30,5	31,9	28,9	4,2
	F	4	32,9	34,7	30,7	5,7	F	4	32,6	34,5	31,3	4,4

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= n° de casos

Tabela 12. Estatística descritiva da salinidade na Barra de Catuama

Meio							Convergência					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	4	29,0	29,4	28,6	1,37	S					
	F	4	31,8	33,8	30,2	5,6	F					
EN	S	2	30,8	31,8	29,8	4,43	S	2	34,7	34,8	34,6	0,34
	F	2	32,9	33,7	32,2	3,2	F	2	34,7	34,8	34,6	0,26
PM	S	2	34,2	35,1	33,2	3,95	S	2	33,9	35,3	32,4	6,1
	F	2	35,3	35,6	34,9	1,48	F	2	35,2	35,5	34,9	1,1
VZ	S	3	31,0	32,4	30,2	3,7	S	1		31,8		
	F	3	34,0	34,9	32,4	4,0	F	1		31,9		

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= n° de casos

Maré de Sizígia

Maré de Quadratura

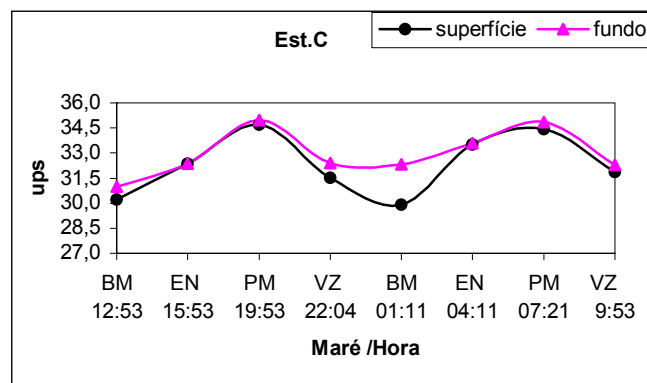
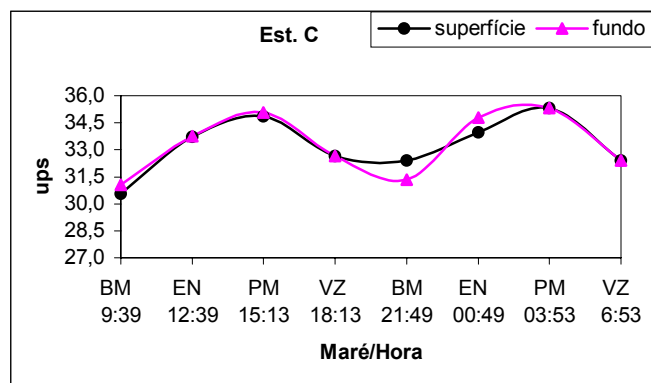
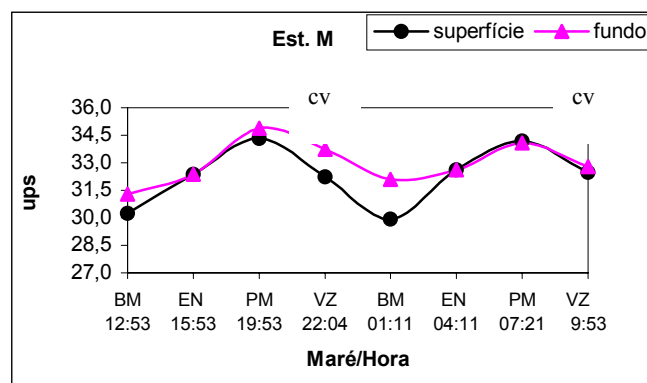
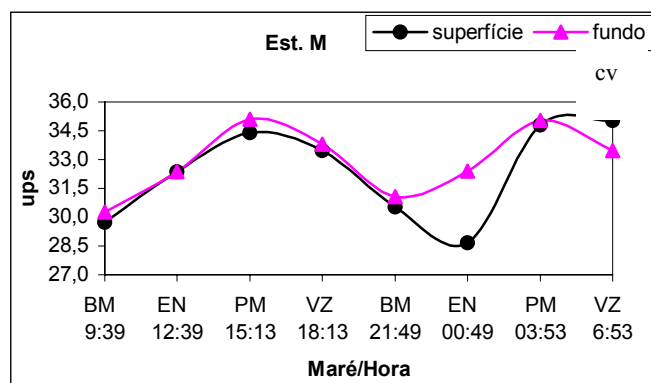
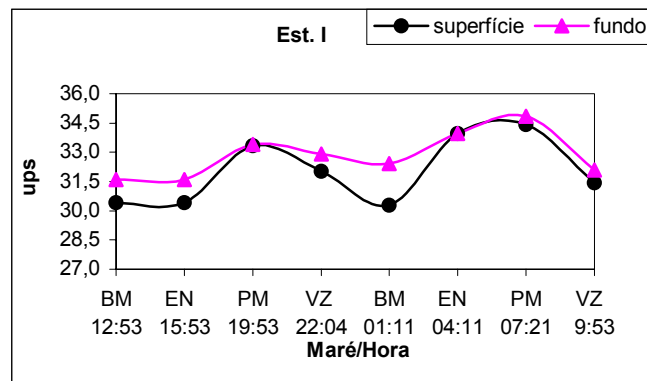
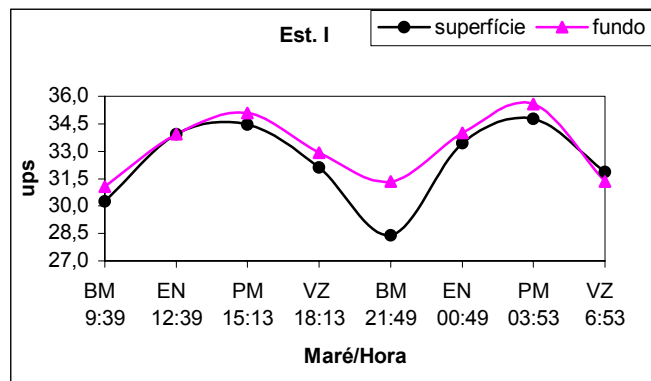


Figura 25. Variação nictemeral da salinidade na Barra Orange, nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura.

Maré de Sizígia

Maré de Quadratura

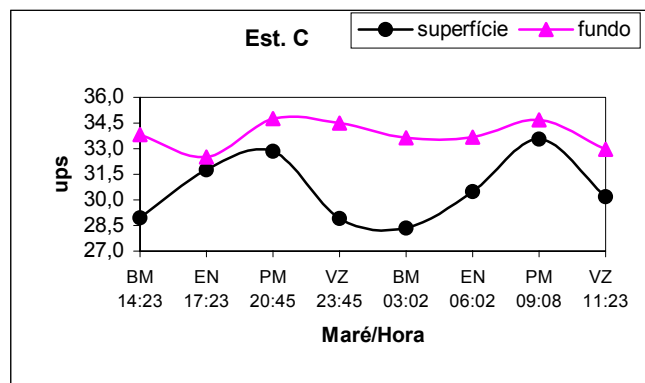
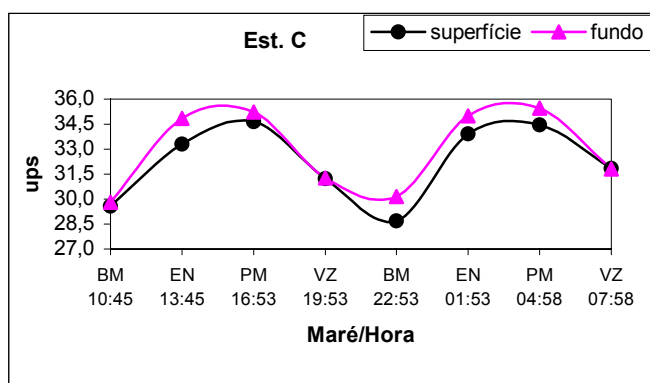
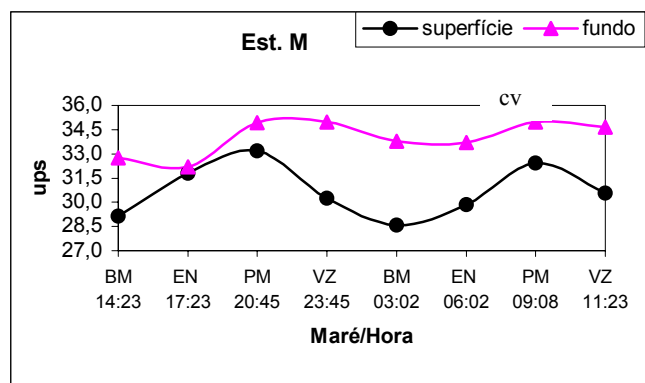
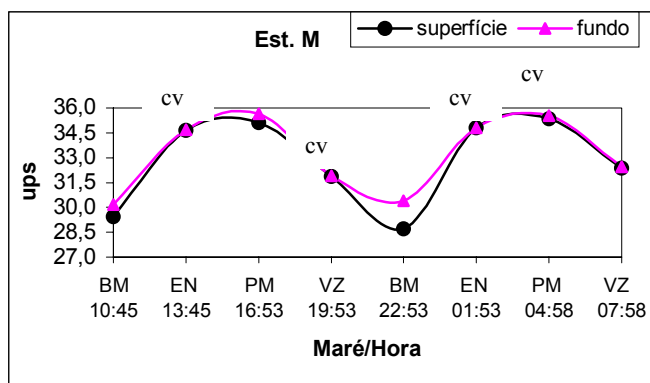
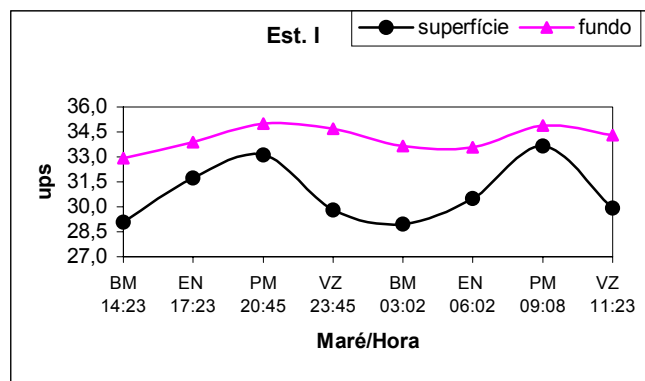
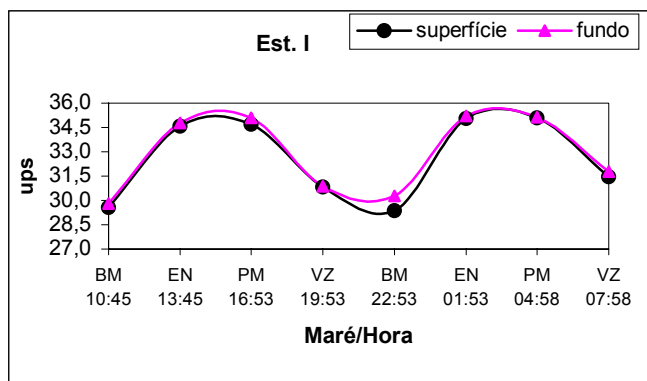


Figura 26. Variação nictemeral da salinidade na Barra de Catuama nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura.

5.3.3-OXIGÊNIO DISSOLVIDO – PERCENTUAL DE SATURAÇÃO

A maioria das concentrações de oxigênio dissolvido são característicos de áreas saturadas em oxigênio. Em geral, os valores de superfície foram muito próximos aos do fundo, assim como não foi detectada uma diferença marcante entre os níveis de marés de sizígia e quadratura. Quanto à variação nictemeral, esta não foi bem definida, tanto na Barra Orange como em Catuama, onde pode-se verificar picos de OD registrados em horários diurnos como noturnos (Figuras 27 e 28). Na Barra Orange, a taxa de saturação teve uma variação de 85% a 149%, e na Barra de Catuama, de 78% a 126% (Anexos 1, 2, 3, e 4).

Na Barra Orange, os teores de OD obtidos, foram mais elevados nas marés de enchente e preamar, em todas as estações, inclusive na área de Convergência que também apresentou valores acentuados, durante a maré vazante. A estação do Meio obteve os menores coeficientes de variação, ao contrário da estação Continente, que registrou uma maior dispersão entre os seus valores. O valor máximo foi de 6,95 mL.L⁻¹ (149%), na estação Ilha, e o valor mínimo foi de 2,38 mL.L⁻¹ na estação Continente (Tabela 13).

Assim como em Barra Orange, Catuama também teve suas mais altas concentrações de oxigênio dissolvido nas marés enchente e preamar. O que diferiu um pouco entre ambas as Barras, é que os valores mínimos em Orange, foram detectados mais frequentemente na baixa-mar, enquanto que em Catuama, na maré enchente. A variação nos teores de oxigênio dissolvido, na Barra de Catuama, foram menores aos encontrados em Orange, de acordo com os valores do coeficiente de variação (Tabelas 15 e 16). O valor máximo e mínimo detectado foi de 5,91 mL.L⁻¹ (125%), e 3,05 mL.L⁻¹ (64%), respectivamente, na estação Continente.

Tabela 13. Estatística descritiva do oxigênio dissolvido na Barra Orange.

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	4	4,74	5,25	4,34	7,95	S	4	3,98	4,63	2,39	26,7
	F	4	4,78	5,2	4,26	8,2	F	4	4,06	4,93	2,38	28,28
EN	S	4	6,23	6,95	5,9	7,74	S	4	5,33	6,18	4,31	14,5
	F	4	5,93	6,79	5,49	9,96	F	4	4,9	5,25	4,53	8,0
PM	S	4	5,62	6,47	4,91	11,8	S	4	5,88	6,34	5,5	5,96
	F	4	5,6	6,2	4,99	9,15	F	4	5,61	6,42	4,99	11,2
VZ	S	4	5,0	5,54	4,61	7,97	S	4	5,37	5,71	4,84	7,9
	F	4	5,37	6,18	4,6	12,0	F	4	5,18	5,76	4,72	8,5

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos

Tabela 14. Estatística descritiva do oxigênio dissolvido na Barra Orange

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	4	4,49	4,61	4,38	2,0	S						
	F	4	4,78	5,01	4,52	4,3	F						
EN	S	4	5,33	5,67	4,88	6,87	S						
	F	4	5,17	5,39	5,05	2,93	F						
PM	S	4	5,31	6,43	4,91	13,9	S						
	F	4	5,68	6,19	5,07	9,13	F						
VZ	S	1		6,01			S	3	4,91	5,14	4,47	7,8	
	F	1		6,23			F	3	5,47	6,18	4,99	11,5	

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos

Tabela 15. Estatística descritiva do oxigênio dissolvido na Barra de Catuama

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	4	4,9	5,35	4,61	6,5	S	4	4,97	5,44	4,54	9,7
	F	4	5,05	5,45	4,8	5,78	F	4	4,72	5,2	3,79	13,8
EN	S	4	5,04	5,71	4,28	0,13	S	4	4,84	5,91	3,05	27,9
	F	4	5,52	5,73	5,08	5,4	F	4	4,98	5,9	3,5	20,8
PM	S	4	5,16	5,58	4,44	9,7	S	4	5,38	5,68	5,04	5,95
	F	4	5,23	5,26	5,14	1,15	F	4	5,56	5,65	5,38	2,3
VZ	S	4	4,85	5,11	4,57	5,58	S	4	5,2	5,74	4,76	8,7
	F	4	5,23	5,77	4,57	10,63	F	4	4,98	5,18	4,8	3,7

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos

Tabela 16. Estatística descritiva do oxigênio dissolvido na Barra de Catuama

Meio							Convergência					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	4	4,72	5,25	4,51	7,43	S					
	F	4	4,91	5,21	4,55	6,0	F					
EN	S	2	5,02	5,11	4,93	2,53	S	2	5,57	5,63	5,51	1,52
	F	2	5,27	5,32	5,23	1,20	F	2	5,47	5,51	5,43	1,03
PM	S	2	5,51	5,59	5,43	2,05	S	2	5,24	5,32	5,16	2,16
	F	2	5,4	5,42	5,39	0,39	F	2	5,28	5,3	5,26	0,54
VZ	S	3	5,13	5,23	5,0	2,28	S	1	5,30			
	F	3	5,1	5,39	4,83	5,5	F	1	5,22			

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos

Maré de Sizígia

Maré de Quadratura

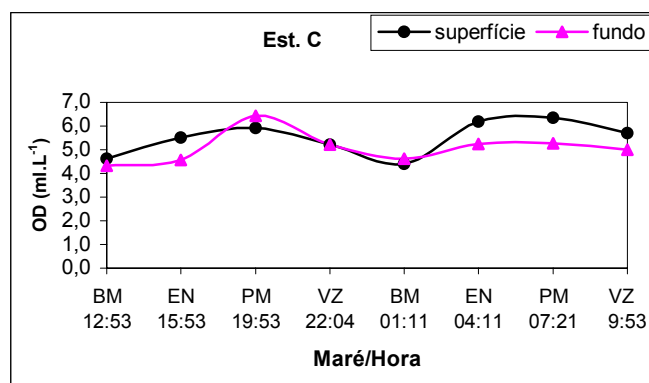
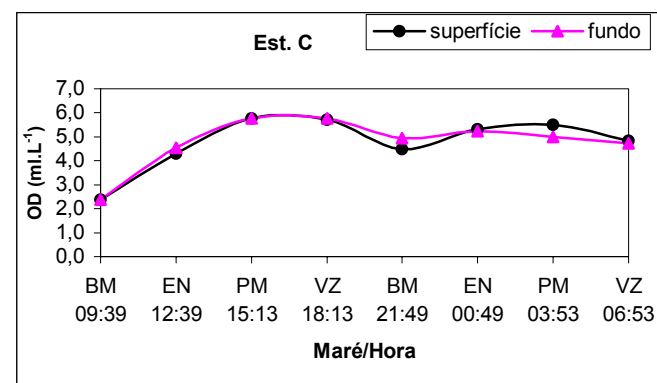
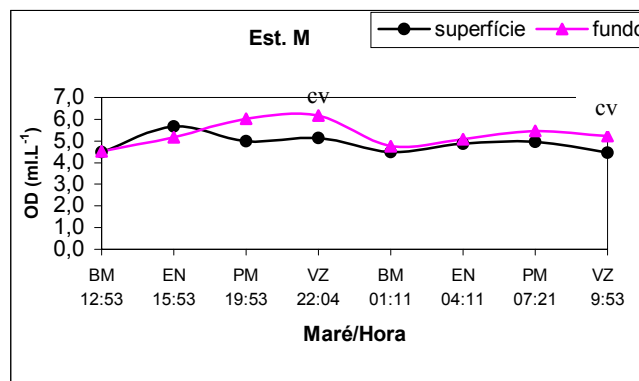
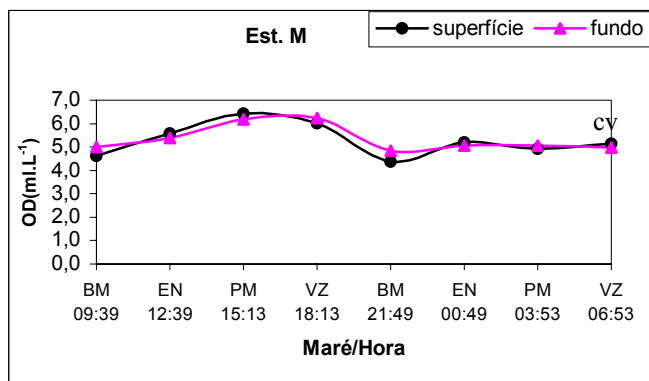
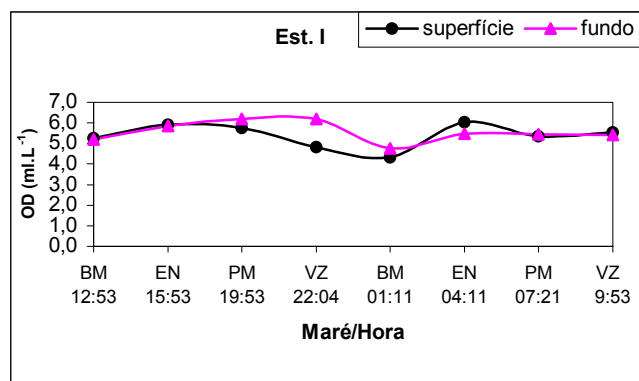
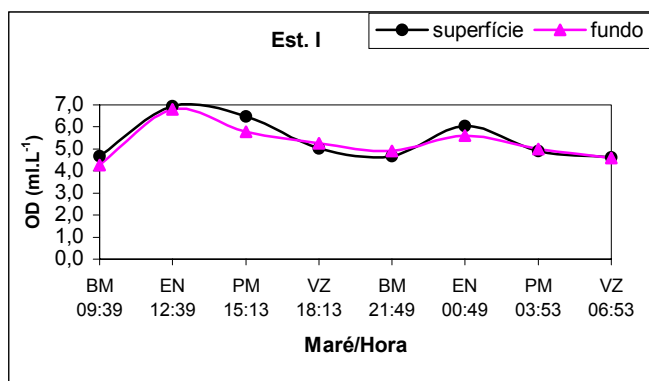


Figura 27 . Variação nictemeral do oxigênio dissolvido na Barra Orange, nas estações I, M, cv (Convergência) e C, nas marés de Sizígia e Quadratura.

Maré de Sizígia

Maré de Quadratura

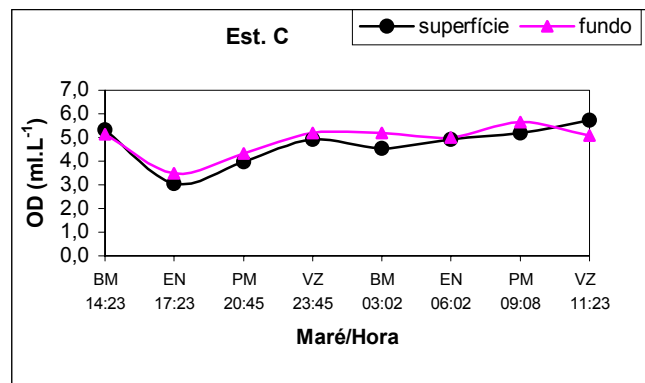
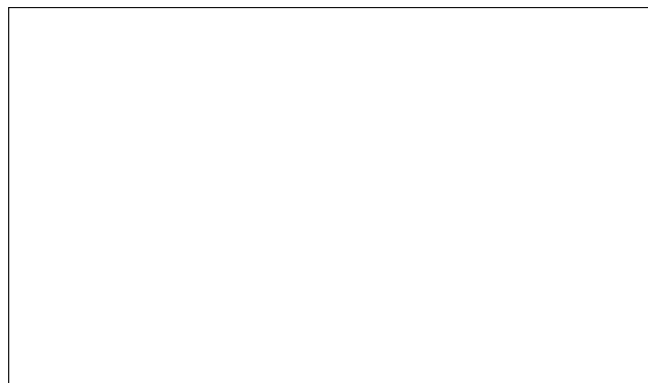
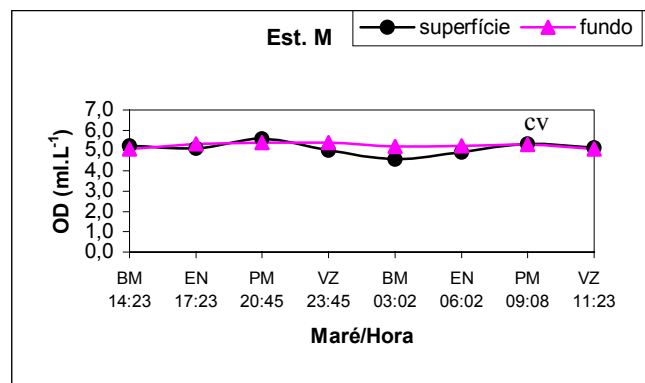
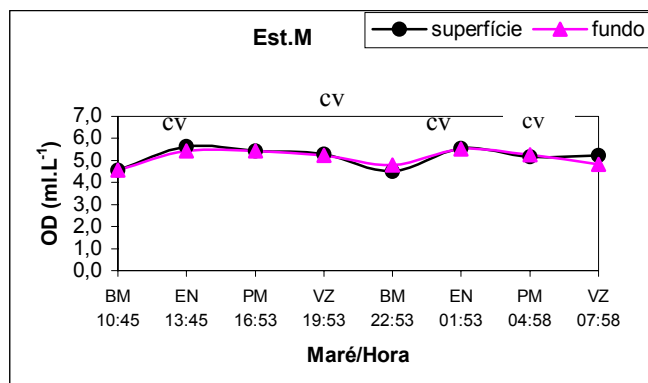
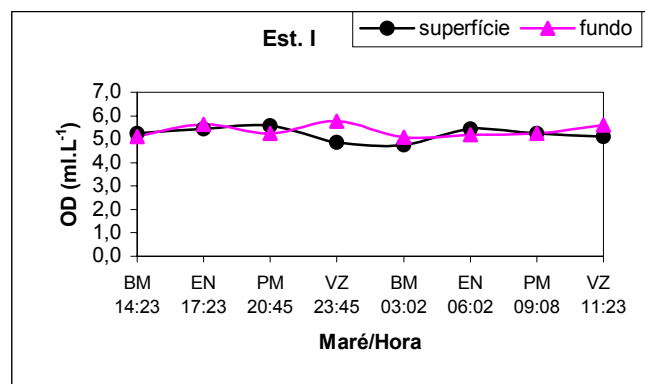
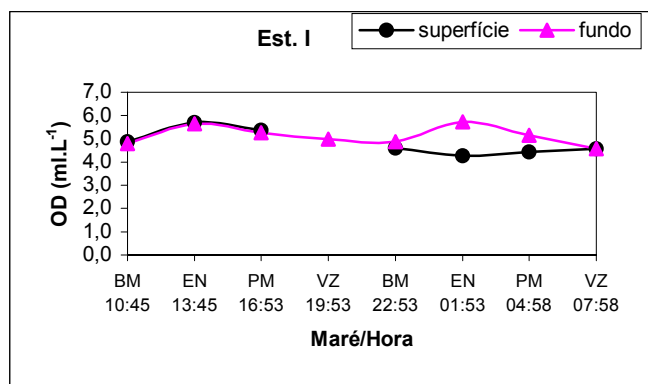


Figura 28. Variação nictemeral do oxigênio dissolvido na Barra de Catuama, nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura

5.3.4-POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

O pH na área estudada apresentou-se sempre alcalino, com pequena diferença entre as camadas da superfície e do fundo, a variação máxima foi de 0,28 entre os valores de 8,44 e 8,16 na Barra Orange na maré de sizígia, e de 0,57 entre 8,80 e 8,23 na Barra de Catuama na maré de quadratura. Verificou-se que na maré de quadratura em ambas as Barras não houve uma variação nictemeral definida, porém se pôde constatar os maiores valores de pH nos estágios das marés enchentes e preamares, sendo mais característico na maré de sizígia (Figuras 29 e 30).

Na Barra Orange, a média mais elevada foi de 8,48, na camada de fundo, e o valor máximo registrado foi de 8,68, na camada superficial, ambos durante a maré enchente, na estação Continente. O valor mínimo obtido foi de 8,01, na camada de superfície, durante a enchente, na Estação Ilha (Tabelas 17 e 18).

Na Barra de Catuama, a maior média registrada foi de 8,60, durante a vazante, na estação Convergência. O máximo e o mínimo obtidos foram de 8,80 e 7,95, durante a preamar e a enchente, nas camadas de fundo e superfície, na estação Convergência, respectivamente (Tabelas 19 e 20).

Tabela 17. Estatística descritiva do pH na Barra Orange.

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
EN	S	4	8,29	8,46	8,01	2,5	S	4	8,37	8,68	8,18	2,7
	F	4	8,3	8,49	8,21	1,5	F	4	8,48	8,65	8,28	2,0
VZ	S	3	8,43	8,53	8,33	1,18	S	4	8,25	8,4	8,08	1,95
	F	3	8,25	8,27	8,25	0,25	F	4	8,26	8,3	8,2	0,52

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos

Tabela 18. Estatística descritiva do pH na Barra Orange.

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	4	8,25	8,48	8,13	1,89	S						
	F	4	8,21	8,28	8,15	0,79	F						
EN	S	4	8,39	8,55	8,25	2,0	S						
	F	4	8,27	8,35	8,18	0,85	F						
PM	S	4	8,43	8,67	8,25	2,0	S						
	F	4	8,29	8,42	8,16	1,28	F						
VZ	S	1		8,17			S	3	8,33	8,46	8,16	1,7	
	F	1		8,25			F	3	8,25	8,37	8,18	1,26	

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos

Tabela 19 . Estatística descritiva do pH na Barra de Catuama

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
EN	S	4	8,3	8,53	8,01	2,7	S	4	8,23	8,47	7,98	1,31
	F	4	8,28	8,49	8,14	1,8	F	4	8,24	8,36	8,1	0,89
VZ	S	4	8,34	8,49	8,24	1,3	S	4	8,4	8,64	8,22	2,3
	F	4	8,3	8,45	8,24	1,13	F	4	8,5	8,75	8,39	1,8

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos

Tabela 20 . Estatística descritiva do pH na Barra de Catuama

Meio							Convergência					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	4	8,45	8,5	8,42	0,41	S					
	F	4	8,4	8,64	8,2	2,7	F					
EN	S	2	8,41	8,45	8,38	0,59	S	2	8,11	8,27	7,95	2,8
	F	2	8,46	8,63	8,29	2,8	F	2	8,23	8,28	8,19	0,77
PM	S	2	8,27	8,4	8,14	2,2	S	2	8,34	8,46	8,23	1,95
	F	2	8,3	8,4	8,2	2,0	F	2	8,43	8,8	8,06	6,2
VZ	S	3	8,32	8,38	8,28	0,6	S	1	8,31			
	F	3	8,58	8,63	8,5	0,84	F	1	8,60			

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos

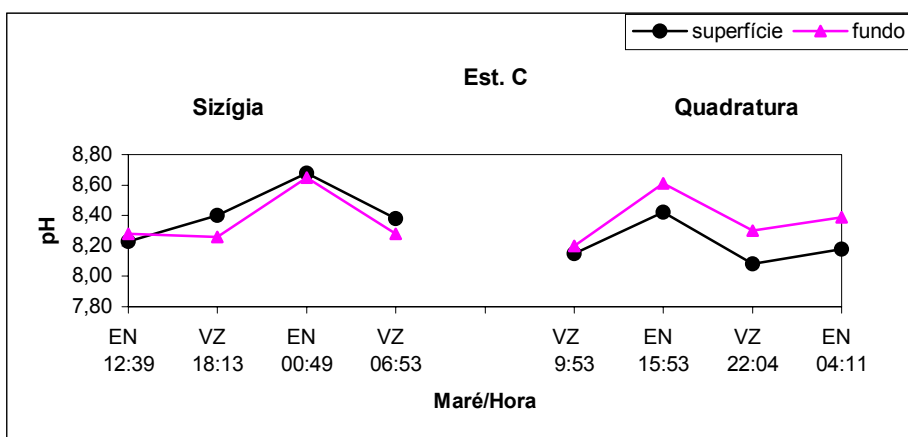
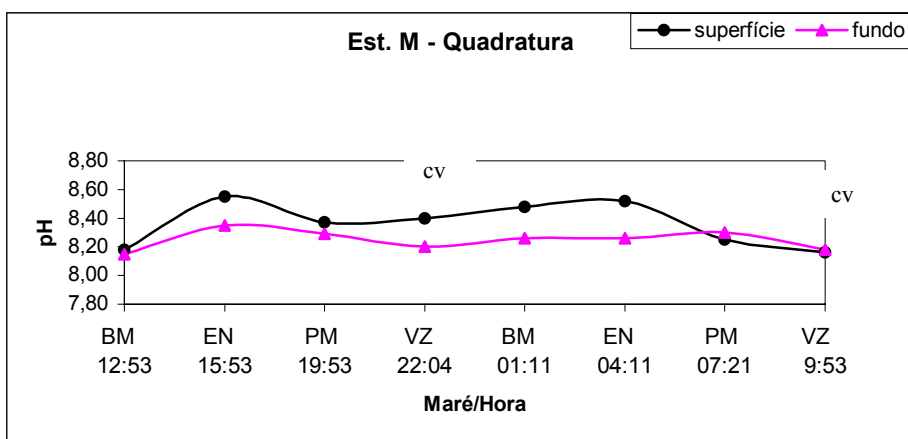
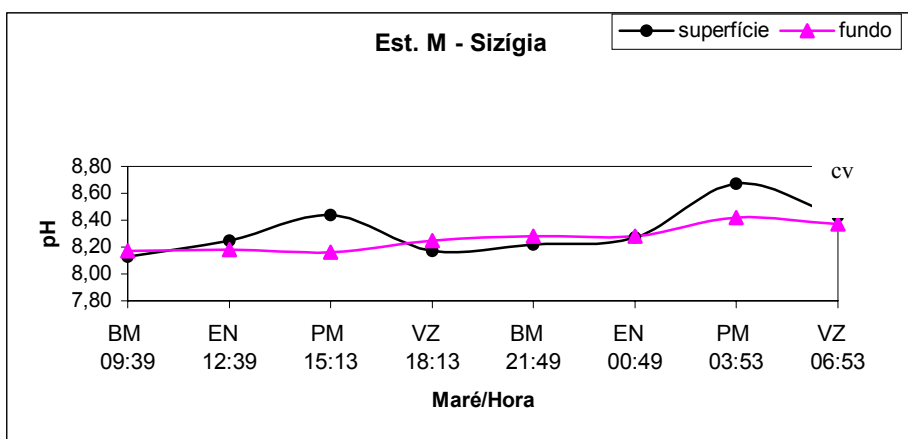
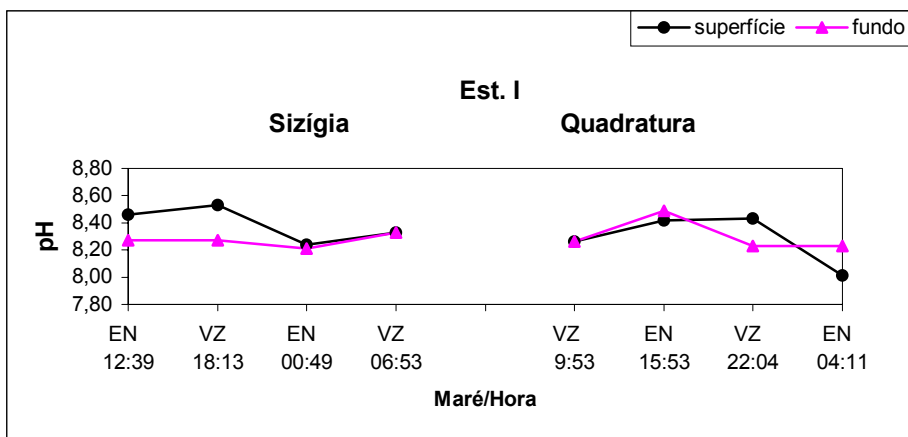


Figura 29. Variação nictemeral do pH na Barra Orange nas estações I, M, cv (Convergência) e C, nas marés de sizigia e quadratura.

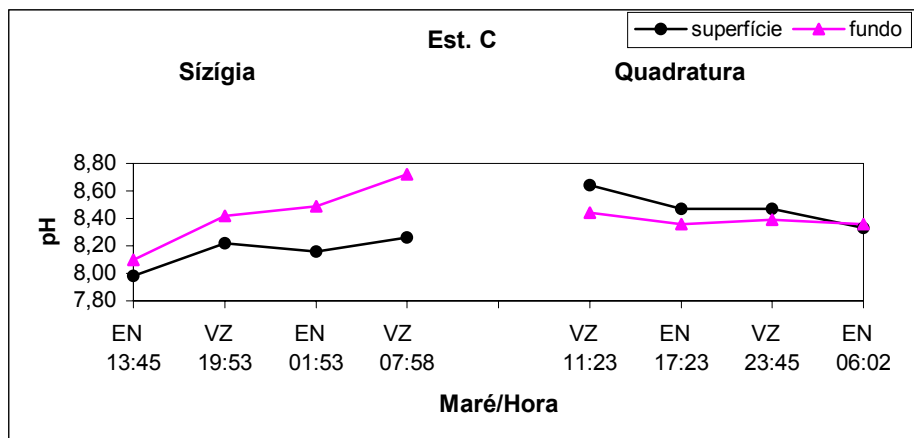
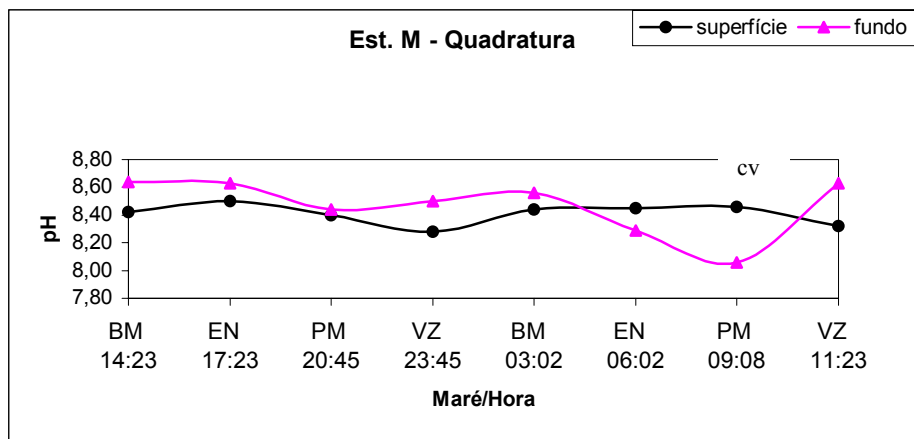
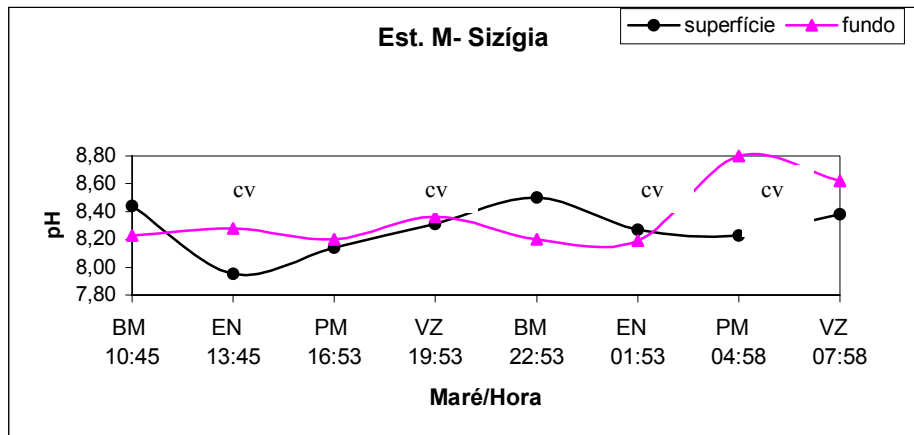
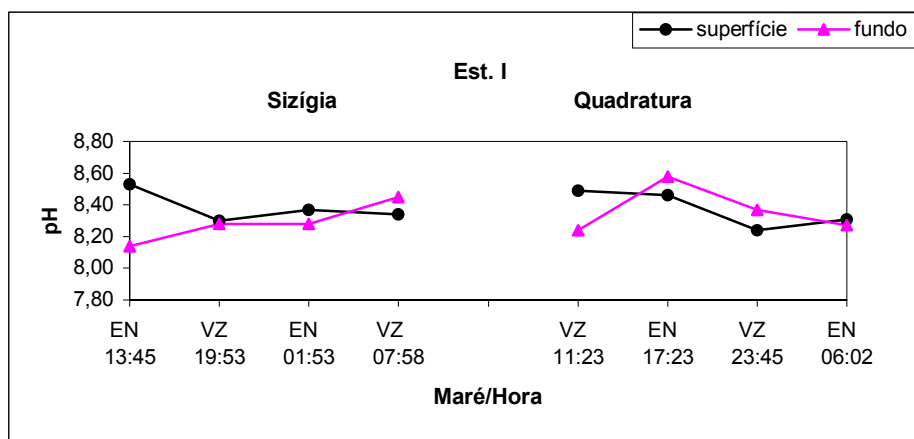


Figura 30. Variação nictemeral do pH na Barra de Catuama nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura.

5.3.5-NUTRIENTES INORGÂNICOS DISSOLVIDOS

5.3.5.1-AMÔNIA

As concentrações registradas de amônia estiveram aproximadas nas duas Barras, Orange e Catuama. Foi possível observar estratificação vertical para ambas as Barras. Os coeficientes de variação foram bastante elevados, indicando alta dispersão nos dados de amônia. Os valores mínimos registrados, na sua grande maioria, estiveram abaixo do limite de detecção. A área de convergência não se destacou em termos de teores de amônia em relação às outras estações.

Na Barra Orange, grande parte dos valores de amônia foram mais acentuados na maré de sizígia, na sua camada superficial (Figura 31). Para este nível de maré, a estação do Meio, apresentou o valor máximo encontrado durante a preamar. Observou-se uma nítida estratificação vertical na maré de quadratura, na estação Ilha. O maior valor obtido nesta Barra foi de 0,37 μM na maré enchente, na camada próxima ao fundo, na estação Continente (Tabela 21).

Na Barra de Catuama, foi observada uma estratificação vertical na maré de quadratura, principalmente nas estações Continente (teores maiores na camada de fundo) e Ilha (teores maiores na camada superficial) (Figura 32). Na maré de sizígia, a estação do Meio, registrou um pico de amônia durante a maré de baixa-mar. Enquanto que na maré de quadratura, foram registrados picos na maré enchente nas estações Ilha e Continente, e na preamar na estação do Meio. O valor máximo obtido foi de 0,20 μM , na maré enchente, em sua camada superficial, na estação Ilha (Tabela 23).

Tabela 21. Estatística descritiva da amônia na Barra Orange

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
EN	S	4	0,03	0,07	nd	98,9	S	4	0,10	0,34	nd	160,0
	F	4	0,05	0,13	nd	114,1	F	4	0,12	0,37	nd	143,3
VZ	S	4	0,05	0,12	nd	93,7	S	4	0,14	0,20	0,07	69,1
	F	3	0,05	0,07	nd	65,1	F	3	0,04	0,07	nd	88,5

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos, nd = não detectado.

Tabela 22. Estatística descritiva da amônia na Barra Orange.

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	4	0,03	0,10	nd	169,2	S						
	F	3	0,04	0,08	0,01	92,32	F						
EN	S	3	0,08	0,15	nd	86,2	S						
	F	4	0,06	0,09	0,02	66,5	F						
PM	S	4	0,12	0,25	nd	104,6	S						
	F	4	0,11	0,17	0,07	41,4	F						
VZ	S	1		0,10			S	3	0,08	0,19	0,02	109,6	
	F	1		0,06			F	3	0,05	0,15	nd	147,5	

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos, nd = não detectado

Tabela 23. Estatística descritiva da amônia na Barra de Catuama

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
EN	S	4	0,10	0,20	0,03	72,4	S	4	0,03	0,05	0,01	60,3
	F	4	0,07	0,12	0,04	53,7	F	4	0,07	0,16	0,00	86,4
VZ	S	4	0,03	0,08	nd	125,1	S	4	0,03	0,05	0,01	53,18
	F	4	0,02	0,05	nd	120,8	F	4	0,06	0,14	0,00	102,4

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos, nd = não detectado

Tabela 24. Estatística descritiva da amônia na Barra de Catuama

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	4	0,08	0,191	nd	114,7	S						
	F	4	0,06	0,17	nd	117,4	F						
EN	S	2	0,04	0,05	0,04	28,0	S	2	0,02	0,05	nd	136,1	
	F	2	0,02	0,03	0,01	53,34	F	2	0,01	0,025	nd	130,6	
PM	S	2	0,05	0,09	nd	138	S	2	0,11	0,17	0,06	71,3	
	F	2	0,09	0,19	nd	139,6	F	2	0,07	0,15	nd	131,0	
VZ	S	3	0,03	0,07	nd	93,7	S			0,02			
	F	2	0,03	0,05	0,01	72,8	F			0,09			

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N= nº de casos, nd = não detectado

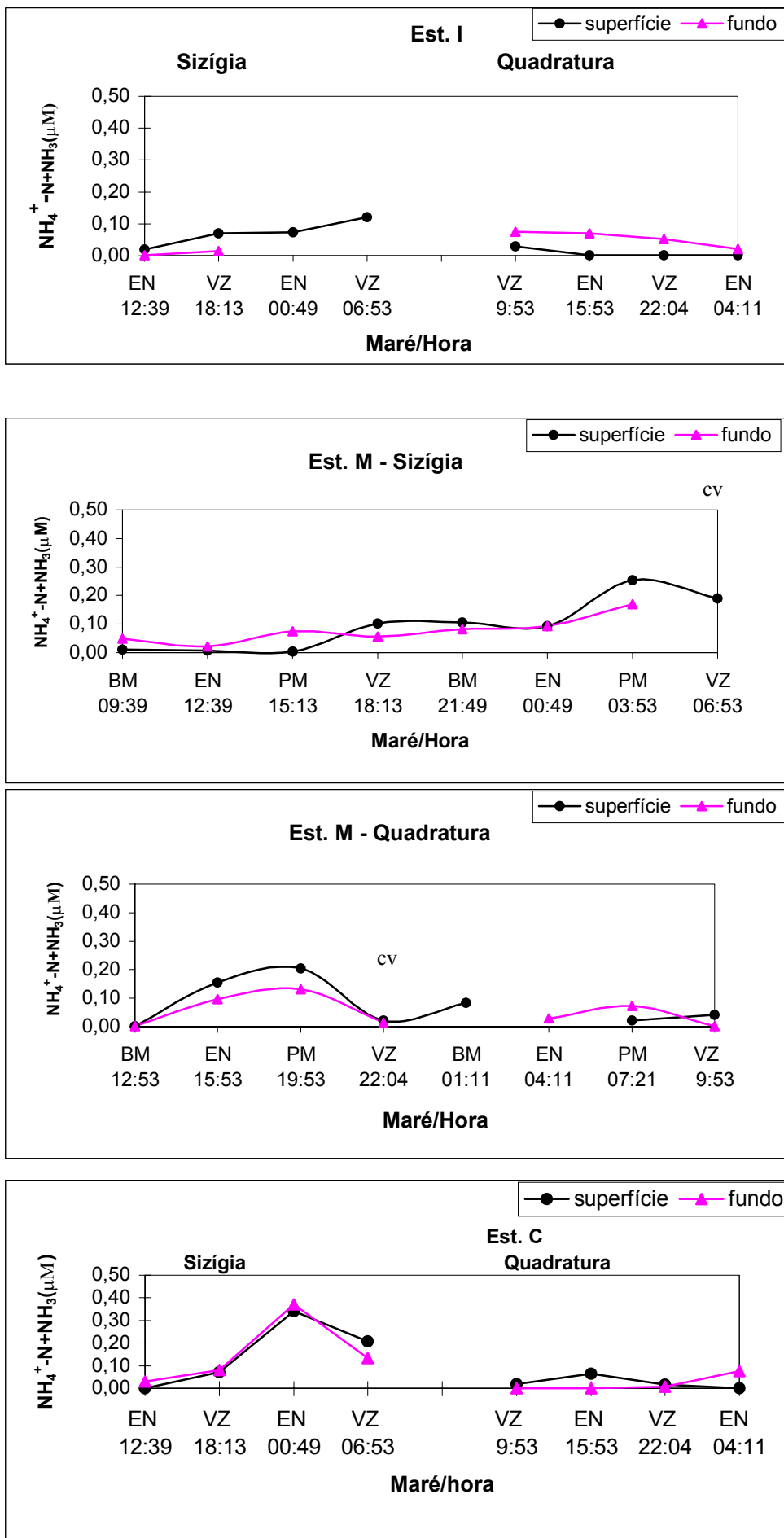


Figura 31. Variação nictemeral da amônia na Barra Orange nas estações I, M , cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura.

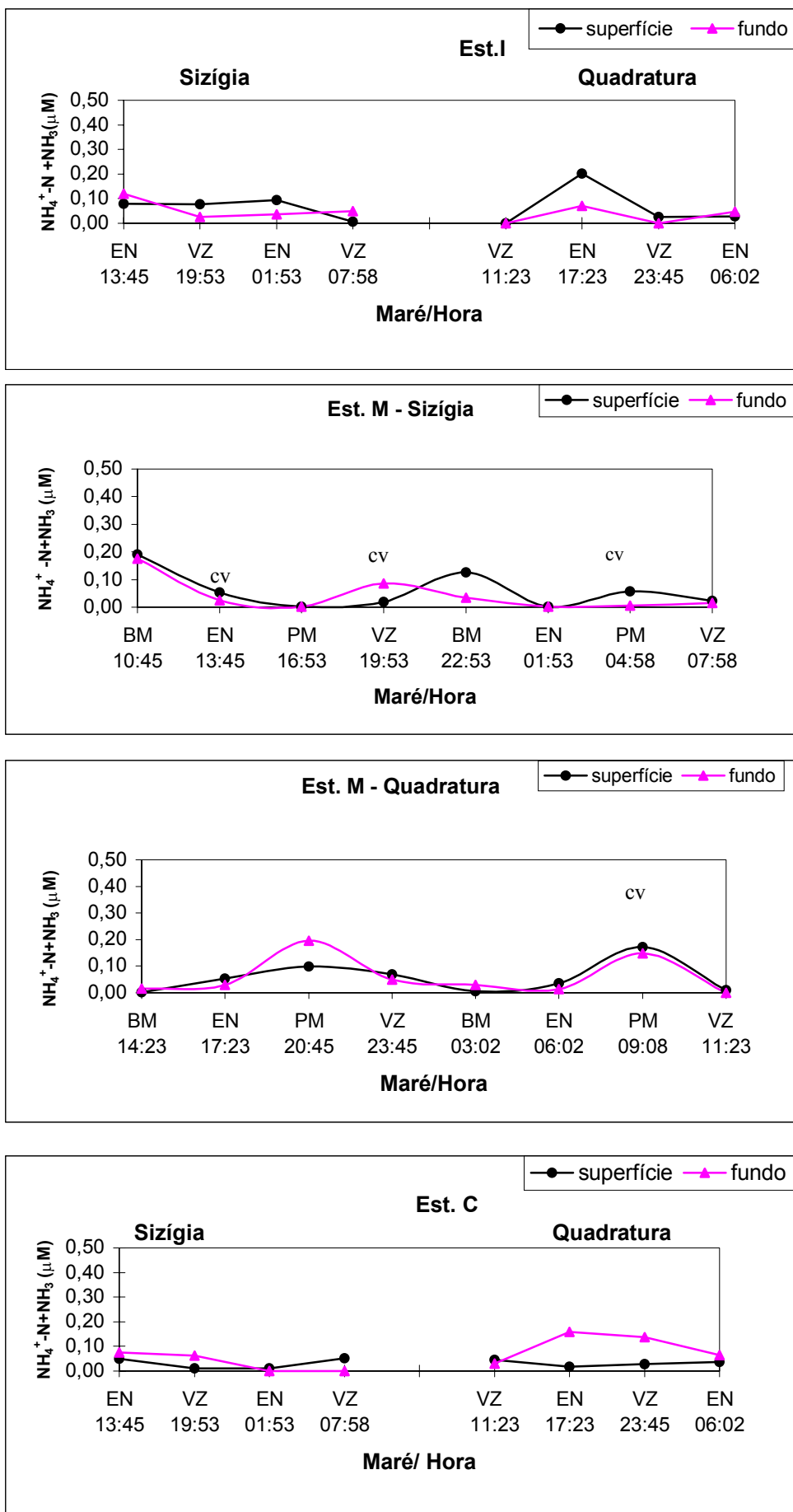


Figura 32. Variação nictemeral da amônia na Barra de Catuama, nas estações I, M, cv (Convergência) e C, nas marés de sizígia e quadratura.

5.3.5.1-NITRITO

Os teores de nitrito não apresentaram uma variação nictemeral bem definida. A estratificação vertical foi muito irregular para ambas as Barras, em Orange, foi mais evidente na estação Ilha nos dois níveis de maré, enquanto que em Catuama, ocorreu na estação do Meio, na maré de sizígia. (Figuras 33 e 34). Da mesma forma que a amônia, os valores mínimos, estiveram em sua grande maioria, abaixo do limite de detecção. Os coeficientes de variação estiveram um pouco mais acentuados na Barra de Catuama.

Na Barra Orange, a estação do Meio se destacou das outras estações, na maré de sizígia, onde se observou valores bem mais elevados, principalmente durante a preamar. O máximo detectado foi de 0,29 μ M (Tabela 26). As estações Ilha e Continente tiveram seus picos de nitrito na maré de quadratura.

Na Barra de Catuama, os valores foram menores do que em Orange. A estação do Meio também se destacou, com maiores valores de nitrito, na camada de fundo, durante a preamar, na maré de sizígia. O valor máximo detectado foi de 0,24 μ M (Tabela 28). Contudo, na maré de quadratura, os valores registrados para a estação do Meio foram muito baixos. Os picos de nitrito, nas estações Ilha e Continente, ocorreram na maré de sizígia, na camada superficial.

Tabela 25. Estatística descritiva do nitrito na Barra Orange.

Ilha							Continente						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
EN	S	4	0,06	0,10	nd	66,6	S	4	0,02	0,07	nd	139,31	
	F	4	0,05	0,11	nd	89,5	F	4	0,03	0,08	nd	96,9	
VZ	S	4	0,04	0,08	0,01	79,7	S	4	0,01	0,02	nd	42,18	
	F	3	0,04	0,10	0,02	104,1	F	4	0,03	0,09	nd	157,1	

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos, e nd = não detectável.

Tabela 26. Estatística descritiva do nitrito na Barra Orange.

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	4	0,06	0,15	nd	100,3	S						
	F	3	0,03	0,11	nd	173,2	F						
EN	S	4	0,03	0,05	nd	78,00	S						
	F	4	0,01	0,03	nd	119,5	F						
PM	S	4	0,18	0,29	0,07	52,0	S						
	F	4	0,16	0,24	0,08	41,2	F						
VZ	S	1		0,02			S	3	0,06	0,09	0,02	60,0	
	F	1		0,00			F	3	0,03	0,07	nd	99,0	

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos, e nd = não detectável.

Tabela 27. Estatística descritiva do nitrito na Barra de Catuama

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
EN	S	4	0,02	0,05	nd	90,0	S	4	0,01	0,03	nd	77,6
	F	4	0,02	0,04	nd	70,0	F	4	0,01	0,02	nd	87,5
VZ	S	4	0,06	0,09	0,03	41,8	S	4	0,06	0,09	0,03	41,9
	F	4	0,04	0,05	0,03	28,0	F	4	0,04	0,05	0,03	28,0

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos, e nd = não detectável.

Tabela 28. Estatística descritiva do nitrito na Barra de Catuama

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	4	0,05	0,09	nd	80,0	S						
	F	4	0,08	0,10	0,06	35,5	F						
EN	S	2		nd	nd		S	2	0,016	0,03	nd	117,8	
	F	2	0,01	0,01	0,01	35,6	F	2	0,04	0,08	nd	141,4	
PM	S	3	0,07	0,14	0,03	72,4	S	2	0,09	0,13	0,04	76,9	
	F	3	0,12	0,24	0,02	97,5	F	2	0,05	0,08	nd	112,6	
VZ	S	3	0,02	0,02	nd	48,3	S	1		0,02			
	F	2	0,04	0,05	0,03	41,79	F			0,00			

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos, e nd = não detectável.

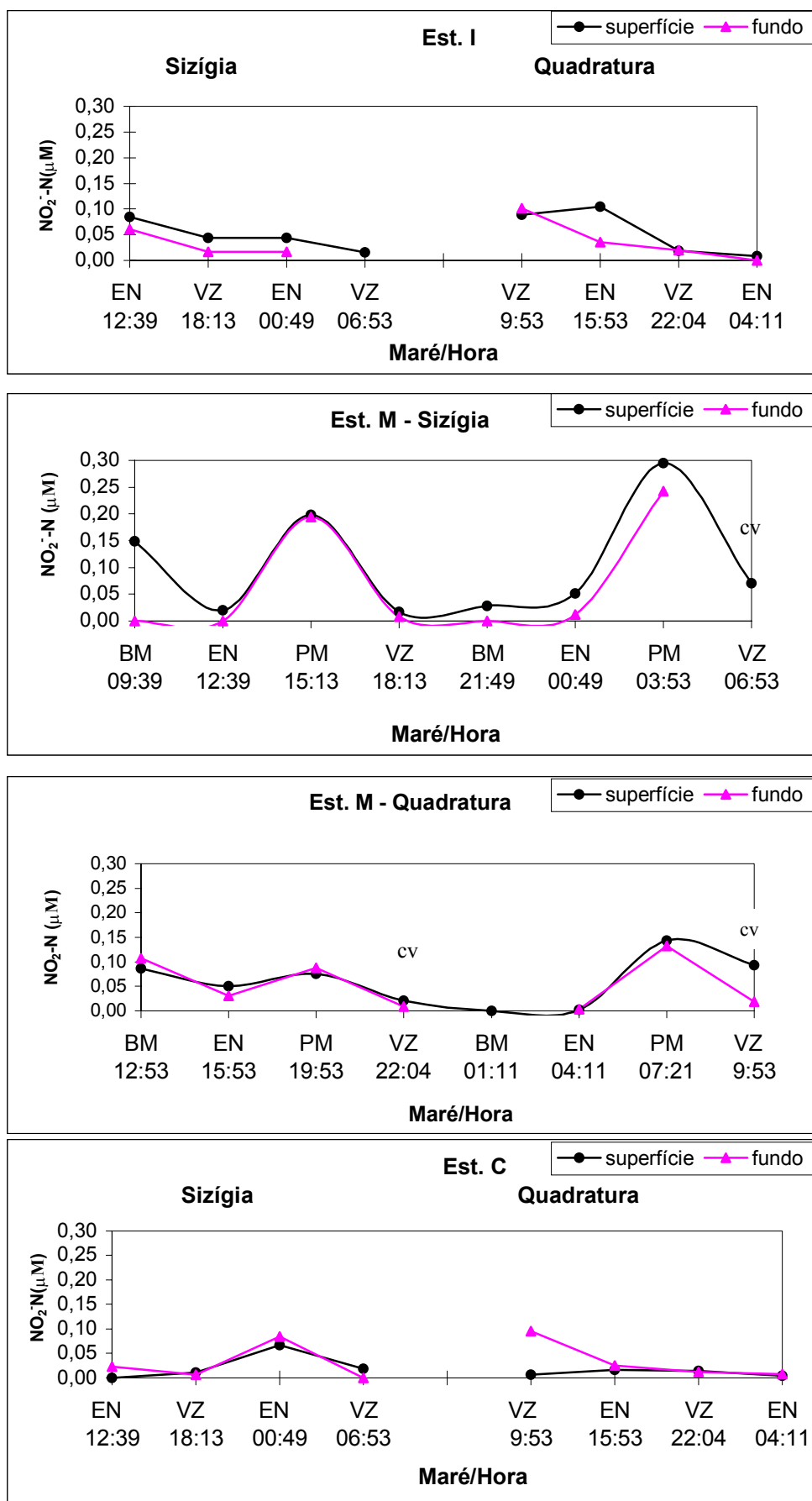


Figura 33. Variação nictemeral do nitrito na Barra Orange, nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizígia e quadratura.

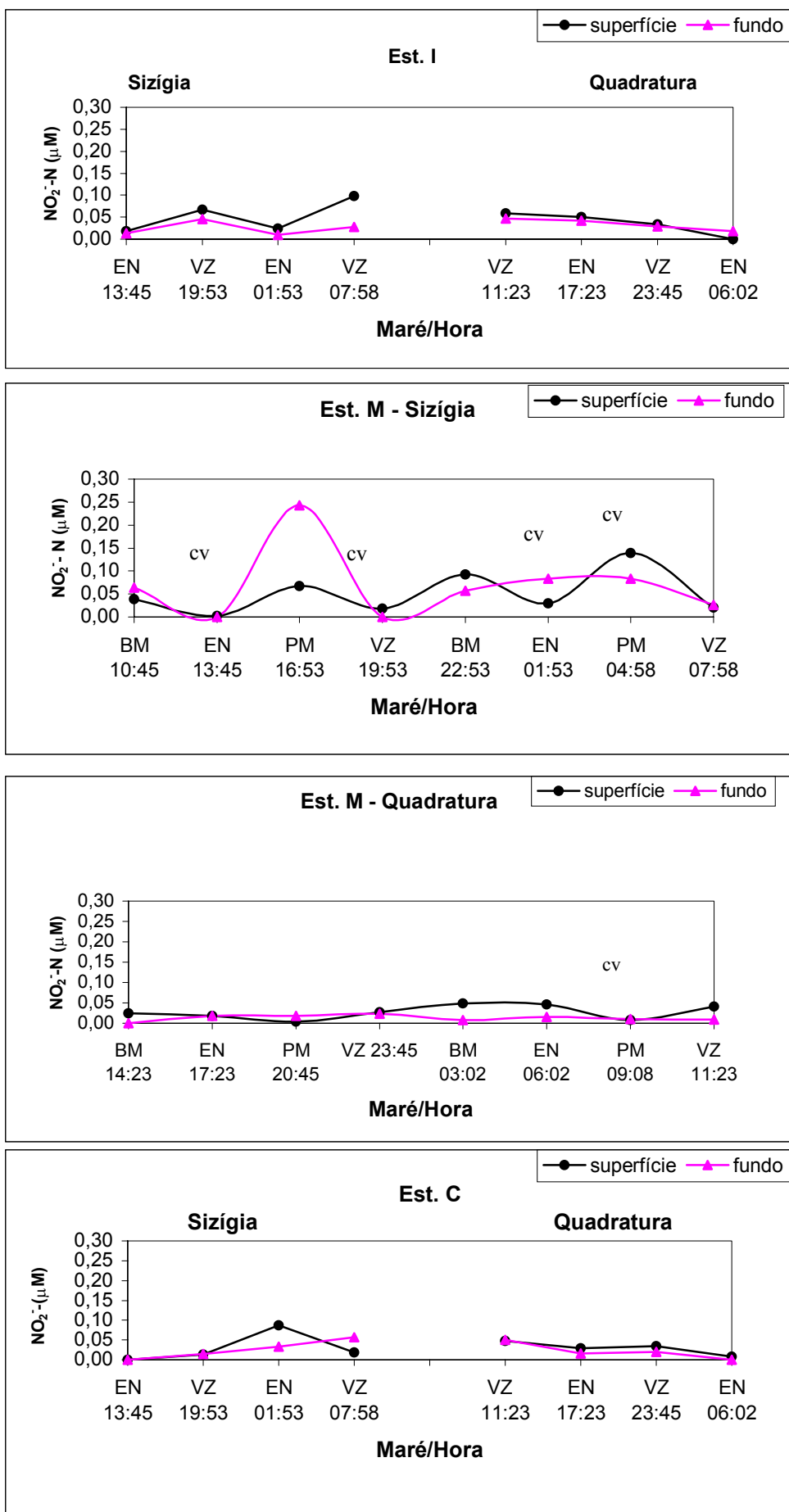


Figura 34. Variação nictemeral de nitrito na Barra de Catuama, nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizigia e quadratura.

5.3.5.3-NITRATO

Em geral pode-se dizer, que os teores de nitrato foram mais elevados na Barra Orange, principalmente nas preamares e na estação do Meio (Figuras 35 e 36). Os coeficientes de variação não foram tão elevados quando comparados aos outros nutrientes como a amônia e nitrito, e seus valores mínimos estiveram acima do limite de detecção. A maioria dos picos dos teores de nitrato, para as quatro estações (Meio, Convergência, Ilha, e Continente), foram obtidos na camada de fundo.

Na Barra Orange, os valores foram bem elevados na estação do Meio, principalmente na maré de sizígia. Nesta estação o gradiente vertical foi acentuado nos picos das preamares enquanto nos outros pontos de coleta, a coluna de água apresentou-se homogênea. Ressaltam-se alguns valores máximos na maré de sizígia, registrados nas preamares de 3,48 μM às 15:13h e de 5,65 μM às 3:53h. Nas estações Ilha e Continente, os valores foram também mais elevados na maré de sizígia. O valor mínimo observado nesta Barra foi de 0,03 μM às 22:04h na estação Continente na maré de quadratura (Tabelas 29 e 30).

Na Barra de Catuama, os valores foram muito baixos, quando comparados aos de Orange. Nas estações Ilha e Continente, tanto para a maré de sizígia como de quadratura, os valores estiveram próximos aos de limite de detecção. O valor máximo obtido foi de 1,57 μM , para a estação do Meio, durante a preamar, na maré de sizígia e o mínimo de 0,03 μM na estação do Meio na maré de sizígia, durante a preamar (Tabelas 31 e 32).

Tabela 29. Estatística descritiva do Nitrato na Barra Orange.

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
EN	S	4	0,47	0,85	0,15	61,9	S	4	0,53	0,94	0,34	52,2
	F	4	0,79	1,74	0,19	85,9	F	4	0,65	1,31	0,36	68,4
VZ	S	4	0,41	0,62	0,23	41,7	S	4	0,73	1,82	0,03	14,25
	F	3	0,35	0,40	0,27	20,0	F	4	0,70	2,05	0,09	126,7

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos, e nd = não detectável.

Tabela 30. Estatística descritiva do Nitrato na Barra Orange

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	4	0,27	0,37	0,12	0,41	S						
	F	4	0,26	0,43	0,13	0,55	F						
EN	S	4	0,24	0,43	0,04	66,9	S						
	F	4	0,33	0,45	0,15	0,43	F						
PM	S	4	1,63	3,47	0,53	0,78	S						
	F	4	3,97	5,64	3,38	28,0	F						
VZ	S	1		0,28			S	3	0,52	1,18	0,15	110,5	
	F	1		0,28			F	3	1,43	3,79	0,17	143,0	

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos, e nd = não detectável.

Tabela 31. Estatística descritiva do Nitrato na Barra de Catuama

Ilha							Continente						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
EN	S	4	0,26	0,29	0,19	189,1	S	4	0,26	0,36	0,17	30,0	
	F	4	0,23	0,28	0,15	297,2	F	4	0,20	0,34	0,09	0,49	
VZ	S	4	0,32	0,38	0,27	14,0	S	4	0,16	0,35	nd	93,0	
	F	4	0,27	0,34	0,19	22,0	F	4	0,31	0,39	0,25	20,0	

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos, e nd = não detectável.

Tabela 32. Estatística descritiva do Nitrato na Barra de Catuama

Meio							Convergência					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	4	0,41	0,66	0,24	0,43	S					
	F	4	0,20	0,24	0,12	0,28	F					
EN	S	2	0,20	0,23	0,17	22,4	S	2	0,64	0,97	0,32	70,3
	F	2	0,33	0,5	0,17	69,0	F	2	0,19	0,22	0,17	20,2
PM	S	2	0,14	0,25	0,03	1,09	S	2	0,72	1,16	0,29	0,85
	F	2	0,93	1,57	0,29	97,4	F	2	0,65	1,19	0,10	118,8
VZ	S	3	0,34	0,42	0,29	200,0	S	1	0,54			
	F	3	0,35	0,44	0,27	24,0	F	1	0,39			

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos, e nd = não detectável.

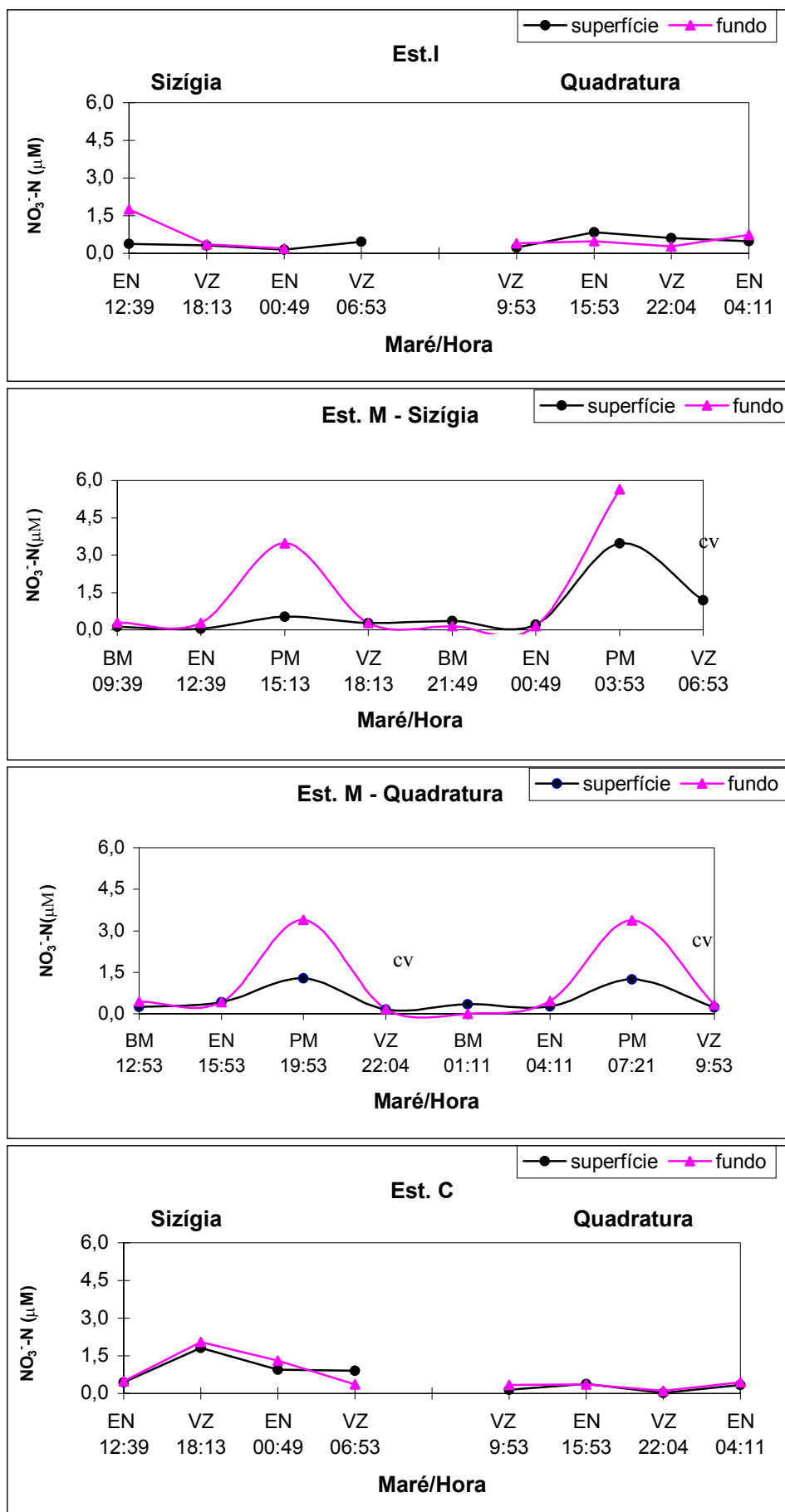


Figura 35 . Variação nictemeral de nitrato na Barra Orange nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizigia e quadratura.

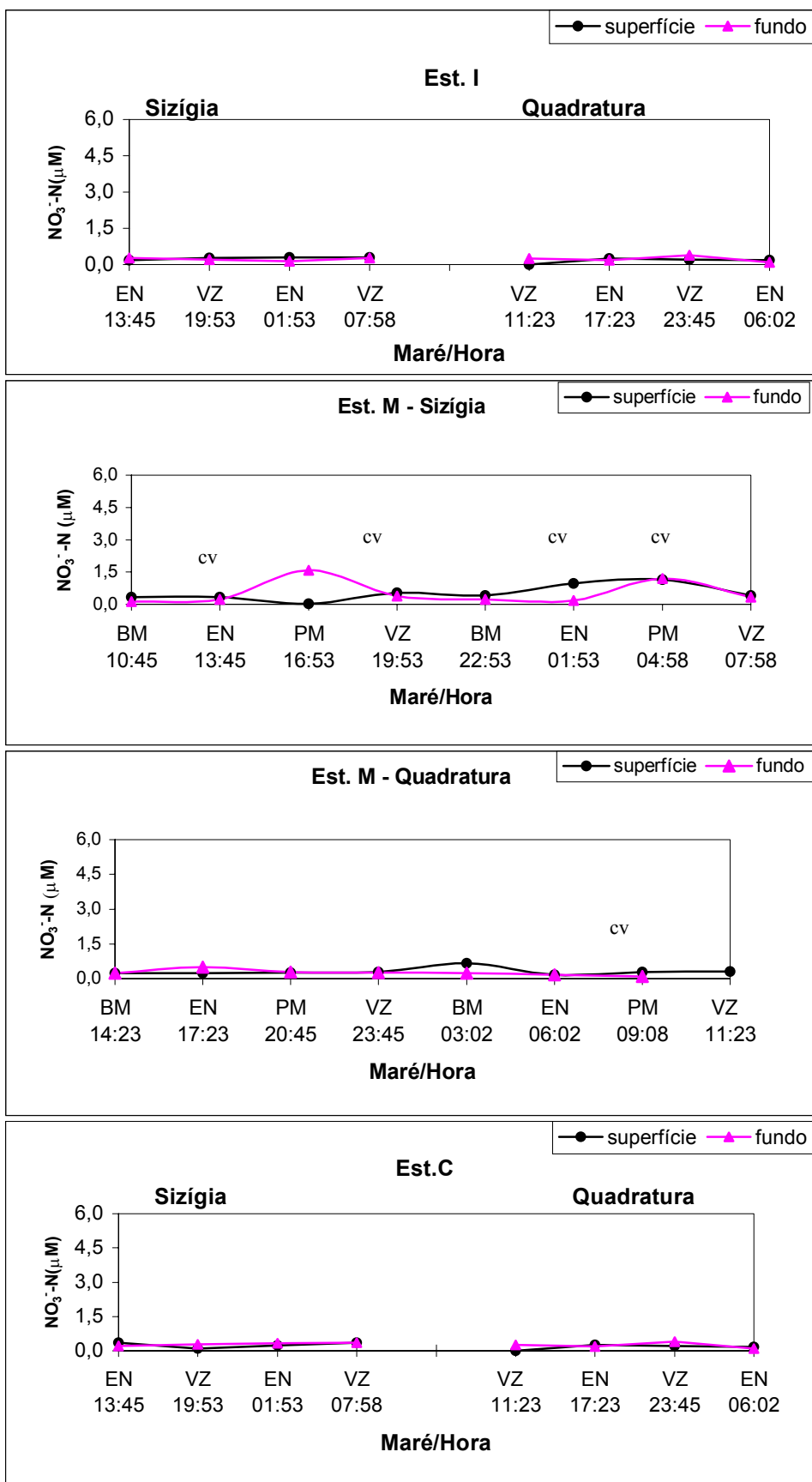


Figura 36. Variação nictemeral de nitrato na Barra de Catuama nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de Sizígia e Quadratura.

5.3.5.4-FOSFATO

Em geral, os maiores valores de fosfato observados foram detectados na Barra Orange, embora a Barra de Catuama apresente dois picos acentuados nas estações Continente e Ilha durante a maré de quadratura (Figuras 37 e 38). As concentrações de fosfato estiveram em grande número, abaixo do limite de detecção, para ambas as Barras. As maiores variações entre a superfície e o fundo, também foram detectados na Barra Orange, não estando bem definida qual a camada com valores mais elevados. Vale ressaltar porém, que na estação do Meio, na maré de quadratura, a camada superficial apresentou-se na maior parte da variação nictemeral, com valores superiores à camada de fundo. Os coeficientes de variação foram maiores aos encontrados para o nitrato principalmente na estação do Meio. Para esta estação, na Barra de Catuama, os valores obtidos para o coeficiente de variação estiveram, em sua grande maioria, acima dos 100%.

Na Barra Orange, os máximos valores de fosfato estiveram presentes na maré de sizígia. A estação do Meio apresentou picos tanto na preamar quanto na baixa-mar. A estação Continente registrou o máximo valor de fosfato que foi de 0,28 μM na camada de fundo, durante a maré enchente (Tabela 33).

Na Barra de Catuama, o inverso aconteceu, isto é, os máximos valores de fosfato foram encontrados na maré de quadratura. A estação do Meio, na maré de sizígia, ao contrário de Orange, apresentou valores baixos de fosfato. As estações Ilha e Continente registraram picos de fosfato de 0,13 μM e 0,30 μM , respectivamente, durante a vazante, na maré de quadratura (Tabela 35).

Tabela 33. Estatística descritiva do fosfato na Barra de Orange

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
EN	S	4	0,08	0,18	nd	94,4	S	4	0,15	0,24	0,06	46,4
	F	4	0,06	0,11	0,03	49,5	F	4	0,07	0,28	nd	200,0
VZ	S	4	0,11	0,26	nd	119,2	S	4	0,05	0,09	0,01	67,5
	F	4	0,05	0,07	0,02	54,2	F	4	0,09	0,17	0,03	59,4

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos, e nd = não detectável.

Tabela 34. Estatística descritiva do fosfato na Barra de Orange

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	4	0,14	0,21	0,06	42,9	S						
	F	4	0,07	0,14	nd	97,0	F						
EN	S	4	0,15	0,15	0,07	32,1	S						
	F	4	0,07	0,15	nd	87,6	F						
PM	S	4	0,08	0,17	nd	115,5	S						
	F	4	0,14	0,24	0,07	51,9	F						
VZ	S			0,04			S	3	0,07	0,11	nd	86,6	
	F			0,04			F	3	nd	0,01	nd	173,2	

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos, e nd = não detectável.

Tabela 35. Estatística descritiva do fosfato na Barra de Catuama

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
EN	S	4	nd	nd	nd		S	4	nd	nd	nd	
	F	4	nd	nd	nd		F	4	0,01	0,06	nd	
VZ	S	4	0,05	0,12	nd	101,7	S	4	0,01	0,04	nd	200,0
	F	4	0,04	0,08	nd	115,5	F	4	0,10	0,30	nd	128,4

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos, e nd = não detectável.

Tabela 36. Estatística descritiva do fosfato na Barra de Catuama

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	4	0,03	0,13	0,0	175,3	S						
	F	4	nd	0,02	nd	200,0	F						
EN	S	2	0,02	0,05	nd	141,0	S	2	0,03	0,07	nd	141,4	
	F	2	0,03	0,06	nd	141,4	F	2	nd	nd	nd		
PM	S	2	0,03	0,07	nd	141,4	S	2	nd	nd	nd		
	F	2	0,03	0,07	nd	141,4	F	2	nd	0,03	0,01	141,4	
VZ	S	3	0,09	0,13	0,05	43,9	S	1		nd			
	F	3	nd	nd	nd		F	1		nd			

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos, e nd = não detectável.

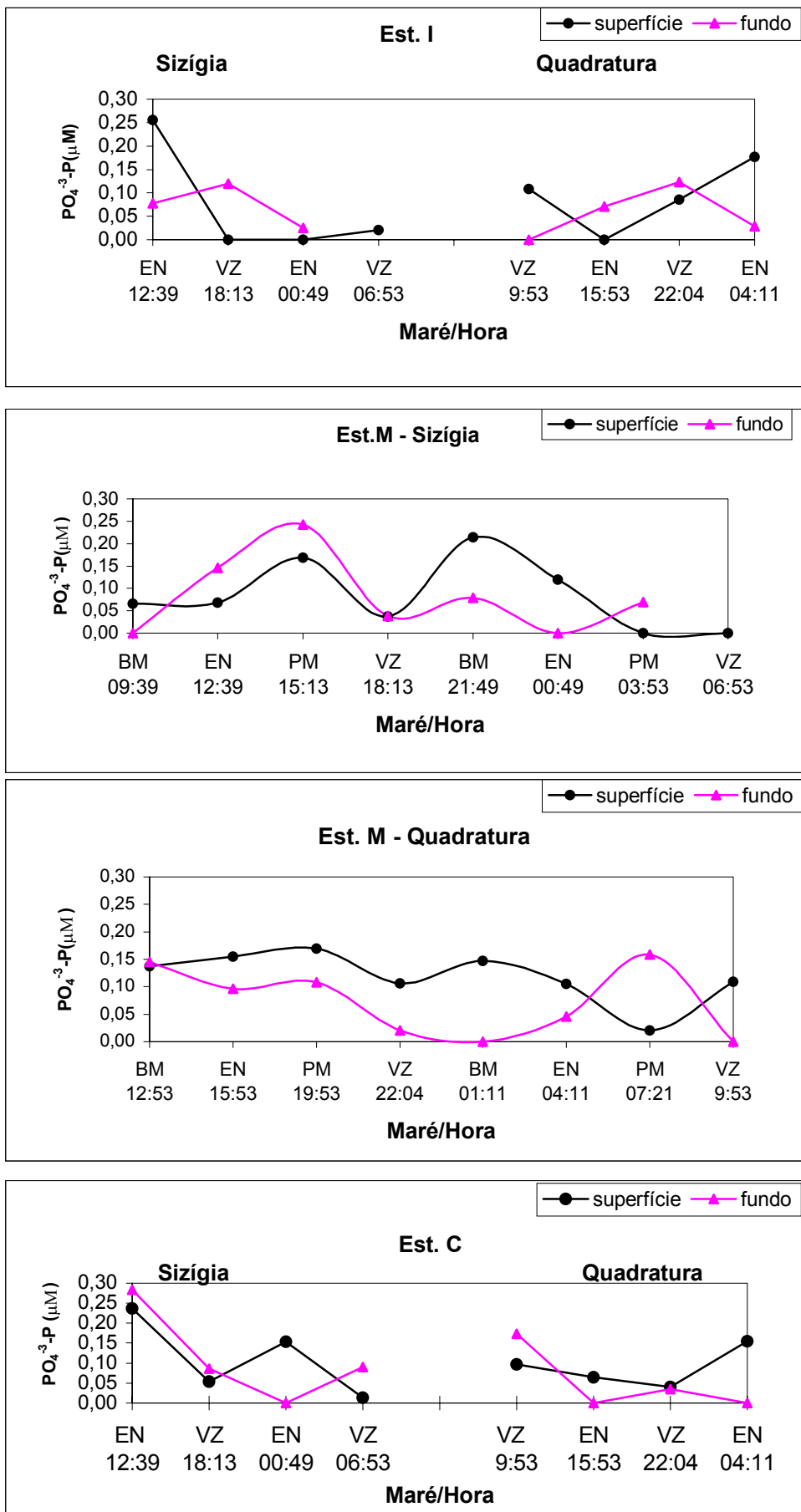


Figura 36. Variação nictemeral de fosfato em Orange, nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de Sizígia e Quadratura.

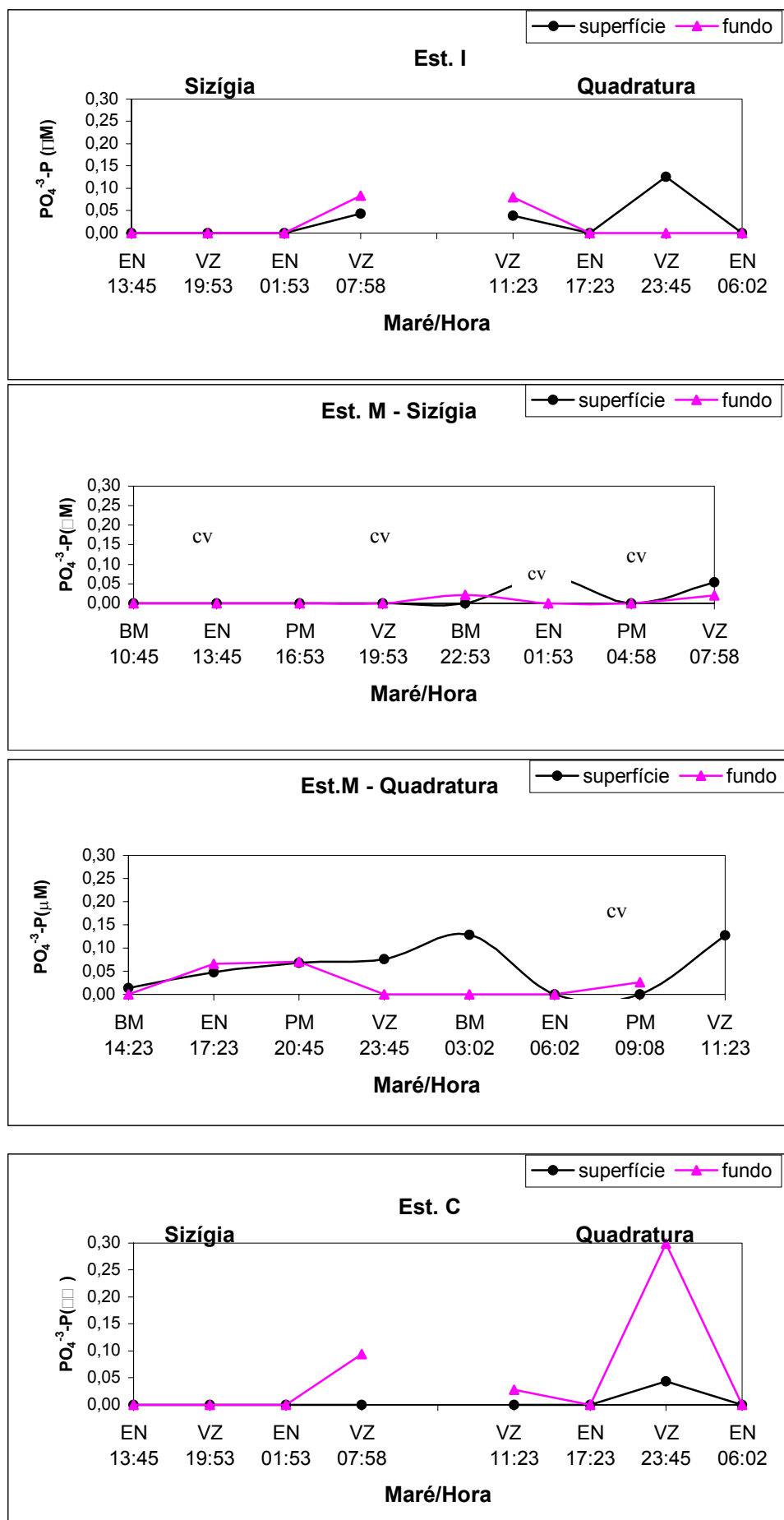


Figura 38. Variação nictemeral de fosfato na Barra de Catuama, nas estações I, M, cv (Convergência) e C, nas marés de sizigia e quadratura.

5.3.5.5-RELAÇÃO N:P

A relação N:P se apresentou bastante irregular para ambas as Barras, observando-se menor dispersão dos dados em Catuama. Nesta Barra, o maior coeficiente de variação foi de 120,76% durante a preamar, enquanto que na Barra Orange, foi de 156% durante a vazante (Tabelas 38 e 40).

Na Barra Orange, na maré de sizígia, os valores estiveram tanto abaixo como bem acima da relação de Redfield. Na estação do Meio, e na área de Convergência, foram registrados valores bastante acentuados com o máximo de 200,85:1 durante a preamar, na camada superficial, e 286,29:1 durante a vazante, na camada de fundo, respectivamente (anexo 1). Na quadratura, os valores foram menores aos encontrados na sizígia. A estação Ilha detectou valores um pouco maiores da relação Redfield com uma variação de 1,93:1 a 47,7:1 (anexo3).

Na Barra de Catuama, na maré de sizígia, os valores, em sua maioria, estiveram um pouco acima da relação de Redfield, onde o máximo registrado foi de 67,85:1, na zona de Convergência, durante a preamar, e o mínimo detectado foi de 4,23:1 nas estações Continente e Ilha, durante a vazante (anexo 2). Na quadratura, os resultados foram semelhantes aos encontrados na sizígia, sendo o máximo registrado durante a baixa-mar, na estação do Meio, cujo valor foi de 35,5:1 e o mínimo foi de 1,84:1 na estação Continente durante a maré vazante (anexo 4).

Tabela 37. Estatística descritiva da relação N:P na Barra Orange

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
EN	S	4	16,56	47,7	1,93	129,5	S	4	5,12	8,8	2,14	67,0
	F	4	23,28	29,4	14,04	28,4	F	4	33,91	88,35	1,9	111,17
VZ	S	4	15,72	30,4	3,19	80,32	S	4	30,03	81,7	1,44	126,3
	F	4	11,78	29,3	2,78	128,35	F	4	9,0	24,81	2,5	117,5

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos

Tabela 38. Estatística descritiva da relação N:P na Barra Orange

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	4	3,01	4,26	2,34	28,9	S						
	F	3	8,19	17,85	3,02	102,23	F						
EN	S	3	2,70	4,08	1,04	56,97	S						
	F	4	7,76	12,65	2,12	61,2	F						
PM	S	4	88,42	200,85	4,35	92,66	S						
	F	4	79,01	179,35	15,42	93,18	F						
VZ	S	1		10,7			S	3	25,78	72,25	1,84	156,0	
	F	1		9,16			F	3	10,0	286,29	10,0	150,7	

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos

Tabela 39 . Estatística descritiva da relação N:P na Barra de Catuama

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
EN	S	4	19,36	26,15	14,35	26,57	S	4	12,17	20,55	2,14	68,32
	F	4	15,9	20,75	9,65	33,54	F	4	14,77	18,6	8,2	32,25
VZ	S	4	18,21	21,85	9,71	31,3	S	4	11,95	21,2	5,7	59,48
	F	4	9,48	15,3	4,23	60,45	F	4	8,9	17,75	1,84	81,60

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos

Tabela 40 . Estatística descritiva da relação N:P na Barra de Catuama

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	4	27,17	35,5	13,2	36,04	S						
	F	4	15,02	18,0	13,7	13,31	F						
EN	S	2	13,72	16,65	10,8	30,13	S	2	16,72	19,0	14,45	19,24	
	F	2	18,6	27,35	9,85	66,53	F	2	13,22	13,9	12,55	7,22	
PM	S	2	5,26	5,53	5,0	7,12	S	2	46,4	67,85	24,95	65,37	
	F	2	48,95	90,75	7,15	120,76	F	2	37,15	64,2	10,11	102,94	
VZ	S	3	15,52	20,4	8,6	39,68	S	1		28,9			
	F	2	17,87	19,25	16,5	10,88	F	1		24,35			

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos

5.3.5.6-SILICATO

As concentrações de silicato foram mais elevadas na Barra de Catuama, principalmente nas baixa-mares. Não há uma variação nictemeral bem definida, porém é possível observar uma leve estratificação quanto à profundidade, com valores na sua maioria, mais elevados na superfície, apesar do gradiente vertical permanecer pequeno como os demais nutrientes (Figuras 39 e 40). Os coeficientes de variação não foram tão acentuados, principalmente na Barra de Catuama, onde se verificou uma menor dispersão nos dados.

Em Barra Orange, os picos de silicato, na maré de sizígia, ocorreram durante a maré vazante e a baixa-mar, exceto na estação do Meio, que detectou um máximo de 25,6 μM , durante a preamar (Tabelas 41 e 42). Na maré de quadratura, a estação do Meio, registrou o máximo de 30,3 μM durante a baixa-mar.

Em Barra de Catuama, na baixa-mar e vazante foi registrado os maiores picos de silicato, tanto na maré de sizígia, como na de quadratura. A estação do Meio apresentou de um modo geral, os maiores valores na maré de sizígia, registrando o valor máximo de 55,4 μM na camada superficial, durante a baixa-mar (Tabelas 43 e 44).

Tabela 41. Estatística descritiva do Silicato em Orange

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
EN	S	4	8,8	13,1	5,9	39,3	S	4	6,84	18,8	0,45	125,0
	F	4	11,2	16,0	8,6	29,5	F	4	5,42	10,7	0,49	97,2
VZ	S	4	18,0	24,9	7,5	41,9	S	4	12,7	24,6	0,65	76,9
	F	3	12,0	16,4	9,2	32,1	F	4	11,8	21,9	2,9	69,4

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos

Tabela 42. Estatística descritiva do Silicato na Barra Orange

Meio							Convergência						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	4	16,7	17,7	15,0	6,8	S						
	F	3	21,1	30,3	11,9	43,5	F						
EN	S	4	12,7	19,6	9,4	37,1	S						
	F	4	12,7	16,3	6,7	34,8	F						
PM	S	4	15,0	25,6	7,75	0,50	S						
	F	4	15,8	21,8	3,27	53,6	F						
VZ	S	1		7,0			S	3	14,7	18,7	10,9	26,5	
	F	1		4,0			F	3	12,3	15,1	7,2	35,9	

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos

Tabela 43. Estatística descritiva do Silicato na Barra de Catuama

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
EN	S	4	19,8	25,5	11,5	29,7	S	4	18,6	25,5	10,3	34,7
	F	4	14,4	19,6	11,4	25,5	F	4	14,5	19,7	10,1	28,5
VZ	S	4	26,4	39,6	9,3	48,28	S	4	30,5	43,5	21,5	30,5
	F	4	19,3	40,8	9,4	75,74	F	4	21,9	32,6	15,2	34,4

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos.

Tabela 44. Estatística descritiva do Silicato na Barra de Catuama

Meio							Convergência					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	4	31,1	55,4	6,5	65,4	S					
	F	4	29,0	54,2	10,8	66,0	F					
EN	S	2	24,9	27,5	22,3	14,72	S	2	22,7	31,4	13,9	54,6
	F	2	19,3	21,3	17,3	14,3	F	2	8,0	10,1	6,0	35,8
PM	S	2	16,3	17,7	15,0	11,9	S	2	13,2	15,6	10,8	25,6
	F	2	17,1	20,9	13,3	31,7	F	2	13,9	14,65	13,3	6,6
VZ	S	3	24,6	27,6	22,9	10,7	S	1		14,8		
	F	3	17,6	18,3	17,1	3,5	F	1		24,6		

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos

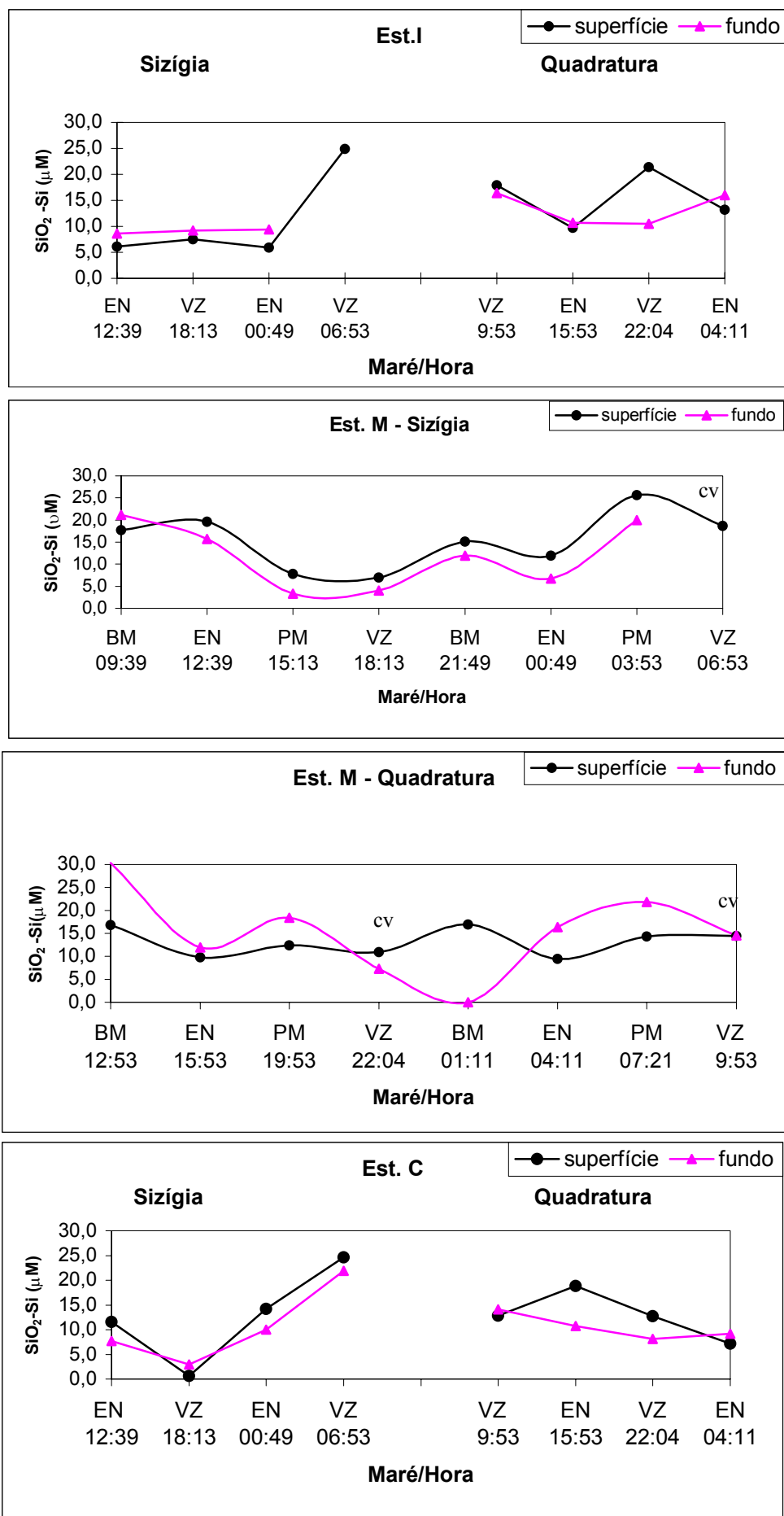


Figura39. Variação nictemeral de silicato na Barra Orange nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizigia e quadratura.

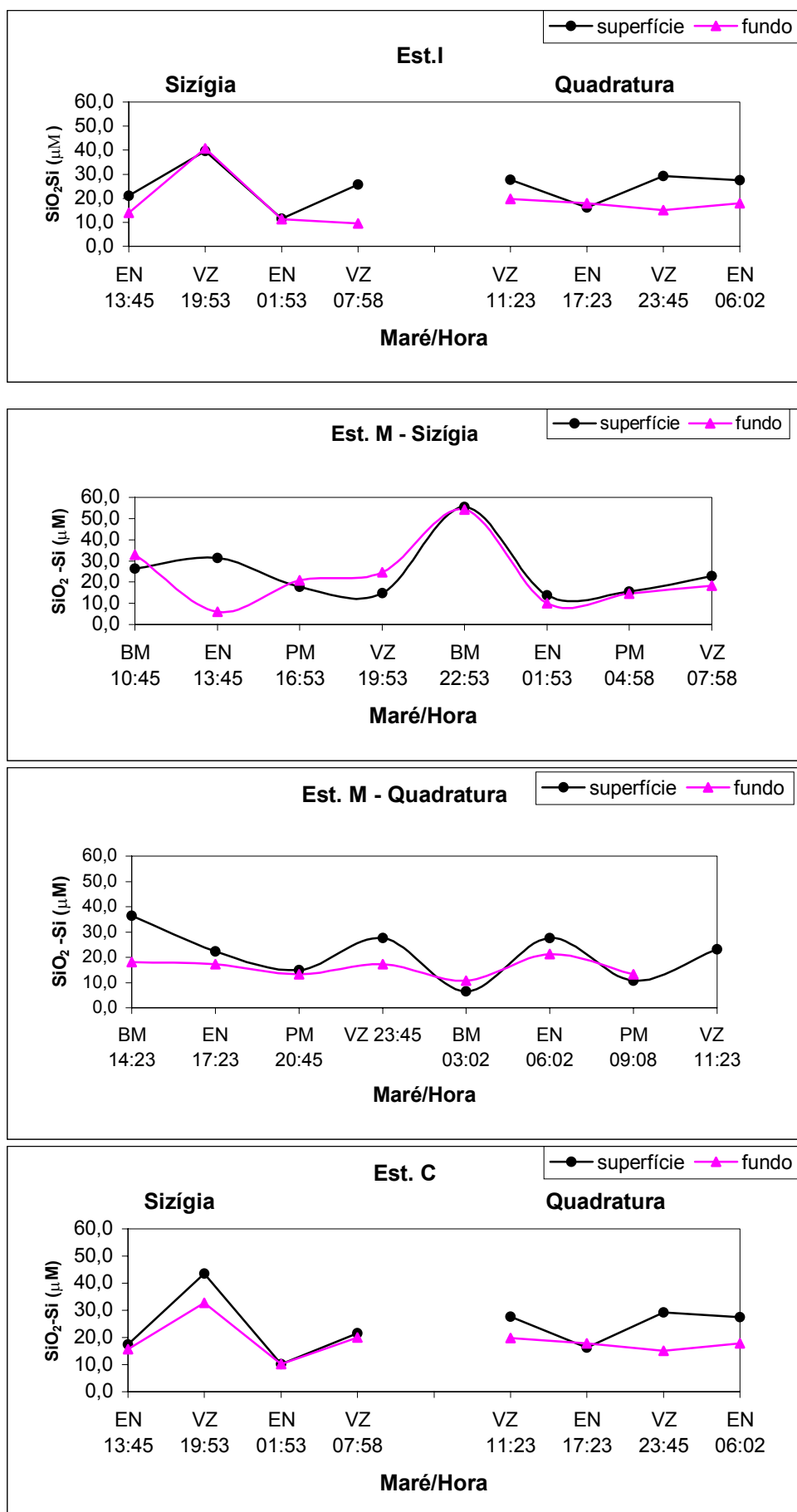


Figura 40. Variação nictemeral de silicato na Barra de Catuama, nas estações I, M, cv (Convergência) e C, nas marés de sizígia e quadratura.

5.3.6-BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA

De um modo geral, pode-se dizer que os maiores valores de clorofila *a*, foram observados na Barra Orange, e que para ambas as Barras, os mesmos ocorreram principalmente durante as baixa-mares (Figura 41). A transparência da água encontrou-se maior na baixa-mar e vazante, onde seus valores foram elevados, compreendidos entre 0.70m a 2,0m influenciando favoravelmente nas concentrações de clorofila *a*, principalmente em Catuama.

Na Barra Orange, as estações apresentaram valores compreendidos entre 10,0 mg.m³ (estação Continente durante a vazante às 18:13h) a 42,63 mg.m⁻³ (estação Continente, durante a baixa-mar às 21:49h) (Figura 41), onde a baixa-mar e a vazante registraram os maiores valores. As diferenças entre as estações foram mais acentuadas durante a preamar e a enchente (Tabelas 45 e 46).

Na Barra de Catuama, os valores foram bem mais acentuados na maré de quadratura, e durante a baixa-mar e vazante. A estação Continente se destaca com um pico de 42 mg.m⁻³, porém os valores foram muito próximos entre as estações, excetuando na baixa-mar, às 14:23h (Figura 41), na qual se observou valores baixos para a estação Meio e Continente, e um pico de 30,0 mg.m⁻³ para a estação Ilha (Tabelas 47 e 48).

Na Barra de Catuama, os valores da transparência da água foram um pouco maiores aos da Barra Orange, sendo elevados na baixa-mar. Foi observado o valor máximo de transparência (2m) na vazante às 11:23h, na estação do Meio, onde detectou-se uma concentração de 35,68 mg.m⁻³ de clorofila *a*. Neste mesmo horário foi detectado na estação Continente 1,90 m de transparência, e 29,60 mg.m⁻³ de clorofila *a*, e na estação Ilha 1,70m e 30,36 mg.m⁻³ respectivamente (Anexos 1, 2, 3, e 4).

Tabela 45. Estatística descritiva da Biomassa Fitoplanctônica na Barra Orange

Meio							Convergência					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	3	27,57	33,72	18,24	29,79	S					
EN	S	3	20,2	28,33	14,65	35,62	S					
PM	S	2	24,55	26,18	22,93	9,36	S					
VZ	S	1		20,18			S	2	34,76	42,49	27,03	31,45

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos.

Tabela 46. Estatística descritiva da Biomassa Fitoplanctônica na Barra Orange

Ilha							Continente					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	3	25,48	31,05	16,0	32,4	S	3	31,35	42,63	16,58	42,65
EN	S	2	27,78	37,84	17,73	51,17	S	1		20,06		
PM	S	2	14,83	19,62	10,04	45,68	S	2	18,96	26,91	11,02	59,24
VZ	S	2	26,95	28,87	25,04	10,05	S	2	25,68	31,31	20,06	30,97

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos.

Tabela 47 Estatística descritiva da Biomassa Fitoplactônica na Barra de Catuama

Meio							Convergência					
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%
BM	S	3	15,47	30,05	0,87	94,29	S					
EN	S	2	22,26	26,03	18,49	23,95	S	1		18,4		
PM	S	1		30,13			S	2	9,65	15,86	3,44	91,0
VZ	S	2	32,99	35,68	30,3	11,53	S	1		12,67		

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos.

Tabela .48 Estatística descritiva da Biomassa Fitoplanctônica na Barra de Catuama

Ilha							Continente						
maré	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	P	N	Média	Máximo	Mínimo	CV%	
BM	S	2	23,51	29,4	17,62	35,43	S	3	25,99	42,0	15,74	54,02	
EN	S	3	27,4	40,3	9,87	57,42	S	3	23,18	31,62	16,82	32,84	
PM	S	3	18,97	30,13	3,44	73,12	S	3	14,9	27,68	5,17	77,61	
VZ	S	4	16,19	30,90	5,22	70,80	S	4	23,66	40,5	5,22	63,5	

P = profundidade, CV = coeficiente de variação, N = nº de casos

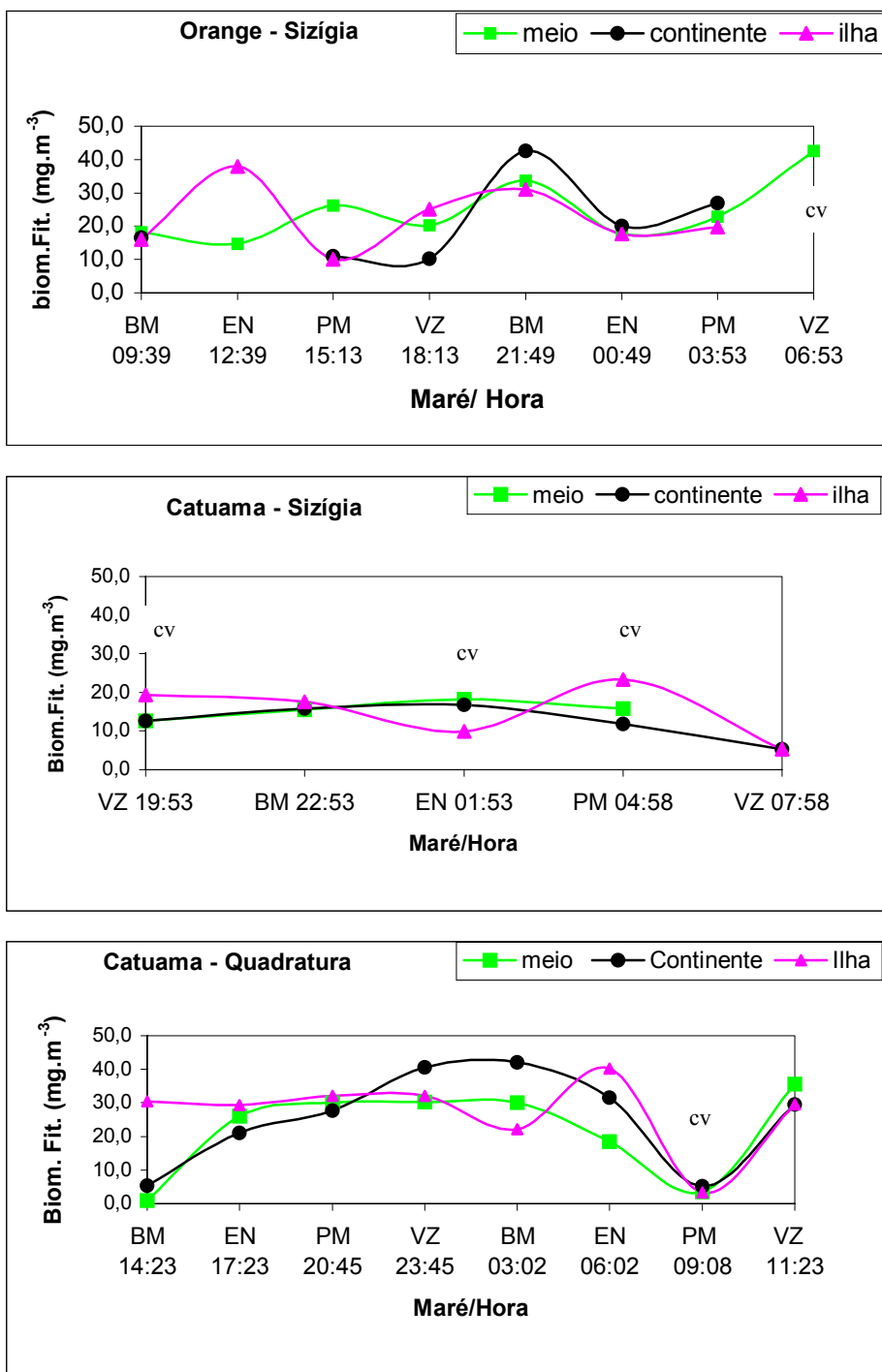


Figura 41. Variação nictemeral da Biomassa Fitoplactônica, nas Barras Orange e Catuama, nas estações I, M, cv (Convergência), e C, nas marés de sizigia e quadratura.

5.4-TRANSPORTE E FLUXOS DE NUTRIENTES

5.4.1-BARRA ORANGE

Na Barra Orange, durante a maré de quadratura, a velocidade foi mais intensa durante a vazante às 9:53h ($0,5\text{m.s}^{-1}$ a $1,0\text{m.s}^{-1}$), principalmente no meio da seção transversal. Foi possível notar que durante a enchente a velocidade é menor com valores compreendidos entre $0,0\text{m.s}^{-1}$ a $0,5\text{m.s}^{-1}$ (Figura 42).

Em relação aos transportes instantâneos dos nutrientes na Barra Orange, estes de um modo geral, foram mais intensos na camada superficial (Figuras 43 e 44). Entre os compostos nitrogenados, o nitrato obteve os maiores valores, principalmente na estação Ilha na maré enchente às 15:53h e na vazante às 22:04h com o pico máximo de $-360,87\text{ }\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Tabela 49). Neste mesmo local, entretanto, foi registrado o maior balanço líquido positivo ($+430,95\text{ }\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), indicando que o nível de nitrato é favorecido com a entrada de água marinha para esta estação. O fluxo de amônia se destaca na estação do Meio com saldo positivo, e o de nitrito na estação Ilha. A estação Continente, por sua vez, apresentou um balanço negativo de $-40\text{ }\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, reportando uma perda deste nutriente para as águas costeiras adjacentes (Tabelas 49, 50 e 51). O fluxo de fosfato calculado na área de Convergência indicou um balanço negativo de $-48,17\text{ }\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Figura 44), mostrando que neste local há maior exportação (perda) do que importação (ganho) pelo Canal de Santa Cruz. O silicato apresentou os maiores valores de fluxo nas marés vazantes (Figura 43), onde nas estações Ilha e Continente apresentaram saldos negativos, indicando saída deste nutriente para área costeira adjacente. Para a estação do Meio detectou um saldo positivo de silicato na Barra Orange, mostrando que nesta área há um aporte deste nutriente.

Em termos de comparação entre os fluxos da camada superficial e do fundo, vale ressaltar que o escoamento de silicato para fora da desembocadura, nas três estações, se deu principalmente pela superfície. O aporte de nitrato, na estação Continente, foi preferencialmente pela superfície, enquanto que nas estações Meio e Ilha, ocorreu mais pela camada de fundo.

Quanto ao fluxo total calculado na Barra Orange, amônia, e nitrato tiveram um balanço líquido positivo (Figura 45), porém o nitrito, fosfato, e silicato, apresentaram um saldo negativo, indicando que estes nutrientes são exportados para a área costeira adjacente (Tabela 52).

Tabela 49. Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Ilha na Barra Orange, durante a maré de quadratura

Maré	P	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	SiO ₂
Vazante	S	-7,52	-22,54	-360,87	-27,69	-4557,08
	F	-13,03	-17,41	-57,41	-3,44	-2831,09
Enchente	S	+0,40	+42,26	+181,95	+8,07	+3930,62
	F	+29,05	+14,67	+255,85	+29,04	+4426,07
Vazante	S	-0,70	-11,04	-58,55	-49,81	-12453,95
	F	-11,08	-4,13	-70,48	-26,10	-2208,58
Enchente	S	+0,37	+3,28	+342,21	+66,13	+4916,03
	F	+7,22	+1,74	+198,25	+10,02	+5576,39
Exportado (-)		-32,33	-55,12	-547,31	-107,04	-22050,7
Importado (+)		+37,04	+61,95	+978,26	+113,26	+18849,11
Balanço ($\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	S	-7,45	+11,96	+104,74	-3,3	-8164,38
	F	+12,16	-5,13	+326,21	+9,52	+4962,79
		+4,71	+6,93	+430,95	+6,22	-3201,59

P= profundidade

Tabela 50. Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Meio/Convergência na Barra Orange, durante a maré de quadratura

Maré	P	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	SiO ₂
Vazante	S	-24,18	-54,96	-85,30	-64,43	-8501,32
	F	-12,21	-12,81	-40,59	-41,69	-3722,03
Enchente	S	+55,17	+17,93	+112,14	+55,17	+3502,98
	F	+21,71	+6,95	+152,51	+21,71	+2684,23
Vazante	S	-11,70	-11,48	-132,57	-59,00	-6070,30
	F	-4,572	-0,46	-58,89	-19,55	-1752,26
Enchente	S	+21,08	+0,84	+152,32	+44,27	+3990,02
	F	+9,57	+1,14	+96,14	+15,35	+5480,16
Exportado (-)		-52,66	-79,71	-317,35	-184,67	-20045,91
Importado (+)		+107,53	+26,86	+513,11	+136,5	+15657,39
Balanço ($\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	S	+40,37	-47,67	+46,59	-23,99	-7078,62
	F	+14,498	-5,18	+149,17	-24,18	+2690,1
		+54,86	-52,85	+195,76	-48,17	-4388,52

P= profundidade

Tabela 51. Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Continente na Barra Orange, durante a maré de quadratura

Maré	P	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	SiO ₂
Vazante	S	-7,60	-6,67	-13,40	-18,87	-5890,87
	F	-1,10	-1,75	-14,16	-5,21	-1202,63
Enchente	S	+0,40	+1,78	+139,63	+62,86	+2908,21
	F	+26,34	+2,73	+154,40	+6,99	+3203,57
Vazante	S	-27,43	-35,68	-70,98	-12,22	-16862,86
	F	-5,53	-10,94	-102,66	-5,19	-3695,45
Enchente	S	+3,10	+5,20	+142,36	+3,50	+2842,64
	F	+43,65	+4,56	+51,72	+5,53	+4937,12
Exportado (-)		-41,66	-55,04	-201,2	-41,49	-13760,27
Importado (+)		+73,49	+14,27	+488,11	+78,88	+13891,54
Balanço (μmoles.m ⁻² .s ⁻¹)	S	-31,53	-35,37	+197,61	+35,27	-17002,88
	F	+63,36	-5,4	+89,3	+2,12	+3242,61
		+31,83	-40,77	+286,91	+37,39	-13760,27

P= profundidade

Tabela 52. Fluxo total dos nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na seção transversal da Barra Orange, durante a maré de quadratura.

Maré	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	SiO ₂
Vazante	-49940,82	-103957,83	-372840,59	-156332,64	-21365945
Enchente	+59818,30	+40650,52	+451739,34	+65707,541	+11077498,7
Vazante	-22037,15	-16401,05	-251200,98	-88554,40	-13298096
Enchente	+25189,40	+4477,93	+389040,16	+75859,32	+10168342,5
Exportado (-)	-71977,97	-120358,88	-624041,57	-244887,04	-344664041
Importado(+)	+85007,7	+45128,45	+840779,50	+141566,86	+21245841,2
Balanço (μmoles.s ⁻¹)	+13029,7	-75230,43	+216737,93	-103320,18	-13418199,8

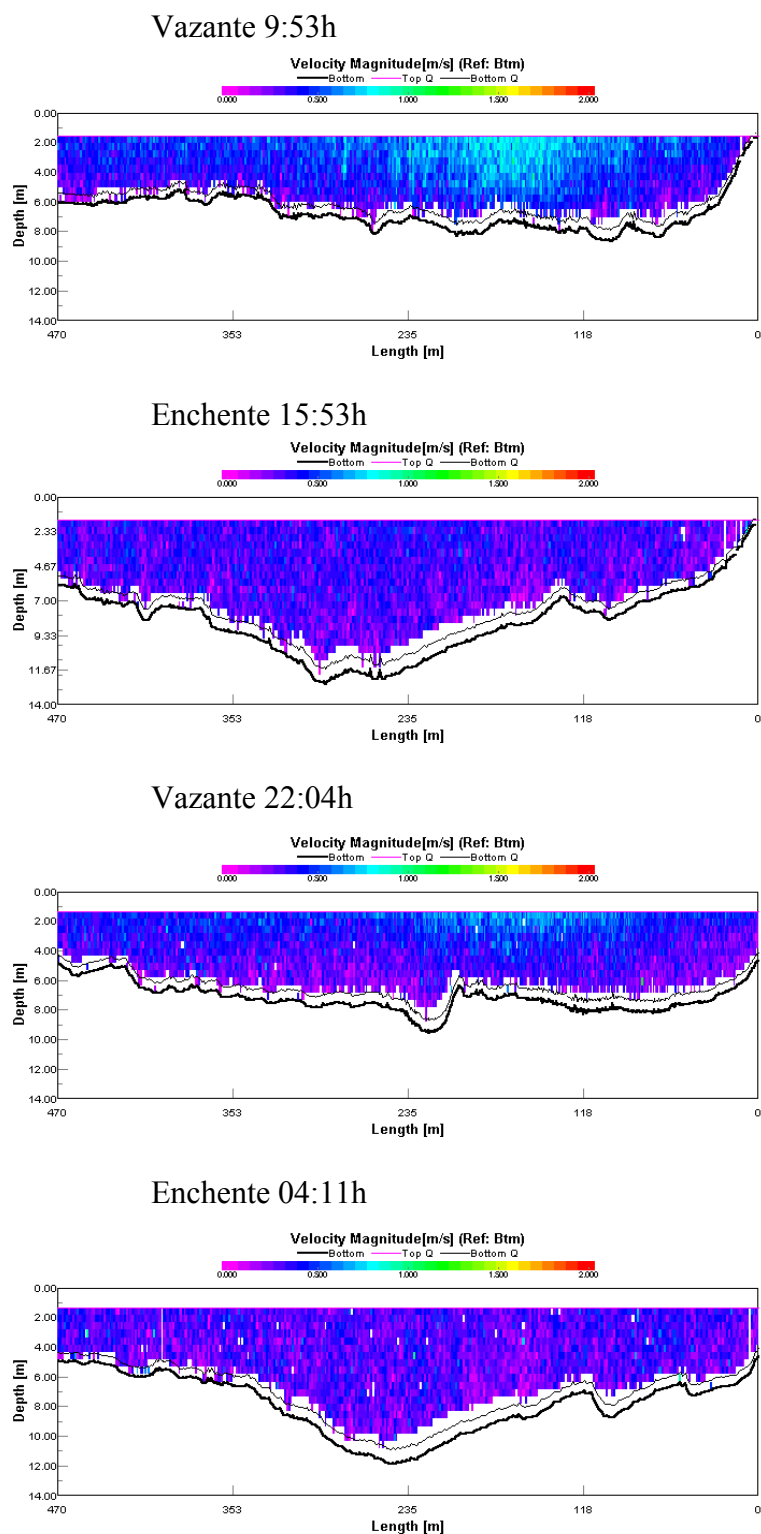
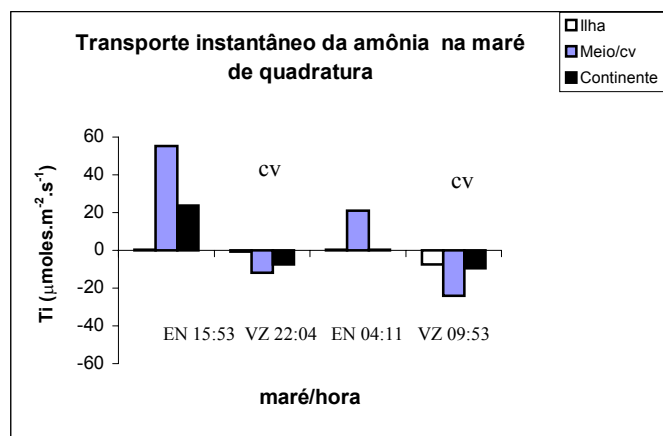


Figura 42. Intensidade da velocidade da corrente (m.s^{-1}) na seção transversal da Barra Orange durante o ciclo nictemeral em um período de maré de quadratura.

Profundidade: superfície



Profundidade: fundo

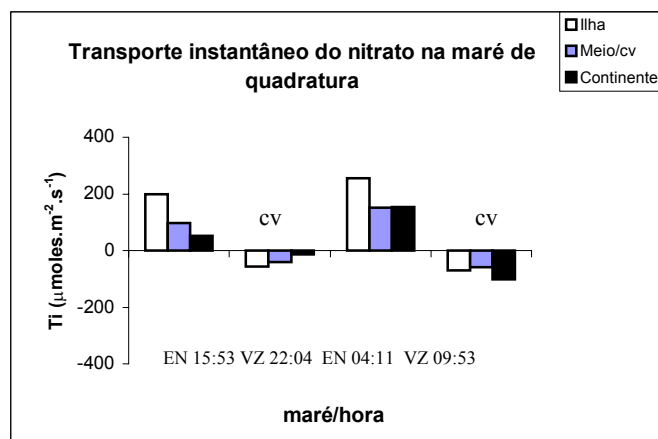
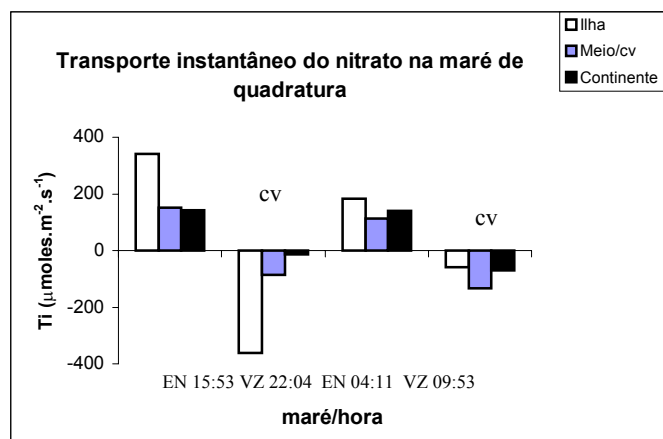
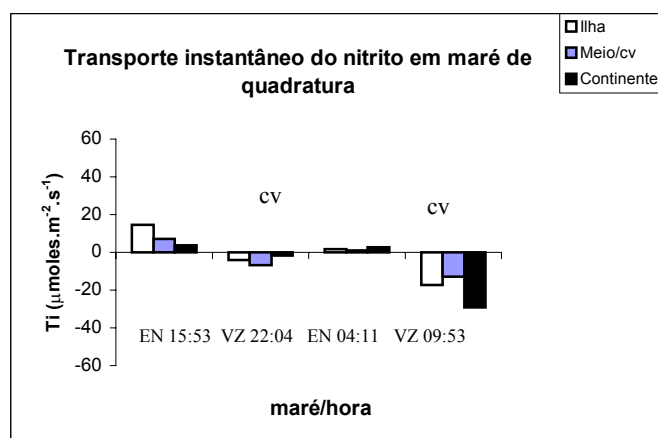
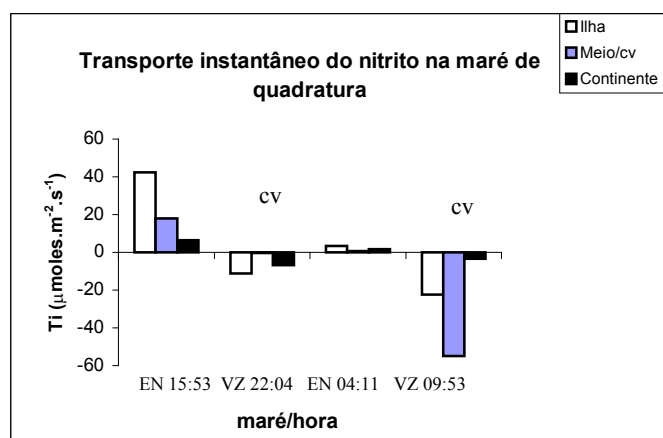
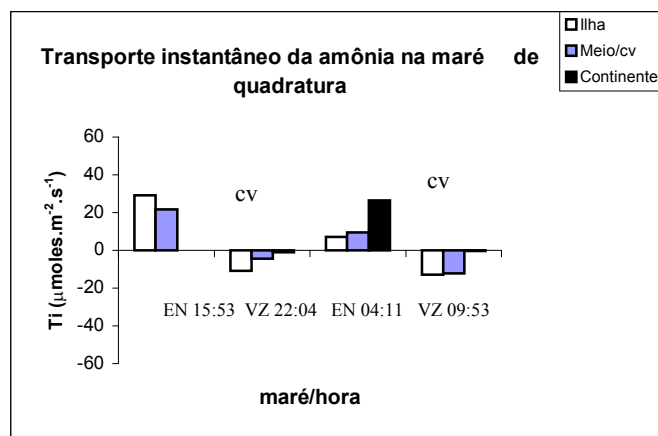
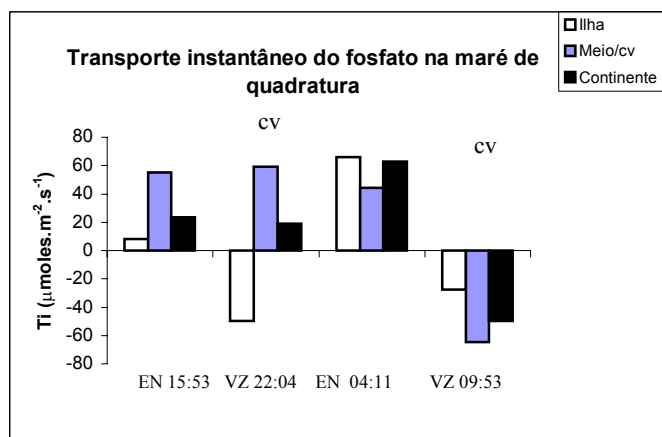


Figura 43. Transporte instantâneo da amônia, nitrito, e nitrato na Barra Orange, nas estações Ilha, Meio/Convergência (cv), na maré de quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.

Profundidade: superfície



Profundidade: fundo

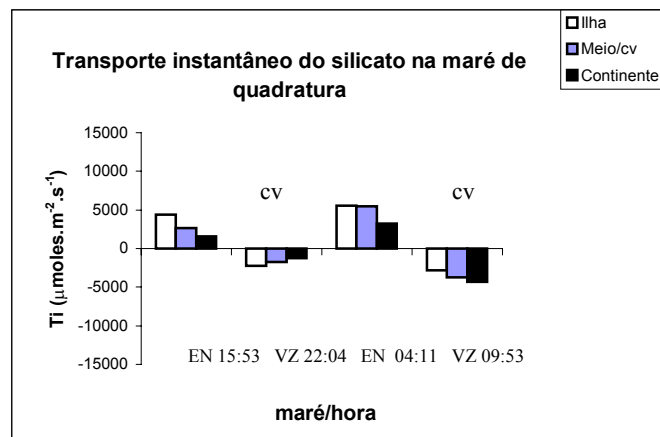
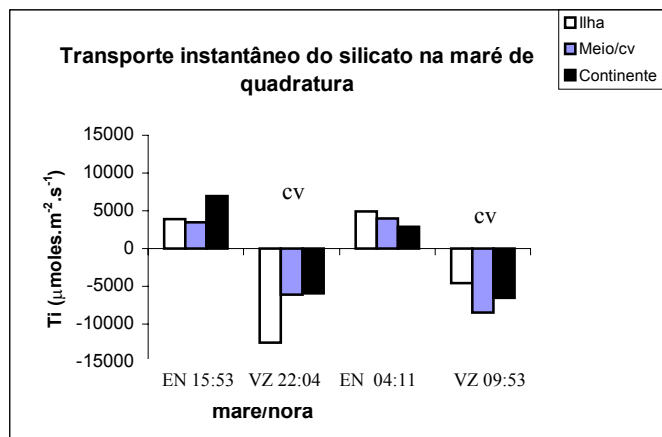
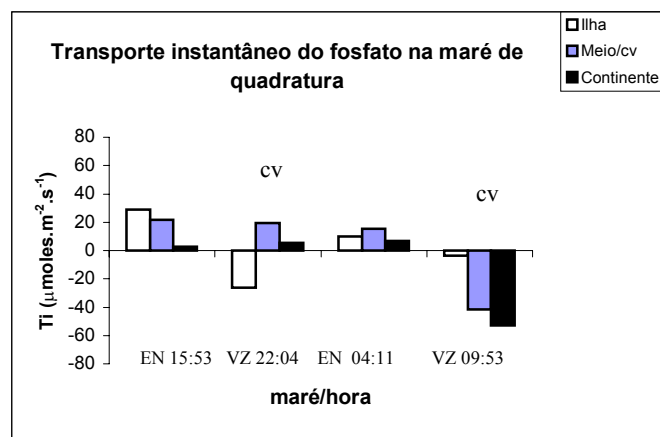


Figura 44. Transporte instantâneo do fosfato e silicato na Barra Orange, nas estações Ilha, Meio/Convergência (cv), e Continente, na maré de quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.

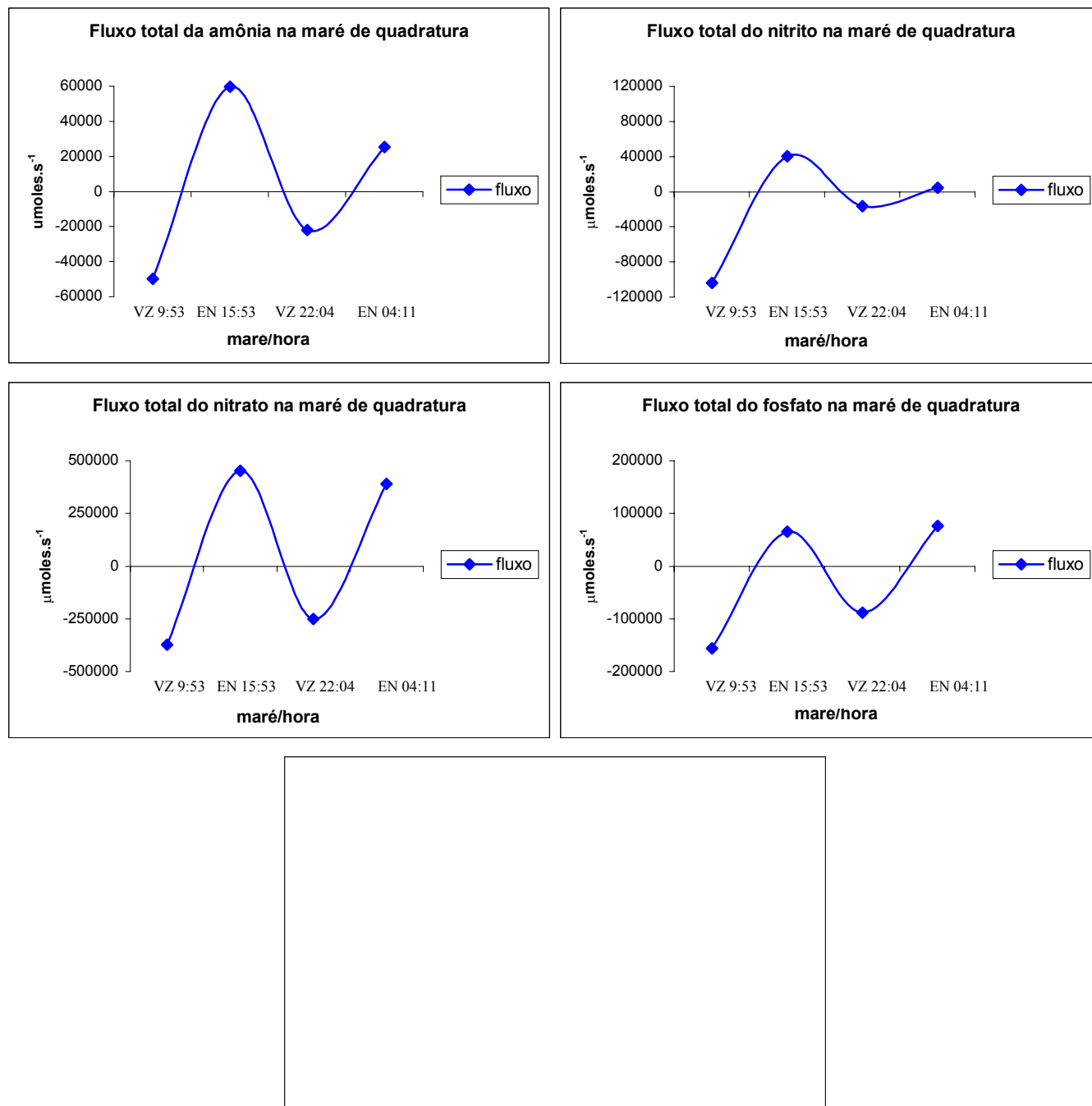


Figura 45. Fluxo total dos nutrientes inorgânicos (amônia, nitrito, nitrato, fosfato, e silicato), na seção transversal da Barra Orange, na maré de quadratura, durante o ciclo nictemeral.

5.4.2-BARRA DE CATUAMA

Na Barra de Catuama durante a maré de sizígia, a velocidade foi intensa em ambos os estágios de maré (vazante e enchente). Na vazante, às 07:58h, verificou-se uma homogeneidade da velocidade na coluna d'água, que atingiu um valor compreendido entre $0,5\text{m.s}^{-1}$ a 1m.s^{-1} (Figura 46). Ao contrário, na maré de quadratura, a velocidade foi bem menos intensa, principalmente nas enchentes, enquanto que na vazante a mesma foi mais forte na camada superficial (Figura 47).

O fluxo de amônia, na camada superficial, nas marés de sizígia e quadratura, apresentou picos de transporte instantâneo, principalmente durante o estágio de enchente e na estação Ilha (Figura 48). Seu balanço líquido nesta estação foi de $+127,16\text{ }\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ na maré de sizígia (Tabela 53) e de $+117,01\text{ }\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ na maré de quadratura (Tabela 56), indicando que neste local este nutriente é afetado pela entrada de água oceânica costeira. Na camada de fundo, durante a maré de quadratura, a estação Continente se destaca com maiores valores na enchente, enquanto que na maré de sizígia, o valor máximo foi atingido na vazante, representando a variabilidade e a dinâmica do referido local, que ora aporta ora perde nutriente.

Os transportes de nitrito são bem mais intensos na camada superficial e na maré de sizígia, destacando-se a estação Continente com maior transporte na enchente, e a estação Ilha na vazante (Figura 49). Nesta mesma maré de sizígia, às 01:53h, na camada de fundo, a estação Meio apresentou maior transporte durante a enchente. Na maré de quadratura, para ambas as camadas, os valores foram próximos em todas as estações, onde a vazante parece influenciar um pouco mais no transporte deste nutriente.

O nitrato apresentou transportes instantâneos intensos em ambos os estágios de maré- vazante e enchente (Figura 50). A estação do Meio, na maré de sizígia, destacou-se das demais estações, com um balanço líquido foi de $+77,59\text{ }\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Tabela 54). Isto indica que neste local ocorre um favorecimento nos teores de nitrato causado pelo transporte advectivo de água marinha. Na maré de quadratura, a vazante está influenciando mais intensamente no transporte do nitrato, fazendo com que em todas as estações, haja um saldo negativo deste nutriente (Tabelas 56, 57 e 58). Nesta ocasião destaca-se a estação Ilha, com um fluxo de $-285,02\text{ }\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Os maiores picos de transporte do fosfato ocorreram durante a vazante (Figura 51). Na maré de sizígia, na camada superficial, a estação do Meio registrou um saldo positivo de $+10,53\text{ }\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (Tabela 54). Na maré de quadratura, todas as estações apresentaram um balanço líquido negativo, onde o maior valor registrado foi de $-77,24\text{ }\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ na estação Meio (Tabela 57).

O transporte de silicato foi mais intenso na camada superficial, em ambas as marés sizígia e quadratura (Figura 52), prevalecendo maiores valores na vazante. Na camada de fundo, durante a maré de sizígia, a vazante influenciou mais intensamente o transporte em todas as estações, enquanto que na quadratura, foi observado o inverso, isto é, prevaleceu a enchente.

Quanto ao fluxo total, os balanços líquidos foram da mesma ordem para os dois níveis de maré, sizígia e quadratura (Figuras 53 e 54). O nitrito, nitrato, fosfato, e o silicato registraram um balanço negativo, indicando que os mesmos foram exportados para a área costeira adjacente, representando assim uma perda destes nutrientes para o sistema estudado. A amônia teve um balanço positivo, mostrando que a entrada de água marinha favoreceu o acréscimo de seus teores no Canal de Santa Cruz (Tabelas 59 e 60).

Tabela 53 .Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Ilha na Barra de Catuama, durante a maré de sizígia.

Maré	P	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	SiO ₂
Enchente	S	+63,25	+14,05	+151,65	+15,97	+16812,85
	F	+49,51	+5,40	+116,31	+8,25	+5752,47
Vazante	S	-30,04	-26,03	-104,73	-7,71	-15262,59
	F	-8,02	-14,13	-61,93	-6,24	-12727,42
Enchente	S	+56,13	+14,39	+71,24	+11,89	+6858,77
	F	+17,67	+4,60	+69,95	+9,58	+5451,14
Vazante	S	-4,71	-64,48	-197,62	-28,34	-16860,79
	F	-16,64	-9,23	-92,79	-28,05	-3168,53
Exportado (-)		-59,4	-113,87	-457,07	-70,34	-48019,33
Importado (+)		+186,56	+38,44	+409,15	+45,69	+34875,23
Balanço ($\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	S	+84,63	-62,07	-79,46	-8,19	-8451,76
	F	+42,52	-13,36	+31,54	-16,46	-4692,34
		+127,16	-75,43	-47,92	-24,65	-13144,1

P= profundidade.

Tabela 54. Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Meio/Convergência na Barra de Catuama, durante a maré de sizígia.

Maré	P	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	SiO ₂
Enchente	S	+35,25	+1,79	+215,60	+13,28	+20878,3
	F	+9,97	+1,98	+88,24	+7,93	+2388,90
Vazante	S	-9,72	-9,47	-271,94	-10,07	-7439,08
	F	-39,90	-2,31	-182,73	-9,24	-11362,08
Enchente	S	+0,60	+17,81	+579,59	+41,39	+8347,95
	F	+0,45	+37,78	+75,97	+9,10	+4604,26
Vazante	S	-12,92	-11,94	-241,62	-31,00	-13128,97
	F	-8,63	-14,49	-185,52	-10,86	-9932,21
Exportado (-)		-71,17	-38,21	-881,81	-61,17	-31930,13
Importado (+)		+46,27	+59,36	+959,4	+71,7	+36219,41
Balanço ($\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	S	+13,21	-1,81	+281,63	+13,6	+8658,2
	F	-38,11	+22,96	-204,04	-3,07	-14301,13
		-24,9	+21,15	+77,59	+10,53	-5642,9

P=profundidade.

Tabela 55. Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Continente na Barra de Catuama, durante a maré de sizígia.

Maré	P	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	SiO ₂
Enchente	S	+21,28	+0,259	+155,76	+8,63	+7532,20
	F	+16,32	+1,09	+45,27	+4,37	+3440,80
Vazante	S	-5,49	-6,17	-43,46	-9,64	-20951,99
	F	-25,73	-5,82	-117,40	-8,38	-13687,35
Enchente	S	+8,46	+64,14	+180,29	+14,71	+7561,97
	F	+0,44	+14,84	+149,53	+26,86	+4478,62
Vazante	S	-25,99	-9,49	-175,44	-9,94	-10708,21
	F	-0,38	-22,02	-131,06	-36,25	-7688,55
Exportado (-)		-57,59	-43,5	-467,36	-63,61	-53036,1
Importado (+)		+46,5	+11,72	+530,85	+54,57	+23013,59
Balanço ($\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	S	-1,74	+48,74	+117,15	+3,76	-16566,03
	F	-9,35	-11,91	-53,66	-13,4	-13456,48
		-11,09	-31,78	+63,49	-9,04	-53036,1

P=profundidade

Tabela 56. Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Ilha na Barra de Catuama, durante a maré de quadratura

Maré	P	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	SiO ₂
Vazante	S	-0,54	-31,31	-206,48	-20,91	-16570,08
	F	-0,15	-8,62	-40,60	-11,80	-2185,60
Enchente	S	+65,08	+16,42	+152,4	+6,48	+8248,12
	F	+22,31	+13,30	+68,90	+6,35	+6241,23
Vazante	S	-13,93	-18,14	-181,95	-68,74	-5080,26
	F	-0,10	-3,12	-255,85	-2,18	-1285,25
Enchente	S	+14,04	+2,54	+87,88	+10,18	+10842,88
	F	+16,50	+6,41	+90,68	+6,93	+4352,25
Exportado (-)		-14,72	-61,19	-684,88	-101,45	-25121,19
Importado (+)		+117,93	+38,67	+399,86	+29,94	+29684,48
Balanço ($\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	S	+64,65	-30,49	-148,15	-72,99	-2559,34
	F	+38,56	+7,97	-136,87	-0,7	+7122,63
		+103,21	-22,52	-285,02	-71,51	+4563,29

P=profundidade

Tabela 57. Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Meio/Convergência na Barra de Catuama, durante a maré de quadratura

Maré	P	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	SiO ₂
Vazante	S	-6,14	-38,96	-76,52	-85,27	-15507,46
	F	-9,10	-7,56	-30,07	-11,93	-2239,58
Enchente	S	+16,40	+1,15	+58,89	+14,63	+6781,88
	F	+6,85	+4,04	+54,70	+15,00	+3924,72
Vazante	S	-18,27	-12,94	-112,15	-20,19	-7278,68
	F	-6,66	-1,07	-152,51	-2,68	-2301,48
Enchente	S	+12,35	+2,56	+71,92	+6,84	+9414,95
	F	+4,36	+3,40	+112,86	+6,36	+6769,42
Exportado (-)		-40,17	-60,53	-371,25	-120,07	-27327,2
Importado (+)		+39,96	+11,15	+298,37	+42,83	+26890,97
Balanço ($\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	S	+4,34	-48,19	-57,86	-83,99	-6589,31
	F	-4,55	-1,19	-15,02	+6,75	+6153,08
		+0,21	-49,38	-72,88	-77,24	-436,23

P=profundidade

Tabela 58. Variação temporal dos transportes instantâneos de nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo de 24 horas na estação Continente na Barra de Catuama, durante a maré de quadratura

Maré	P	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	SiO ₂
Vazante	S	-27,43	-35,68	-128,51	-12,22	-16862,87
	F	-5,53	-10,94	-36,40	-5,19	-3695,45
Enchente	S	+3,10	+5,20	+106,49	+3,50	+2842,64
	F	+43,65	+4,56	+31,36	+5,53	+4937,12
Vazante	S	-17,063	-20,31	-139,64	-26,37	-17559,58
	F	-14,15	-1,98	-154,40	-30,81	-1564,55
Enchente	S	+22,32	+4,64	+43,87	+12,37	+17024,00
	F	+21,49	+1,66	+51,00	+6,64	+5949,30
Exportado (-)		-64,17	-68,91	-458,95	-74,59	-39682,45
Importado (+)		+90,56	+16,06	+232,72	+28,04	+30753,06
Balanço ($\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)	S	-19,0	-46,16	-117,79	-22,72	-14555,81
	F	+45,46	-6,7	-108,44	-23,83	+5626,42
		+26,39	-52,85	-226,23	-46,55	-8929,39

P=profundidade

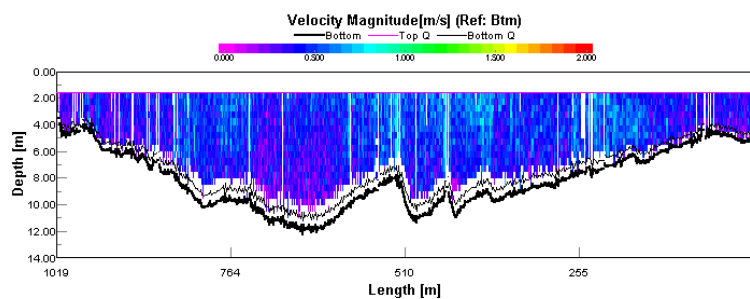
Tabela 59. Fluxo total dos nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo nictemeral na seção transversal da Barra de Catuama, durante a maré de sizígia.

Maré	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	SiO ₂
Enchente	+206107,49	+22493,417	+815001,205	+61625,8	+54257264,7
Vazante	-168639,91	-97646,85	-1061954,3	-71746,4	-117128222,0
Enchente	+81170,02	+148644,685	+1196840,24	+116677,727	+37488523,6
Vazante	-103390,65	-173863,39	-1416055,1	-219229,95	-82048731,0
Exportado (-)	-272030,56	-271510,24	-2478009,4	-290976,35	-93761553,0
Importado (+)	+287277,51	+171138,09	+2011841,4	+178303,5	+91745787,0
Balço ($\mu\text{moles.s}^{-1}$)	+15246,95	-100372,15	-466168,0	-112672,8	-2015766,0

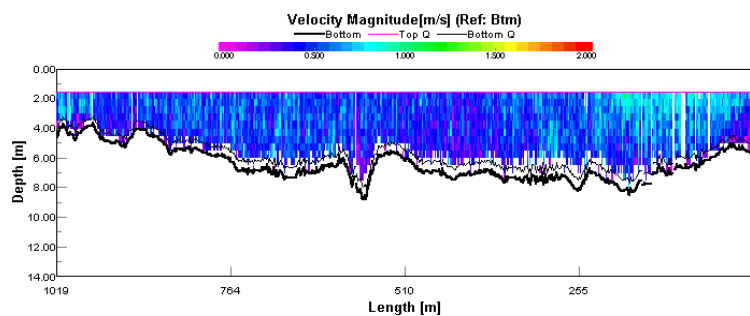
Tabela 60. Fluxo total dos nutrientes inorgânicos dissolvidos no ciclo nictemeral na seção transversal da Barra de Catuama, durante a maré de quadratura.

Maré	NH ₃	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻⁻⁻	SiO ₂
Vazante	-55462,1	-124672,32	-597744	-137587,86	-47527329,9
Enchente	+130844,9	+39540,24	+425704,32	+47936,0802	+29295522,7
Vazante	-87220,3	-48238,79	-511590,403	-164072,48	-30937762,6
Enchente	+74023,5	+17763,274	+363625,83	+39342,8	+42001311,0
Exportado (-)	-142682,4	-172911,11	-1109334,4	-301660,34	-78465092,5
Importado(+)	+204868,4	+57303,51	+363625,8	+87278,88	+71296833,7
Balço ($\mu\text{moles.s}^{-1}$)	+62182,0	-115607,60	-320004,25	-214381,46	-7168258,8

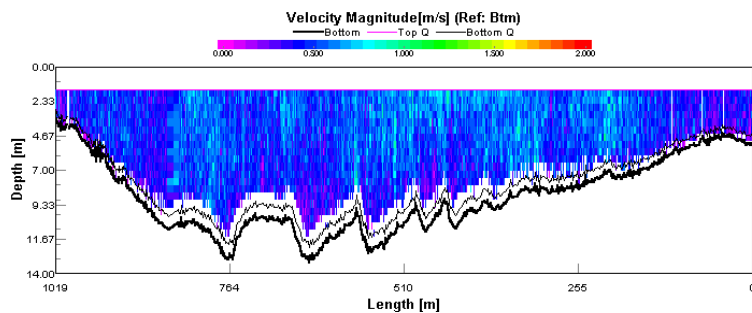
Enchente (13:45h)



Vazante (19:53h)



Enchente (01:53h)



Vazante (07:58h)

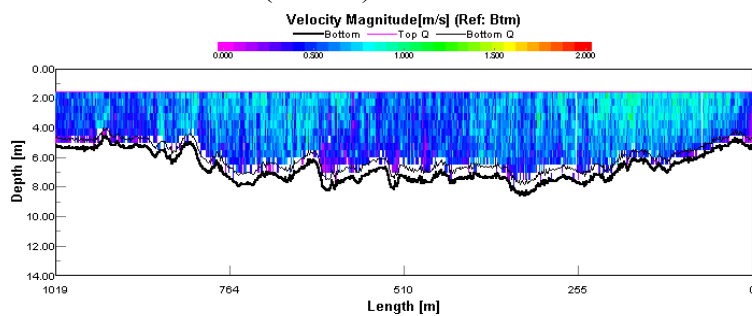
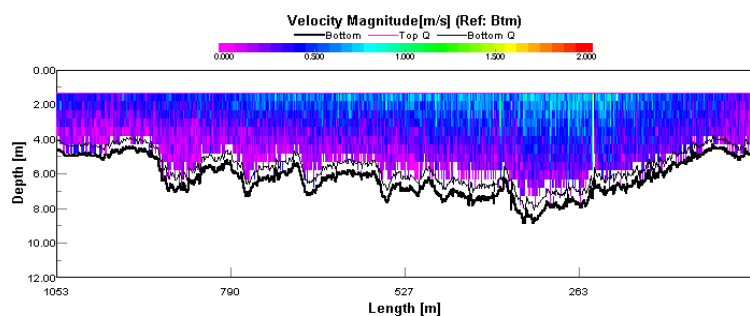
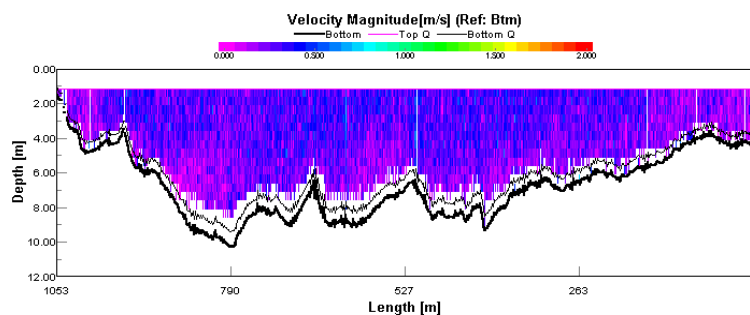


Figura 46. Intensidade da velocidade da corrente (m.s^{-1}) na seção transversal da Barra de Catuama durante o ciclo nictemeral em um período de maré de sizígia.

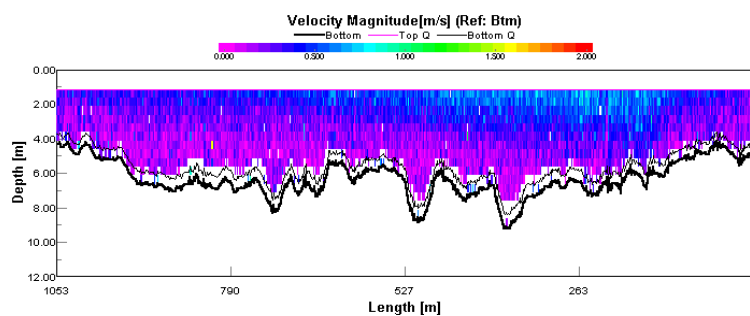
Vazante (11:23h)



Enchente (17:23h)



Vazante (23:45h)



Enchente (06:02h)

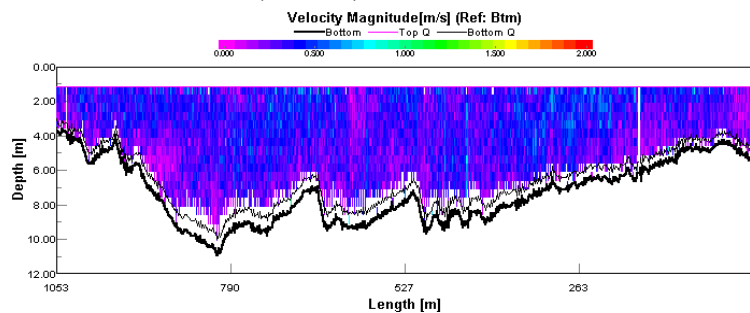
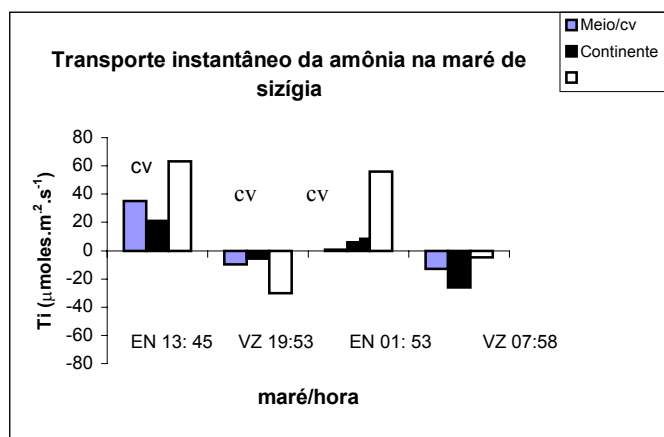


Figura 47. Intensidade da velocidade da corrente (m/s) na seção transversal da Barra de Catuama durante o ciclo nictemeral em um período de maré de quadratura.

Profundidade: Superfície



Profundidade:Fundo

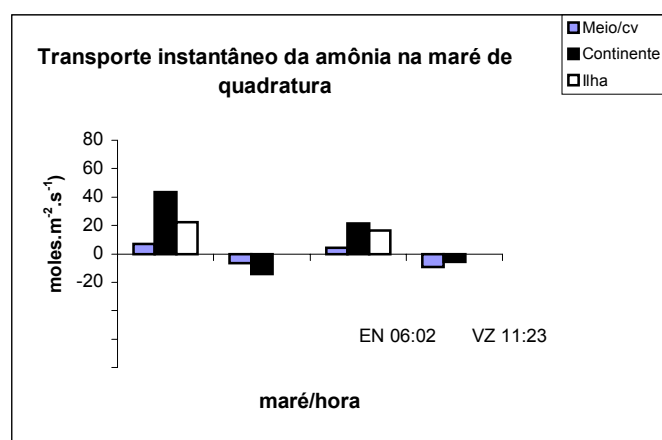
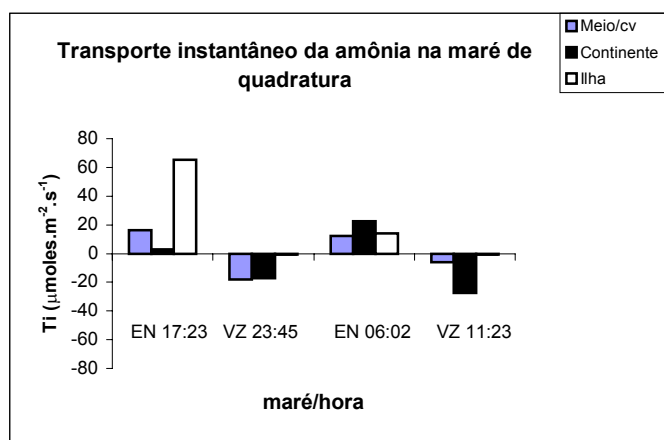
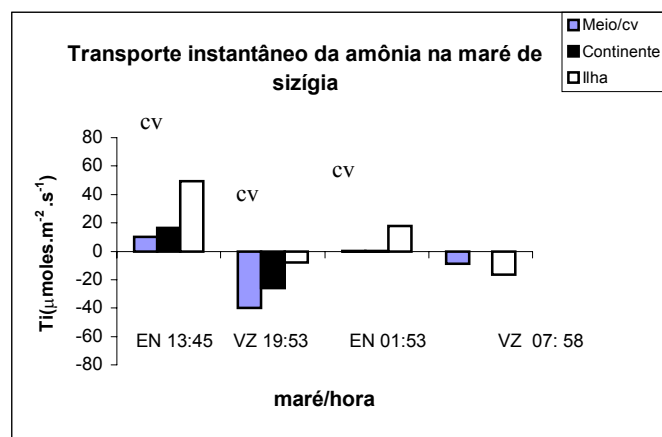


Figura 48. Transporte instantâneo da amônia na Barra de Catuama, nas estações Ilha, Meio/Convergência (cv), e Continente, nas marés de sizígia e quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.

Profundidade: Superfície

Profundidade : Fundo

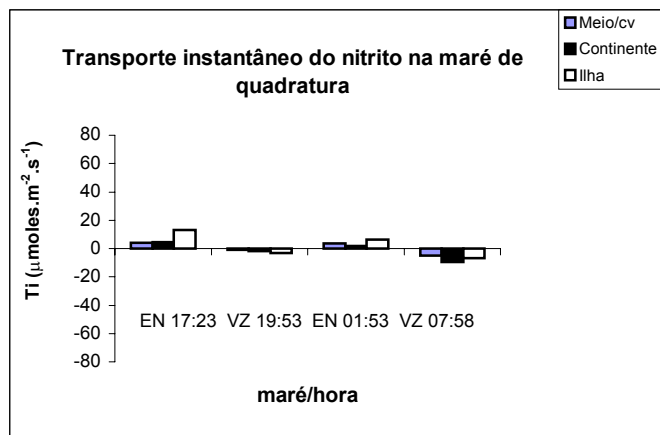
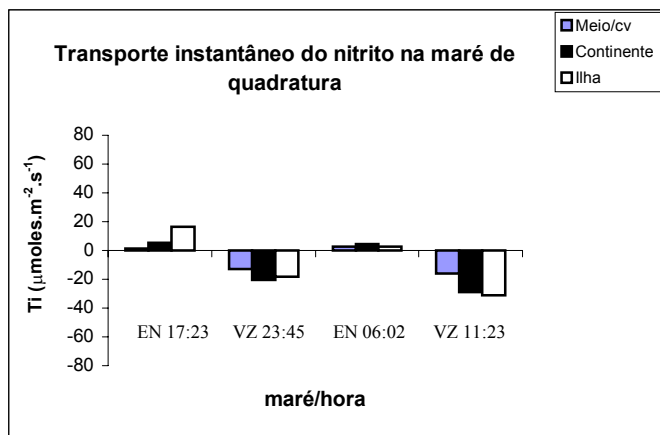
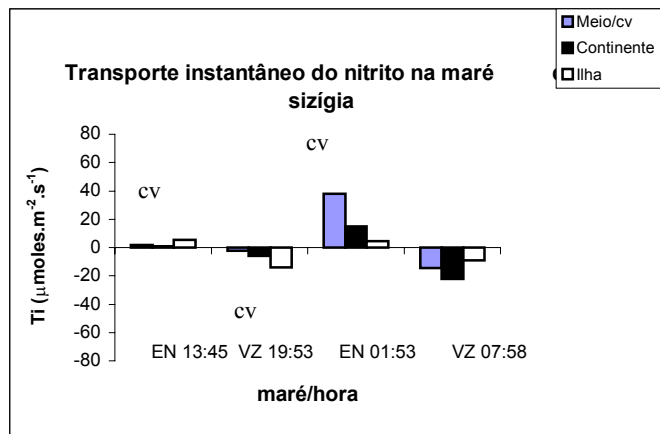
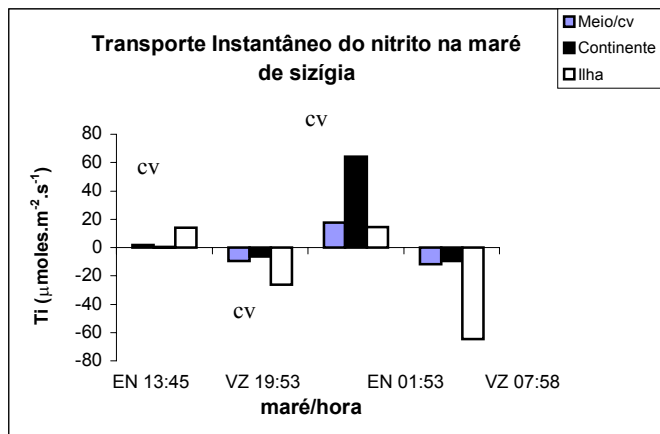


Figura 49. Transporte instantâneo do nitrito na Barra de Catuama, nas estações Ilha, Meio/Convergência(cv), e Continente, nas marés de sizigia e quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.

Profundidade: superfície

Profundidade: fundo

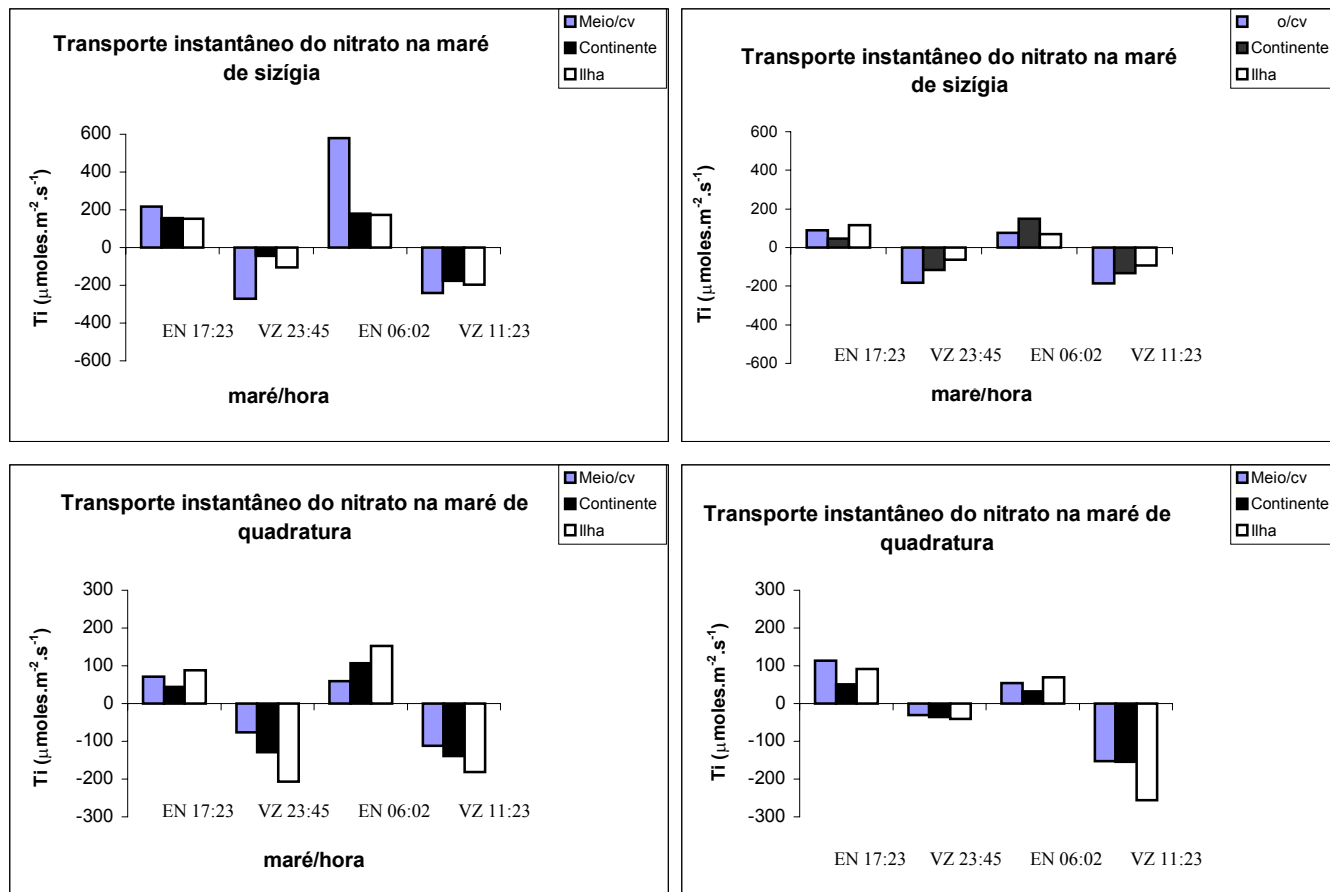


Figura 50. Transporte instantâneo do nitrato na Barra de Catuama, nas estações Ilha, Meio/Convergência (cv), e Continente, nas marés de sizígia e quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.

Profundidade: superfície

Profundidade: fundo

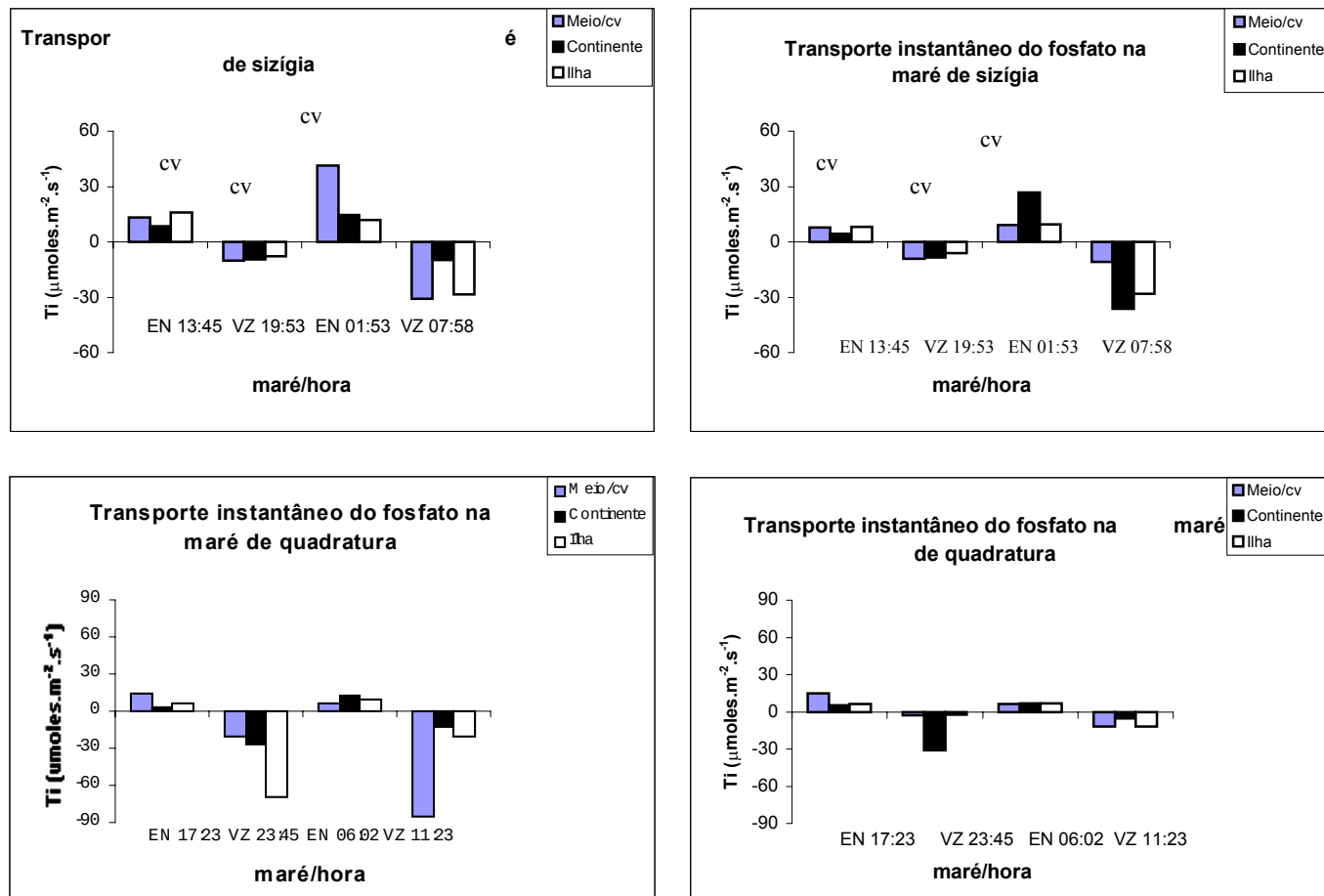


Figura 51. Transporte instantâneo do fosfato na Barra de Catuama, nas estações Ilha, Meio/Convergência (cv), e Continente, nas marés de sizigia e quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.

Profundidade: superfície

Profundidade: fundo

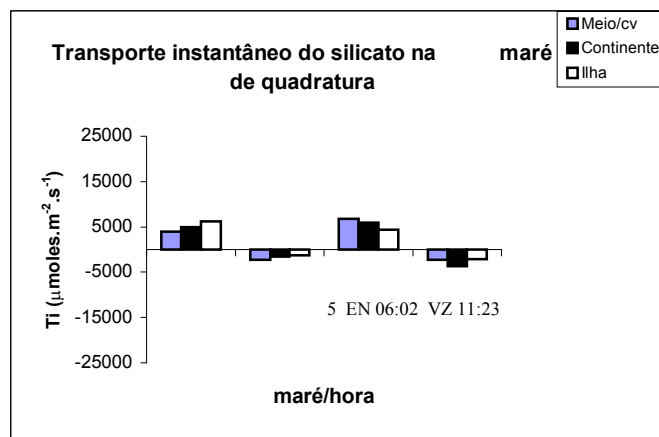
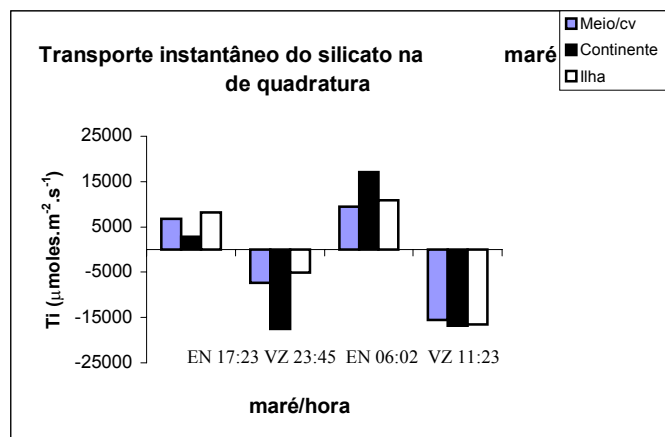
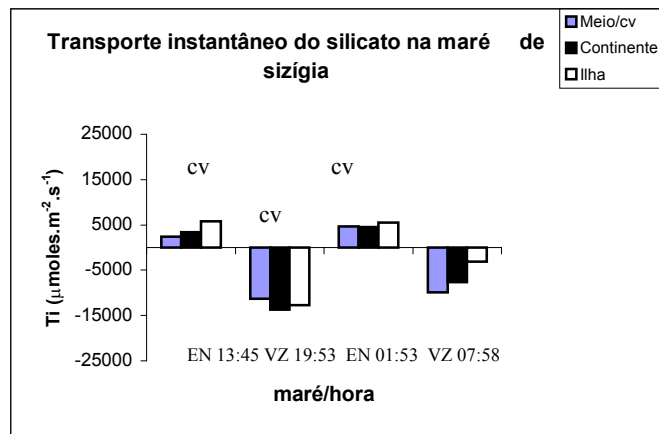
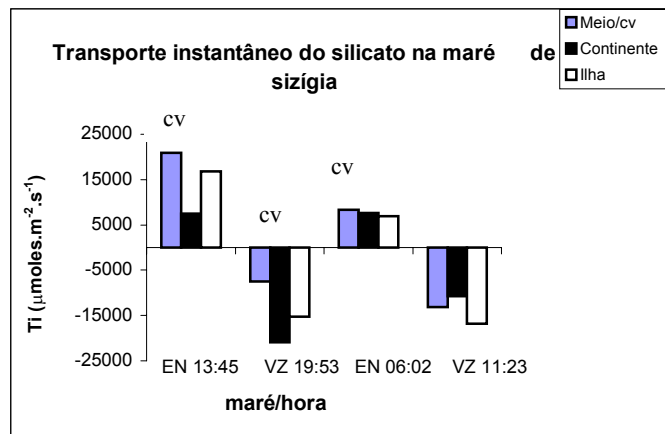


Figura52. Transporte instantâneo do silicato na Barra de Catuama, nas estações Ilha, Meio/Convergência (cv), e Continente, nas marés de sizígia e quadratura, e nas profundidades superfície e fundo.

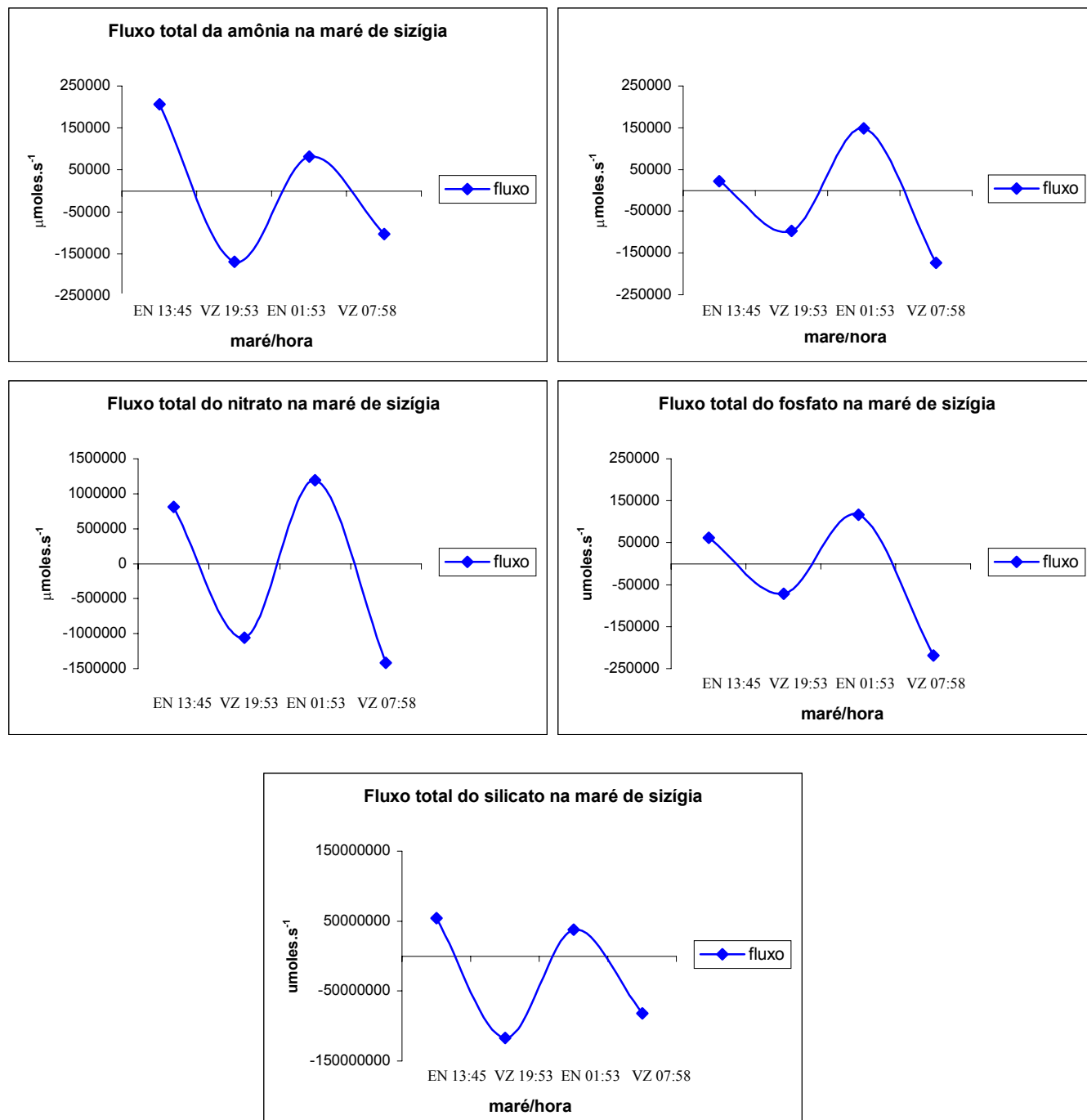


Figura 53. Fluxo total dos nutrientes inorgânicos (amônia, nitrito, nitrato, fosfato, e silicato), na seção transversal da Barra de Catuama, na maré de sizígia, durante o ciclo nictemeral.

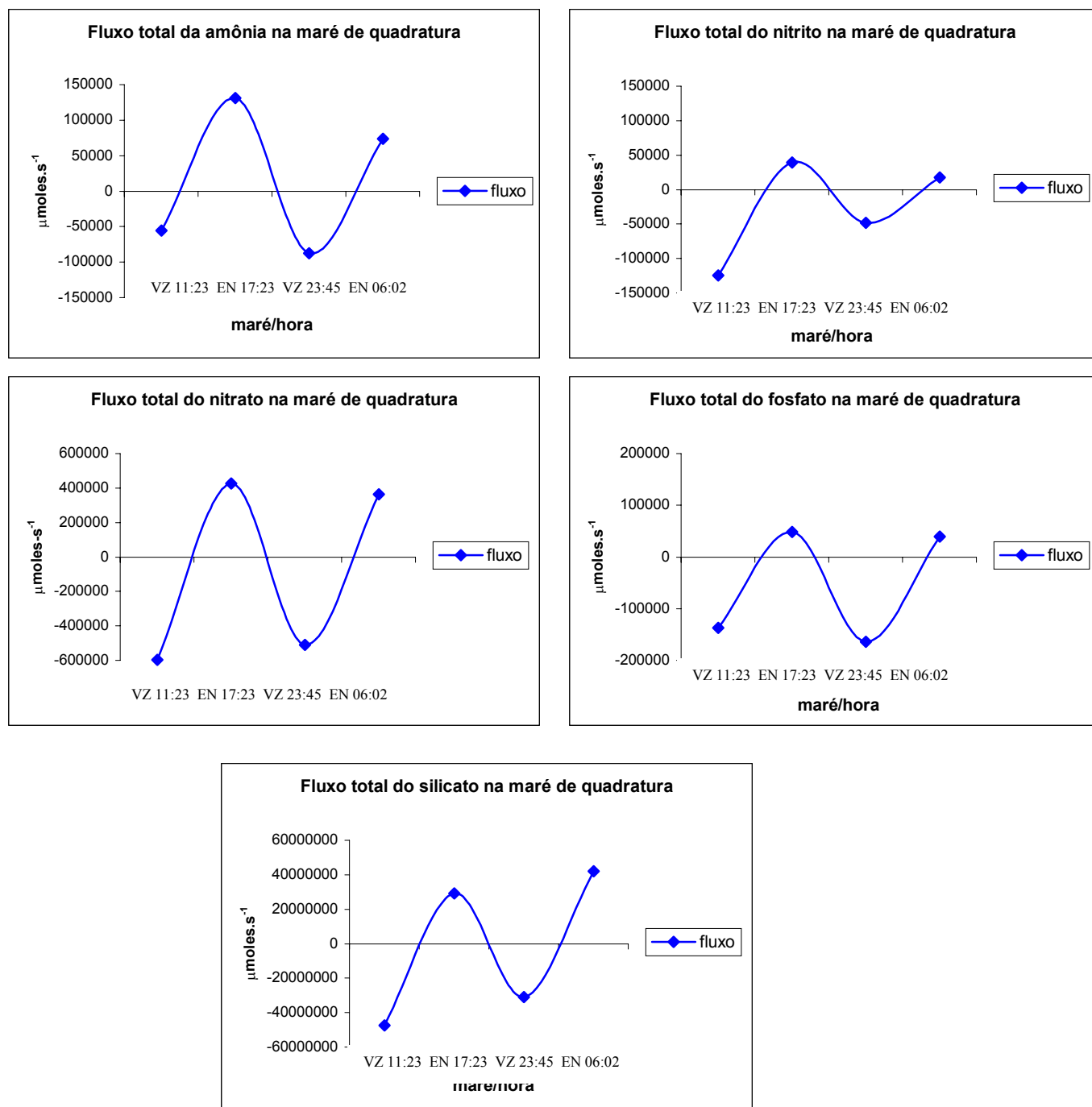


Figura 54. Fluxo total dos nutrientes inorgânicos(amônia, nitrito, nitrato, fosfato, e silicato), na seção transversal da Barra de Catuama, na maré de quadratura, durante o ciclo nictemeral.

6-DISCUSSÃO

As desembocaduras do Canal de Santa Cruz, a Barra Orange e Catuama, situadas ao norte do litoral Pernambucano, são pontos de comunicação entre o canal e o mar, onde recebem aporte fluvial através de rios que nelas deságuam. A entrada de água marinha se dá nas duas extremidades com intensidades distintas, havendo mistura entre estas águas de origem diferente, devido à força gravitacional das marés e processos de circulação.

As condições meteorológicas influenciam certos parâmetros oceanográficos, onde o ciclo pluviométrico interfere diretamente na temperatura, podendo aumentá-la ou diminuí-la através do grau de incidência da radiação solar, assim como dilui ou concentra os teores de salinidade de acordo com o balanço hídrico ocorrido no ambiente. Associado ao vento, interfere também na turbidez e na distribuição de nutrientes, através do carreamento de sedimentos e lixiviação que a chuva e processos turbulentos podem provocar.

No ano de 2001, o regime de chuvas, registrou um comportamento de acordo à especificada por diversos autores (MACEDO, 1974; MACEDO *et al.*, 2000; FALCÃO, 2002), evidenciando uma estação seca compreendida entre os meses de setembro a fevereiro, onde a evaporação mostrou-se maior que a precipitação, e outra compreendida entre março e agosto, no qual o balanço hidrológico foi positivo, com um total de chuvas de 1985mm (NORIEGA, 2004). No mês de agosto de 2001, a média de chuvas foi de 200mm, onde o dia 3/8 foi o mais chuvoso entre os dias de coleta, registrando um índice de 30,2mm. No ano de 1994, quando Flores-Montes (1996) pesquisou a mesma área de estudo, foi registrada uma média anual de chuvas de 2663,2mm, valor mais elevado que em 2001. Portanto, as diferenças de resultados entre as duas pesquisas, poderá ser consequência, entre outros motivos, da quantidade de chuva e sua interferência no Canal de Santa Cruz.

Segundo Nasser *et al.* (2000), o vento gera ondas com pequenas cristas que podem tornar-se agente de mistura eficazes. Em uma escala maior, ventos podem gerar ondas com pequenas cristas que podem gerar circulações autônomas dentro do estuário, e também variações abruptas que induzem marés de vento, provocando uma inclinação na superfície de água ao longo do estuário e um diferencial no nível de água entre o mar adjacente e o estuário.

A maior importância da velocidade do vento como parâmetro deve-se ao fato dela indicar o tipo de mistura que ocorre na interfase ar-água (NORIEGA, 2004). Segundo Falcão (2002), a velocidade do vento indica se a transferência da quantidade de movimento do ar para a água é governada por forças viscosas (ventos de até 6m.s^{-1}), forças turbulentas (entre $6\text{e } 20\text{ m.s}^{-1}$), ou ainda uma condição transitória entre ambas, (acima de 20m.s^{-1}).

As velocidades do vento não foram tão intensas, o maior valor registrado foi de $11,2\text{m.s}^{-1}$ e a direção predominante foi sul, com exceção do dia 9/8 que foi sudeste.

A radiação solar é a principal fonte de energia para o nosso planeta. A influência da concentração de calor nos oceanos e nas regiões costeiras depende de alguns fatores como a

cobertura de nuvens, a concentração de aerossóis e partículas na atmosfera. Esta fonte de energia é responsável pelo processo da fotossíntese, e conseqüentemente pela produção primária que suporta as cadeias alimentares estuarinas (MIRANDA *et al.*, 2002).

A temperatura é um fator de fundamental importância no ambiente marinho, devido a sua ação direta nos processos fisiológicos dos organismos e indireta sobre os fatores ambientais, tais como: os gases em solução, a viscosidade da água e a distribuição da densidade (SANTOS, 2000). Segundo Flores Montes (1996), a temperatura apresenta uma grande estabilidade durante o ciclo sazonal em regiões tropicais, uma vez que, depende grandemente do período e grau de insolação, variações meteorológicas, sendo estas condicionadas por períodos de maior ou menor nebulosidade.

As temperaturas registradas em Orange e Catuama, foram bastante estáveis ao longo da coluna d'água, não evidenciando uma estratificação térmica acentuada, nem uma variação nictemeral definida, isto é, as temperaturas mais elevadas não foram registradas apenas no horário diurno. A Barra de Catuama apresentou temperaturas um pouco mais elevadas em relação à Barra Orange, estando estes valores próximos aos encontrados por Noriega (2004) no estuário Barra das Jangadas (PE), Flores Montes (1996) no Canal de Santa Cruz (PE), e Losada (2000) nos rios Ilhetas e Mamucaba – Tamandaré (PE), para o período chuvoso.

A transparência da água é um fator importante a ser observado, pois de acordo com o grau de incidência de luz solar que penetra na água, a produtividade primária é controlada. Os principais responsáveis pela turbidez da água (também pela dispersão da radiação) são principalmente as partículas suspensas (bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos) e em menor proporção os compostos dissolvidos (ESTEVES, 1988). A turbidez é bem maior em áreas estuarinas do que em mar aberto. Esta turbidez é consequência direta do material em suspensão transportado ou ressuspendido, provocado pelo fluxo dos rios dentro do estuário, transporte de mar aberto para dentro do estuário e a própria mistura estuarina, gerando consideráveis variações diurnas na penetração da luz, tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo. Em geral a turbidez diminui, e a profundidade de penetração da luz aumenta em direção ao mar aberto (PERKINS, 1974).

As duas Barras são diretamente influenciadas pela água oceânica costeira, onde tiveram valores compreendidos entre 0.70m a 2,0m. Estes valores são compatíveis aos encontrados em estuários durante a preamar, como por exemplo, o estuário Bacia do Pina (PE) - Nascimento (1999), estuário do Rio Goiana – Moura (2000), e na Barra das Jangadas (PE) - Noriega (2004). Os valores mais acentuados foram encontrados em sua maioria, na baixa-mar, o que leva a crer que durante a preamar, haja muita turbulência provocando turbidez na coluna d'água. A Barra de Catuama apresentou valores um pouco mais acentuados aos encontrados em Barra Orange, e isto pode consistir na sua profundidade que é maior.

Ao longo de um estuário, os processos de mistura da água doce e salgada durante as marés, provocam uma variação nos parâmetros físicos, químicos e biológicos, em um período de marés (FAN & JIN, 1989). A força produzida pela maré é dominante para gerar movimentos (flutuações turbulentas e corrente e mistura nos estuários, envolvendo

intensos processos advectivos e difusivos, variáveis espaciais, condicionada pela morfologia estuarina. A circulação e mistura no estuário são gerados pelos seguintes fatores: oscilação da maré, a descarga fluvial, e o gradiente longitudinal de salinidade. O processo turbulento pode ser originado no fundo ou nas suas proximidades e se propaga para a superfície. Pode ser gerado no interior do fluido devido às flutuações turbulentas de velocidade, ou originada na superfície livre devido ao atrito do vento formando ondas de gravidade e correntes de deriva (MIRANDA *et al.*, 2002).

A hidrologia estuarina é caracterizada por flutuações na salinidade, devido ao fluxo de entrada de água doce e de água salgada; pelo aumento ou diminuição da temperatura, decorrente de mudanças sazonais nas condições climáticas; e por processos de mistura (ROY *et al.*, *apud* LINS 2002). A salinidade e a temperatura afetam diretamente na distribuição da biota, atuando diretamente nos processos fisiológicos vitais dos organismos vivos, sendo fatores condicionantes na distribuição das espécies no estuário (BRANCO, 2003). Outro aspecto ecológico importante decorrente da elevação da concentração dos sais, é a floculação e a precipitação de materiais particulados em suspensão e de íons dissolvidos, muitos dos quais de grande importância biológica (ESTEVES, 1998).

Em ambas as Barras, foi verificado uma pequena estratificação salina, onde de uma forma geral, as salinidades de fundo foram maiores do que as de superfície. Isto se justifica pela presença de água mais densa nas bocas das Barras, onde o sistema transporta constantemente água salgada para o seu interior. Todavia, este gradiente de salinidade entre superfície e fundo foi mais marcante durante a maré de quadratura na Barra de Catuama, mostrando que para este nível de maré, a água doce se faz mais presente nesta área, e assim, ocasiona uma barreira maior entre as diferentes massas d'água.

A variação nictemeral foi bastante definida, acompanhando o ciclo das marés, com os valores mais elevados nas preamares, e os menores nas baixa-mares. Os valores foram mais elevados em Catuama, que obteve uma média de 35,3, enquanto que em Orange, registrou-se uma média de 34,8, fato que pode ser atribuído à maior largura e profundidade da Barra de Catuama, que recebe maior influência marinha. Contudo vale ressaltar, que em termos de amplitude entre o mínimo e o máximo, ambas as Barras tiveram o mesmo intervalo, que foi de 28,4 a 35,6, o que significa dizer que em Barra Orange, mesmo sendo um canal mais estreitado e próximo ao rio Igaraçu, há também uma forte presença de água oceânica. Para este período do ano, corroborando com Flores-Montes (1996), o regime salino para as duas Barras, foi de polialino a eualino.

Na Barra Orange, o máximo de salinidade foi observado na estação Ilha, o que corrobora com o que foi observado por Broce (1994) que diz que no período chuvoso, quando a descarga dos rios é maior, a água salgada entra preferencialmente pela margem mais próxima a Ilha de Itamaracá, e a descarga do Canal se dá principalmente pelo seu lado Continental, provavelmente devido à influência do rio Igaraçu que deságua no Canal de Santa Cruz nessa mesma margem, próximo a área de estudo. Segundo este autor, o mesmo padrão não ficou muito evidente durante o período de estiagem quando a descarga do rio Igaraçu é menos intensa.

Em relação às zonas de Convergência, por ser um ponto de encontro entre massas d'água, o processo de mistura é intenso, ocasionando uma homogeneidade na coluna d'água, elevando assim a salinidade, o que pode ser constatado pelos valores obtidos tanto em Barra Orange, como em Catuama. Esses valores se mostraram elevados em relação às demais estações, pelo motivo citado acima, porém salientando que o processo de Convergência não ocorreu na baixa-mar.

O oxigênio dissolvido na água é um parâmetro fundamental para diagnosticar a qualidade de um ecossistema aquático. Suas concentrações indicam se um ambiente está sofrendo aporte antrópico e processos de eutrofização, ou se há um equilíbrio nas reações bioquímicas da água. Biologicamente, o oxigênio e o dióxido de carbono são considerados os gases mais importantes dissolvidos na água do mar. Segundo Sipaúba-Tavares (1998), o gás oxigênio é essencial ao metabolismo de todos os animais aquáticos que possuem respiração aeróbica, e sua dinâmica no sistema fluvial e marinho é básica para o entendimento da distribuição, comportamento e crescimento dos organismos.

No meio ambiente aquático, o teor de oxigênio na superfície se encontra em equilíbrio com o ar atmosférico, ao passo que os processos químicos, resultantes de fenômenos biológicos ou não, promovem um desvio dos valores de saturação para mais ou para menos. O valor efetivo do teor de oxigênio dissolvido, encontrado na água apresenta, portanto, a expressão da interação de todos os fenômenos ocorridos na mesma (SANTOS, 2000).

A concentração de oxigênio em um determinado meio aquático, quando está no seu ponto de saturação, varia com a pressão, a temperatura e a salinidade. Normalmente, quanto maiores forem os níveis destes últimos parâmetros, menor será a solubilidade do gás (CAVALCANTI, 2003).

Macêdo e Costa (1978), sentindo a necessidade de um critério de classificação das águas estuarinas, desenvolveram um sistema de classificação baseados nos valores de saturação do oxigênio dissolvido: abaixo de 25% são poluídos, 25% a 50% são semi-poluídos, 50% a 100% são zonas saturadas e acima de 100% zona supersaturada.

Na Barra Orange durante a maré de sizígia, os picos de oxigênio dissolvido foram durante a preamar e enchente, coincidindo com o horário de maior insolação, o que implica dizer que o mesmo é proveniente de água marinha sendo também favorecido pelos processos fotossintéticos. Já na quadratura, os picos ocorreram na vazante e na preamar, em horário noturno, mostrando que os processos de biodegradação da matéria orgânica e respiração, estão consumindo pouco oxigênio dissolvido na água, onde a demanda está abaixo do que se tem disponível.

A estação Ilha, apresentou de uma forma geral, valores um pouco mais acentuados em relação a outras estações, o que evidencia mais uma vez, que para o período de inverno, a água marinha entra preferencialmente pela margem mais próxima à Ilha. Em contrapartida, a estação Continente registrou os picos mínimos de OD, ressaltando o que já fora dito anteriormente, que a descarga se dá pela margem mais próxima ao Continente, podendo estar ocorrendo processos oxidativos da matéria orgânica.

Na Barra de Catuama, houve pouca variação nas concentrações de oxigênio dissolvido, não sendo observada uma estratificação entre a superfície e o fundo para os níveis de maré, sizígia e quadratura, sendo isto bem visível na estação do Meio. Catuama apresenta uma maior profundidade, e se o gradiente vertical de OD é mínimo, então nesta Barra há uma intensa mistura na coluna d' água, o que pode ser provocado pela turbulência devido às correntes de marés, à agitação gerada pelos ventos, e pela descarga fluvial, oxigenando assim toda coluna d' água.

Comparando as duas Barras, Orange apresentou alguns picos mais elevados do que Catuama, o que pode ser explicado pela biomassa fitoplanctônica que nesta área foi um pouco mais elevada. Porém, de uma maneira geral, os valores encontrados foram muito próximos em ambas as Barras.

Na Barra Orange, a taxa de saturação teve uma variação de 85% a 149%, e na Barra de Catuama, de 78% a 126%, indicando ambientes saturados a super saturados de acordo com a classificação de Macedo & Costa (1978). Porém a estação Continente na Barra Orange, apresentou o menor valor de OD, revelando que neste local já existe impacto antrópico interferindo neste ambiente.

O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, ao mesmo tempo uma das mais difíceis de se interpretar. Esta complexidade na interpretação dos valores de pH se deve ao grande número de fatores que podem influenciá-lo. Na maioria das águas naturais o pH é influenciado pela concentração de íons H^+ originados da dissociação do ácido carbônico, que gera valores baixos de pH e das reações de íons carbonato e bicarbonato com a molécula de água (ESTEVES, 1998).

Ecossistemas que apresentam elevadas concentrações de ácidos orgânicos como estuários associados à manguezais e ambientes poluídos, possuem pH abaixo do pH marinho (aproximadamente um pH de 6,0 a 7,0), uma vez que aí existe um excesso de íons H^+ provenientes do ambiente já acidificado por meio natural ou antrópico. O pH marinho é mais elevado porque existe o sistema dióxido de carbono – ácido carbônico- bicarbonato, que funciona como tamponador, mantendo o equilíbrio ácido-básico o que favorece a vida marinha (SANTOS, 2004).

Na fotossíntese, o gás carbônico é assimilado pelo fitoplâncton, deslocando o equilíbrio ácido-básico, fazendo com que haja um aumento nos valores de pH, e o processo inverso, ocorre com a respiração dos organismos, que libera gás carbônico, ocasionando menores teores de pH na água.

Os valores alcalinos de pH foram registrados principalmente na preamar e enchente, e no horário de maior insolação, o que implica dizer que os valores de pH estão sendo influenciados pela maré e pelo processo fotossintético. De acordo com a análise de componentes principais, em Orange como em Catuama, o pH está relacionado à água marinha (o mais alcalino), onde seus valores se correlacionam positivamente com as concentrações de salinidade e oxigênio dissolvido.

Em relação aos diferentes pontos amostrados, as estações Continente e Convergência se destacaram com valores acentuados de pH. O fato é que associado à influência marinha, o processo fotossintético deve ser intenso, principalmente na estação Continente, uma vez que a mesma apresentou maiores teores de clorofila *a*, elevando desta maneira, os valores de pH.

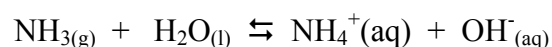
As águas marinhas são ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos e de metais alcalinos e alcalinos terrosos (ESTEVES, 1998). Os valores mínimos também foram elevados, cujos valores foram 8,01 na estação Ilha (Orange) e 7,95 na área de Convergência (Catuama) estando estes, portanto, dentro da faixa de pH para ambientes com pouca influência antrópica, isto é, sem sofrer acréscimo de material orgânico e/ou inorgânico, através de efluentes domésticos e industriais, onde os processos oxidativos seriam maior, reduzindo assim, os valores de pH.

Os nutrientes como fatores importantes no ecossistema aquático, estão funcionalmente envolvidos nos processos de vida dos organismos no oceano, lagos, rios e estuários. Desde o ponto de vista oceanográfico, o termo “nutriente” tem sido aplicado quase exclusivamente às frações inorgânicas dos principais elementos, como amônia, nitrito, nitrato, fosfato e silicato. (NORIEGA, 2004).

No Canal de Santa Cruz as principais fontes de nutrientes são as descargas fluviais, águas da drenagem terrestre, ressuspensão de nutrientes depositados ou regenerados nos sedimentos e aportes de nutrientes de origem antropogênica (MACEDO *et al.*, 2000).

As principais formas de nitrogênio presentes em corpos de água são: nitrogênio orgânico e inorgânico (nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e gás de nitrogênio). Para Braga (1989), é importante a determinação e o tratamento de cada uma das fases nitrogenadas dissolvidas no meio marinho, para melhor compreensão do ciclo do nitrogênio e de sua atuação como elemento limitante.

O nitrogênio na forma de amônia faz parte da etapa intermediária da oxidação da matéria orgânica. A amônia é um composto gasoso, molecular, que sofre ionização:



O sistema encontra-se em equilíbrio, ou seja, as quatro espécies químicas coexistem. Segundo Koroleff (1983), na análise química da amônia-N, o resultado obtido é a soma da forma não ionizada ($\text{NH}_3(\text{g})$) e a forma ionizada ($\text{NH}_4(\text{aq})^+$), uma vez que não é possível a distinção entre as duas formas, e que em águas sem poluição e oxigenadas, as concentrações raramente passam de 5µM. A maior ou menor quantidade de cada um, é função do pH (MILLERO & SOHNS, 1992).

A amônia é o nutriente preferencial do fitoplâncton, pois em seu metabolismo celular, durante a conversão em estrutura protéica, a demanda de energia é menor do que o nitrogênio na forma de nitrito e nitrato. Altas concentrações de amônia indicam um

ambiente eutrofizado, sofrendo impacto antrópico, através de efluentes domésticos, industriais, fertilizantes, etc.

A amônia na Barra Orange foi afetada pela entrada de água marinha, através da turbulência que provavelmente provocou a ressuspensão deste nutriente no sedimento, uma vez que, foi observado de um modo geral, valores de amônia mais acentuados na maré de sizígia, principalmente nos estágios de preamar e enchente. O fluxo total na maré de quadratura foi positivo, mostrando que no momento da enchente, a amônia se faz mais presente do que no momento da vazante, reforçando a idéia de que a influência fluvial não foi tão significativa.

Na análise dos Componentes Principais, a amônia vem correlacionada positivamente com o pH, oxigênio dissolvido, salinidade, nitrito e nitrato, confirmando que suas concentrações aumentam em presença de água marinha.

Ao contrário de Orange, Catuama apresentou picos de amônia mais evidentes na maré de quadratura. Contudo pelo fluxo total, tanto na sizígia como na quadratura, houve aporte deste nutriente, indicando que a água marinha influencia nos teores de amônia, embora com menos intensidade do que em Orange.

As concentrações de amônia aqui obtidas foram menores do que as encontradas por Flores Montes (1996) no Canal de Santa Cruz. Esta diferença nos resultados pode consistir em dois fatores: a influência fluvial menor do que houve anteriormente, implicando em uma redução de material orgânico/ e ou da própria amônia carregada até as Barras, e velocidade nos processos de nitrificação.

O nitrito é um nutriente intermediário no processo de nitrificação da matéria orgânica, portanto um composto iônico instável na coluna d'água. Suas concentrações, em ambientes não poluídos, são baixas, e segundo Baumgarten & Pozza (2001), a presença de altos teores de nitrito nas águas significa uma elevada atividade bacteriana e déficit de oxigênio.

Aminot & Chaussepied (1983), citam a concentração de até $1\mu\text{M}$ de nitrito como normal em ambientes estuarinos não-contaminados.

Na Barra Orange e Catuama, os valores máximos obtidos de nitrito foram $0,29\mu\text{M}$ e $0,24\mu\text{M}$, respectivamente, na estação do Meio. Esta estação apresentou maiores valores na maré de sizígia, indicando novamente a influência marinha nesta área. Pela análise dos componentes principais, este nutriente sofre ação dos processos físicos (turbulência) ocasionados pela água oceânica costeira adjacente.

Os resultados obtidos para o nitrito não apresentaram uma variação nictemeral definida, e esta variação bastante irregular indica que existiram várias influências, como o consumo por parte do fitoplâncton, a turbulência, provocada principalmente pelos

movimentos de marés; aporte de águas continentais e ventos; liberação pelos sedimentos; processos de nitrificação e denitrificação; e diluição pelas águas marinhas.

Em todos os seres vivos, é utilizado o processo oxidativo da glicose como fonte de energia, resultando entre outros compostos, os aminoácidos, que por sua vez formam as proteínas, substância formadora (estrutural) da matéria orgânica (NOVELLI, 1955). Portanto, quando esta sofre degradação no meio aquático, torna-se uma das principais fontes de nitrogênio. O sal nutriente nitrato é resultado da oxidação completa da matéria orgânica, a partir da atividade aeróbica de bactérias específicas.

Aminot & Chaussepied (1983), citam concentrações até 15 μM de nitrato como normais em ambientes estuarinos não contaminados.

Os maiores valores de nitrato foram obtidos na preamar e na camada de fundo, e seus valores mínimos estiveram acima do limite de detecção. Tanto em Orange, como em Catuama, a comunidade fitoplancônica deve estar assimilando o nitrato na camada fótica.

Na Barra Orange, os valores de nitrato tiveram uma variação de 0,03 μM a 5,64 μM , no qual o valor máximo foi detectado na estação do Meio. Esta estação sofre menos influência limnética do que as estações Ilha e Continente, sendo nesta, o efeito da mistura e processos de circulação causada pela água marinha, o fator preponderante. Comparando a maré vazante entre as estações, observou-se um valor de 2,05 μM para a estação Continente e 3,79 μM para a estação Convergência, onde ambas as estações tiveram valores elevados de nitrato. O que difere entre elas, é que na estação Continente há um aporte fluvial maior, e processos oxidativos devem estar ocorrendo com mais intensidade do que na Convergência, onde prevalecem processos físicos de mistura causando a ressuspensão deste nutriente do sedimento.

Na Barra de Catuama, foi detectado uma variação de 0,03 μM a 1,57 μM de nitrato, mostrando concentrações mais baixas que na Barra Orange. Isto pode ser reflexo do transporte e fluxo ocorrido nas duas Barras, uma vez que na maré de quadratura, em Orange, houve um favorecimento nos teores de nitrato com a entrada de água marinha, enquanto que na Barra de Catuama, ocorreu uma perda deste nutriente para a área costeira adjacente, onde o fluxo total apresentou saldo negativo nas duas marés (sizígia e quadratura)

Os valores encontrados de nitrato para Barra Orange e Catuama foram condizentes de estuários não poluídos. Fernandes (1997) encontrou no estuário do rio Congo, um valor máximo de 4,49 μM durante a baixa-mar, no estuário do rio Ilhetas, Losada (2000) detectou 2,80 μM durante a preamar, e na estação Botafogo, no Canal de Santa Cruz, Porto-Neto (1998), detectou um máximo de 2,17 μM durante a maré enchente, valores estes que correspondem ao período de inverno.

O fósforo é um elemento constituinte fundamental para o metabolismo da matéria viva. Em águas naturais, pode-se encontrar predominantemente na forma dissolvida de fosfatos (orto, ou íons do ácido ortofosfato) em solução, em partículas ou detritos (fósforo

particulado orgânico ou inorgânico), ou ainda incorporado à estrutura de organismos aquáticos (fósforo orgânico) (BAUMGARTEN & POZZA, 2001). Uma das formas de obtenção de fosfatos está diretamente relacionada com a decomposição e excreção de produtos de organismos marinhos. Este resulta em última análise, da hidrólise de complexos orgânicos e de um conjunto de produtos ionizados de H_3PO_4 (MILLERO, 1996).

O fosfato presente em ecossistemas aquáticos continentais tem origem de fontes naturais e artificiais. O intemperismo continental que age sobre as rochas, contendo em média 0,1% de fosfato é a maior fonte de fósforo para os rios, que por sua vez, são as principais fontes de fósforo para os oceanos (FROELICH, 1988). Segundo Rose (1992) *apud* Santos (2000), os maiores reservatórios de fósforo são os sedimentos marinhos, pela capacidade que o fosfato tem de adsorção e ligação a partículas (minerais ou compostos orgânicos), que posteriormente decantam e se depositam nos solos. O fosfato adsorvido ou ligado pode ser novamente liberado para o ecossistema aquático dependendo da temperatura e pH da água.

Muitos compostos orgânicos, vitaminas e o fósforo podem ser fortemente influenciados pelas concentrações de $\text{CaCO}_{3(s)}$. Isto se deve ao fato de que estes compostos são adsorvidos aos cristais $\text{CaCO}_{3(s)}$ e arrastados para o sedimento. Segundo Jonge & Villierius (1989) *apud* Noriega (2004) quando a calcita, de origem marinha, com um pH elevado, adsorve fosfato, e é transportado para dentro da zona estuarina, onde o pH é mais baixo, ela é dissolvida e o fosfato é liberado.

Nas pesquisas estuarinas, costeiras e oceânicas, o mecanismo buffer de fosfato, vem explicar a influência dos sedimentos sejam suspensos ou depositados, no controle da concentração do fosfato dissolvido na água, em concentrações quase constantes, apesar das reações biológicas de eliminação e liberação do mesmo (LISS, 1976; SILVA & MOZETO, no prelo *apud* FLORES-MONTES, 1996).

O fosfato é um elemento indispensável ao crescimento das algas, pois faz parte da composição de importantes compostos celulares diretamente ligados ao armazenamento de energia da célula, como ATP, GTP, etc. Além disto, o fosfato faz parte da composição dos ácidos nucleicos, fosfolipídeos, nucleotídeos, fosfoproteínas, etc (ESTEVES, 1998).

O fitoplâncton absorve tanto o fósforo orgânico como o fósforo inorgânico. Contudo, Segundo Karl & Tien, (1992), o fósforo é na maior parte do tempo, o nutriente limitante em ecossistemas aquáticos, devido à suas baixas concentrações, especialmente em locais menos profundos e com abundância de carbonatos, fazendo com que em estuários e oceanos, a produção primária e o aumento da biomassa fitoplanctônica, sejam influenciados pela concentração e fluxo de fósforo.

Concentrações baixas de fósforo são encontrados na superfície dos oceanos e zonas costeiras não poluídas: variam de 0 a $1\mu\text{M P} - \text{PO}_4^{3-}$. Nas águas profundas, os teores podem estar em torno de $3\mu\text{M}$, dependendo da zona oceânica considerada (AMINOT & CHASSEPIED, 1983).

Nos estuários não - poluídos, as concentrações geralmente variam em torno de $1,2\mu\text{M P-PO}_4^{3-}$ devido a um sistema tamponante entre a coluna d'água e a coluna sedimentar (LISS *apud* NIENCHESKI,1996).

As altas concentrações indicam fontes antropogênicas e desencadeiam processos de eutrofização e até florações indesejáveis, quando há aumento de fósforo em ambientes com boa disponibilidade de nutrientes nitrogenados (AMINOT & CHAUSSEPIE *apud* NIENCHESKI,1996).

Na Barra Orange as concentrações apresentaram-se baixas, contudo um pouco mais elevadas na maré de sizígia, onde a estação Continente registrou o pico máximo, provavelmente devido à influência fluvial que recebe. Na análise feita dos Componentes Principais, o fosfato não teve peso significativo nas duas componentes, não ficando assim evidente qual massa de água (fluvial ou marinha) está exercendo maiores interferências nos teores de fosfato.

Na Barra de Catuama a maré de quadratura apresentou de uma forma geral, maiores concentrações de fosfato, indicando uma maior contribuição da água fluvial nos teores deste nutriente, sendo mais acentuado na estação Continente. As concentrações de fosfato, na zona de Convergência, durante a maré de sizígia foram baixas, mostrando que processos de mistura e ressuspensão não tiveram tanta influência nas concentrações de fosfato. Assim como em Orange, na ACP, o fosfato não teve peso significativo nas duas componentes, indicando que em Catuama também não houve um fator preponderante atuando nos teores de fosfato.

Os valores de fosfato encontrados neste trabalho, estiveram em grande número, abaixo do limite de detecção. Na análise dos componentes Principais com a biomassa fitoplanctônica, a mesma vem correlacionada positivamente com o fosfato, reportando que se as concentrações deste nutriente são mínimas, a produção primária também será mínima,verificando-se portanto, que o fosfato pode está sendo um nutriente limitante.

A concentração de um nutriente, presente na menor quantidade relativa necessária ao crescimento de um organismo, poderá ser o fator limitante (Lei de Leiby), onde a relação N:P é um parâmetro neste diagnóstico. A relação de Redfield de 16:1 é bem caracterizada em águas oceânicas, porém segundo Butler e Tibbits *apud* Riley e Chester (1971) em águas estuarinas, esta relação pode variar um pouco para mais ou para menos dependendo da qualidade dos aportes de nutrientes.

Estuários que possuem concentrações de nutrientes com alto coeficiente N:P, são limitados pelo fósforo, e unicamente aqueles com concentrações de baixo coeficiente são limitados pelo nitrogênio (BOYNTON *et al.*, 1982), então se a demanda do fitoplâncton por nutrientes for elevada, tanto nitrogênio como fósforo poderão ser exauridos primeiro, dependendo da relação ambiental.

Na Barra Orange, foram detectados valores bastante acentuados com o máximo de 200,85:1 durante a preamar, na camada superficial, na estação do Meio, e 286,29:1durante

a vazante na camada de fundo, na zona de Convergência. A estação do Meio reportou ainda, de uma maneira geral, valores de N:P bastante oscilatórios, onde nas marés de baixa-mar e vazante, obteve valores bem abaixo da relação de Redfield. A clorofila *a*, para esta estação, se fez presente em todo ciclo nictemeral, mas a baixa-mar e a vazante registraram os maiores valores. É provável que para estes estágios de maré, o fitoplâncton esteja consumindo nitrato e fosfato, de modo que, ambos os nutrientes, não estejam sendo limitantes neste momento. Porém, para o estágio da preamar e na zona de Convergência, o mesmo não foi verificado. As concentrações de nitrato foram acentuadas enquanto que as de fosfato estiveram abaixo do limite de detecção. Foi observado valores não tão baixos de Clorofila *a*, durante a preamar, pois na relação de 200:85:1, registrou-se 22,93 mg.m⁻³ de biomassa fitoplanctônica indicando que, mesmo o fosfato apresentando concentrações mínimas, juntamente com o nitrato suporta uma determinada biomassa primária.

As estações Ilha e Continente, na Barra Orange, tiveram relações de N:P acima e abaixo da relação de Redfield, porém mais próximas da mesma (16:1). Ambas as estações registraram valores elevados de clorofila *a*, portanto, tanto o nitrogênio como o fósforo não estão sendo nutrientes limitantes nestas áreas.

Na Barra de Catuama a relação N:P apresentou menores coeficientes de variação em todas as estações. As relações N:P apresentaram-se, em sua grande maioria, acima da relação de Redfield. É possível observar que grande parte das concentrações de fosfato, em todas as estações, foi abaixo do limite de detecção, e as concentrações de nitrogênio também foram baixas. Ao contrário de Orange, alguns picos de clorofila *a* tiveram teores baixos. Na maré de quadratura, durante a baixa-mar, a estação do Meio registrou 0,08mg.m⁻³ de clorofila *a* e uma relação N:P de 13:1 (teor de fosfato neste ponto foi abaixo do limite de detecção). Portanto, a biomassa primária é menor, indicando que em alguns momentos, o fosfato é o nutriente limitante.

Valores semelhantes de fosfato foram também encontrados por Losada (2000) nos estuários Ilhetas e do Mamucaba, ao sul da Baía de Tamandaré-PE.

Segundo Millero & Sohn (1992), em concentrações existentes de fosfato acima de 0,30 µM, a taxa de crescimento de muitas espécies do fitoplâncton é independente da concentração do mesmo, e que abaixo deste valor, a divisão celular pode ser inibida, e células com deficiência de fósforo serão produzidas.

Flores Montes (1996), registrou o máximo valor de 1,473µM de fosfato e o mínimo de 0,120µM na Barra Orange, e 1,743µM e 0,124µM respectivamente na Barra de Catuama, no período chuvoso. Estas concentrações foram bem mais elevadas das encontradas no presente estudo. Segundo Macedo *et al.* (1982), acreditam que as concentrações de fosfato no Canal de Santa Cruz sejam influenciadas diretamente pelos transportes fluviais e pela precipitação pluviométrica, em virtude da existência de jazidas de fosfato na área costeira entre Olinda e Itamaracá. Levando em consideração os mecanismos que regulam as concentrações de fosfato em estuários, o que pode ter influenciado nos seus teores na área estudada, foi: a baixa pluviometria no mês de agosto de 2001, desfavorecendo a entrada de água fluvial rica em nutrientes. O fosfato pode está sendo mais adsorvido do que liberado, e a atividade biológica na camada superficial, ser maior que a velocidade de resposta do sistema “buffer” do fosfato.

O silicato é conhecido por ser uma parte essencial nas estruturas sólidas dos silicoflagelados, diatomáceas, alguns radiolários e esponjas. Sendo por isto considerado nutriente importante, além de ser um nutriente refratário, e pode ser relacionado com metais como o zinco, que tem similitudes com seu perfil vertical (MUNIZ *et al.*, 1996).

A sílica presente no ambiente aquático é proveniente, principalmente, da decomposição de minerais de silicato de alumínio (e.g., feldspato), que são mais frequentes em rochas sedimentares do que magmáticas. Na água, a sílica pode estar sob três formas principais: solúvel (como íon SiO_4 (aq)), sílica coloidal, e sílica particulada (incorporada principalmente ao fitoplâncton - sílica biogênica = SiO_2 , ou aos detritos orgânicos, sob a forma de quartzo e minerais de silicatos em suspensão e ainda adsorvida a compostos orgânicos e inorgânicos, e.g., hidróxido de alumínio e de ferro) (ESTEVES, 1998)

A concentração do silicato nos oceanos é baixa, chegando à cerca de $1\mu\text{M}$ de Si. Em zonas costeiras e em regiões estuarinas, as concentrações são maiores, em média cerca de $150\mu\text{M}$ (GRASSHOFF *et al.*, 1983). O silicato não representa um poluente em potencial em condições normais, isto é, sem haver influência antrópica através de dejetos de fábricas e indústrias.

Em relação às concentrações de silicato, estas foram maiores na Barra de Catuama, e mais presentes durante a baixa-mar e vazante.

Na ACP, a clorofila *a* está correlacionada negativamente com o silicato na PC2, demonstrando que está ocorrendo consumo deste nutriente por parte do fitoplâncton. Isto pode justificar os menores teores de silicato na Barra Orange, uma vez que nesta área foi observado maiores concentrações de biomassa fitoplanctônica.

Estes resultados corroboram com os encontrados por Flores-Montes (1996) no que diz respeito a maiores concentrações de silicato em Barra de Catuama, e segundo este autor, a explicação deste fato consiste nas características particulares de cada Barra, onde em Orange, há uma maior densidade fitoplanctônica em diatomáceas o que justificaria as baixas concentrações deste nutriente para o referido local.

A análise das componentes principais revelou ainda uma diferença entre Catuama e Orange em termos de silicato e salinidade. Para Barra Orange, a PC1 não demonstrou peso significativo entre o silicato e a salinidade, enquanto que em Barra de Catuama, houve um contraste negativo entre estes dois parâmetros. Através desta análise, é possível constatar que o silicato é carregado pela água fluvial, uma vez que o mesmo encontra-se mais presente na baixa-mar. Portanto, em Catuama, quanto menor a salinidade, maiores as concentrações de silicato.

Em estuários poluídos, as concentrações de silicato são bem elevadas, como foi verificado no estuário Barra das Jangadas, por Noriega (2004), que detectou $476,04\mu\text{M}$ de silicato. Portanto, pelo resultado apresentado nas duas Barras do Canal de Santa Cruz, o ambiente não refletiu interferências antrópicas. Porém os valores estão próximos a outros ambientes estudados como na estação Igarassu, no Canal de Santa Cruz, Porto-Neto (1998) encontrou um máximo de $44,90\mu\text{M}$, e na Baía de Tamandaré, Losada (2000), verificou um máximo de $43,20\mu\text{M}$, todos detectados no período chuvoso.

A clorofila *a* é o pigmento fisiologicamente mais importante presente em todos grupos vegetais (Varela & Massa, 1981), sendo sua quantidade um bom estimador da biomassa fitoplanctônica presente nas águas naturais. Segundo Passavante e Feitosa (1989), os estudos sobre a variação espaço-temporal da clorofila *a* são de grande importância ecológica, pois permitem avaliar o potencial de produção orgânica dos ecossistemas aquáticos, podendo fornecer indicações sobre a quantidade de matéria orgânica disponível aos demais níveis tróficos.

A produção primária é condicionada por vários fatores, entre eles, a disponibilidade de nutrientes, a transparência da água, a taxa de pluviometria, e as estações do ano.

Observando os valores obtidos na Barra Orange, durante a maré de sizígia, a estação que apresentou uma maior biomassa fitoplanctônica foi a estação Continente, na baixa-mar, onde o fluxo de água fluvial é acentuado, e onde se concentra teores elevados de nutrientes. Na estação Convergência, também foi detectado um valor elevado de clorofila *a* provocado pela linha d'água que forma, onde há provavelmente, um acúmulo de organismos fitoplanctônicos e material em suspensão. As estações Meio e Ilha, por sua vez, registraram concentrações não tão baixas de clorofila *a*, devido à boa disponibilidade de nutrientes presentes também nestas áreas.

Na Barra de Catuama, os maiores valores de clorofila *a* foram observados na maré de quadratura, na estação Continente e na estação Ilha, durante a baixa-mar, mostrando que a água fluvial é um fator importante na contribuição da produtividade primária.

O aporte fluvial associado à transparência da água foi importante fator que influenciou na biomassa primária. Porém a disponibilidade de nutrientes através da ressuspensão do sedimento, causado pelas correntes de maré, parece também favorecer significativamente nos teores de clorofila *a*, uma vez que, a estação do Meio, que está mais susceptível à ação das correntes, e nas preamares, foi registrado valores elevados de biomassa fitoplanctônica.

Os valores de clorofila *a* foram mais acentuados na Barra Orange do que Catuama. Flores Montes (1996) detectou também maior densidade fitoplanctônica nesta Barra. Segundo este autor, isto seria decorrência das águas estuarinas mais fertilizadas, serem menos diluídas pelas águas marinhas, mais pobres em nutrientes. Além disto, é observada maior influência das atividades humanas, o que conseqüentemente aportaria com dejetos

antrópicos, contribuindo para elevar a concentração de nutrientes e a relação N:P, entre outros.

Os valores de clorofila *a* total registrados no estuário do rio Jaguaribe, Itamaracá-PE, estudado por Santos-Fernandes (1998), durante a baixa-mar, variaram entre 4,06 mg.m⁻³ e 35,49 mg.m⁻³ e o mesmo foi considerado como área de boa produtividade primária. Na Bacia do Pina, Nascimento (1999) registrou valores variando entre 2,70 mg.m⁻³ a 256,10 mg.m⁻³ demonstrando tratar-se de um ambiente hipereutrofizado. No rio Goiana, Feitosa (1999) encontrou valores médios de 13,55 mg.m⁻³ durante a baixa-mar e 9,97 mg.m⁻³ na preamar, caracterizando como ambiente eutrofizado, e na Praia Carne de Vaca-Goiana (PE), Campelo (1999) encontrou teores de clorofila *a* variando de 0,75 a 18,94 mg.m⁻³, classificando também o ambiente como eutrófico.

Na Barra Orange registrou-se uma variação de clorofila *a* que foi de 10,04 mg.m⁻³ a 42,63 mg.m⁻³, e na Barra de Catuama de 0,87 mg.m⁻³ a 42,0 mg.m⁻³, podendo ambas as Barras serem caracterizadas como ambientes eutróficos, suportando boa produtividade primária.

De uma maneira geral, estuários são quantitativamente muito importantes no suprimento de materiais dissolvidos e particulados para os oceanos (HARTMANN & SCHETTINI, 1991).

O transporte e o fluxo de uma variável, que no nosso caso, trata-se de nutrientes, é importante não somente para caracterização ambiental do estuário relacionada à variação espacial e temporal de propriedades hidrográficas e à circulação, como também estabelecer as características de importação e exportação dessas substâncias (MIRANDA *et al*, 2002).

Durante um ciclo de maré (marés enchente e vazante) geralmente observa-se uma forte relação entre as velocidades das correntes e o transporte de material particulado e dissolvido na coluna d'água (JONGE & BEUSEKON, 1995).

De um modo geral, foi observado que a intensidade da velocidade da corrente é mais forte na maré de sizígia e na camada superficial, pois na camada de fundo, além de sofrer pequeno desvio causado pelo efeito de Coriolis, a própria batimetria do local, interfere na mesma.

As Barras Orange e Catuama possuem propriedades e características diferentes. Foi verificado que as mesmas apresentaram estratificações verticais e concentrações de nutrientes distintas causados principalmente por processos de circulação e mistura intrínseca a cada uma.

A estratificação vertical na coluna d'água é formada devido ao gradiente de velocidade entre a superfície e o fundo, uma vez que há um escoamento mais rápido na camada superior, concentrando material orgânico e inorgânico no fundo. Na maré de quadratura, na Barra Orange, de um modo geral, o transporte da velocidade de fundo foi um pouco maior na enchente, acentuando ainda mais as concentrações de nutrientes (principalmente amônia e nitrato) nesta camada.

Na Barra Orange, a estação do Meio/Convergência, ao contrário das outras estações, exportou fósforo, e isto pode ser um dos fatores da grande variabilidade na relação N:P constatada na Barra Orange. O fato também reside em que a Convergência aconteceu nos dois momentos de maré vazante, onde a intensidade da velocidade de corrente é bem maior, levando a uma perda deste nutriente.

Na Barra de Catuama, a velocidade de corrente na maré de sizígia foi intensa, onde seus valores corroboram aos encontrados por Noriega (2004) no estuário Barra das Jangadas durante o período chuvoso, que detectou uma velocidade variando de $0,33\text{m.s}^{-1}$ a $0,86\text{m.s}^{-1}$. Ao compararmos a velocidade de corrente na maré de quadratura, entre as duas Barras, veremos que Catuama apresentou valores um pouco mais elevados.

Foi observado para esta Barra, que na maré de sizígia, ocorreram quatro momentos de Convergência: duas na enchente, uma na vazante, e a outra no início da preamar, enquanto na Barra Orange, para este mesmo nível de maré, teve apenas uma durante a vazante. Além disso, Catuama apresentou em alguns pontos de coleta, concentrações abaixo das encontradas em Orange, principalmente referentes aos de nitrato e fósforo. Estes fatores indicam uma hidrodinâmica intensa em Catuama, levando a uma maior variabilidade nas concentrações e exportação de nutrientes.

A estação do Meio, na maré de sizígia, apresentou balanço líquido positivo de transporte para o nitrato e fósforo, mostrando que esta área tende a ser favorecida pela entrada de água marinha, que por meio da turbulência, provoca ressuspensão do sedimento. Outro fato foi na maré de quadratura, onde todas as estações apresentaram um balanço líquido negativo de fósforo, porém o maior valor registrado foi de $-77,24\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ na estação do Meio, que revela ser ela a mais suscetível à ação das correntes e processo de circulação.

Observando o estudo feito por Noriega (2004) no estuário da Barra das Jangadas, foi possível notar que este sistema se assemelha à Barra Orange e à Barra de Catuama, no sentido destes ambientes exportarem nutrientes para a área costeira adjacente. É claro que a Barra das Jangadas é bastante poluído devido à ação antrópica que sofre, e conseqüentemente seus valores de transporte e fluxo são bem mais elevados, quando comparados ao do presente estudo, como podemos constatar àqueles referentes à amônia ($14000\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e nitrato ($6400\mu\text{moles.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Entretanto na Barra das Jangadas assim como nas duas desembocaduras, os maiores transportes ocorreram durante a vazante, e o silicato foi o nutriente mais transportado para o oceano.

Os resultados do estudo na Barra Orange e Catuama mostraram serem ambientes oxigenados, com boa disponibilidade de nutrientes. Entretanto a hidrodinâmica do local associado a fatores climatológicos, como o ciclo pluviométrico, ocasionou momentos de concentrações mínimas das substâncias nutritivas, como foi observado para o fósforo. Porém, isto não chegou a comprometer a biomassa fitoplanctônica, uma vez que esta apresentou concentrações relativas a ambientes eutróficos. É importante notar que houve indícios de uma pequena degradação ambiental, na estação Continente (Barra Orange), onde foi registrado o menor pico de oxigênio dissolvido.

Nisto reside o grande perigo no que diz respeito à saúde do ecossistema, que mesmo tendo uma alta capacidade depuradora, pode comprometer-se, caso esta ação antrópica aumente progressivamente, provocando uma seletividade nas espécies. As Barras mostraram-se fertilizadoras da área costeira adjacente, assim como são favorecidas em termos de teores de nutrientes pela entrada de água marinha e fluvial, revelando que é preciso preservar sua morfologia e monitorar as águas dos rios que nelas deságuam.

7-CONCLUSÕES

1-A salinidade do canal em ambas as Barras, variou do regime polialino para o eualino. A Barra de Catuama, em média, é mais salina e estratificada do que a Barra Orange.

2-Ambas as Barras são bem oxigenadas caracterizando-se como ambientes não poluídos. A estação Continente, na Barra Orange, apresentou os menores valores de OD, demonstrando ser esta a estação que mais sofre com os possíveis impactos antrópicos.

3-O pH sempre esteve alcalino em ambas as Barras, indicando uma forte influência marinha.

4-O fosfato foi o nutriente que apresentou concentrações mais baixas. A ação das correntes, no estágio da vazante transportando o fosfato para fora de ambas as Barras, foi um fator importante no déficit deste nutriente.

5-A concentração de silicato foi influenciada pela água fluvial em ambas as Barras, com valores mais elevados observados na Barra de Catuama.

6-A estação do Meio apresentou, de um modo geral, valores mais elevados de nutrientes, revelando que sua posição é um ponto estratégico no processo de circulação.

7-A Biomassa Fitoplanctônica foi mais elevada em Barra Orange, e principalmente na baixa-mar e vazante. Seus teores revelam, em ambas as Barras, se tratar de ambientes eutrofizados com boa produtividade primária.

8-Durante os estágios de vazante e enchente observou-se uma forte relação entre as velocidades das correntes, o transporte, e as concentrações de material, reforçando a idéia de que as Barras (Orange e Catuama) apresentam-se nestes períodos como exportadores /importadores de nutrientes.

9-A Barra de Catuama fertiliza a área costeira adjacente exportando os nutrientes nitrito, nitrato, fosfato, e silicato, enquanto que Orange, na maré de quadratura, exporta nitrito, fosfato, e silicato. Dentre os nutrientes o mais exportado foi o silicato.

10-A hidrodinâmica na Barra de Catuama é mais intensa do que na Barra Orange, induzindo a uma maior variabilidade espacial e temporal nos teores de nutrientes.

8-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, G. O., LINS.R.C. Os climas do nordeste. In: VASCONCELOS SOBRINHO,J. (ed). **As regiões naturais do nordeste, o meio e a civilização**. Recife: CONDEPE, 1971. p. 95 – 138.

AMINOT, A., CHAUSSEPIED, M. **Manuel des analyses chimiques en milieu marin**. CNEXO. Brest. 395 p.1983.

BAUMGARTEN, M.G.Z., POZZA, S.A. **Qualidade de Águas**. Rio Grande: Ed. FURG, 2001. 166p.

BOYNTON, W.R., KEMP, W.M., KEEFE, C.W. A comparative analysis of nutrients and other factors influencing estuarine phytoplankton production. In: KENNEDY, V. S. (Ed.), **Estuarine Comparisons**. London: Academic Press, 1982. p. 69-90

BRAGA, E.M; **Estudo dos nutrientes dissolvidos nas águas da enseada das Palmas, Ilha Anchieta (Ubatuba, SP), com ênfase às formas nitrogenadas e contribuição por aportes terrestres e atmosféricos**. São Paulo,1989. 207p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Inst. Oceanogr. de São Paulo,USP.

BRANCO, E.S. **Aspectos ecológicos da comunidade fitoplancônica no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes-Pernambuco-Brasil)**. Recife, 2001. 147f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco.

BROCE, D. A. S. **Importação e exportação de Carbono orgânico sob forma particulada através da Barra sul do Canal de Santa Cruz, Itamaracá-PE**, Brasil. Recife, 1974. 83f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), C.T.G., UFPE.

CAMPELO, M. J. de A., PASSAVANTE, J.Z.de O., KOENING, M. L. Biomassa Fitoplancônica (Clorofila A) e Parâmetros ambientais na Praia de Carne de Vaca, Goiana, Pernambuco, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos**. UFPE, Recife, V. 27 (2), p. 27-41, 1999.

CARTER, G.W. R. **Coastal Environments: an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines**, London: Academic Press Limited. 1988, 617 p.

CAVALCANTI, L.B. Variações das Condições Hidrológicas e da Clorofila *a* Associadas ao cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931), na Região Estuarina do Rio Paraíba do Norte (Paraíba – Brasil). **Recife, 2003. 148 p. Tese (Tese em Oceanografia) – UFPE**.

DAY Jr., J.W.; HALL,C.A.S.; KEMP, W. M. & YAÑEZ-ARANCIBIAS, A. **Estuarine Ecology**. 1989. John Wiley & Sons, inc, New York, 558p.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998, 602p.

ESKINAZI-LEÇA, E., BARROS, H.M. Introdução. In: BARROS, H. M., ESKINAZI-LEÇA, E., MACÊDO, S.J., LIMA, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife, 2000. p. 1-6.

_____. Síntese Global e Recomendações. In: BARROS, H. M., ESKINAZI-LEÇA, E., MACÊDO, S.J., LIMA, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife, 2000. p. 239-252.

FALCÃO, J.P. **Modelagem matemática da hidrodinâmica e da qualidade da água do trecho a jusante da Barragem do Rio Pirapama-PE, Brasil**, Recife, 2002. 174f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física), C.T.G., UFPE.

FAN, A., JIN, X. Tidal effect on nutrient exchange in Xiangshan Bay, China. **Marine Chemistry, Amsterdam**, v. 27, n. 3-4, p. 54-281, Oct. 1989.

FEITOSA, F.A. do N., NASCIMENTO, F. C. R., MUNIZ, K. Distribuição Espacial e Temporal da Biomassa Fitoplanctônica Relacionada com parâmetros hidrológicos na Bacia do Pina (Recife-PE). **Trabalhos Oceanográficos**. UFPE, Recife, v. 27(2), p. 1-13. 1999.

FERNANDES, M.A.A. Produtividade Fitoplanctônica Relacionada com Alguns Aspectos Ecológicos no Estuário do Rio Congo (Itapissuma – Pernambuco). **Recife, 1997. 146 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – UFPE.**

FIDEM. Fundação de desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife, **Proteção das Áreas Estuarinas**. Recife, 1987, 40p. (Série de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente).

FLINT, R.W. Coastal ecosystem dynamics: relevance of benthic processes. **Marine Chemistry, Amsterdam**, v.16, n.4, p.351-367, July 1985.

FLORES MONTES, M. DE J. Variação nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pe. **Recife, 1996, 199 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). CTG., UFPE.**

FROELICH, P.N. Kinetic control of dissolved phosphate in natural waters and estuaries: A primer on the phosphate buffer mechanism. **Limnol. Oceanogr.** Lawrence, v.33, n.4, part II, p. 649-668, July 1988.

GRASSHOFF, K. ET AL. Methods of seawater analysis. 2ed. **New York, verlag chemie, 1983, 417p.**

HARTMANN, C., SCHETTINI, C. A. F. Aspectos Hidrológicos da Laguna dos Patos, RS. **Revista Brasileira de Geociências**. 21(4): 371-377, dezembro de 1991.

JONGE, V. N. & VAN BEUSEKON, J.E.E., 1995. Wind-and-tide-induced resuspension of sediment and microphytobenthos from tidal flats in the EMS estuary. **Limnol. Oceanogr.**, vol. 40 (4), p: 766-778.

KARL, D. M., TIEN, G. MAGIC: A sensitive and precise method for measuring dissolved phosphorus in aquatic environments. **Limnol. Oceanogr.** Lawrence, v. 37, n. 1, p. 105-116, Jan. 1992.

KEMPF, M. Nota preliminar sobre os fundos costeiros da Região de Itamaracá (Norte do Estado de Pernambuco, Brasil). **Trab. oceanogr.** Univ. Fed. PE. Recife, v. 9,11, p. 95 – 110, 1970.

KJERFVE, B. Manual for investigation of hydrological processes in magrove ecosystems. UNESCO/UNDF Regional Project “**Mangrove Ecosystems in Ásia and the Pacific**” 1990.

_____, PROEHL, J.A., SCHWING, F.B., SEIM, H.E. & MAROZAS, M., 1982. Temporal and spatial considerations in measuring estuarine water fluxes. In: **Estuarine comparisons**. V.S. Kennedy (Ed.), Academic Press, New York, p: 37-51.

KOROLEFF, F. Determination of ammonia. In: **Grasshoff, k et al.** Methods of seawater analysis. 2^a ed. New York, Veriag Chemie, 1983. p. 150 –157.

LINS, P. A. M. **Hidrologia e hidrodinâmica do baixo estuário do Rio Ipojuca, Pernambuco**. Recife, 2002. 74f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco.

LIRA, L. **Geologia do Canal de Santa Cruz e praia submarina adjacente à ilha de Itamaracá, PE**. 1975. 102p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LOSADA, A. P. M. **Biomassa fitoplanctônica correlacionada com parâmetros abióticos nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba, e na Baía de Tamandaré (Pernambuco-Brasil)**. Recife, 2000. 88f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia Universidade Federal de Pernambuco.

MACÊDO, S.J. **Fisiologia de alguns estuários do Canal de Santa Cruz (Itamaracá-PE)**. São Paulo, 1974. 121f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Geral). Departamento de Fisiologia Geral do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo..

_____, FLORES MONTES, M. DE J., LINS, I.C. Características Abióticas da Área. In: BARROS. H.M., ESKINAZI-LEÇA, E., MACÊDO, S.J., LIMA T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife, 2000. p. 7- 25

MACÊDO, S.J., COSTA, K. M.P. Estudo ecológico da região de Itamaracá Pernambuco-Brasil, condições hidrológicas do estuário do Rio Botafogo. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v.30, n. 7. p. 368, 1978.

MASSART, D. L. *et. al.* .Handbook of chemometrics and qualimetrics. **part a**, Elsevier, Amsterdam, capítulo 17,1998

MEDEIROS, C. **Circulation and mixing processes in the Itamaracá estuarine system, Brazil**. Columbia, 1991. 131p. Tese (Doutorado em Phylosophy). University of South Carolina.

MILLERO, F.J. **Chemical Oceanography**. 2ed. New York: CRC Press, 1996. 531 p.

____, SOHN, M.L. **Chemical Oceanography**. Boca Raton: CRC Press, 1992. 531 p.

MOURA, M. C. O. DE. **Zooplâncton do sistema estuarino do Rio Goiana-PE (Brasil)**. Recife, 2000. 72 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – UFPE.

MUNIZ, K., RUIZ DE VILLA, C., CRUZADO, A. Estudio estatístico de la variabilidad del Silicato en el Mediterráneo Occidental (Golfo de Leon y Mar Catalán). **Trabalhos Oceanográficos Federal de Pernambuco**. Recife, 24: 1-17, 1996.

____, KJERFVE, B. Hydrology of a tropical estuarine system: Itamaracá, Brazil. **Est. Coast. Shelf Sci.**, v.36, p 495-515, 1993.

MIRANDA, B.L., CASTRO, M.B., KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002. – (Acadêmica;42).

NASCIMENTO, F. C. R. **Aspectos Ecológicos da Comunidade Fitoplanctônica da Baía do Pina Associados com Alguns Parâmetros Abióticos (Climatológicos e Hidrológicos)**. Recife, 2001. 116p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – UFPE.

NASSER, V.L., FILHO, R. O. C., AMARAL, V., JÚNIOR, S. L. C., SILVA,E.N.A. Sensoriamento e geoestatística aplicados à qualidade da água da baía de Guanabara. In: **XIV SIMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, Aracaju, 2001. Anais. Aracajú, 2001.

NIENCHESKI, L.F.H., ROCHA, J. M. DE B., BAUMGARTEN, M. DA G. Z.B. **Manual de Análises em Oceanografia Química**. Rio Grande: FURG, 1996. 132p.

NORIEGA, D E. C. **Influência e Grau de Poluição dos Rios Pirapama e Jaboatão no Estuário da Barra das Jangadas (PE-Brasil): Ciclo Temporal**, Recife, 2004. 163 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia abiótica), C.T.G., UFPE.

NOVELLI, A. **Química Orgânica: Acíclica**. Medicamentos Orgânicos. Buenos Aires: Ed."El Ateneo", 1955. 1041p.

MIRANDA, L. B. Cinemática e dinâmica de estuários. **Apostila do curso de Pós Graduação em Oceanografia Física do Instituto Oceanográfico de São Paulo. 300p. 1996.**

PASSAVANTE, J.Z. DE O. **Produção Primária do fitoplâncton do canal de Santa Cruz (Itamaracá – Pe)**. São Paulo, 1979, 188p. Tese (Doutorado em Oceanografia). Instituto Oceanográfico de São Paulo, 1979.

____. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. XIX. Biomassa do nano e microfitoplâncton do Canal de Santa Cruz. **Trab. Oceanogr. Univ.Fed. Pe**. Recife, V.16, p. 105-156, 1981.

____, FEITOSA, F.A. do N. Hidrologia e plâncton da plataforma continental de Pernambuco. 2. Biomassa primária fitoplâncton . In: ENCONTRO BRASILEIRO DE GERENCIAMENTO COSTEIRO, 3, 1989, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza. P.373-372.1989.

PERKINS, E.J. **The Biology of estuaries and coastal waters**. London, Academic Press, 1974. 678 p.

PORTO-NETO, F. F. **Variação Nictemeral e Sazonal do Zooplâncton no Canal de Santa Cruz, Itamaracá-PE**. Recife, 1998. 146p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia)-UFPE.

RILEY, J.P., CHESTER, R. **Introduction to Marine Chemistry**. London: Academic Press, 1971, 465p.

SANTOS, M.L.S. **Influência dos Rios Amazonas e Pará sobre a biomassa fitoplanctônica**. Recife, 2000 , 92f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). C. T.G, UFPE.

____. **Distribuição dos Nutrientes (Fósforo e Nitrogênio) na Plataforma Continental do Amazonas**. Recife, 2004, 137f. Tese (Doutorado em Oceanografia). C. T. G, UFPE.

SANTOS-FERNANDES, T. L., PASSAVANTE, J.Z.O., KOENING, M.L., MACÊDO, S.J. **Fitoplâncton do Estuário do Rio Jaguaribe, (Itamaracá, Pernambuco, Brasil): Biomassa**. **Trabalhos Oceanográficos. UFPE, Recife, v. 26 (2), p. 1 – 18, 1998.**

SCHWAMBORN, R., BONECKER, A. C. T. Seasonal changes in the transport and distribution of meroplankton into a Brazilian estuary with emphasis on the importance of floating mangrove leaves. **Arq. Biol. Tecnol.** 39:451-462. 1996.

SIPAÚBA-TAVARES, L.M. Limnologia dos sistemas de cultivo. In: **Valenti, W.C. (ed.). Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para Produção de Camarões**. Brasília: IBAMA/FAPESP. p. 47-75, 1998.

STRICKLAND, J.D.H., PARSONS, T.R. A practical handbook of sea water analysis. **Bulletim fisheries research board of Canada**, Ottawa, n.167, p. 1-311, 1972.

TEXEIRA, C., GAETA, S.A. Variação nictemeral da clorofila *a*, produção primária do fitoplâncton e fatores ambientais da região Ubatuba (Lat. 23° 30'S., Long. 45°06'W). **Bolm. Inst. Oceanogr. S.Paulo**. S. Paulo, v.39, n.1, p. 15-24, 1991.

UNESCO. International oceanography table. Wormly. 1973, v.2, 141p.

UNESCO. Determination of photosynthetic pigments in sea water, Report of **SCOR/UNESCO, Working group 17 with meat from to 6 june 1964**. Paris, 1966. 69p. (Monographys on Oceanography Methodology, 1).

VARELA, R., MASSA, I. Concentracion de clorofila *a*, feopigmentos y matéria em suspension em laguna de Raya, Islã de Margarita, Venezuela. **Fundacion La Salle de ciências Naturales, estacion de Investigaciones marinas de margarita**. Venezuela, n. 105, p. 39-64, 1981.

YÁNES-ARANCIBIA, A. **Observaciones sobre *Mugil curema* Valenciennes em áreas naturales de brianza, México**. Alimentacion, crescimento, madurez y relaciones ecológicas. **Anais del Centro Ciências Del Mar y Limnologia. Universidad Naturales Autónoma**. México: v.3 n.1, 93-124, 1976.

9-ANEXOS

Anexo 1: Dados hidrológicos da Barra Orange na maré de sizígia

ANEXO 1: Dados hidrográficos da Barra Orange na margem de Sanga																		
Maré	Área	Est.	P(m)	P.C	D.S	T(°C)	Salin.	OD (mL.L ⁻¹)	T.S (OD) %	Amônia (μM)	Nitrato (μM)	Nitrato (μM)	Fosfato (μM)	Silicato (μM)	pH	B.F (mg.m ⁻³)	N:P	
BM	O	M	7,30	S	1,20		29,74	4,61			0,01	0,15	0,12	0,07	17,75	8,13	18,24	4,26
				F				30,27	5,01			0,05	0,00	0,30	0,00	21,16	8,17	
EN	O	M	8,00	S	1,10			5,59			0,01	0,02	0,04	0,07	19,60	8,25	14,65	1,04
				F					5,39			0,02	0,00	0,28	0,15	15,71	8,18	
EN	O	C	7,50	S	0,80	25,74	33,74	4,31	92		0,00	0,00	0,45	0,24	11,53	8,23	42,49	2,14
				F			25,70	33,77	4,53	96		0,03	0,02	0,49	0,28	7,66	8,28	
EN	O	I	8,70	S	0,80	26,04	33,92	6,95	149		0,02	0,09	0,39	0,26	6,12	8,46	37,84	1,93
				F			26,06	33,95	6,79	145		0,00	0,06	1,75	0,08	8,62	8,27	
PM	O	M	9,00	S	1,00	26,55	34,39	6,43	139		0,00	0,20	0,53	0,17	7,76	8,44	26,18	4,35
				F			26,24	35,11	6,19	134		0,08	0,19	3,48	0,24	3,28	8,16	
VZ	O	M	7,80	S		26,01	33,47	6,01	128		0,10	0,02	0,28	0,04	7,00	8,17	20,18	10,70
				F			26,12	33,79	6,23	133		0,06	0,01	0,28	0,04	4,00	8,25	
VZ	O	C	6,10	S			32,66	5,71			0,07	0,01	1,83	0,05	0,66	8,40	10,26	35,31
				F				32,66	5,76			0,08	0,01	2,05	0,09	2,93	8,26	
VZ	O	I	7,30	S			32,13	5,03			0,07	0,04	0,32	0,00	7,49	8,53	25,04	21,85
				F				32,93	5,27			0,01	0,02	0,36	0,12	9,19	8,27	
BM	O	M	7,20	S				4,38			0,11	0,03	0,37	0,21	15,06	8,22	33,72	2,34
				F				31,07	4,84			0,08	0,00	0,15	0,08	11,94	8,28	
EN	O	M	8,10	S			28,68	5,20			0,09	0,05	0,21	0,12	11,94	8,27	17,62	2,99
				F				32,40	5,05			0,09	0,01	0,15	0,00	6,73	8,28	
EN	O	C	9,00	S			33,99	5,31			0,34	0,07	0,94	0,15	14,17	8,68	20,06	8,80
				F				34,79	5,23			0,37	0,09	1,31	0,00	9,95	8,65	
EN	O	I	6,00	S			33,46	6,04			0,07	0,05	0,15	0,00	5,93	8,24	17,73	13,80
				F				33,99	5,60				0,11	0,19	0,03	9,44	8,21	
PM	O	M	9,20	S			34,79	4,91			0,25	0,30	3,47	0,00	25,64	8,67	22,93	200,8
				F				35,05	5,07			0,17	0,24	5,65	0,07	20,00	8,42	
VZ	O	CV	7,20	S			35,05	5,13			0,19	0,07	1,18	0,00	18,68	8,43		72,25
				F				33,46	4,99			0,15	0,07	3,79	0,01	15,16	8,37	
VZ	O	C	6,00	S			32,40	4,84			0,21	0,02	0,92	0,01	24,58	8,38		81,70
				F				32,40	4,72			0,13	0,00	0,36	0,09	21,94	8,28	
VZ	O	I	5,50	S			31,87	4,61			0,12	0,02	0,47	0,00	24,86	8,33		30,40

Anexo 2. Dados hidrológicos da Barra de Catuama na maré de sizígia

Hora Maré	Área Est.	P(m)	P.C	D.S	T(°C)	Salin.	T.S		Amônia (μM)	Nitrito (μM)	Nitrato (μM)	Fosfato (μM)	Silicato (μM)	pH	B.F (mg.m ⁻³)	N:P
							OD (mL.L ⁻¹)	(OD) %								
10:45 BM	CA M	7,00	S	1,50	25,89	29,44	4,56	95	0,19	0,04	0,33	0,00	26,31	8,44		28,10
			F		25,51	30,15	4,55	94	0,18	0,06	0,12	0,00	32,79	8,23		18,00
13:45 EN	CA CV	9,20	S	1,20	26,37	34,65	5,63	122	0,05	0,00	0,32	0,00	31,45	7,95		19,00
			F		26,25	34,69	5,43	117	0,03	0,00	0,22	0,00	6,03	8,34		13,90
13:45 EN	CA C	11,0	S	1,20	26,01	33,31	5,85	125	0,05	0,00	0,36	0,00	17,45	7,98		20,55
			F		25,55	34,86	5,35	114	0,07	0,00	0,21	0,00	15,73	8,10		14,35
13:45 EN	CA I	5,60	S	0,70	26,09	34,56	5,71	123	0,08	0,02	0,19	0,00	21,05	8,53		14,35
			F		25,84	34,79	5,66	121	0,12	0,01	0,28	0,00	13,94	8,14		20,75
16:53 PM	CA M	8,60	S		25,80	35,11	5,43	117	0,00	0,07	0,03	0,00	17,74	8,14		5,00
			F		25,57	35,65	5,42	116	0,00	0,24	1,57	0,00	20,94	8,20		90,75
19:53 VZ	CA CV	6,20	S		25,70	31,88	5,30	111	0,02	0,02	0,54	0,00	14,77	8,31	12,67	28,90
			F		25,72	31,92	5,22	110	0,09	0,00	0,40	0,00	24,60	8,36		24,35
19:53 VZ	CA C	6,00	S		25,69	31,25	5,42	114	0,01	0,01	0,09	0,00	43,49	8,22	26,24	5,70
			F		25,71	31,27	4,84	101	0,06	0,01	0,28	0,00	32,67	8,42		17,75
19:53 VZ	CA I	6,70	S		25,68	30,84			0,08	0,07	0,27	0,00	39,58	8,30	19,34	20,90
			F		25,69	30,87	4,98	104	0,03	0,05	0,20	0,00	40,79	8,28		13,50
22:53 BM	CA M	7,80	S		25,51	28,70	4,51	93	0,13	0,09	0,42	0,00	55,38	8,50	15,50	31,90
			F		25,66	30,40	4,80	100	0,03	0,06	0,22	0,02	54,24	8,20		14,09
01:53 EN	CA CV	8,60	S		25,61	34,82	5,54	118	0,00	0,03	0,97	0,07	13,92	8,27	18,14	14,45
			F		25,61	34,82	5,51	125	0,00	0,08	0,17	0,00	10,11			12,55
01:53 EN	CA C	11,0	S		25,37	33,94	5,91	125	0,01	0,09	0,25	0,00	10,28	8,16	16,82	17,20
			F		25,53	35,00	5,90	126	0,00	0,03	0,34	0,06	10,11	8,49		18,60
01:53 EN	CA I		S		25,52	35,07	4,28	91	0,09	0,02	0,29	0,00	11,54	8,37	9,87	20,90
			F		25,55	35,20	5,73	123	0,04	0,01	0,15	0,00	11,39	8,28		13,50
04:58 PM	CA CV	10,0	S		25,25	35,36	5,16	110	0,06	0,14	1,16	0,00	15,60	8,23	15,86	67,85
			F		25,35	35,54	5,26	112	0,01	0,08	1,19	0,00	14,65	8,80		64,20
07:58 VZ	CA M	8,70	S	1,00	25,35	32,38	5,23	110	0,02	0,02	0,42	0,05	22,86	8,38		8,60
			F		25,35	32,44	4,83	101	0,02	0,03	0,34	0,00	18,30	8,62		19,25
07:58 VZ	CA C	9,20	S	1,00	25,37	31,86	4,76	100	0,05	0,02	0,35	0,00	21,55	8,26	5,25	21,20
			F		25,37	31,81	4,80	100	0,00	0,06	0,34	0,09	19,94	8,72		4,23
07:58 VZ	CA I	8,00	S		25,39	31,45	4,57	95	0,01	0,10	0,30	0,04	25,76	8,34	5,22	20,40
			F		25,37	31,79	4,57	96	0,05	0,03	0,28	0,08	9,44	8,45		4,23

Anexo 3. Dados hidrológicos da Barra Orange na maré de quadratura.

hora	Maré	Área	Est	P(m)	P.C	D.S	T(°C)	Salin.	OD (mL.L ⁻¹)	T.S (OD) %	Amônia (μM)	Nitrito (μM)	Nitrato (μM)	Fosfato (μM)	Silicato (μM)	pH	B.F (mg.m ⁻³)	N:P
3:53	VZ	O	M	8,00	S	1,50	25,57	32,48	4,47	94	0,04	0,09	0,23	0,11	14,45	8,16	27,03	3,26
					F		25,51	32,8	5,24	110	0,00	0,02	0,32	0,00	14,56	8,18		17,20
3:53	VZ	O	C	6,10	S		25,65	31,86	5,71	120	0,02	0,01	0,14	0,10	12,83	8,15	31,31	1,68
					F	1,50	25,55	32,3	5,01	105	0,00	0,10	0,34	0,17	14,14	8,20		2,50
3:53	VZ	O	I		S		25,62	31,43	5,54	116	0,03	0,09	0,23	0,11	17,87		28,87	3,19
					F		25,54	32,09	5,42	114	0,08	0,10	0,41	0,00	16,44	8,26		29,30
2:53	BM	O	M	7,00	S	1,50	25,96	30,24	4,48	94	0,00	0,09	0,26	0,14	16,83	8,18	30,74	2,51
					F		25,58	31,30	4,52	95	0,00	0,11	0,43	0,15	30,36	8,15		3,70
5:53	EN	O	M	7,30	S		25,68	32,37	5,67	120	0,15	0,05	0,43	0,15	9,83	8,55	28,33	4,08
					F		25,68	32,38	5,17	109	0,10	0,03	0,43	0,10	11,93	8,35		5,72
5:53	EN	O	C	5,70	S	1,50	25,68	32,37	5,51	116	0,06	0,02	0,39	0,06	18,82	8,42		7,30
					F		25,68	32,38	4,58	97	0,00	0,02	0,36	0,00	10,72	8,61		19,20
5:53	EN	O	I	8,50	S	1,50	25,62	33,33	5,90	124	0,00	0,10	0,85	0,00	9,74	8,42		47,70
					F		25,67	33,42	5,85	123	0,07	0,04	0,48	0,07	10,74	8,49		29,40
3:04	PM	O	M	9,00	S		25,74	34,32	4,98	106	0,20	0,08	1,28	0,17	12,43	8,37		78,05
					F		25,63	34,87	6,03	129	0,13	0,09	3,40	0,11	18,41	8,29		33,48
2:04	VZ	O	CV	8,10	S		25,48	32,24	5,14	108	0,02	0,02	0,15	0,11	10,89	8,40		1,84
					F		25,6	33,72	6,18	131	0,02	0,01	0,18	0,00	7,22	8,20		10,00
2:04	VZ	O	C	6,70	S		25,53	31,51	5,22	109	0,02	0,01	0,03	0,04	12,71	8,08		1,44
					F		25,60	32,4	5,22	110	0,01	0,01	0,10	0,04	8,08	8,30		3,26
2:04	VZ	O	I	7,10	S		25,54	32,04	4,82	101	0,00	0,02	0,62	0,09	21,43	8,43		7,45
					F		25,61	32,9	6,18	131	0,05	0,02	0,27	0,12	10,47	8,23		2,78
1:11	BM	O	M	7,10	S		25,36	29,93	4,50	93	0,08	0,00	0,34	0,15	16,90	8,48		2,93
					F		25,49	32,10	4,75	100								
1:11	EN	O	M	8,60	S		25,46	32,6	4,88	103		0,00	0,27	0,11	9,46	8,52		9,46
					F		25,46	32,62	5,09	107	0,03	0,00	0,45	0,05	16,31	8,26		10,56
1:11	EN	O	C	7,30	S		25,12	33,51	6,18	130	0,00	0,00	0,34	0,15	7,17	8,18		2,25
					F		25,15	33,57	5,25	110	0,08	0,01	0,44	0,00	9,16	8,39		26,20
1:11	EN	O	I	8,70	S		24,95	33,97	6,04	127	0,00	0,01	0,49	0,18	13,18	8,01		2,81
					F		24,97	33,96	5,49	115	0,02	0,00	0,73	0,03	15,98	8,23		26,17
7:21	PM	O	M	9,50	S	1,20	24,48	34,20	4,95	103	0,02	0,14	1,24	0,00	14,31	8,25		70,45
					F		24,79	34,08	5,45	114	0,07	0,13	3,38	0,16	21,84	8,30		179,35

Anexo 4. Dados hidrológicos da Barra de Catuama na maré de quadratura

Hora	Maré	Área	Est.	P(m)	P.C	D.S	T(°C)	Salin.	OD (mL.L ⁻¹)	T.S (OD)		Amônia (μM)	Nitrito (μM)	Nitrato (μM)	Fosfato (μM)	Silicato (μM)	pH	B.F (mg.m ⁻³)	N:P
										%									
11:23 VZ	CA	M		9,00	S	2,00	26,15	30,55	5,15	108		0,01	0,02	0,32	0,13	23,24	8,32	35,68	17,55
					F		25,32	34,67	5,08	108									
11:23 VZ	CA	C		8,70	S	1,90	26,21	30,19	5,74	121		0,04	0,05	0,00	0,00	27,59	8,64	29,60	7,10
					F		25,44	32,98	5,09	107		0,03	0,05	0,25	0,03	19,72	8,44		11,79
11:23 VZ	CA	I		8,70	S	1,70	26,28	29,94	5,11	107		0,00	0,06	0,32	0,04	30,90	8,49	30,36	9,71
					F		25,35	34,32	5,60	119		0,00	0,05	0,34	0,08	14,80	8,24		4,90
14:23 BM	CA	M		6,50	S	1,70	26,46	29,15	5,25	110		0,00	0,02	0,24	0,01	36,41	8,42	0,87	13,20
					F		25,52	32,74	5,08	107		0,02	0,02	0,24	0,00	18,13	8,64		13,70
17:23 EN	CA	M		8,30	S		25,78	31,78	5,11	108		0,05	0,00	0,24	0,05	22,33	8,50	26,03	16,65
					F		25,62	32,18	5,32	112		0,03	0,02	0,49	0,07	17,36	8,63		27,35
17:23 EN	CA	C		9,50	S		25,82	31,76	3,05	64		0,02	0,03	0,25	0,00	16,22	8,47	21,11	14,90
					F		25,90	32,53	3,49	74		0,16	0,02	0,18	0,00	17,84	8,36		17,95
17:23 EN	CA	I		8,70	S		25,97	31,75	5,43	115		0,20	0,05	0,27	0,00	25,47	8,46	32,03	26,15
					F		26,29	33,9	5,62	121		0,07	0,04	0,28	0,00	19,66	8,58		19,90
20:45 PM	CA	M		9,20	S		25,76	33,20	5,59	119		0,10	0,03	0,25	0,07	14,97	8,40	30,13	5,53
					F		25,96	34,91	5,39	116		0,20	0,02	0,30	0,07	13,27	8,44		7,15
23:45 VZ	CA	M		9,50	S		25,9	30,24	5,00	105		0,07	0,05	0,29	0,08	27,61	8,47	30,30	20,40
					F		26,06	34,95	5,39	116		0,05	0,01	0,27	0,00	17,17	8,39		16,50
23:45 VZ	CA	C		8,20	S		25,79	28,9	4,91	102		0,03	0,03	0,21	0,04	29,22	8,47	40,50	13,80
					F		26,17	34,51	5,18	111		0,14	0,02	0,39	0,30	15,16	8,39		1,84
23:45 VZ	CA	I		8,70	S		25,99	29,79	4,88	102		0,03	0,03	0,38	0,13	9,29	8,24	22,19	21,85
					F		26,21	34,7	5,77	124		0,00	0,03	0,28	0,00	11,81	8,37		15,30
33:02 BM	CA	M		8,00	S		25,93	28,59	4,58	95		0,01	0,05	0,66	0,13	6,48	8,44	30,05	35,50
					F		26,15	33,78	5,21	112		0,03	0,01	0,24	0,00	10,82	8,56		14,30
36:02 EN	CA	M		9,70	S		25,64	29,85	5,05	102		0,00	0,02	0,24	0,071	15,61	8,45	18,49	10,80
					F		25,91	33,69	5,23	112		0,01	0,01	0,17	0,000	21,27	8,29		9,85
36:02 EN	CA	C		9,20	S		25,71	30,47	4,93	103		0,04	0,01	0,17	0,000	27,52	8,33	31,62	10,80
					F		25,69	33,67	5,01	106		0,06	0,00	0,09	0,000	17,90	8,36		8,20
36:02 EN	CA	I		9,50	S		25,69	30,51	5,45	114		0,03	0,00	0,30	0,000	21,31	8,31	40,30	16,65
					F		25,78	33,58	5,20	111		0,05	0,02	0,20	0,000	12,55	8,27		13,30
39:08 PM	CA	CV		8,00	S	1,50	25,88	32,43	5,32	113		0,17	0,04	0,28	0,000	10,80	8,46	3,44	24,95
					F		25,81	34,97	5,30	114		0,15	0,01	0,10	0,026	13,34	8,06		10,11

Anexo 5. Dados climatológicos mensais do período de 2001

Meses	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Precipitação (mm)	58,70	56,50	133,70	327,70	59,50	432,40	355,50	210,80	106,30	103,60	32,10	108,30
Evaporação (mm)	226,60	193,30	160,90	101,10	113,10	85,40	90,60	140,00	143,40	175,40	199,50	188,20

Anexo 6. Dados de precipitação diária em agosto de 2001

Dias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Precipitação (mm)	0,3	4,0	30,2	2,6	0,0	6,2	8,7	10,0	8,6	4,3
Dias	11	12	13	14	15					
Precipitação (mm)	0,0	20,2	2,6	0,0	43,4					

Anexo 7. Dados de velocidade diária do vento em agosto de 2001

Dias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V (m.s ⁻¹)	4,3	11,9	11,2	3,3	3,9	3,1	3,5	4,4	2,9	3,5
Dias	11	12	13	14	15					
V (m.s ⁻¹)	2,5	2,6	5,5	4,0	2,8					

Anexo 8. Dados de direção diária do vento em agosto de 2001

Dias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	S	S	S	S	S	S	S	SE	SE	S
Dias	11	12	13	14	15					
	S	S	S	S	S					

Anexo 9. Dados de ADCP na Barra de Catuama na maré de sizígia

data	estação	horário	maré	prof.L (m)	prof (m)	V1 (m.s ⁻¹)	V2 (m.s ⁻¹)	V3 (m.s ⁻¹)	V4 (m.s ⁻¹)	V5 (m.s ⁻¹)	VM (m.s ⁻¹)	Qt(m ³ .s ⁻¹)
05/08/01	transecto	14:30 EN		11,76	S	0,081	0,323	0,512	0,617	0,408	0,3882	-3081,29
					F	0,145	0,417	0,505	0,619	0,68	0,4732	
	ilha		EN	5	S	0,876	0,741	0,727	0,906	0,743	0,7986	1,96
					F	0,252	0,603	0,319	0,419	0,47	0,4126	
	convergên		EN	11	S	0,693	0,739	0,581	0,802	0,504	0,6638	18,5
					F	0,307	0,402	0,433	0,434	0,406	0,3964	
	cont		EN	6	S	0,555	0,269	0,6	0,41	0,324	0,4316	
					F	0,148	0,2	0,314	0,143	0,289	0,2188	
	transecto	20:09 VZ		7,26	S	0,361	0,385	0,484	0,611	0,832	0,5346	3587,32
					F	0,119	0,39	0,252	0,7	0,542	0,4006	
	ilha	21:37 VZ		5,5	S	0,37	0,497	0,469	0,189	0,403	0,3856	1,82
					F	0,146	0,234	0,243	0,333	0,604	0,312	
05/08/01	convergên	21:03 VZ		6,7	S	0,501	0,571	0,454	0,562	0,43	0,5036	13,48
					F	0,554	0,42	0,516	0,366	0,453	0,4618	
	cont	21:15 VZ		7	S	0,361	0,559	0,298	0,622	0,569	0,4818	-15,81
					F	0,494	0,277	0,537	0,377	0,41	0,419	
	transecto	02:45 EN		13	S	0,582	0,609	0,671	0,593	0,301	0,5512	-3340,33
					F	0,315	0,209	0,397	0,526	0,396	0,3686	
	ilha	03:52 EN		7,2	S	0,508	0,61	0,556	0,594	0,705	0,5946	-5,9
					F	0,535	0,433	0,487	0,533	0,406	0,4788	
	convergên	03:00 EN		8,76	S	0,692	0,423	0,565	0,758	0,561	0,5998	-36,71
					F	0,424	0,529	0,485	0,32	0,518	0,4552	
	cont	03:29 EN		11	S	0,624	0,877	0,639	0,629	0,909	0,7356	15,67
					F	0,623	0,381	0,4	0,455	0,357	0,4432	
06/08/01	transecto	08:14 VZ		8,26	S	0,495	0,612	0,614	0,602	0,9	0,6446	4177,4
					F	0,632	0,777	0,695	0,255	0,602	0,5922	
	ilha	09:21 VZ		8,26	S	0,528	0,65	0,744	0,585	0,766	0,6546	0,42
					F	0,405	0,232	0,317	0,417	0,307	0,3356	
	meio	08:47 VZ		9,76	S	0,771	0,571	0,531	0,509	0,489	0,5742	-60,53
					F	0,47	0,803	0,515	0,438	0,488	0,5428	
	cont	09:05 VZ		8,3	S	0,446	0,516	0,669	0,457	0,397	0,497	-25,08
					F	0,421	0,248	0,269	0,548	0,442	0,3856	

Anexo 10. Dados de ADCP da Barra Orange na maré de quadratura

data	estação	horário	prof.L maré (m)	prof (m)	V1 (m.s ⁻¹)	V2 (m.s ⁻¹)	V3 (m.s ⁻¹)	V4 (m.s ⁻¹)	V5 (m.s ⁻¹)	VM (m.s ⁻¹)	Qt(m ³ .s ⁻¹)
09/08/01	transecto	10:08 VZ	8	S	0,338	0,547	0,559	0,684	0,645	0,5546	-1466,26
				F	0,276	0,272	0,554	0,584	0,405	0,4182	
	ilha	11:17 VZ	4	S	0,199	0,254	0,342	0,168	0,312	0,255	84,58
				F	0,224	0,147	0,133	0,164	0,193	0,1722	
	convergên	10:29 VZ	8	S	0,417	0,515	0,556	0,745	0,709	0,5884	174,56
				F	0,173	0,426	0,317	0,335	0,339	0,318	
	cont	10:55 VZ	6,76	S	0,492	0,494	0,475	0,39	0,693	0,5088	24,08
				F	0,27	0,284	0,414	0,215	0,341	0,3048	
	transecto	15:51 EN	12	S	0,388	0,276	0,289	0,134	0,476	0,3126	925,98
				F	0,214	0,292	0,276	0,288	0,32	0,278	
	ilha	16:50 EN	9	S	0,476	0,389	0,364	0,342	0,447	0,4036	3,01
				F	0,48	0,413	0,329	0,432	0,406	0,412	
09/08/01	meio	16:09 EN	8,26	S	0,394	0,364	0,267	0,312	0,445	0,3564	5,14
				F	0,217	0,435	0,264	0,048	0,161	0,225	
	cont	16:33 EN	6	S	0,243	0,417	0,303	0,4	0,483	0,3692	1,09
				F	0,123	0,098	0,209	0,228	0,065	0,1446	
	transecto	22:01 VZ	9	S	0,174	0,289	0,583	0,628	0,555	0,4458	-1127,22
				F	0,163	0,397	0,266	0,359	0,095	0,256	
	ilha	23:22 VZ	6,5	S	0,539	0,563	0,611	0,483	0,71	0,5812	-13,53
				F	0,309	0,283	0,198	0,129	0,136	0,211	
	convergên	22:28 VZ	8	S	0,516	0,494	0,401	0,749	0,626	0,5572	-20,39
				F	0,143	0,179	0,223	0,347	0,324	0,2432	
	cont	23:01 VZ	7	S	0,516	0,498	0,347	0,462	0,495	0,4636	-4,89
				F	0,153	0,068	0,24	0,163	0,12	0,1488	

Anexo 11. Dados de ADCP na Barra de Catuama na maré de quadratura.

data	estação	horário	maré	prof.L (m)	prof (m)	V1 (m.s ⁻¹)	V2 (m.s ⁻¹)	V3 (m.s ⁻¹)	V4 (m.s ⁻¹)	V5 (m.s ⁻¹)	VM (m.s ⁻¹)	Qt(m ³ .s ⁻¹)
11/08/01	transecto	11:35 VZ		8	S	0,311	0,347	0,465	0,752	0,347	0,4444	2134,8
					F	0,215	0,309	0,55	0,383	0,229	0,3372	
	ilha	12:54 VZ		8,5	S	0,511	0,619	0,542	0,532	0,477	0,5362	0,92
					F	0,114	0,237	0,2	0,115	0,072	0,1476	
	meio	12:12 VZ		10	S	0,743	0,807	0,37	0,742	0,674	0,6672	4,55
					F	0,212	0,054	0,116	0,136	0,129	0,1294	
	cont	12:38 VZ		8	S	0,487	0,634	0,53	0,636	0,768	0,611	6,45
					F	0,312	0,098	0,162	0,223	0,142	0,1874	
	transecto	17:08 EN		9	S	0,161	0,228	0,487	0,336	0,274	0,2972	-1478,14
					F	0,116	0,182	0,29	0,18	0,313	0,2162	
	ilha	18:20 EN		9	S	0,357	0,226	0,371	0,401	0,264	0,3238	-0,1
					F	0,375	0,369	0,374	0,263	0,206	0,3174	
11/08/01	meio	17:26 EN		8	S	0,213	0,513	0,28	0,237	0,275	0,3036	-5,08
					F	0,134	0,311	0,388	0,113	0,184	0,226	
	cont	18:01 EN		9	S	0,357	0,081	0,119	0,088	0,231	0,1752	4,67
					F	0,354	0,12	0,322	0,328	0,259	0,2766	
	transecto	23:42 VZ		8	S	0,29	0,346	0,588	0,84	0,309	0,4746	1683,14
					F	0,139	0,071	0,308	0,401	0,326	0,249	
	ilha	01:02 VZ		8,86	S	0,48	0,663	0,598	0,482	0,509	0,5464	0,36
					F	0,07	0,032	0,207	0,067	0,168	0,1088	
	meio	00:05 VZ		9,86	S	0,433	0,355	0,177	0,277	0,076	0,2636	-0,73
					F	0,121	0,182	0,126	0,118	0,123	0,134	
	cont	00:41 VZ		8	S	0,515	0,565	0,747	0,657	0,52	0,6008	-0,45
					F	0,133	0,048	0,096	0,115	0,124	0,1032	
12/08/01	transecto	06:05 EN		9,36	S	0,412	0,37	0,28	0,423	0,241	0,3452	-1967,14
					F	0,215	0,44	0,249	0,485	0,186	0,315	
	ilha	07:33 EN		9,36	S	0,543	0,407	0,416	0,675	0,503	0,5088	-0,55
					F	0,227	0,419	0,405	0,425	0,257	0,3466	
	meio	06:20 EN		8	S	0,384	0,388	0,164	0,215	0,559	0,342	1,52
					F	0,201	0,272	0,426	0,35	0,342	0,3182	
	cont	06:56 EN		8	S	0,646	0,56	0,542	0,673	0,671	0,6184	5,03
					F	0,312	0,231	0,336	0,412	0,37	0,3322	