

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO

IOF 1209 - CICLOS BIOGEOQUÍMICOS DOS SAIS NUTRIENTES NO OCEANO

ESTUDO DA VARIAÇÃO DOS
NUTRIENTES EM CANANÉIA
um cenário de maré vazante — abril de 2008

Equipe 2

César Barbedo Rocha
5653105

Danilo Rodrigues Vieira
5653262

Juliana dos Santos Ribeiro
5653446

Natália Tasso Signorelli
5653363

Renan Kuwana
5653168

Tathiane Alves da Silva
5653085

Sumário

Lista de Tabelas

Lista de Figuras

1	Introdução	p. 5
1.1	Descrição da região de trabalho	p. 5
1.1.1	Aspectos geográficos e geológicos	p. 5
1.1.2	Aspectos climáticos	p. 6
1.1.3	Aspectos históricos	p. 6
1.1.4	Aspectos sociais	p. 7
1.1.5	Aspectos econômicos	p. 8
1.1.6	Aspectos ambientais	p. 9
1.2	Objetivos	p. 10
2	Materiais e métodos	p. 11
2.1	Área de amostragem	p. 11
2.2	Amostragem	p. 11
2.3	Preservação	p. 12
2.4	Métodos analíticos	p. 12
2.4.1	Oxigênio Dissolvido	p. 12
2.4.2	pH	p. 13
2.4.3	Silicato	p. 13
2.4.4	Fosfato	p. 14
2.4.5	N-amoniaco	p. 15
2.4.6	Nitrito	p. 15
2.4.7	Nitrato	p. 16
2.4.8	Material em Suspensão	p. 17
2.4.9	Matéria Orgânica	p. 17
2.4.10	Clorofila-a e feofitina	p. 17
3	Resultados	p. 19
4	Discussão	p. 25
4.1	Estação fixa	p. 25
4.2	Olaria	p. 26
5	Conclusão	p. 27
	Referências Bibliográficas	p. 28

Lista de Tabelas

3.1	Parâmetros gerais do cabeçalho da ficha de bordo	p. 23
3.2	Parâmetros físicos e químicos	p. 23
3.3	Nutrientes	p. 23
3.4	Outros parâmetros	p. 24

Lista de Figuras

1.1	Mapa do complexo estuarino-lagunar Cananéia–Iguape	p. 5
1.2	Distribuição da população de Cananéia em função da idade	p. 7
1.3	Distribuição da população de Cananéia em função da renda média	p. 8
1.4	Distribuição do número de matrículas em Cananéia	p. 8
1.5	Visão geral da área de estudo	p. 10
2.1	Mapa da área de coleta	p. 11
2.2	Análise de silicato	p. 14
2.3	Análise de fosfato	p. 15
2.4	Análise de nitrito e nitrato	p. 17
2.5	Barco de pesquisa Albacora	p. 18
3.1	Variação da maré	p. 19
3.2	Variação da maré no período estudado	p. 19
3.3	Temperatura em função do tempo	p. 19
3.4	Salinidade em função do tempo	p. 20
3.5	pH em função do tempo	p. 20
3.6	Oxigênio dissolvido em função do tempo	p. 20
3.7	Silicato em função do tempo	p. 20
3.8	Fosfato em função do tempo	p. 21
3.9	N-amoniacal em função do tempo	p. 21
3.10	Nitrito em função do tempo	p. 21
3.11	Nitrato em função do tempo	p. 21
3.12	Clorofila-a em função do tempo	p. 22
3.13	Feofitina em função do tempo	p. 22
3.14	Material em suspensão em função do tempo	p. 22
3.15	Material orgânica em função do tempo	p. 22
3.16	Corrente em cada estação	p. 24

1 Introdução

1.1 Descrição da região de trabalho

A área de trabalho localiza-se no litoral sul do estado de São Paulo, mais especificamente no complexo estuarino-lagunar Cananéia-Iguape, entre a ilha de Cananéia e a Ilha Comprida. O mapa na Figura 1.1 ilustra a área de estudo, enquanto que as seções seguintes detalham os diversos aspectos da área de estudo e adjacências.

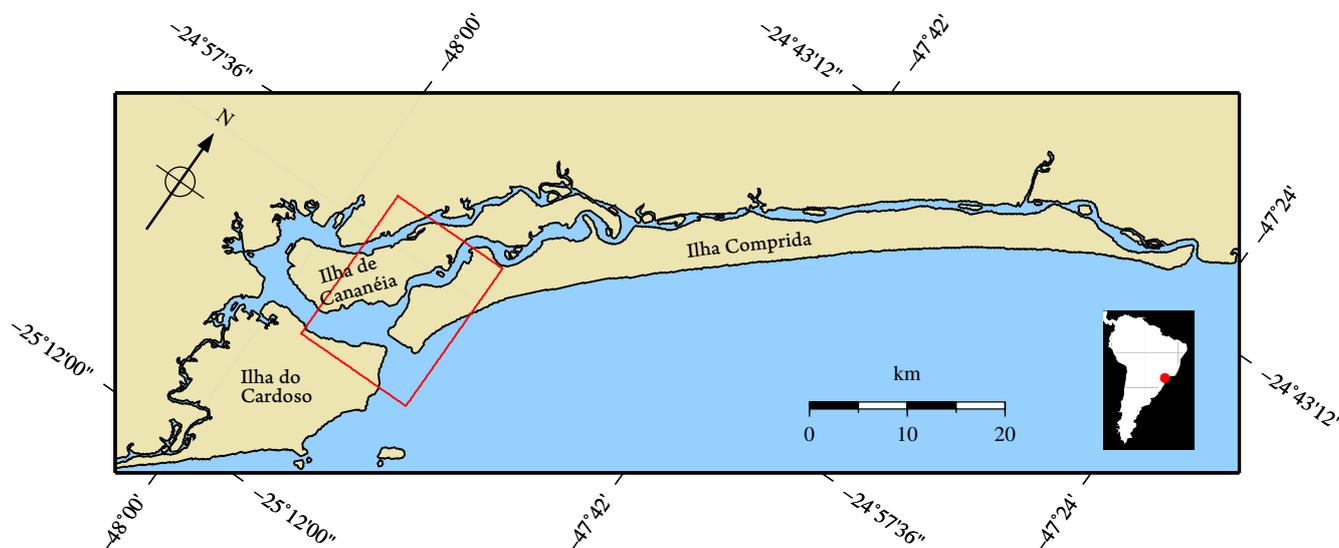


Figura 1.1: o complexo estuarino-lagunar Cananéia-Iguape. Projeção oblíqua de Mercator em escala 1:600000. A área marcada no retângulo está detalhada na Figura 2.1, na página 11, na qual estão assinalados os pontos de coleta.

1.1.1 Aspectos geográficos e geológicos

A região é constituída por um conjunto de pequenos estuários com algumas lagoas costeiras que formam, desta maneira, um complexo estuarino-lagunar.

O conjunto é representado pelo canal principal, semelhante a um rio de largura média, não maior que 1 km, com o comprimento de, aproximadamente, 75 km. Segue paralelamente à orla oceânica, dela ficando separado por uma faixa arenosa estreita, representada pela Ilha Comprida. Comunica-se com o mar aberto pelas Barras de Cananéia ao sul, e de Icapara, ao norte.

Ao norte da laguna há um único leito de largura inferior a 1 km. Este canal abre-se em dois braços—o Mar de Cananéia e o Mar de Cubatão, este situado entre o continente e a ilha de Cananéia onde encontra-se a cidade de mesmo nome na face sudoeste. A ilha de Cananéia tem extensão aproximada de 27 km e largura variando de 1 a 5 km. Ao norte dessa ilha, diante do canal, encontra-se a zona mais ampla do sistema lagunar—a baía de Trepandé, onde desembocam os dois braços citados. A região principal é separada do mar pela Ilha Comprida, que mede 73 km de extensão e tem largura entre 2 e 4 km. Há, em ambas as extremidades, dois maciços montanhosos, contornados por dois outros braços representados pelo rio Ribeira e pelo Arapíra, que chegam ao mar por meio de estreitos de secundários—a Barra do Ribeira, ao norte de Iguape e a de Arapíra, que ladeiam os dois maciços.

Os canais que circundam a ilha de Cananéia têm larguras de 1 a 3 km, com profundidades de no máximo 20 m com uma média de 6 m. A circulação e a distribuição de propriedades da água nesses canais e em todo o complexo estuarino-lagunar são dominadas pela maré e pelos fluxos de água doce.

Toda a região é essencialmente arenosa, tendo raros afloramentos de terras argilosas, avermelhadas, existindo em certos lugares elevações rochosas de pequenas dimensões. Próximo à linha de costa, encontra-se um depósito sedimentar argilo-arenoso na base e arenoso no topo, denominado Formação Cananéia. Trata-se de um depósito formado por um processo transgressivo, pois evolui de um depósito continental, na base, a um depósito marinho na parte superior.

O embasamento cristalino ao redor da Planície Costeira Cananéia-Iguape, a maior planície costeira do estado de São Paulo com cerca de 2500 km², é de idade pré-cambriana e de origem metamórfica, vinculado ao Grupo Açungui. Compõe-se basicamente de rochas metamórfica do tipo filitos, micaxistos e gnaisses, intrudidos por granitos, adamelitos e granodioritos. Cortando todo esse complexo, afloram rochas alcalinas intrusivas mesozóicas, tendo como exemplos o morro de São João no município de Cananéia, e o Morrete, no município de Ilha Comprida. Ocorrem também outros tipos de rochas, como quartzitos, anfíbolitos, diabásios e calcioxistos, ao longo do rio Ribeira de Iguape.

A topografia desta região é relativamente plana, com altitudes raramente ultrapassando 10 m. As exceções são as intrusões alcalinas, como o morro de São João, em Cananéia, com 120 m, e o Morrete, na Ilha Comprida, com 40 m.

1.1.2 Aspectos climáticos

No litoral paulista o clima está relacionado à alternância dos sistemas de massas de ar tropical formadas pelo Anticiclone Tropical Atlântico (ATAS) e massas de ar polar oriundas do Anticiclone Polar Migratório (APM) (Sant'Anna Neto, 1990). Essas massas de ar sofrem freqüentes perturbações vindas de sistemas frontais sob a forma de frentes frias, quentes e estacionárias, além de fenômenos localizados como a formação de centros de baixa pressão (Cazzoli y Goya & Tessler, 2000).

O balanço pluviométrico indica verões chuvosos e invernos secos, e que os valores pluviométricos máximos ocorrem entre janeiro e março com média de 266,9 mm e os valores pluviométricos mínimos ocorrem entre julho e agosto com média de 96,3 mm. A precipitação média anual registrada na Base de Cananéia no período de 25 anos (1956–1980) foi de 2 269 mm, chegando a 2 300 mm (Silva, 1989). O período das chuvas ocorre de dezembro a abril e o período de estiagem ocorre de maio a novembro. Os valores médios da umidade relativa do ar variam entre 87% e 89%, na série de 38 anos. A evaporação anual é de 1 656,6 mm, abaixo dos valores encontrados para precipitação.

De acordo com Sant'Anna Neto (1990) a temperatura média anual é de 21,3 °C. A temperatura média mensal mais alta é de 27,8 °C, ocorrendo em fevereiro, e a média mensal mais baixa é de 19,8 °C, em julho.

Os ventos predominantes na região sopram do quadrante sw com uma freqüência de 46,9% no período de janeiro a setembro, com intensidades de 3,0 a 3,5 m/s. Ventos fortes são excepcionais, podendo atingir 20,0 m/s.

1.1.3 Aspectos históricos

O homem primitivo

Os primeiros homens chegaram da Ásia atravessando o estreito de Bering atraídos pela Mega Fauna. A região Americana era o paraíso para um caçador, devido à fartura e variedade de espécies de animais. Mas a caça indiscriminada e, eventualmente, as mudanças climáticas esgotaram esses recursos. Com o declínio dos animais, os homens avançaram para as margens das baixadas do continente, que na época eram bem maiores pois o nível do mar estava vários metros abaixo do de épocas futuras. Ali se encontrava o mangue e seus recursos abundantes principalmente ostras, mariscos e berbigão.

Aproveitando a parte nutritiva dos moluscos, os homenídios ou coletores jogavam as conchas em locais determinados, acumulando pilhas enormes de conchas de ostras, almejas, mariscos berbigões e mexilhões. Essas pilhas estendiam-se por até 300 metros de diâmetro e 3 a 5 metros de altura. Essas formações chamadas de Sambaquis (em Tupi, *samba* = concha e *ki* = monte) serviam como locais de ritos religiosos, de sepultamento e para guardar utensílios como machados, lanças, adornos etc... Os homens dos sambaquis viveram na região de Cananéia entre doze e cinco mil anos, quando chegaram pelas quartas e quintas levas, vindos pela Oceania e Polinésia, os povos que seriam os nossos indígenas de hoje e expulsaram os homens dos sambaquis ou os mataram ou miscigenaram-se.

O “descobrimento” de Cananéia pelos portugueses

Cananéia é uma cidade histórica e polêmica desde os seus primórdios. Por ela passava a linha imaginária do tratado de Tordesilhas, que dividia a América do Sul entre Portugal e Espanha, as duas maiores potências do mundo na época. A cidade era disputada entre os dois reinos além de sofrer com a cobiça de aventureiros e piratas, devido às suas riquezas. Para reivindicá-la à coroa portuguesa, chega aqui em 24 de janeiro de 1502 a expedição comandada por Gaspar de Lemos e o cartógrafo Américo Vespúcio, que dando o topônimo a baías, cabos e enseadas deu o nome à cidade de Barra do Rio Cananor.

Traziam com eles um “misterioso Bacharel”, cristão novo degredado por El Rei de Portugal, como consta no livro dos Degredos no Museu do Tombo em Lisboa—a 25 graus de Ladeza da costa sul do grande mar Oceano, o que coincidia com a Ilha do Meio (atual Ilha do Cardoso) onde fixaram o marco do tratado de Tordesilhas (Itacuruçá) em frente à Ilha do Bom Abrigo (Expulsão datada em 1497 bem antes, portanto, do Descobrimento do Brasil).

Aqui o Bacharel fez fortuna e história. Conta-se que negociava lotes de 800 escravos, e dava guarida e aguada a quem lhe pagasse e lhe prestasse obediência, financiando expedições à bacia do Prata e ao interior da futura capitania em busca de ouro, prata e a captura de índios, para comercializar como escravos.

Consta no Diário de Navegação da Armada de Pêro Lopes, irmão de Martim Afonso, que na chegada da expedição colonizadora de

Martim Afonso de Souza, em 1531, ele encontrou o misterioso Bacharel, seis europeus vivendo em família, duzentos mestiços e mais de mil e quinhentos índios vivendo na comunidade de Maratayama (como era chamada a antiga Cananéia).

Histórico da ocupação

Para que se compreenda a dinâmica de ocupação da região estuarina-lagunar de Iguape–Cananéia, é necessário que se conheça a história do desenvolvimento regional desde as primeiras épocas de seu descobrimento até os dias de hoje. Essa região passou por vários ciclos econômicos que a levaram a épocas de glória e a um período de estagnação socioeconômica. Da miscigenação entre brancos e nativos surgiram os caiçaras (do tupi *Ka'Sara*: sistema de proteção; espécie de cerca feita de varas ou estacas que circundavam as aldeias indígenas).

Ao incorporar-se ao vernáculo dos colonizadores, a palavra caiçara teve sua definição alterada. Deixou de significar proteção e passou a nomear essas populações tradicionais que vivem da pesca artesanal e agricultura de subsistência, e que durante trezentos anos radicaram-se em praias e costões isolados, mantendo-se à margem do processo civilizatório. Antes deles, estavam ali os índios, combatendo entre si pela posse das melhores terras e campos de caça. Com a chegada dos europeus (um inimigo, para a maioria) houve tentativa de união das tribos através da confederação dos tamoios organizadas pelos tupinambás, tentando, assim, proteger suas terras no litoral.

Derrotados os índios, tomaram-lhes as terras, cortaram primeiro as árvores de pau-brasil e depois devastaram a Mata Atlântica, para dar lugar à cana-de-açúcar, à mineração, ao gado e, mais tarde, ao café. E, no século passado, com a atividade econômica voltada para a industrialização, esses homens praianos foram esquecidos à beira mar. Mas todo o seu conhecimento das matas, mar e sua cultura e tradição ainda são transmitidos de geração em geração oralmente, como faziam os índios que cuidavam bem de si, soltos na natureza (daí a denominação de Povos Tradicionais).

Até o século XIX o desenvolvimento de Cananéia deu-se através da mineração, agricultura (principalmente de arroz e mandioca) e, sobretudo, da construção naval. Sua carpintaria era conhecida mundialmente e as caravelas construídas em seus estaleiros seguiam direto para a Europa. A partir do final do século XIX, ela passa a sofrer um processo de marginalização econômica em virtude de grandes plantações de café no planalto paulista e da concorrência da agricultura praticada em outras regiões, com técnicas de plantio mais modernas, e também com a concorrência do porto de Santos.

Só em 1910, com a vinda de dois armadores de Santos, é que começa a prática da Pesca comercial e a introdução do papel moeda, decretando assim o fim do escambo. A pesca prospera até o início da década de oitenta quando o assoreamento da barra de Cananéia impede a entrada de grandes barcos pesqueiros.

1.1.4 Aspectos sociais

O município de Cananéia possui 12 298 habitantes, segundo IBGE (2007). A distribuição dessa população em função da idade é apresentada na Figura 1.2.

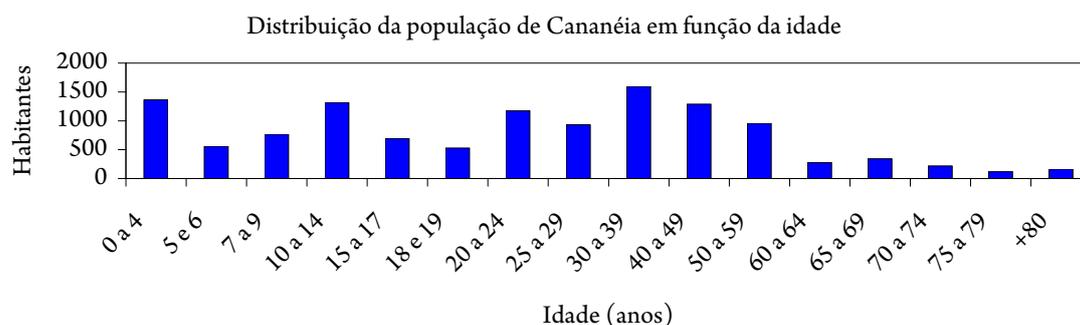


Figura 1.2: gráfico da distribuição da população do município de Cananéia em função da idade. Fonte: IBGE (2007).

A população acima de 10 anos de idade se distribui de forma homogênea quanto ao sexo. As mulheres representam 49,44% dos habitantes, e os homens 50,56%. A parcela da população que frequenta creche ou escola é de 25,6%, enquanto que 9,7% dos habitantes com 10 anos de idade ou mais possuem um ano ou menos de estudo.

O rendimento nominal mensal da população com 10 anos de idade ou mais está apresentado na Figura 1.3.

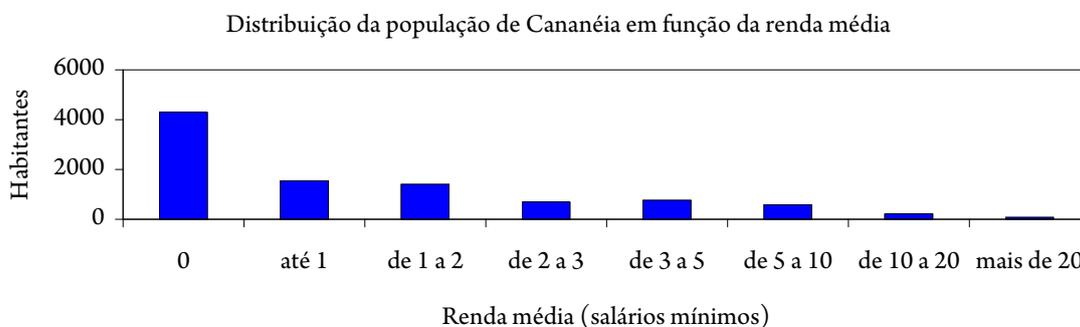


Figura 1.3: gráfico da distribuição da população do município de Cananéia, com mais de 10 anos de idade, em função da renda nominal média. Fonte: Censo 2000, IBGE.

A cidade possui 32 escolas, sendo que 20 pertencem à rede pública. São 22 escolas de Ensino fundamental, 4 do Ensino médio e 6 do ensino pré-escolar. Quanto ao número de matrículas no município, a maioria é do Ensino fundamental. Os dados estão apresentados na Figura 1.4.

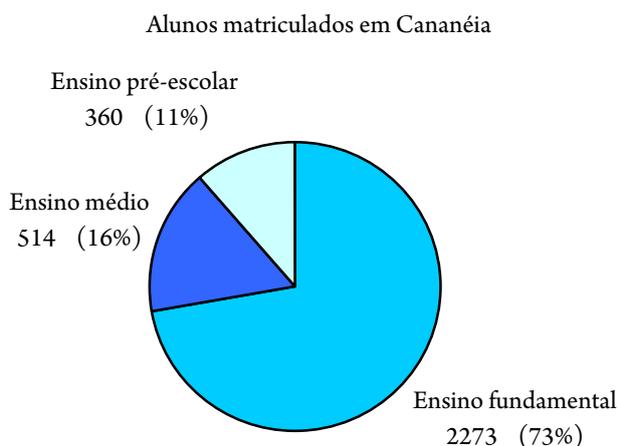


Figura 1.4: gráfico da distribuição do número de matrículas no município de Cananéia, discriminadas por etapas de ensino. Cada parte do gráfico se apresenta com a etapa de ensino correspondente, o número de matrículas daquela etapa e a porcentagem dele em relação ao todo. Fonte: IBGE (2007)

A população de Cananéia, historicamente formada pela mescla de indígenas, colonos portugueses e negros (CAPELETTO, 1999 apud DIEGUES, 1988), conserva as tradições da cultura caiçara e ganha a influência açoriana com a vinda de antigos colonos paranaenses (CAPELETTO, 1999).

Capeletto (1999) descreve ainda outras características da comunidade. A herança indígena é notada em muitas práticas agrícolas, na preparação de alimentos e na arte da pesca (como, por exemplo, o cerco). Outras manifestações da cultura caiçara são o conhecimento de ervas medicinais, a confecção de canoas, gamelas, redes e cestos diversos usando matéria-prima vegetal, as práticas agrícolas e o fabrico artesanal da farinha de mandioca.

O atual desafio de Cananéia é desenvolver a cidade de maneira sustentável. Deve-se garantir que a população se mantenha estável, diminuindo assim a emigração tão comum em cidades com pouca infra-estrutura.

1.1.5 Aspectos econômicos

O desenvolvimento econômico da região de Cananéia não ocorreu de forma linear e contínua, mas em pulsos de crescimento e estagnação diretamente relacionados à atividade econômica dominante em cada período histórico (BARCELLOS, 2005).

A região de Cananéia e Iguape passou por épocas de grande prosperidade com a mineração do século XVII, a construção naval após 1.700 e os cultivos de mandioca e principalmente de arroz até o início do século XX (SUDELPA, 1987).

Com a decadência das atividades de mineração, que existiram do final do século XVI ao XVIII (BARCELLOS, 2005), os habitantes passaram a dedicar-se à agricultura e pecuária. A cultura de arroz atingiu seu apogeu na primeira metade do século XIX. A qualidade do produto era reconhecida internacionalmente e sua produção e exportação asseguravam o desenvolvimento e a estabilidade da economia local (FERNANDES, 1994).

Entre os anos 60 e 80 a região de Cananéia-Iguape permaneceu voltada à economia de subsistência baseada na pesca e nas pequenas roças. Nos anos 80 e 90, com a superlotação das praias mais próximas à São Paulo, o turismo chegou ao extremo sul da zona costeira paulista, através do lançamento de loteamentos de veraneio na porção nordeste da Ilha Comprida, desencadeando um processo de urbanização turística desordenado (AFONSO, 1999).

Atualmente, Cananéia está entre os municípios com menor PIB per capita do estado de São Paulo: R\$ 3.023,00. O PIB total é aproximadamente R\$ 39,4 milhões de reais. O município ainda apresenta uma atividade rural e pesqueira bastante importante, mas sua economia baseia-se principalmente no setor de serviços, e a atividade mais importante é o turismo (OTANI et al., 2005). De acordo

com SUDELPA (1987), 72% da população de Cananéia e Iguape estão ligadas à atividade pesqueira. A atividade extrativista emprega 4% da população e a atividade agropecuária, 40% da população rural.

O município possui 21 estabelecimentos agropecuários, totalizando uma área de 7.647 hectares. Destes, 13 hectares são de lavouras permanentes, 3 de lavouras temporárias, 4.684 de pastagens naturais. Com relação a pecuária, Cananéia possui rebanhos de bovinos, equinos, suínos e asininos. A produção de leite é de aproximadamente 30 mil litros e a de ovos chega a 5 mil dúzias anuais. O principal produto agrícola do município é a banana, totalizando uma produção anual de 6.425 toneladas, gerando R\$ 1,9 milhão. Existem também fazendas de milho, que produzem anualmente 3 toneladas de grãos, de arroz (cerca de 72 toneladas anuais e R\$ 51 mil). Já extração de madeira movimenta aproximadamente R\$ 5 mil (IBGE, 2007).

Quanto ao setor secundário, o município de Cananéia possui 6 unidades locais de indústrias pesqueiras e 14 de transformação, que juntas movimentam aproximadamente R\$ 66 mil por ano (IBGE, 2007).

O terceiro setor movimenta mais de R\$ 3 milhões anualmente. As principais atividades desenvolvidas são comércio, atividades ligadas ao alojamento e à alimentação, transporte, armazenagem e comunicações, intermediações financeiras e atividades ligadas a seguro e atividades imobiliárias (IBGE, 2007).

As populações tradicionais ainda dedicam-se à lavoura de subsistência associada à pesca artesanal e a extração vegetal. Esse contingente, entretanto, vem sendo afastado ou incorporado pela expansão urbana próxima à costa, vinculando-se à atividades de construção civil, serviços domésticos e artesanato ligados ao turismo, ou por lavouras de caráter comercial (AFONSO, 1999).

1.1.6 Aspectos ambientais

Flora

Devido à proximidade do oceano e por ser uma região estuarina, os tipos de vegetação que ali se encontram são bem característicos. Cananéia, como visto anteriormente, possui clima tropical úmido permitindo a existência de Florestas Ombrófilas Densas das Terras Baixas e de Formação Pioneira com Influência Fluvio-Marinha (mangue).

O nome popular para Florestas Ombrófilas Densas das Terras Baixas é “vegetação de restinga”. Apesar de ser um termo muito amplo, podemos caracterizá-la como sendo ecossistemas adjacentes ao oceano, encontrados em planícies arenosas segundo Rodrigues (1998). Esse tipo de vegetação distribui-se sobre planícies costeiras, com uma grande quantidade de matéria orgânica, constituindo camadas diferenciáveis de folhelho e de húmus.

A cobertura vegetal das florestas de restinga é basicamente arbórea com árvores que vão de 10 m até 20 m, algumas espécies podendo chegar até 30 m, com sub-bosques estratificados em níveis arbustivo e herbáceos. Essas florestas estão distribuídas sobre terraços quaternários das planícies costeiras. Estas planícies possuem uma alternância entre cordões litorâneos arenosos secos e intercordões lodosos úmidos mal drenados ou inundados, que, associados ao tipo de solos, com origem ora fluvial, ora marinha e/ou mista refletindo na vegetação, que acaba constituindo associações de aspecto fisionômico e florístico singular.

Florestas Ombrófilas Densas das Terras Baixas, assim como a maioria das florestas tropicais, são ricas em epífitas, tanto em número como em diversidade. Entretanto, devido às diferenças de fertilidade dos solos e da eficiência da drenagem, pode-se encontrar variações na composição dessas florestas. A deposição e decomposição de material orgânico acompanham o gradiente da vegetação.

A outra formação vegetal que encontramos na região de Cananéia é a Formação Pioneira com Influência Flúvio-Marinha. Ela aparece na planície de maré e é uma vegetação altamente especializada que possui adaptações para resistir aos altos níveis de salinidade e a dois períodos de inundação diária. Nessa área, onde o ecossistema encontra-se, floculam e sedimentam detritos argilosos e lamosos, proveniente do continente, constituindo o lodo de acumulação que possui um alto índice de matéria orgânica em decomposição.

Nesse ambiente a vegetação pode ser constituída de dois tipos, o arbóreo e o herbáceo. Na vegetação arbórea, há a formação florestal constituída por comunidade microfanerofítica típica de ambiente salobro, sendo composto unicamente por três espécies: *Rhizophora mangle*, *Avicennia shaueriana* e *Laguncularia racemosa*, que ocorrem em todos os mangues dessa região. Porém, há um predomínio de *Rhizophora mangle* na primeira porção do mangue, aparecendo na parte mais firme do mangue *Laguncularia racemosa*. Todavia, de maneira geral, o manguezal é composto por uma homogeneidade florística ao longo do litoral. É comum encontrar epífitas como as bromélias, musgos e liquens desenvolvendo-se sobre os caules das árvores do mangue.

O mangue desaparece a medida que a salinidade diminui ou as águas tornam-se muito turbulentas. Esse tipo de vegetação então é substituída por uma fisionomia herbácea, que pode ser denominada de “campo salino”, que tem importante papel na acumulação de sedimentos lodosos. Esse substrato acaba formando um emaranhado herbáceo com predomínio de gramíneas *Spartina sp.* e amarilidáceas, *Crinum sp.* e de *Salicornia portulacoides*, entre outras. Conforme se adentra nessa região as características de solo lodoso passam para planícies arenosas e há o aparecimento de vegetação de restinga.

Existem outros tipos de ambientes e vegetações como pântanos e brejos, porém sua área é muito pequena não tendo uma importância muito relevante se comparada a esses dois ambientes anteriormente citados. Sendo assim, eles não serão comentados, apenas citados.

Fauna

A fauna da região é bem característica desse tipo de ambiente, e aparentemente bem preservada. Porém, alguns animais encontram-se ameaçados de extinção na região no entorno de Cananéia e no sistema lagunar Cananéia-Iguape, como a anta e a onça pintada, sendo esta praticamente inexistente atualmente. A fauna de mamíferos ainda conta com exemplares de mico-caiçara, gambás, jaguatiricas, quatis, paca, catetu, e, possivelmente, pumas, entre outros.

A avifauna é muito bem representada na região com exemplares de biguás, garças, martins-pescadores, fragatas, atobás, e demais outras espécies de aves ligadas a ambientes marinhos. Outras espécies de aves também podem ser encontradas no local como sairas de sete-cores, tié sangue, pica-paus, entre outros.

Os répteis são representados por cobras, jacarés do papo amarelo (ameaçado), teiú e inúmeras espécies de lagartos. Os peixes também possuem uma grande diversidade, sendo encontrados na região lagunar pescada branca e amarela, robalo peva e robalo flecha, tainha, parati, bagre e exemplares de elasmobrânquios (estes cujas populações de algumas espécies se encontram em grande declínio). Encontram-se ainda inúmeras espécies de anfíbios.

Esses aspectos ambientais ressaltam a importância ecológica da laguna. Os mangues da região têm um importante significado na consideração da laguna como um dos mais importantes estuários não degradados do mundo, além de serem considerados berçários marinhos.

1.2 Objetivos

O trabalho tem por objetivo aprender os procedimentos de coleta, análise e interpretação de dados referentes a nutrientes, parâmetros físicos e químicos em áreas estuarinas, bem como entender a dinâmica da região de Cananéia.



Figura 1.5: visão geral da área de trabalho e adjacências. A elevação à esquerda é o Morro de São João.

2 Materiais e métodos

2.1 Área de amostragem

As coletas foram feitas na tarde do dia 1º de abril de 2008. Foi feita uma estação fixa com duração de quatro horas, além de uma coleta na saída do rio Olaria, conforme ilustra a Figura 2.1. As coletas foram feitas a bordo do B/Pq Albacora (Figura 2.5).

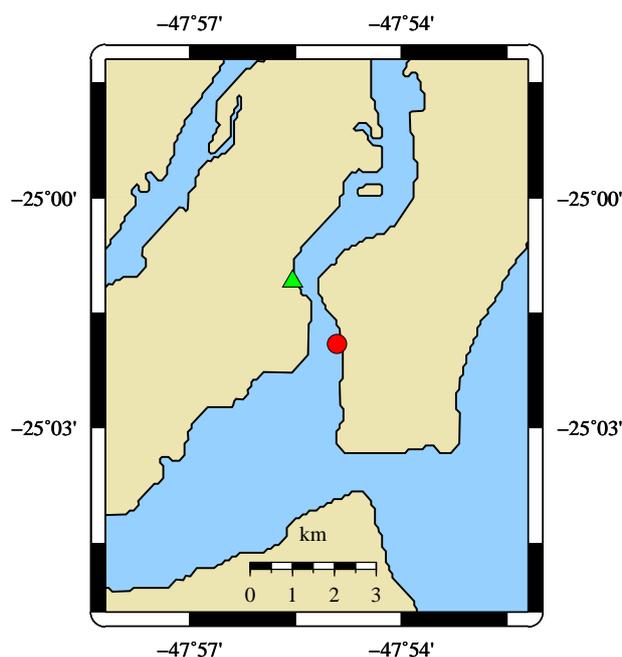


Figura 2.1: mapa da área de trabalho mostrando os pontos de coleta. O ponto assinalado com ▲ representa a coleta na saída do rio Olaria, enquanto que o ponto marcado com ● representa a estação fixa. Correspondente à área assinalada na figura Figura 1.1 em escala 1:200 000.

2.2 Amostragem

Foram utilizadas duas garrafas diferentes para coleta de água. Para nutrientes, utilizou-se uma Garrafa Van-Door de policarbonato em coletas de fundo e um balde com torneira adaptada em coletas de superfície. Para os demais parâmetros, utilizou-se Garrafas Hydrobios do tipo Nansen, de policarbonato, com termômetros de reversão acoplados.

Salinidade

As amostras foram coletadas em frascos de vidro âmbar.

Oxigênio dissolvido

As amostras foram coletadas diretamente no frasco em que seriam analisadas: erlenmeyers de vidro transparente com colarinho e tampa mergulhadora. A coleta foi feita com o cuidado de não formar bolhas durante o processo, utilizando-se um tubo de borracha adaptado à torneira da garrafa. À extremidade do tubo estava fixado um bico afunilado que era mantido no fundo do erlenmeyer durante a coleta. Deixava-se transbordar antes da adição dos reagentes e posterior fechamento da garrafa. Com a garrafa fechada, agitava-se o frasco e este era armazenado em caixas ao abrigo da luz. Durante todo o procedimento, segurou-se o frasco pela parte superior, para evitar aquecimento da amostra.

pH

As amostras de pH foram coletadas em frascos de vidro âmbar de modo semelhante às de oxigênio, porém sem adição de reagentes nem agitação.

N-amoniacoal

As amostras foram fixadas no barco, para evitar a conversão entre as formas de nitrogênio pela ação de bactérias.

Nutrientes

Os frascos plásticos de coleta, opacos, foram previamente lavados com solução ligeiramente ácida (5% HCl) e enxaguados abundantemente com água destilada e deionizada.

Clorofila-a

As amostras foram coletadas em frascos plásticos.

2.3 Preservação

Salinidade

Oxigênio dissolvido

A análise do oxigênio dissolvido deve ocorrer em, no máximo, algumas horas após a coleta. Durante este período, as amostras devem ser armazenadas ao abrigo da luz e com uma pequena quantidade de água destilada no colarinho do erlenmeyer para garantir que não haverá formação de bolhas no interior do mesmo.

pH

Assim como a análise de oxigênio, a análise do pH também deve ocorrer após algumas horas e as amostras devem ser mantidas ao abrigo da luz.

N-amoniacoal

As amostras foram preservadas sob refrigeração até a análise.

Nutrientes

Os nutrientes foram analisados em laboratório algumas semanas após a coleta. No período entre a coleta e a análise das amostras, elas permaneceram sob refrigeração -20 °C, armazenadas em frascos plásticos opacos.

Clorofila-a

As amostras devem ser armazenadas ao abrigo da luz e mantidas sob refrigeração.

2.4 Métodos analíticos

2.4.1 Oxigênio Dissolvido

A concentração do oxigênio dissolvido foi medida usando-se o método de Winkler (1888). Nesse método, o oxigênio dissolvido da amostra reage quantitativamente com o hidróxido de manganês II em meio alcalino, formando o sólido $Mn(OH)_3$.

O íon manganês liberado em meio ácido reage com os íons iodeto previamente adicionados na amostra. O íon iodeto é oxidado a iodo, que se complexa com o excesso de iodeto, formando o complexo I_3^- .

Através das reações verifica-se que são necessários 2 mols de tiosulfato para titular 1 mol de iodo, liberado por $\frac{1}{2}$ mol de oxigênio. Portanto, 4 mols de tiosulfato equivalem a 1 mol de oxigênio. Sabendo o volume de tiosulfato utilizado durante a titulação e sua molaridade (previamente padronizada) é possível conhecer a concentração de oxigênio dissolvido na amostra.

Instrumentos utilizados

- Bureta de pistão calibrada com 10 ml de capacidade e escala 0,01
- Agitador magnético
- Frascos de coleta com tampa mergulhadora
- Seringas 5 ml
- Béqueres de 150 ml
- Pipetas volumétricas de 1 ml

Reagentes utilizados

- Solução de cloreto de manganês II 2 M (R_1)
- Solução de iodeto alcalino KI=3,6 M e KOH=5,4 M (R_2)
- Solução de ácido sulfúrico
- Solução de tiosulfato de sódio 0,02 N
- Solução de amido
- Solução de iodato de potássio 0,0100 N

2.4.2 pH

Utilizou-se o método descrito por Grasshoff (1976) para a determinação do pH. A leitura foi realizada com pHmetro previamente calibrado.

Instrumento utilizado

- pHmetro Metrohm, modelo 826 ph mobile

2.4.3 Silicato

A análise de silicato seguiu o procedimento apresentado por Grasshoff (1976). No laboratório, em São Paulo, separou-se uma alíquota de 35 ml de cada amostra, transferindo-a para o frasco de reação. Ali, adicionou-se 1 ml da mistura de reagentes e, após 5 minutos, acrescentou-se 1 ml de ácido oxálico. Em seguida, 1 ml de ácido ascórbico foi adicionado. Depois de 30 minutos de reação, foi feita a leitura da absorbância, no comprimento de onda 810 nm.

Instrumentos utilizados

- Espectrofotômetro UV-VIS de duplo feixe, modelo Cintra 5, do fabricante GBC Scientific Equipment
- Cubetas de vidro com 5cm ou 1cm de percurso óptico
- Frascos de reação em plástico de boa qualidade, tipo erlenmeyers, com tampa
- Frascos de reação em plástico para coleta das amostras
- Balões volumétricos e pipetas volumétricas para a diluição da solução-padrão
- Provetas graduadas
- Dispensers ou seringas

Reagentes utilizados

- Ácido sulfúrico 9N
- Ácido sulfúrico 7,2N
- Solução de heptamolibdato de amônio tetrahidratado
- Mistura de reagentes
- Solução de ácido oxálico
- Solução de ácido ascórbico
- Solução-padrão de silicato



Figura 2.2: amostras para análise de silicato com coloração azulada após a adição dos reagentes.

2.4.4 Fosfato

O princípio do método baseia-se na reação quantitativa do fosfato com íons molibdato, em meio ácido, para posterior análise em espectrofotômetro. A reação, catalisada pelo antimônio, produz um complexo amarelo, o fosfomolibdato, que é reduzido a um composto azul, pela ação do ácido ascórbico.

Instrumentos utilizados

- Espectrofotômetro UV-VIS de duplo feixe, modelo Cintra 5, do fabricante GBC Scientific Equipment
- Cubetas de vidro com 5cm ou 1cm de percurso óptico

Reagentes utilizados

- Balões volumétricos de 100, 200 e 1000 ml
- Pipetas volumétricas de 0,5, 1 e 2 ml
- Frascos de 100, 200 e 1000 mlN
- Frascos de reação de 125 ml
- Provetas de 50 ml
- Pisseta

A quantidade do complexo azul de fosfomolibdênio formado é proporcional à concentração de fósforo presente como fosfato inorgânico na amostra de água. Portanto, o fósforo pode ser quantificado por espectrofotometria que relaciona a concentração com absorbância através da Lei de Lambert-Beer.

Para tal, 35 ml de cada amostra são transferidas para um erlenmeyer de 120 ml e em seguida são adicionados 1 ml de R₁ (preparado previamente misturando-se 45 ml de solução de molibdato 0,08 M a 200 ml de solução de ácido sulfúrico 9 N e a 5 ml de solução de tartarato de potássio 0,1 M) e 1 ml de R₂ (solução de ácido ascórbico 0,4 M).

Os mesmos reagentes são adicionados as soluções-padrão de fosfato (0,5, 1 e 2 μM).

Após 5 minutos, as absorbâncias das amostras e dos padrões São lidas no espectrofotômetro a 880 nm, em cubas de 5 cm.

Com as medidas de absorbância dos padrões, descontado o valor do branco, constrói-se uma curva de calibração a partir da qual é possível obter o fator F que relaciona a concentração com a absorbância.

$$F = \frac{\Delta C}{\Delta A} \quad (2.1)$$

Onde C é a concentração da solução-padrão e A é a absorbância medida pelo espectrofotômetro.

O cálculo das concentrações de fosfato é feito relacionando o fator F a absorbância A, através da equação:

$$[\text{PO}_4^{-3}] = F \cdot A \quad (2.2)$$



foto: Natália T. Signorelli

Figura 2.3: análise de fosfato no espectrofotômetro.

2.4.5 N-amoniacal

Foi coletada água para a determinação do N-amoniacal, em cada estação, utilizando-se garrafas de Ninski para a superfície e o fundo. As amostras foram feitas logo após a coleta do OD e de pH, em frascos âmbar, e nelas acrescentou-se R1 (reagente a base de nitropruciato de amônio) e R2 (reagente à base de fenol), para sua fixação. No laboratório, em São Paulo, foi realizada a análise, seguindo a seguinte metodologia: Separa-se uma alíquota de 80 ml da amostra e acrescenta-se 1 ml de tampão de acetato, 1ml de cloroamina-T, homogeneiza-se e espera-se pelo menos 90 segundos antes de se adicionar 40 ml de “pyrazolone”.

Após esperar no mínimo 60 segundos, adiciona 35 ml de tetracloreto de carbono. Extrai-se a amônia, agitando o frasco vigorosamente por um minuto. Filtra-se a solução de tetracloreto de carbono. Mede-se, usando um espectrofotômetro comum, o comprimento de onda de 450 nm, depois de aproximadamente cinco minutos de repouso.

Instrumentos utilizados

- Frascos âmbar
- Béqueres
- Balões volumétricos e pipetas volumétricas
- Provetas graduadas
- Cubetas para a leitura óptica com 5 cm de percurso óptico
- Espectrofotômetro Micronal B 382
- Funis
- Pêras
- Filtro Nº1 Whatman

Reagentes utilizados

- Água destilada
- Tetracloreto de carbono
- Piridina
- Bis (3-metil-1-fenil-5-pyrazolone)
- Solução de cloroamina-T
- Reagente “pyrazolone”
- Tampão de acetato

2.4.6 Nitrito

Basicamente, a determinação do nitrito está baseada na reação do nitrito com uma amina aromática (SA), em pH baixo, formando íon diazônico. Este reage com uma segunda amina aromática, formando um composto colorido (díazo), a partir do qual é calculada a concentração de nitrito (as concentrações são proporcionais). A amostra é lida no espectrofotômetro.

Em Cananéia, as amostras foram filtradas, acondicionadas em frascos de plástico e congeladas à -20 °C, para serem analisadas no laboratório em São Paulo.

Instrumentos utilizados

- Espectrofotômetro
- Cubetas de 5 ou 1 cm de percurso ótico
- Balões volumétricos e pipetas volumétricas
- Frascos de reação
- Seringas

Reagentes utilizados

- solução de sulfanilamida (SA)—R1
- solução de n-(naftil)-etileno diamina dihidroclorato
- (NED)—R2
- solução padrão de nitrato de sódio

A curva de calibração do espectrofotômetro foi feita a partir da solução mãe, que foi diluída para obter vários padrões de diferentes concentrações.

De cada amostra foi retirada, utilizando-se uma proveta graduada, uma alíquota de 35 ml que foi transferida para o frasco de reação. A cada uma dessas alíquotas foi adicionado 1 ml de R1, e o frasco foi agitado. O mesmo procedimento foi feito com R2. Após cerca de 25 minutos (tempo de reação) as amostras foram colocadas no espectrofotômetro em cubetas de 5 cm, e foram lidas as absorbâncias do comprimento de onda 540 nm. Para o branco foi separada uma alíquota de 35 ml de água destilada deionizada e feito o mesmo procedimento das amostras anteriores.

Com os valores de absorbância referentes aos padrões, corrigidos pelo branco das cubas e branco de reagentes, foi construída uma curva de calibração e obtido um fator F que converte o valor da absorbância em concentração, segundo a fórmula:

$$C = F \times A(\text{amostras}) \quad (2.3)$$

2.4.7 Nitrato

Para a determinação de nitrato deve-se reduzir o nitrato à nitrito, utilizando um redutor de cádmio cuperizado. O nitrito é determinado segundo o método descrito acima, e a concentração é obtida pela subtração do valor total de nitrito com o valor inicial.

A amostragem é exatamente igual à do nitrito. Além dos instrumentos já citados para a determinação do nitrito, um redutor de Cd/Cu e uma bomba peristáltica foram utilizados.

Reagentes utilizados

- Solução de sulfanilamida (SA)-R1;
- Solução de n-(naftil)-etileno dimina dihidroclorato (NED)-R2;
- Solução tampão de cloreto de amônio-R3;
- Solução mãe de nitrato de potássio;
- Cádmio;
- Solução de sulfato de cobre;
- Solução de ácido clorídrico 2N.

A curva de calibração do espectrofotômetro foi feita a partir da solução mãe, que foi diluída para obter vários padrões de diferentes concentrações.

A determinação da concentração foi feita a partir de 50 ml de amostra adicionadas a 50 ml de tampão. Essa mistura foi colocada em erlenmeyers e passada pelo redutor, desprezando-se os primeiros 30 ml, com os quais foram lavados os recipientes. A fração seguinte, de 25 ml, foi recolhida e transferida para o frasco de reação, onde foi adicionado 1 ml de R1 e 1 ml de R2. esperou-se 25 minutos até que o tempo de reação fosse cumprido, e então o conteúdo do frasco foi colocado em cubetas de 5 cm. Foram lidas as absorbâncias no comprimento de onda 540 nm. Tratando-se do branco, uma alíquota de 35 ml de água destilada deionizada foi determinada de forma idêntica à descrita anteriormente.

Com os valores de absorbância referentes aos padrões, corrigidos pelo branco das cubas e o branco de reagentes, foi construída uma curva de calibração e obtido um fator F que converte o valor da absorbância em concentração, segundo a fórmula:

$$C = F \times A(\text{amostras}) \quad (2.4)$$



foto: Danilo R. Vieira

Figura 2.4: análise de nitrito e nitrato no *auto-analyzer*.

2.4.8 Material em Suspensão

As amostras foram recolhidas em frascos plásticos abrigados da luz, no continente essas amostras foram filtradas. Os filtros foram secos em estufas para eliminação de material orgânico e pesados em balanças analíticas.

2.4.9 Matéria Orgânica

Para a análise de matéria orgânica, colocam-se os filtros de peso P2, isto é a soma do filtro e a matéria em suspensão, em uma mufla, e deixa-os por 4 horas a uma temperatura de 450 °C, pesa-os assim que saem da mufla (depois de esfriá-los um pouco), este será o peso P3, que é o peso da matéria inorgânica, a matéria orgânica é dada por:

$$\text{Peso da Matéria Orgânica} = P2 - P3$$

Instrumentos utilizados

- Frascos de coleta de amostras de plástico de boa qualidade com cerca de 1 litro de capacidade
- Frascos de coleta de amostras de plástico de boa qualidade com cerca de 200 ml de capacidade
- Béqueres
- Aparelhagem de filtração a vácuo – Compressor aspirador Fanem Diapump
- Filtros (47 mm HA Millipore)
- Balança analítica Monobloc inside Weighing Technology AB 204-S Mettler Toledo
- Papel alumínio
- Bandeja
- Mufla Piromatic Pirotec
- Dessecador
- Pinças

Reagentes utilizados

- Água destilada
- Sílica em gel

2.4.10 Clorofila-a e feofitina

Filtrou-se um volume conhecido de água do mar (no nosso caso 400 ml) com a utilização de um filtro, onde as células fitoplanctônicas ficaram retidas. Como a análise não pode ser realizada de imediato foi necessário armazená-las em temperaturas baixas (refrigerador), assim, dobrou-se o filtro com o material voltado para a fase interna e o colocamos em um envelope com identificação da amostra e, em seguida, em um refrigerador.

No dia das análises, o filtro foi transferido para um tubo de centrífuga com ajuda de uma pinça e adicionou-se uma solução de acetona 90%. Quando o filtro não se dissolveu, foi necessário o uso de um bastão de vidro para a maceração do mesmo, em seguida, centrifugou-se a amostra a 2 000 rpm por 15 minutos e o sobrenadante foi despejado, lentamente, direto na cubeta do espectrofotômetro.

No espectrofotômetro, a leitura da absorbância foi realizada nos comprimentos de onda 750 nm e 664 nm (ou 665 nm) contra uma cubeta de referência contendo acetona 90%, anotando as leituras para todos os comprimentos de onda. Repetiu-se o procedimento no espectrofotômetro, porém, acidificando a amostra com ácido clorídrico (HCl) e as leituras da absorbância da amostra foram repetidas nos comprimentos de onda 750 e 665 nm, anotando as leituras para todos os comprimentos de onda.

O conteúdo da cubeta foi despejado em um descarte para acetona usada e a cubeta foi lavada com acetona limpa antes da utilização da mesma para outra amostra.

Os cálculos para clorofila e feofitina dependem das absorbâncias medidas no espectrofotômetro e de suas fórmulas que, segundo Lorenzen (1967), são as seguintes:

$$Cl - a = \frac{11 \times 2,43 [(665_0 - 750_0)(665_a - 750_a)] \times 2}{V_f} \quad (2.5)$$

$$Feo = \frac{11 \times 2,43 [1,7 (665_a 750_a)(665_0 - 750_0)] \times 2}{V_f} \quad (2.6)$$

Onde, $Cl - a$ é a concentração de clorofila-a (mg/m^3), Feo é a concentração de feopigmentos (mg/m^3), 665_0 e 750_0 são absorbâncias antes da acidificação, 665_a e 750_a são absorbâncias depois da acidificação e V_f é o volume filtrado (l).



foto: Caio C. Ferreira

Figura 2.5: barco de pesquisas Albacora, utilizado para coletas.

3 Resultados

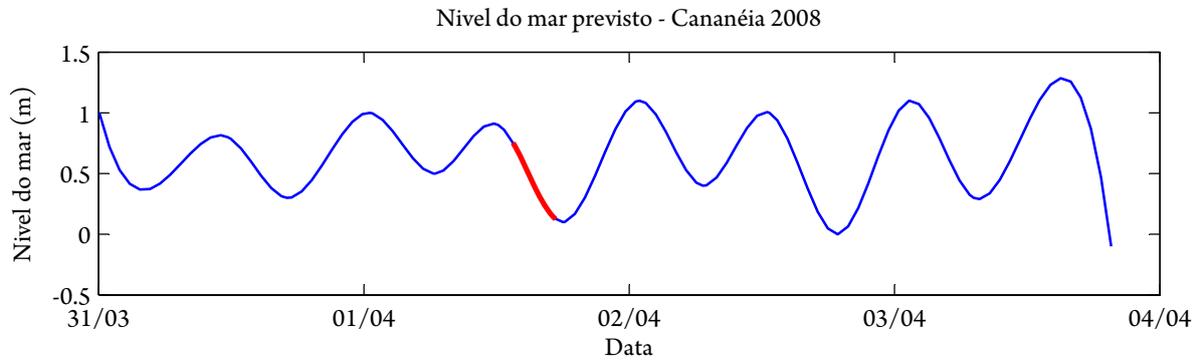


Figura 3.1: variação da maré nos dias próximos ao período de estudo. O trecho assinalado com linha mais grossa está detalhado na Figura 3.2.

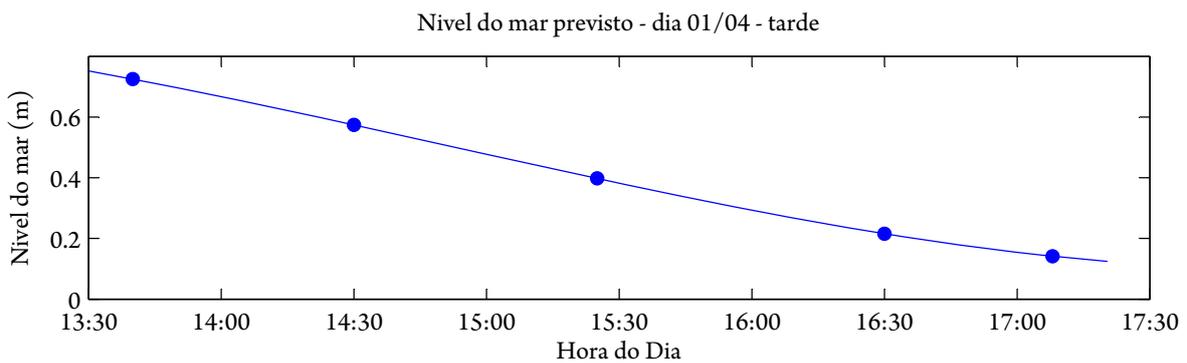


Figura 3.2: variação da maré durante o período de estudo.

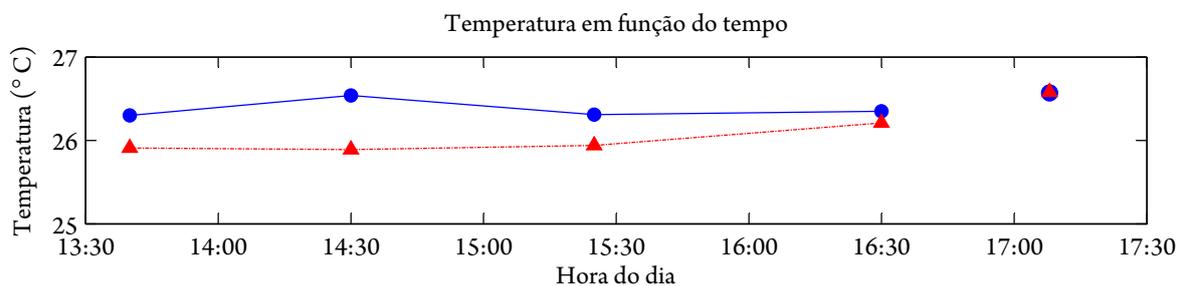


Figura 3.3: temperatura em função do tempo. ● : superfície; ▲ : cinco metros.

A temperatura (Figura 3.3) é sempre maior na superfície, apresentando máximo de superfície às 14h30, porém o máximo no fundo ocorre apenas às 16h30, ponto onde observa-se que as temperaturas de superfície e fundo tornam-se próximas.

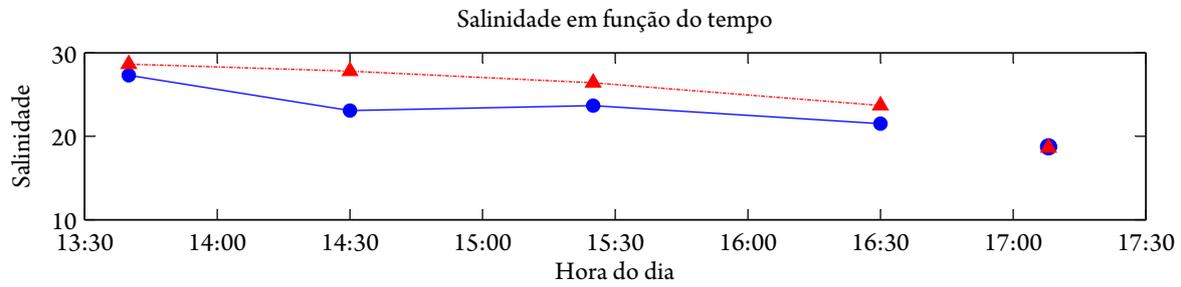


Figura 3.4: Salinidade em função do tempo. ● : superfície; ▲ : cinco metros.

A salinidade (Figura 3.4) é sempre maior no fundo 5 m, igualando-se à de superfície apenas no rio Olaria. A máxima salinidade está localizada em torno das 13h30min, havendo uma diferença mais significativa às 14h30min.

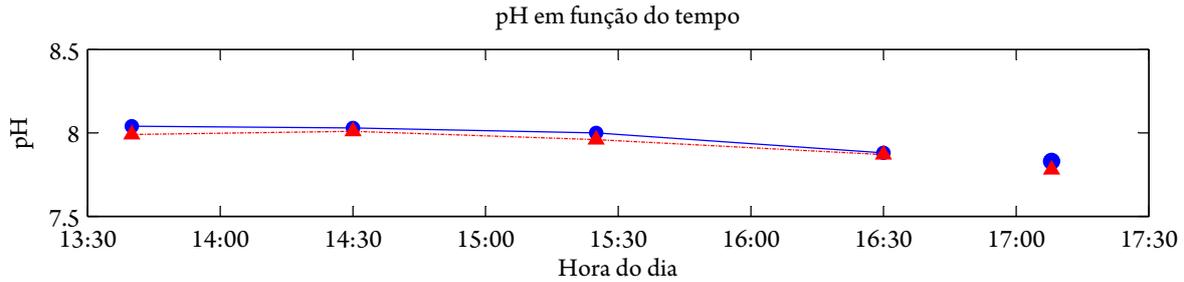


Figura 3.5: pH em função do tempo. ● : superfície; ▲ : cinco metros.

O pH (Figura 3.5) é quase constante durante o período de análise, igualando superfície e 5 m às 14h30min e às 16h30min, voltando a aumentar a diferença no rio Olaria, porém essa diferença é insignificante.

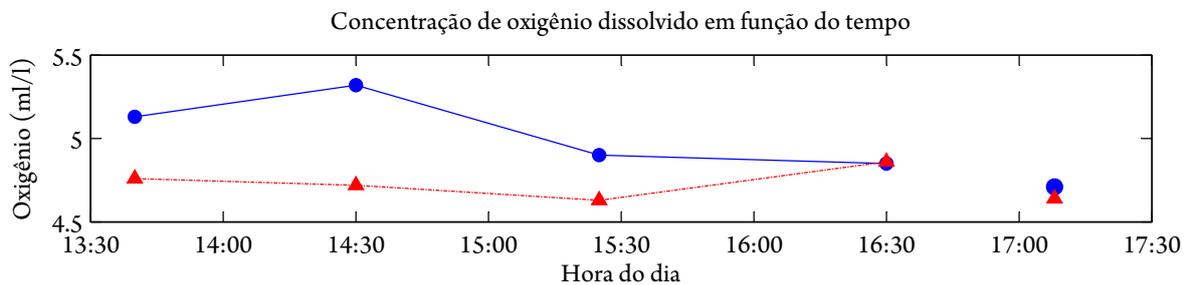


Figura 3.6: oxigênio dissolvido em função do tempo. ● : superfície; ▲ : cinco metros.

O oxigênio (Figura 3.6), na superfície, tem um aumento às 14h30min diminuindo até se igualar com o fundo às 16h30min. A 5 m o oxigênio diminui até 15h30min aumentando e, como dito antes, igualando-se com a superfície. No rio Olaria os níveis são os mais baixos sendo ligeiramente maiores na superfície. As maiores concentrações de oxigênio encontram-se na superfície às 14h30min.

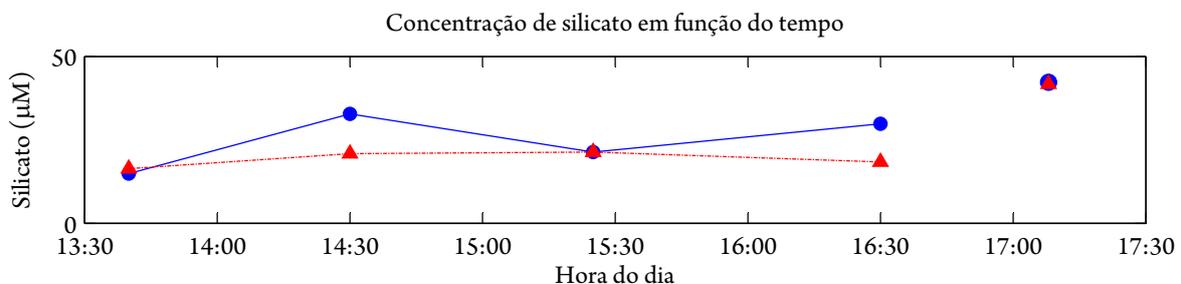


Figura 3.7: silicato em função do tempo. ● : superfície; ▲ : cinco metros.

O silicato (Figura 3.7) às 13h30min é pouco maior a 5 m, mas os valores de superfície superam os de 5 m. Às 14h30min, diminuindo até igualarem os valores às 15h30min, mas os valores de superfície voltam a aumentar. No rio Olaria os valores são os mais altos e tanto superfície como a 5 m são iguais.

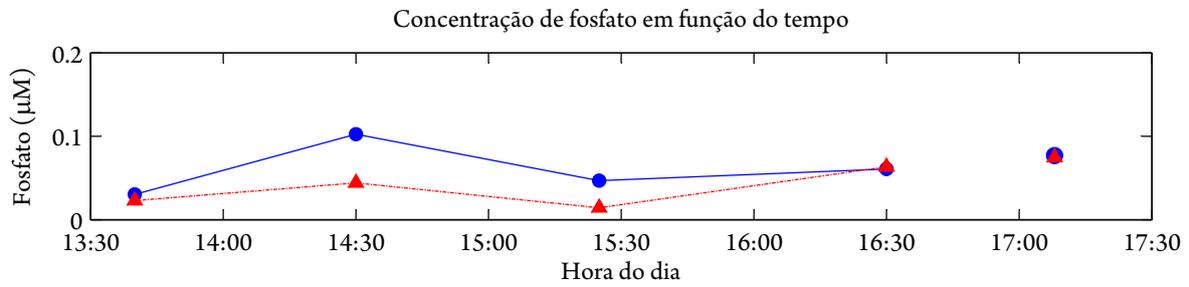


Figura 3.8: nitrito em função do tempo. ● : superfície; ▲ : cinco metros.

O fosfato (Figura 3.8) tem um máximo de concentração às 14h30min na superfície, seguindo uma tendência a igualar com a profundidade de 5 m, o que ocorre às 16h30min. No rio Olaria os valores são iguais para superfície e 5 m.

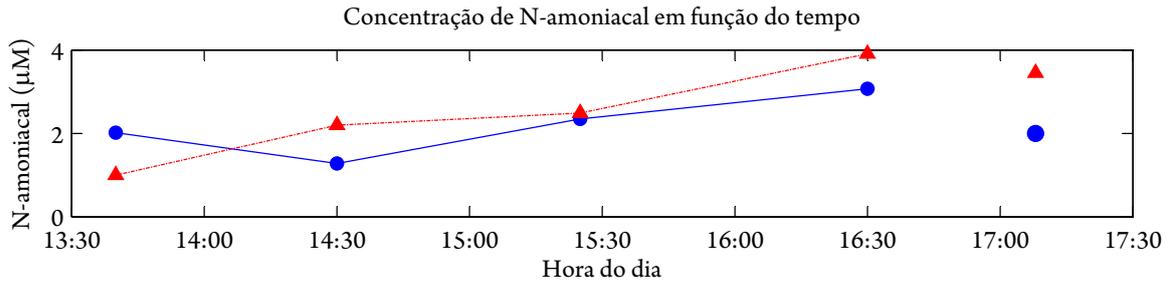


Figura 3.9: N-amoniaco em função do tempo. ● : superfície; ▲ : cinco metros.

O N-amoniaco (Figura 3.9) apresenta uma tendência de aumento na concentração com o tempo para ambas profundidades. Os valores de superfície são maiores no início das coletas sendo ultrapassado até às 14h30min onde se encontra o mínimo nessa profundidade. No rio Olaria há uma grande diferença entre superfície e fundo, sendo maior em 5 m.

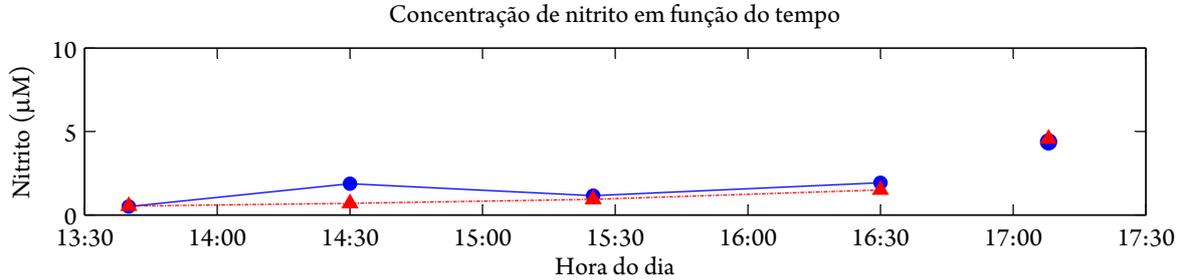


Figura 3.10: nitrito em função do tempo. ● : superfície; ▲ : cinco metros.

O nitrito (Figura 3.10) possui um máximo no rio Olaria, onde as concentrações são iguais para 5 m e superfície. Nas estações fixas há uma diferença bem visível às 14h30min. O mínimo está localizado na primeira estação fixa, nos demais pontos as concentrações são sempre pouco maiores que à 5 m.

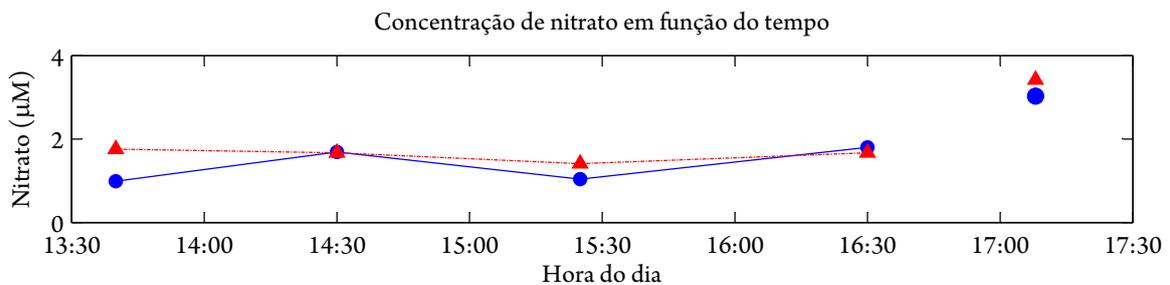


Figura 3.11: nitrato em função do tempo. ● : superfície; ▲ : cinco metros.

O nitrato (Figura 3.11), assim como nitrito, possui um máximo no rio Olaria, onde as concentrações de fundo são maiores do que na superfície. Ao contrário do nitrito, a 5 m as concentrações são sempre maiores a 4 m, igualando as concentrações às 14h30min. O mínimo encontra-se na primeira estação fixa e se localiza na superfície.

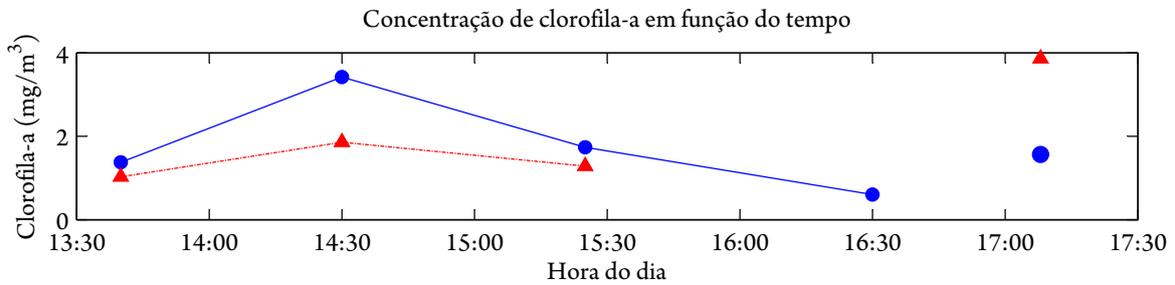


Figura 3.12: clorofila-a em função do tempo. ● : superfície; ▲ : cinco metros.

A concentração de clorofila-a (Figura 3.12) é mínima às 16h30min na superfície, porém não há dados à 5 m por algum problema na amostragem. Às 14h30min há grande diferença entre superfície e 5 m. Nas duas profundidades, as tendências são de aumento até as 14h30min e de queda a partir desse ponto. No rio Olaria as concentrações invertem sendo maiores em 5 m que na superfície, inclusive é nesse ponto onde ocorre a maior concentração.

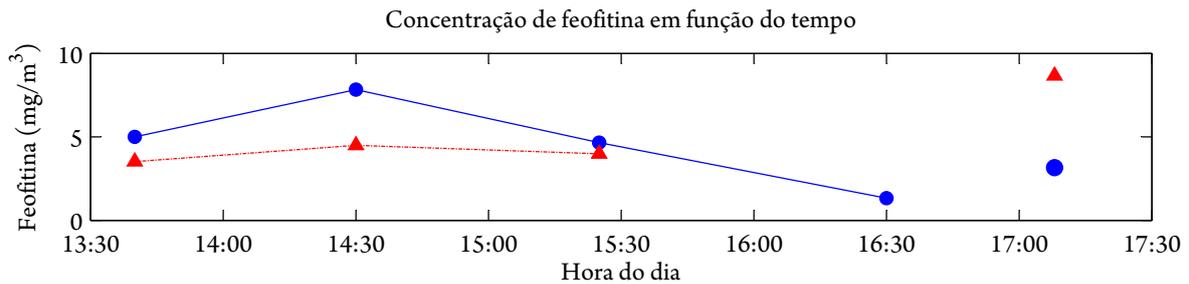


Figura 3.13: feofitina em função do tempo. ● : superfície; ▲ : cinco metros.

A concentração de feofitina (Figura 3.13) acompanha a de clorofila-a, seguindo as mesmas características, com mínimo no mesmo ponto e às 14h30min ocorre o mesmo fenômeno. No rio Olaria a situação é semelhante com máximo em 5m.

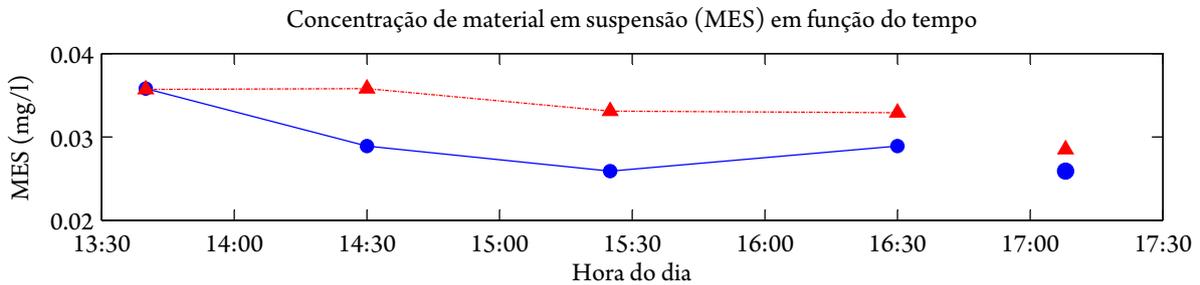


Figura 3.14: material em suspensão em função do tempo. ● : superfície; ▲ : cinco metros.

O material em suspensão (Figura 3.14) possui um máximo em 13h30min com uma tendência de queda, sendo essa tendência mais acentuada na superfície que é sempre menor do que a 5m. No rio Olaria encontramos os menores valores, sendo que a 5m é maior do que na superfície.

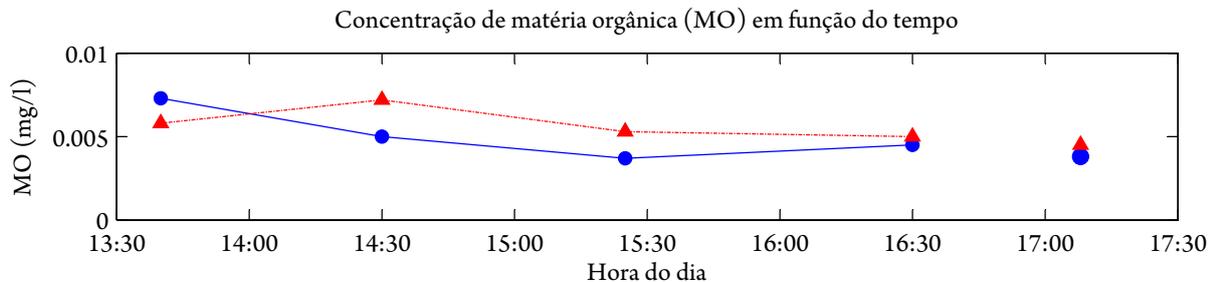


Figura 3.15: matéria orgânica em função do tempo. ● : superfície; ▲ : cinco metros.

Com matéria orgânica (Figura 3.15) a maior concentração encontra-se na superfície às 13h30min diminuindo sua concentração com o tempo. À 5 m ocorre o oposto, aumentando a concentração até 14h30min, onde encontram-se as maiores diferenças, seguindo uma tendência a se igualarem, quase alcançando a igualdade às 16h30min. No rio Olaria a concentração tanto de superfície quanto a 5 m são as mínimas, porém maior à 5 m do que na superfície.

Tabela 3.1: Parâmetros gerais do cabeçalho da ficha de bordo. Os valores entre parênteses, na coluna “Velocidade do vento”, representam os valores das rajadas.

Estação	Horário	Latitude	Longitude	Profundidade Total (m)	Velocidade do vento (m/s)	Disco de Secchi (m)	Cobertura do céu
Fixa 5	13:40	25° 01,909' S	47° 54,914' W	5	5 (7)	1	6/8
Fixa 6	14:35	25° 01,915' S	47° 54,909' W	5	(1)	1	6/8
Fixa 7	15:25	25° 01,919' S	47° 54,906' W	5	1 (2,5)	1	7/8
Fixa 8	16:30	25° 01,923' S	47° 54,908' W	5	2	1	7/8
Olaria	17:08	25° 01,094' S	47° 55,540' W	5	1,2	0,5	2/8

Tabela 3.2: Parâmetros físicos e químicos

Estação	Horário	Profundidade (m)	Temperatura (°C)	Salinidade	Oxigênio dissolvido (ml/l)	pH
Fixa 5	13:40	0	26,30	27,3109	5,13	8,04
Fixa 6	14:30	0	26,54	23,0818	5,32	8,03
Fixa 7	15:25	0	26,31	23,6832	4,90	8,00
Fixa 8	16:30	0	26,35	21,5194	4,85	7,88
Olaria	17:08	0	26,57	18,7281	4,71	7,83
Fixa 5	13:40	5	25,91	28,6455	4,76	7,99
Fixa 6	14:30	5	25,89	27,8032	4,72	8,01
Fixa 7	15:25	5	25,94	26,4104	4,63	7,96
Fixa 8	16:30	5	26,21	23,6923	4,86	7,87
Olaria	17:08	5	26,58	18,6293	4,64	7,78

Tabela 3.3: Nutrientes

Estação	Horário	Profundidade (m)	Silicato (μM)	Fosfato (μM)	N-amoniacal (μM)	Nitrito (μM)	Nitrato (μM)
Fixa 5	13:40	0	14,91	0,0304	2,02	0,50	0,99
Fixa 6	14:30	0	32,80	0,1024	1,28	1,87	1,69
Fixa 7	15:25	0	21,37	0,0468	2,35	1,15	1,04
Fixa 8	16:30	0	29,84	0,0607	3,07	1,93	1,80
Olaria	17:08	0	42,25	0,0769	2,00	4,38	3,03
Fixa 5	13:40	5	16,40	0,0229	1,00	0,53	1,76
Fixa 6	14:30	5	20,87	0,0441	2,20	0,69	1,67
Fixa 7	15:25	5	21,37	0,0143	2,49	0,93	1,41
Fixa 8	16:30	5	18,39	0,0634	3,91	1,50	1,67
Olaria	17:08	5	41,75	0,0745	3,45	4,57	3,42

Tabela 3.4: Outros parâmetros

Estação	Horário	Profundidade (m)	Clorofila-a (mg/m ³)	Feofitina (mg/m ³)	MES (mg/l)	MO (mg/l)
Fixa 5	13:40	0	1,3766	4,9971	0,0358	0,0073
Fixa 6	14:30	0	3,4214	7,8372	0,0289	0,0050
Fixa 7	15:25	0	1,7374	4,6564	0,0259	0,0037
Fixa 8	16:30	0	0,6014	1,3292	0,0289	0,0045
Olaria	17:08	0	1,5637	3,1541	0,0259	0,0038
Fixa 5	13:40	5	1,0291	3,5177	0,0357	0,0058
Fixa 6	14:30	5	1,8577	4,4960	0,0358	0,0072
Fixa 7	15:25	5	1,2830	3,9868	0,0331	0,0053
Fixa 8	16:30	5	—	—	0,0329	0,0050
Olaria	17:08	5	3,8625	8,6619	0,0285	0,0045

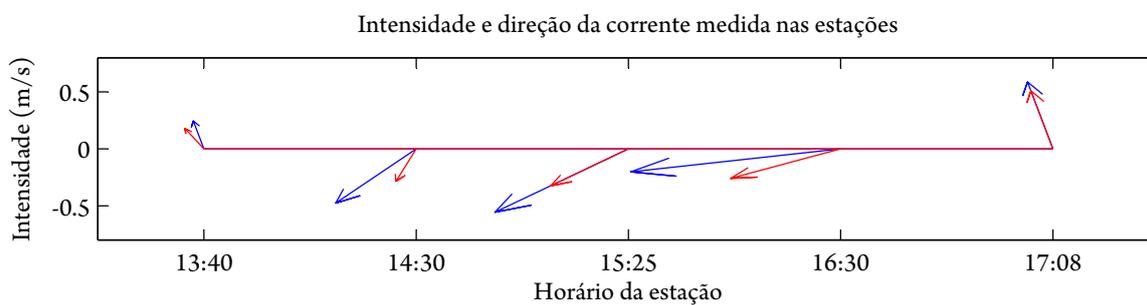


Figura 3.16: corrente medida em cada estação. Norte para o topo e perpendicular à horizontal. →: superfície; →: cinco metros.

4 Discussão

4.1 Estação fixa

As coletas foram realizadas no período de maré vazante, tendo início na estufa de maré cheia. Durante o período estudado, a temperatura da superfície foi maior que a do fundo, e houve uma tendência de homogeneização da mesma às 16h30. Os valores observados são típicos da estação outono (Figura 3.3).

A salinidade mostrou-se sempre maior no fundo, o que indica influência da água do mar. Ao longo do tempo, tanto a salinidade do fundo quanto da superfície diminuíram, devido ao aumento da influência da drenagem continental (Figura 3.4).

Em relação ao oxigênio dissolvido, as concentrações de superfície foram superiores do que as concentrações de fundo. A partir das 15h houve um aumento do oxigênio de fundo e uma tendência à homogeneização da coluna, devido aos processos de mistura. (Figura 3.6)

Como o pH varia com a concentração de oxigênio dissolvido, ele também decai a partir das 15h. Os valores de pH de superfície e de fundo apresentam-se próximos, sendo o de fundo ligeiramente menor, o que sugere influência da característica tampão da água mais salina. Como a água de superfície é menos salina, seu pH varia mais facilmente com o oxigênio dissolvido, justificando os valores encontrados maiores do que os de fundo (Figura 3.5).

Os valores de fosfato apresentam-se homogêneos no começo das coletas. Às 14h30, observa-se uma estratificação na coluna d'água, o que também afeta a distribuição de fosfato (maior diferença nos valores). Ao final, constatou-se novamente a homogeneidade, e os valores de fosfato voltaram a ser próximos. Percebe-se a influência da maré local quando se comparam os valores de início e término da observação. Com uma altura menor da coluna d'água nos períodos finais, os processos turbulentos de fundo se tornam mais aparentes e o fosfato armazenado na água intersticial e no sedimento volta para a coluna d'água, aumentando as concentrações finais de fosfato (Figura 3.8). Apesar do ligeiro aumento, os valores encontrados são baixos, porém não críticos. Neste trabalho calculou-se apenas a concentração de fosfato inorgânico dissolvido, desconsiderando as outras formas existentes, o que pode explicar os baixos valores encontrados.

O amônio apresentou valores maiores no fundo do que na superfície em todas as coletas, exceto na primeira. Isso pode ser explicado principalmente pela assimilação pelo fitoplâncton em baixas profundidades e decomposição de matéria orgânica próxima ao fundo. Tanto os valores de superfície quanto o de fundo aumentam com a diminuição da coluna d'água, devido ao aumento da interferência dos sedimentos (Figura 3.9). Apesar de não serem altos, esses valores não são limitantes para a produção primária.

O nitrito apresenta valores baixos e próximos ao longo do período amostrado, sendo que os máximos foram encontrados na superfície. Os baixos valores indicam que o sistema não está tóxico.

Apesar de sua distribuição quase homogênea, o nitrato apresenta concentrações ligeiramente maiores no fundo do que na superfície. Mesmo sendo a forma mais estável, ele também é assimilado pelo fitoplâncton, fato que explica as maiores variações nas concentrações na superfície e menores no fundo.

A concentração de material em suspensão (Figura 3.14) apresenta-se alta na superfície e no fundo. Com a maré baixando, a água de fundo fica turva e água de superfície fica momentaneamente limpa, mas em seguida torna-se turva. Água de superfície no início apresenta maior concentração de matéria orgânica.

A concentração de clorofila-a (Figura 3.12) revela uma biomassa significativa, apresentando maior valor às 14h30, durante a queda do material em suspensão, o que proporciona maior disponibilidade de luz ao fitoplâncton. A biomassa de fitoplâncton decai com a queda da maré.

A concentração de feofitina (Figura 3.13) apresenta-se elevada no início da amostragem, diminuindo com a baixa da maré. Isso mostra que a população de fitoplâncton está em declínio. Com a baixa da maré, há mistura de água do rio: onde há ocorrência de maior concentração de clorofila, há também um aumento na concentração de feofitina. Clorofila não indica quantidade de indivíduos e nem espécies.

A coleta realizada as 14h30 pode ser considerada um ponto peculiar. Neste momento a coluna d'água estava estratificada (maiores diferenças entre as temperaturas e salinidades entre a superfície e o fundo), como mostram as figuras 3.3 e 3.4. Tal estratificação influenciou a maioria dos parâmetros medidos, gerando concentrações de fundo e superfície diferentes.

Analisando alguns gráficos individualmente, percebe-se que as diferenças entre fundo e superfície não ocorre apenas às 14h30. A

peculiaridade do horário é devida à simultaneidade das discrepâncias entre profundidades.

Também se observa na coleta das 14h30 que a maior parte do material em suspensão é orgânico, destacando-se a presença do fitoplâncton, porém a concentração de feofitina mostra que o sistema está se regenerando, condição típica de outono.

4.2 Olaria

As coletas em frente ao rio Olaria foram feitas por volta as 17 h.

O rio apresenta homogeneidade termohalina. Em comparação à estação fixa, a água estava um pouco mais quente (Figuras 3.3 e 3.4).

Em relação ao pH e ao fosfato, os valores são homogêneos e semelhantes aos encontrados na estação fixa, principalmente na última coleta (estofa de maré baixa, quando há maior influência da água doce proveniente da drenagem continental) (Figuras 3.5 e 3.8).

A concentração de oxigênio também não varia significativamente com a profundidade e é menor quando comparada às concentrações da estação fixa.

Os valores de N-amoniacoal não são homogêneos e as maiores concentrações de fundo indicam a menor influência dos processos de superfície (Figura 3.9).

Os maiores valores de silício, em relação à estação fixa, é resultado da drenagem continental que traz material inorgânico dissolvido (Figura 3.7).

Comparativamente aos valores da estação fixa, as concentrações de nitrito e nitrato são maiores demonstrando a influência da matéria orgânica resultante da ação antrópica (atividades de marina e limpeza de camarão, por exemplo) (Figuras 3.10 e 3.11).

A homogeneidade de grande parte dos parâmetros analisados pode ser explicado pela diminuição da coluna d'água, já que as coletas foram feitas no pico da maré baixa.

5 Conclusão

Os resultados encontrados estão de acordo com a época em que foram feitas as coletas, início de outono. Há indicação de um começo de renovação dos estoques de nutrientes e as máximas temperaturas encontradas são típicas da estação.

No início da estação fixa, a maré começava a baixar e a coluna estava estratificada quanto à temperatura, apresentando maiores valores na superfície. Em relação à salinidade, os maiores valores de fundo evidenciam que influência da água do mar. É preciso ressaltar, ainda, que embora as salinidades no fundo fossem maiores do que a superfície, essas não ultrapassaram 30 psu, indicando a diluição da água do mar pela água doce proveniente da drenagem continental.

Às 14h30, quando a velocidade da corrente era mais forte, a coluna d'água estava heterogênea para a quase totalidade dos parâmetros analisados, caracterizando o período de estratificação máxima e indicando o aporte de água continental (por cima) e uma saída lenta da água do mar por baixo. As concentrações de nitrato muito similares são a grande exceção do período. Tal similaridade pode ser explicada pela alta concentração de clorofila-a na superfície, indicando grande consumo.

Após este período, a coluna d'água foi ficando homogênea a medida que sua altura diminuía, e os valores encontrados foram próximos para a maioria dos parâmetros.

Os dados apresentados acima estão de acordo com o esperado para uma situação de maré vazante. Apesar disso, não é possível caracterizá-los como parte de um cenário típico de maré vazante, devido à limitação da amostragem realizada. Um estuário é um “corpo vivo”, ou seja, possui uma grande dinâmica. Portanto, para uma caracterização mais adequada seria necessário um maior período de amostragem.

Os resultados de superfície e de fundo obtidos com a coleta realizada próxima ao rio, Olaria foram muito próximos para quase todos os parâmetros. As exceções são a clorofila-a, feofitina e n-amoniacal.

O material orgânico em suspensão é ligeiramente menor na superfície devido a maior turbulência e interação com o fundo.

Os dados mostram que, próximo a desembocadura do rio Olaria, o estuário estava sobre maior influência de águas continentais do que no local onde foi realizada a estação fixa. A proximidade com a desembocadura e o pico de maré baixa no qual foi realizada a coleta, ajudam a explicar o cenário encontrado.

As entrevistas realizadas com a população de Cananéia tornam a sua realidade mais evidente. O contato com os moradores foi uma experiência interessante do ponto de vista acadêmico e pessoal, pois permitiu conhecer e entender o modo de vida da população, a organização da cidade, e as dificuldades enfrentadas pelos seus habitantes, bem como as perspectivas de melhoria das mesmas.

De forma geral, o grupo considera válida a atividade desenvolvida em Cananéia. As entrevistas realizadas permitiram conhecer as atividades desenvolvidas em torno do estuário, como pesca e lançamento de efluentes. Essas atividades influenciam os parâmetros ambientais analisados, permitindo uma interpretação mais real dos dados. A integração dos muitos parâmetros estudados permitiu uma visão ampla dos processos que ocorrem no estuário, além da percepção da complexidade do mesmo (ambiente muito característico e particular, com alto dinamismo). Durante o trabalho, os grupos participaram de todo o processo de coleta, análise e interpretação dos dados, o que contribuiu de forma muito positiva para nossa formação acadêmica.

Referências Bibliográficas

- AFONSO, C. M. *Uso e ocupação do solo na zona costeira do estado de São Paulo: uma análise ambiental*. São Paulo: Annablume, FAPESP, 1999. 180 p.
- ASSOCIAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL COMUNIDADE ATIVA. *Cananéia tem história*. 2008. Disponível em: <<http://www.cananeiatemhistoria.com.br/phpsite/site/page.php?key=25>>. Acesso em: 23 maio 2008.
- BARCELLOS, R. L. *Distribuição da Matéria Orgânica sedimentar e o processo sedimentar atual do sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (SP)*. 89 f. Tese (Doutorado) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 2005.
- BESNARD, W. Considerações gerais em torno da região lagunar de Cananéia-Iguape. *Boletim do Instituto Paulista de Oceanografia*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 9–26, jun. 1950.
- BRAGA, E. de S. *Nutrientes dissolvidos e produção primária do fitoplâncton em dois sistemas costeiros do estado de São Paulo*. 199 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 1995.
- CAMPINAS, M.; ROSA, M. J. *Relatório de caracterização da qualidade da água da Barragem do Funcho*. Faro, dez. 2000.
- CAPELETTO, A. J. *Educação Ambiental e Hipermídia: Criação do Protótipo Interativo “O Tesouro de Cananéia”*. 229 f. Tese (Mestrado em Ciência Ambiental) — PROCAM – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental - Universidade de São Paulo, 1999.
- COUTO, O. S.; CORDEIRO, R. M. S. *Manual de Reconhecimento de Espécies Vegetais de Restinga do Estado de São Paulo*. 1. ed. São Paulo, jul. 2005.
- DIEGUES, A. C. *Diversidade biológica e culturas tradicionais litorâneas: o caso das comunidades caiçaras*. São Paulo: Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. Programa de Pesquisa e Conservação de Áreas Úmidas no Brasil, IOUSP/Fundação Ford/IUCN., 1988. 39 p. (Série Trabalhos e Estudos).
- FERNANDES, L. H. Iguape: história de um desastre natural. *Ecologia e desenvolvimento*, v. 3, n. 41, p. 2–4, 1994. Supl.
- GRASSHOFF, K. (Ed.). *Methods of Seawater Analysis*. 1ª. ed. New York, Weinheim: Verlag Chemie, 1976. 317 p. ISBN 3-527-29589-5.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *IBGE - Cidades*. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em: 25 jun. 2008.
- JUNIOR, C. C. *Ecologia de manguezais: zonação e dinâmica da cobertura vegetal em gradientes ambientais, Cananéia, São Paulo, Brasil*. 166 f. Tese (Doutorado) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 2003.
- LIGNON, M. C. *Ecologia de manguezais: desenvolvimento espaço-temporal no sistema costeiro Cananéia-Iguapé, São Paulo, Brasil*. 178 f. Tese (Doutorado) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 2005.
- LORENZEN, C. J. Determination of chlorophyll and pheo-pigments: spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanography*, v. 12, p. 343–345, 1967.
- MONTONE, R. C. *Determinação do fósforo dissolvido na água do mar*. 2006. Disponível em: <http://labqom.io.usp.br/downloads/IOF-212/3-Fosfato_dissolv.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2008.
- OTANI, M. N. et al. *Breve perfil dos municípios rurais do estado de São Paulo*. set. 2005. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=3464>>. Acesso em: 25 jun. 2008.
- PISETTA, M. *Transporte de sedimentos por suspensão no Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape (SP)*. 179 f. Tese (Mestrado em Ciências) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 2006.
- PREFEITURA MUNICIPAL DA ESTÂNCIA DE CANANÉIA. *Cananéia—uma terra de muitas histórias*. Disponível em: <<http://www.cananeia.sp.gov.br/phpsite/site/page.php?key=9>>. Acesso em: 10 jun. 2008.
- RAMOS, R. J. *Concentração de matéria orgânica, fósforo e nitrogênio no sedimento e na coluna d'água da Lagoa da UFES (Vitória, E.S) e sua utilização como indicador da qualidade ambiental*. Monografia (Graduação em Biologia) — Universidade Federal do Espírito Santo, São Paulo, 2004.
- RIBEIRO, D. C. *Cananéia e Canal do Varadouro: Waypoints e track de um roteiro diferente*. Disponível em: <<http://www.cananet.com.br/popa-com-br/cananeia.html>>. Acesso em: 23 maio 2008.
- RODRIGUES, M. G. *Análise do Status de Conservação das Unidades de Paisagens no Complexo Estuarino de Iguape-Cananéia-Guarapeçaba*. 183 f. Tese (Mestrado em Ecologia) — Instituto de Biociências, São Paulo, dez. 1998.

SARAIVA, E. S. B. G. *Ciclos Biogeoquímicos dos Sais Nutrientes no Oceano*. São Paulo: [s.n.], 2007. Notas de aula.

SOUZA, L. A. P. de. *A Planície Costeira Cananéia-Iguape, litoral sul do estado de São Paulo: um exemplo de utilização de métodos geofísicos no estudo de áreas costeiras*. 207 f. Tese (Mestrado em Ciências) — Instituto Oceanográfico, São Paulo, 1995.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO LITORAL PAULISTA. *Plano Básico de Desenvolvimento auto-sustentado para a região lagunar de Iguape e Cananéia*. São Paulo, fev. 1987. 69 p.

TESSLER, M. G. *Sedimentação atual na região laguna de Cananéia-Iguape*. 110 f. Tese (Mestrado) — Instituto de Geociências, São Paulo, 1982.