

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

IAREMA FERREIRA PINTO DE CARVALHO

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE FLORAÇÕES DE *Coscinodiscus wailesii* (GRAN
et ANGST) NA BAÍA DE PARANAGUÁ, BRASIL**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS



00963017

PONTAL DO SUL
2013

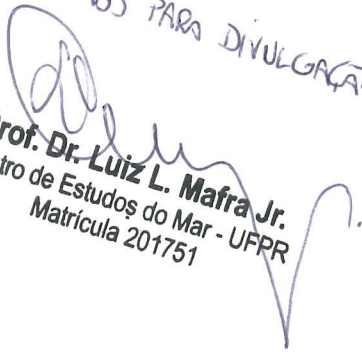
IAREMA FERREIRA PINTO DE CARVALHO

**Avaliação do impacto de florações de *Coscinodiscus wailesii* (Gran et Angst) na
Baía de Paranaguá, Brasil**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Oceanógrafa no curso de Graduação em Oceanografia, Setor ciências da Terra, campus Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof.Dr. Luiz Laureano Mafra Junior

M
2013-09

LIBERADO PARA DIVULGAÇÃO

Prof. Dr. Luiz L. Mafra Jr.
Centro de Estudos do Mar - UFPR
Matricula 201751

PONTAL DO PARANÁ,
2013

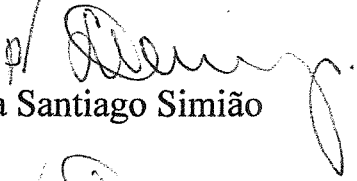
TERMO DE APROVAÇÃO

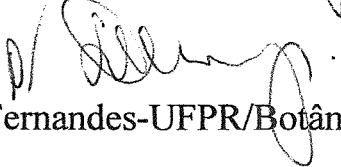
Iarema Ferreira Pinto de Carvalho

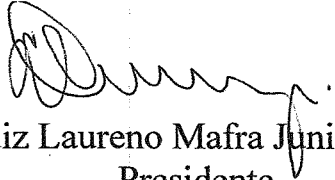
“Avaliação do impacto de florações de *Coscinodiscus wailesii* (Gran et Angst) na Baía de Paranaguá, PR.”

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:


Prof. Dr. José Guilherme Bersano Filho-CEM/UFPR


MSc. Monica Santiago Simião


Prof. Dr. Luciano F. Fernandes-UFPR/Botânica


Prof. Dr. Luiz Lauro Mafra Junior-CEM/UFPR
Presidente

Pontal do Paraná, 19 de dezembro de 2013

TERMO DE APROVAÇÃO

IAREMA FERREIRA PINTO DE CARVALHO

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE FLORAÇÕES DE *Coscinodiscus wailesii* (GRAN et ANGST) NA BAÍA DE PARANAGUÁ

Monografia aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Oceanógrafa no curso de graduação em Oceanografia, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Luiz Laurenô Mafra Junior

Orientador – Setor Ciências da Terra, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

Prof.Dr. José Guilherme Bersano Filho

Setor Ciências da Terra, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

Prof.Dr. Luciano Felício Fernandes

Departamento de Botânica, Universidade Federal do Paraná

Monica Santiago Simião

Mestre Bióloga, Pesquisadora colaboradora

Pontal do Paraná, Dezembro de 2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e a minha grande família pelo apoio, conversas, gozações e os momentos de felicidade. Em especial, meu Tio Norai pelas conversas que me abriram os olhos e a mente.

Agradeço aos que foram que mesmo longe ainda vinham me iluminar.

As amigas do tempo de colégio que mesmo cada uma indo para um canto e fazendo algo, ainda arranjavam tempo para conversas, inspiração, palavras de carinho e motivação (Sionenses para sempre).

Aos colegas e amigos da Faculdade que durante 5 anos não deixaram faltar boas festas, conversas e brincadeiras. Antero, Henrique, Karina e Mariana Popo obrigada por tudo mesmo, nem sei escrever em palavras tudo o que vocês foram para mim. As meninas da comissão de formatura.

E como esquecer Évelyn, Steffany, Vanessas, Maria, Daiana, Rollan Valquiria e família.

Obrigada aos colegas do Lamic foi uma experiência sem igual estudar num laboratório cheio de gente. Foi uma experiência única trabalhar com tantas personalidades e ver como cada um se ajudava.

Agradeço aos meus "desorientadores" na primeira fase da faculdade: Hedda, Marco Fábio, Sibebe e Henry. E Obrigada Theresinha por aceitar uma caloura sem nenhuma experiência e com vontade de fazer tudo. Tinha obrigada por tudo que você me ensinou seu cabeção!

Ao pessoal que me ajudou com toda a estatística e com a formatação dos gráficos.

Ao pessoal do Laboratório de Física Marinha do CEM e ao Prof. Noernberg por cederem os dados.

Ao laboratório de química da Prof. Eunice, que além de ajudar na preparação do material e nas análises propiciaram uma grande parceria, conhecimento e ajuda nos momentos de desespero da graduação. (Obrigada Liciane!)

Agradeço ao meu orientador Luiz Laureno Mafra Jr, que me aceitou no Lamic nos últimos momentos da graduação e teve paciência e vários 5 minutos para esclarecer minhas dúvidas.

A todo conteúdo disponível na internet e softwares.

A PRAE e ao CNPq pelo apoio financeiro destes 5 anos de curso.

Aos funcionários do CEM.

Ao corpo docente do CEM, por me ajudar e acrescentar na minha formação.

Ó mar salgado, quanto do teu sal
São lágrimas de Portugal!
Por te cruzarmos, quantas mães choraram,
Quantos filhos em vão rezaram!
Quantas noivas ficaram por casar
Para que fosses nosso, ó mar!
Valeu a pena? Tudo vale a pena
Se a alma não é pequena.
Quem quer passar além do Bojador
Tem que passar além da dor.
Deus ao mar o perigo e o abismo deu,
Mas nele é que espelhou o céu.

Fernando Pessoa

Resumo

As microalgas possuem papel chave nas zonas costeiras, onde atingem maiores abundância e riqueza de espécies. Nestas regiões, sobretudo nos ambientes estuarinos, o crescimento populacional do fitoplâncton é estimulado pelo elevado aporte de nutrientes por ações naturais ou antrópica, sendo este crescimento populacional conhecido por florações. As florações da diatomácea *Coscinodiscus wailesii*, que possui grande volume celular e rápida taxa de crescimento, podem alterar todo o ambiente, exaurindo os nutrientes e afetando a biota. O objetivo do presente estudo foi caracterizar um evento de floração de *C. wailesii* no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) avaliando o impacto de tal evento sobre a abundância e composição do fitoplâncton local, por meio de danos diretos ou indiretos, associados à alteração de parâmetros ambientais. As coletas foram realizadas entre outubro e dezembro de 2011, sendo quatro amostragens na camada superficial de cinco pontos do setor externo do CEP e uma campanha mais detalhada, em 22/10/11, quando amostras foram retiradas ao longo de cinco profundidades na coluna d'água. Foram calculadas a densidade celular dos táxons dominantes e o biovolume da alga em enfoque. Para analisar a variação na composição do fitoplâncton, foi realizado um MDS e em seguida um ANOSIM para testar a significância dos grupos formados. As espécies que caracterizaram cada setor amostral ou cada data de coleta foram determinadas com o auxílio de uma análise de SIMPER. As relações entre os parâmetros abióticos e sua posterior correlação com a abundância dos principais grupos fitoplânctônicos foram avaliadas por meio de análises de PCA, CCA e correlação de Spearman. O estuário apresentou características físicas químicas típicas para o período de primavera. No dia 22/10/11, entretanto, uma extensa área do CEP foi coberta por manchas compostas de agregados de células de *C. wailesii*, mucilagem e partículas orgânicas e inorgânicas aderidas, que ocupavam toda a coluna d'água (7376 Cel.L^{-1} a 2m). Houve uma correlação positiva entre a transparência da água e a abundância de *C. wailesii*, que foi ainda inversamente correlacionada com a concentração de nutrientes e a abundância dos dinoflagelados, incluindo algumas espécies produtoras de toxinas, como *Dinophysis spp.* O acompanhamento periódico dos parâmetros ambientais mostrou que houve uma alteração significativa, principalmente na temperatura e turbidez, durante os meses sob influência da floração. Houve uma clara diminuição na abundância total de organismos do fitoplâncton com o passar do tempo, provavelmente associada à persistência da floração de *C. wailesii*. As maiores densidades celulares dela foram associadas aos períodos de maior transparência da água e turbidez, relação aparentemente controversa que se explica pela formação de agregados macroscópicos e a remoção de partículas finas da água, típicas de florações de *C. wailesii*. A abundância persistentemente elevada de *C. wailesii* e a baixa abundância geral do fitoplâncton reportada neste estudo, que provocou a concentração da biomassa fitoplânctônica em grandes aglomerados dispersos por toda a coluna d'água, alerta para a necessidade da implantação de um programa de monitoramento ambiental a fim de se conhecer melhor e mitigar os problemas que esta espécie invasora possa causar no CEP.

Palavras -Chave: Floração de algas., Impacto Ambiental., Complexo Estuarino de Paranaguá., *Coscinodiscus wailesii*.

ABSTRACT

Microalgae have key role in coastal areas, which reach higher abundance and species richness. In these regions, especially in estuarine environments, the population growth of phytoplankton is stimulated by high input of nutrients from natural or anthropogenic actions, which is population growth known as blooms. The blooms of the diatom *Coscinodiscus wailesii*, which has large cell volume and fast growth rate, can change the whole environment, depleting nutrients and affecting the biota. The aim of this study was to characterize a flowering event *C. wailesii* in Paranaguá Estuarine Complex (CEP) evaluating the impact of such an event on the abundance and composition of phytoplankton site, through direct or indirect, associated with the change environmental parameters. Samples were collected between October and December 2011, four samples in the surface layer of five points of the external sector of the CEP and a more detailed campaign on 22/10/11, when samples were taken over five depths in column d 'Water. We calculated the cell density of the dominant taxa and biovolume seaweed in focus. To analyze the variation in phytoplankton composition, one MDS realisation was then ANOSIM one to test the significance of the groups formed. The species that characterized each sample sector or each collection date were determined with the aid of an analysis of SIMPER. Relations between the abiotic parameters and their subsequent correlation with plenty of major phytoplankton groups were evaluated by analysis of PCA, CCA and correlation of Spearman. The estuary presented typical chemical physical characteristics for the spring period. On 22/10/11, however, a large area of CEP was covered with stains composed *C. wailesii* cell aggregates, mucilage, organic and inorganic particles adhered, occupying the entire water column (7376 cells.l⁻¹ 2m⁻¹). There was a positive correlation between the transparency of the water and the abundance of *wailesii* C., which was also inversely correlated with the concentration of nutrients and abundance of dinoflagellates, including some toxin-producing species, such as *Dinophysis* spp. Periodic monitoring of environmental parameters showed that there was a significant change, especially in temperature and turbidity during the months under the influence of flowering. There was a clear decrease in the total abundance of phytoplankton organisms over time, probably associated with the persistence of flowering *C. wailesii*. The higher her cell densities were associated with periods of increased water clarity and turbidity, apparently controversial relationship is explained by the formation of macroscopic aggregates and removal of fine particles from the water, typical of blooms of *C. wailesii*. Persistently high abundance of *C. wailesii* and low overall abundance of phytoplankton reported in this study, which led to the concentration of phytoplankton biomass in large clusters dispersed throughout the water column, alert to the need to implement an environmental monitoring program in order to better understand and mitigate the problems that invasive species can cause the CEP.

Key-words: Algal.bloom, Environmental Impact, Paranaguá Estuarine Complex., *Coscinodiscus wailesii*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Área De Estudo	14
3.2 Coleta e Triagem	15
3.3 Análise dos Dados	18
4 RESULTADOS	19
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA FLORAÇÃO DO DIA 22/10/11	19
4.1.1 VARIÁVEIS ABIÓTICAS	19
4.1.2 Análise da Biota	21
4.1.3 CORRELAÇÕES	26
4.2 DADOS PRIMAVERA 2011	27
4.2.1 ANÁLISE ABIÓTICA	27
4.2.2 ANÁLISE DE ABUNDÂNCIA	31
4.2.3. ASSEMBLEIA FITOPLANCTÔNICA	34
5 DISCUSSÃO	37
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
7-REFERÊNCIAS	42
8 ANEXO	48

1 INTRODUÇÃO

Os estuários são ambientes de transição que abrigam grande diversidade biótica e abiótica devido principalmente ao alto aporte de nutrientes. Em média, águas estuarinas são mais produtivas que as do rio e do oceano adjacente (em relação a rios e mares), devido às características hidrodinâmicas da circulação que, ao aprisionar nutrientes, algas e outros organismos, estimula a produtividade destes corpos de água (MIRANDA 2002). Além disso, os estuários são importantes porque possibilitam acesso ao continente e são áreas comerciais onde localizam se os principais portos. Com isso, estuários possuem uma variação na biota e no ambiente tanto por ação natural como antrópica podendo caracterizar impactos.

Os estuários são regiões ricas em nutrientes e possuem alta produtividade, os organismos planctônicos desta região possuem grande importância na cadeia trófica por serem a base dela. Também, por possuírem cidades ao entorno dos estuários há um aumento no aporte de nutrientes e com isso uma espécie pode ser favorecer e formar uma floração.

Podemos separar o fitoplâncton em classes, ou grandes grupos taxonômicos: Bacillariophyceae (diatomáceas), Dinophyceae (dinoflagelados), Crysohyceae (silicoflagelados), entre outras (LEE, 1989). Dentre os principais produtores primários, as diatomáceas possuem um importante papel na teia trófica pelágica e nos fluxos de carbono nas regiões estuarinas, incluindo a região de estudo, o Complexo Estuarino de Paranaguá – CEP (BRANDINI et al. 2001). Diatomáceas são microalgas unicelulares, que podem formar colônias em forma de cadeias de células, e que servem de fonte alimentar primária para diversos organismos aquáticos. Frequentemente, ocorrem em grandes números de indivíduos e elevada diversidade de espécies. Elas são caracterizadas por não possuírem flagelos e terem uma parede celular composta de sílica (frústula), que é dividida em duas metades. São classificadas de acordo com sua simetria, podendo ser diatomáceas penadas (simetria bilateral) ou cêntricas (simetria radial). Algumas possuem hábitos planctônicos e outras, bentônicos (RAVEN, 1996), sendo que estas últimas podem ser ressuspensas por ação de ondas e correntes e integrarem temporariamente o fitoplâncton. A taxonomia das diatomáceas tem sido bem

estudada no Paraná, representando uma exceção quando comparada com outras regiões do Brasil (revisto em PROCOPIAK et al., 2006). Trabalhos voltados para a ecologia deste grupo, entretanto, são mais raros e geralmente focados somente em poucas espécies dominantes.

Floração (bloom) de microalgas é um evento caracterizado pela rápida taxa de reprodução de células de determinado táxon, atingindo elevadas abundâncias na presença de fatores ambientais favoráveis. Na primavera e verão, com o aumento da temperatura da água dos oceanos, também há o aumento dos processos fisiológicos dos organismos (TORGAN 1989). Neste período, a intensidade luminosa e a duração do período luminoso (fotoperíodo) também aumentam, favorecendo eventos de floração, principalmente em ambientes temperados. Neste contexto, os nutrientes, em especial o nitrogênio e o fósforo, possuem papel limitante para o surgimento e a manutenção das florações. Geralmente, os nutrientes do ambiente em que ocorre a floração são exauridos pelo consumo do fitoplâncton durante o processo de produção primária e, com isso, ocorre o término (decaimento) desta floração. Neste momento, em situações especiais tais como em áreas rasas e de pouca circulação, a biomassa não aproveitada pelos consumidores pode se acumular junto ao fundo, podendo tornar os ambientes anóxicos pela decomposição da matéria orgânica em excesso, afetando principalmente a fauna bentônica.

Uma das microalgas que podem formar florações com tais características é a diatomácea *Coscinodiscus wailesii* (Figura 1), cuja célula possui grandes dimensões (diâmetro entre 195 e 500µm), manto íngreme com linhas hialinas e dois anéis marginais (TALGATTI, 2010; FERNADES et al, 2001; TOMAS, 1997). Ela produz uma mucilagem hidrossolúvel, composta predominantemente do polissacarídeo glucose, que possui a função de manter as células estáveis em um estrato da coluna de água, evitando ou retardando sua sedimentação, além de auxiliar na captura de nutrientes (ASCENCIO, 2004). Quando a microalga se encontra em elevadas densidades celulares, esta mucilagem pode se tornar prejudicial ao ambiente, já que aumenta a turbidez da água diminuindo a incidência de luz nas camadas mais profundas e pode, ainda, prejudicar alguns organismos por meio de danos mecânicos e/ou sequestro de nutrientes. Sob condições ambientais favoráveis, *C. wailesii* possui uma rápida taxa de crescimento populacional, o que a favorece competitivamente sobre outras espécies de microalgas. A floração também

pode ser considerada um meio de retardar a "sedimentação" das células, pois aumenta a área de superfície e assim podem ficar por mais tempo em águas superficiais (LALLI, 1997).

Desde 1977 existem relatos de efeitos nocivos de florações desta diatomácea pelo mundo, envolvendo prejuízos ao cultivo de caranguejos, de macroalgas e algumas áreas de pesca industrial (FERNANDES 2001 apud NAGAI *et al.* 1995a; NEHRING 1998). No Japão, *C. wailesii* é uma ameaça para o cultivo da macroalga *Porphyra* sp. Na fase de senescência da floração, quando ocorre a sedimentação de elevada biomassa, há indícios que esta microalga pode ter influenciado no aparecimento de necroses de corais em regiões tropicais do globo. Na Itália causou perdas milionárias no turismo da região (SAR *et al.*, 2002).

A alga *C. wailesii* pode formar células de resistência, que se diferenciam das células vegetativas pelo seu citoplasma central concentrado, o que facilita a dispersão desta microalga por água de lastro. Porém, já que forma grandes florações, sua dispersão pode ainda se dar naturalmente por correntes marinhas (LOPES, 2009). No Brasil, esta microalga tem registro desde 1983 no Estado do Paraná, sendo bastante provável sua introdução via água de lastro pelo porto de Paranaguá (PROENÇA e FERNANDES, 2004) Desde então, ela vem sendo detectada em uma vasta área da costa brasileira. Há relatos de impactos desta alga na Baía de Paranaguá em que a floração desta espécie resultou numa competição por nutrientes e exclusão de determinados grupos do fitoplâncton. Com a produção de mucilagem pode ter inibido a predação por determinados consumidores e a redução do oxigênio dissolvido afetou a fauna marinha por um tempo (FERNANDES ET AL 2001; LOPES, 2009).

Impacto ambiental é caracterizado pela mudança do meio ambiente, em determinada área e por determinado período, devido a ações antrópicas ou naturais. Pode ser considerado positivo ou negativo a área estudada ou a determinado grupo de organismos (MOREIRA, 1992, WATHERN, 1988).

Segundo a legislação brasileira (Resolução CONAMA 001, 1986), o impacto ambiental é caracterizado como "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a

saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais”.

A diatomácea *C. wailesii* possui determinadas características quando em floração que podem conferir um impacto negativo a alguns organismos aquáticos ou mesmo ao funcionamento equilibrado do ecossistema. Por ser uma diatomácea grande (150-300 μm de diâmetro celular), ela produz elevada quantidade de mucilagem para poder se manter estável na coluna de água. Por possuir elevada taxa de divisão celular, quando em floração, consome rapidamente os nutrientes e forma um tapete superficial gelatinoso, composto por células, mucilagem e partículas aderidas, que afeta a turbidez da água e, com isso, a comunidade bentônica dependente de luz pode sofrer um distúrbio (FERNANDES et al 2001; ASCENCIO, 2004; LOPES 2009).

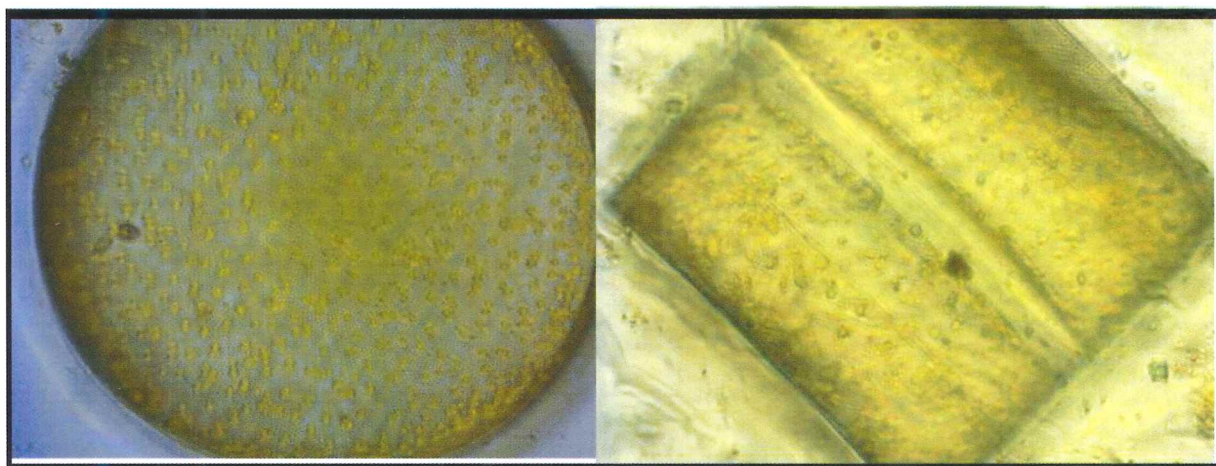
Há poucos estudos informando acerca da biomassa desta espécie, da área e dos organismos que são afetados durante suas florações. SAR (2002) resalta que existem poucos registros, entre eles há um que relata sobre uma floração desta espécie que foi associada ao entupimento de redes de pesca devido à produção de mucilagem; em outra ocasião uma floração desta diatomácea prejudicou o cultivo de macroalgas do gênero *Porphyra* no Japão. Também há indícios que podem formar “barreiras” físicas que impedem a migração de peixes (SAR,2002).

Desta forma, estudos adicionais são necessários para se conhecer melhor o potencial impacto e os efeitos ecológicos que esta espécie pode causar, tanto para os demais produtores primários quanto para o restante dos organismos que compõem a teia alimentar estuarina. Ademais, florações de *C. wailesii* estão se tornando um evento frequente na região de estudo, o CEP (L. Mafra Jr., com. pess.).

É importante perceber que a aplicação das algas como indicadores ecológicos é diversificada, tanto em tipo de habitat, quanto em parâmetros ecológicos (VIDOTTI, 2004). O fitoplâncton pode ser útil como instrumento de monitoramento ambiental, pois ele possui um importante papel como produtor primário e é um organismo chave na teia trófica (BONECKER, 2002; PROENÇA, 2004). Ou seja, qualquer alteração em sua comunidade pode afetar todo o ecossistema. Assim, realizando uma avaliação dos possíveis impactos que uma

floração pode causar é plausível de elaborar modelos para a região, para uma melhor gestão dos recursos e mitigação.

Figura 1 COSCINODISCUS WAILESII VISTA LATERAL E VISTA FRONTAL.



2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar se as florações de *C. wailesii* representam impacto negativo relacionado à abundância e diversidade dos componentes do fitoplâncton na região de estudo, por meio de danos diretos ou indiretos, associados à alteração de parâmetros ambientais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a abundância de *C. wailesii* e de outras espécies dominantes do microfitoplâncton durante e após a floração ocorrida na porção externa do CEP, durante a primavera de 2011;

- Investigar possíveis correlações entre a abundância de *C. wailesii* e os parâmetros ambientais (Silicato, Nitrito, Nitrato, amônia, fosfato, temperatura e transparência da água) durante o período investigado;

- Caracterizar as assembleias de fitoplâncton na região de estudo e sua variabilidade temporal durante o período investigado, buscando avaliar os possíveis efeitos negativos da presença de *C. Wailesii*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área De Estudo

O Complexo Estuarino de Paranaguá estende-se por cerca de 46 km em direção ao continente, com largura máxima de 10 km. Compreende diversos setores com denominações próprias: Antonina, Laranjeiras, Paranaguá e Pinheiros. Nela se situam os portos principais do Estado: Paranaguá e Antonina. O CEP (Figura 2 e Figura 3) apresenta numerosas ilhas e extensos manguezais importantes pelo fornecimento de matéria orgânica (modificado de BIGARELLA, 2001).

A desembocadura do CEP é dividida em duas partes, denominadas Norte e Sul, com a Ilha do Mel posicionada entre estas. A desembocadura Norte é subdividida em dois canais, devido à presença da Ilha de Palmas, denominados Norte e Sueste. A desembocadura sul possui um único canal, denominado canal da Galheta, posicionado entre a Ilha do Mel e a Ilha da Galheta (LAMOUR, 2007).

O regime de marés no CEP, segundo Marone *et al.* (1997), é semidiurno com duas preamares e duas baixamars durante um dia lunar (24 h e 50 min). Os valores médios de amplitude de maré são de 1,4 m, sendo inferior a 2 m (MANTOVANELLI *et al.*, 2004), existindo grande assimetria nas marés com diferentes horários de preamares (MARONE *et al.*, 1999).

O CEP é um estuário de planície costeira do tipo positivo, exportando água e material, assim as correntes de maré vazante geralmente são mais fortes que as de enchente (MARONE *et al.*, 1997) evidenciando assim sua função e importância na transferência de material orgânico e inorgânico do continente para o oceano.

O clima da região é classificado como "Cfa" segundo Wladimir Koeppen. Isso quer dizer: temperaturas variando de -3°C a 18°C, no mês mais quente podendo chegar a 22°C e sempre úmido, ou seja com chuvas em todos os meses do ano.

Neste estuário são desenvolvidas atividades de pesca artesanal e lazer. Porém, a principal atividade econômica está relacionada com o transporte de cargas efetuado nos portos de Paranaguá e Antonina (LAMOUR, 2007).

3.2 Coleta e Triagem

As amostras biológicas foram coletadas no CEP no período de outubro a dezembro de 2011 (Figura 3, Tabela 2) pelo grupo de Física Marinha, sob coordenação do professor Maurício Noernberg. Foi utilizada uma garrafa de Van Dorn e uma rede de fitoplâncton (malha 20 μm , boca 40 cm, comprimento 120 cm) para a coleta do material. A amostragem do dia 22/10/11 (Figura 2, Tabela 1) foi realizada devido à presença clara e visual de células e mucilagem, foram feitas coletadas em cinco profundidades nas outras datas a amostragem foi realizada na superfície. O conteúdo da garrafa foi armazenado em frascos de vidro contendo a solução de lugol neutro a 0,8%, já as da rede foram armazenadas em frascos de plástico leitoso com solução de formaldeído a 4%. Em laboratório, as sub amostras foram analisadas de acordo com o método de Utermöhl (1958) que consiste na sedimentação de amostras numa câmara de volume conhecido (54,5 ml no caso deste estudo) e contagem de células em transectos, com área conhecida. As células foram contadas no microscópio invertido, em um aumento de 200x em toda a câmara para que o número de uma espécie dominante ultrapassasse 100. Uma precisão maior não foi possível devido à baixa abundância celular nas amostras.

Os Grupos taxonômicos foram classificados em gêneros e, quando possível, em espécies (Tabela 5). A magnificação utilizada para a identificação era de 200 a 400x. As referências bibliográficas utilizadas para a identificação foram: Faust et al (2002), Hoppenrath et al, (2009), Proença et al (2011), Tenenbaum (2006) e Tomas (1997). Fotos foram obtidas para posterior confirmação dos táxons.

A salinidade, a temperatura da água e a condutividade foram medidas ao longo de um perfil vertical de profundidade em cada estação, utilizando um CTD. No final da coleta os dados foram descarregados em um computador do laboratório de Física Marinha do CEM para o processamento dos dados. Adicionalmente, a transparência foi mensurada com um disco de secchi.

As amostras químicas foram coletadas nos pontos amostrais utilizando a garrafa de Van Dorn. A água amostrada (1 L) foi armazenada em garrafas próprias para este tipo de coleta e posteriormente colocadas em um caixa térmica contendo água do local. No laboratório de Química do CEM, estas amostras foram filtradas com filtros Whatman® GF/C (diâmetro de 47mm e porosidade 1,2 μm) em um sistema

de filtração a vácuo. O líquido filtrado foi posteriormente utilizado para a determinação da concentração de nutrientes dissolvidos (Nitrato, Nitrito, Silicato, Fosfato e Amônio) de acordo com o método de GRASSHOFF *et al.* (1983). Para a análise de amônio e fosfato dissolvido, foi utilizado o método descrito em (Strickland & Parsons (1972) e para os outros nutrientes foram seguidas as recomendações da APHA (1999). Estas análises foram feitas no laboratório de Oceanografia Química do CEM, UFPR.

Os filtros que foram obtidos na etapa anterior foram congelados e utilizados para determinar a concentração de clorofila-a. No momento da análise em laboratório, os pigmentos foram extraídos dos filtros usando uma solução de aquosa de acetona a 90%, numa temperatura de 20 °C, em ambiente desprovido de luz durante 24 h. Os extratos resultantes foram colocados num fluorímetro (Turner®, Modelo TD-700) com ajuste para 435 nm de excitação e 660 nm de emissão. Para o cálculo da concentração de clorofila-a, foi utilizado o método de Holm-Hansen *et al.* (1965).

Figura 2 MAPA DOS PONTOS ONDE AMOSTRAS FORAM COLETADAS AO LONGO DE PERFIS VERTICAIS PARA A CARACTERIZAÇÃO DA FLORAÇÃO DE *C. WAILESII* NO DIA 22/10/11.

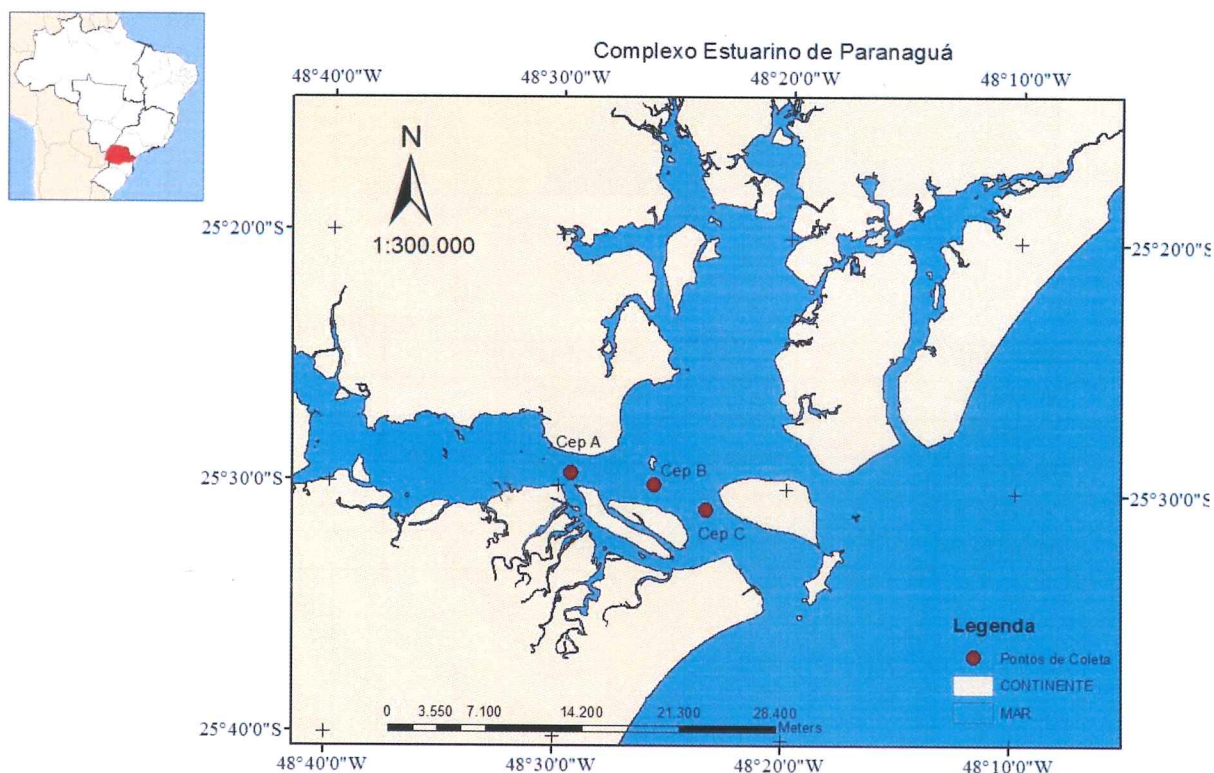


Tabela 1 TABELA DOS PONTOS AMOSTRAIS

PONTO	LATITUDE	LONGITUDE
CEP A	25°29'34,5"S	48°28'7,50"W
CEP B	25°29'6,55"S	48°29'6.53"W
CEP C	25°29'3,65"S	48°26'3,55"W

Figura 3 MAPA DOS PONTOS AMOSTRADOS DURANTE O PERÍODO DE PRIMAVERA DE 2011, DURANTE E APÓS A FLORAÇÃO DE C. WAILESII.

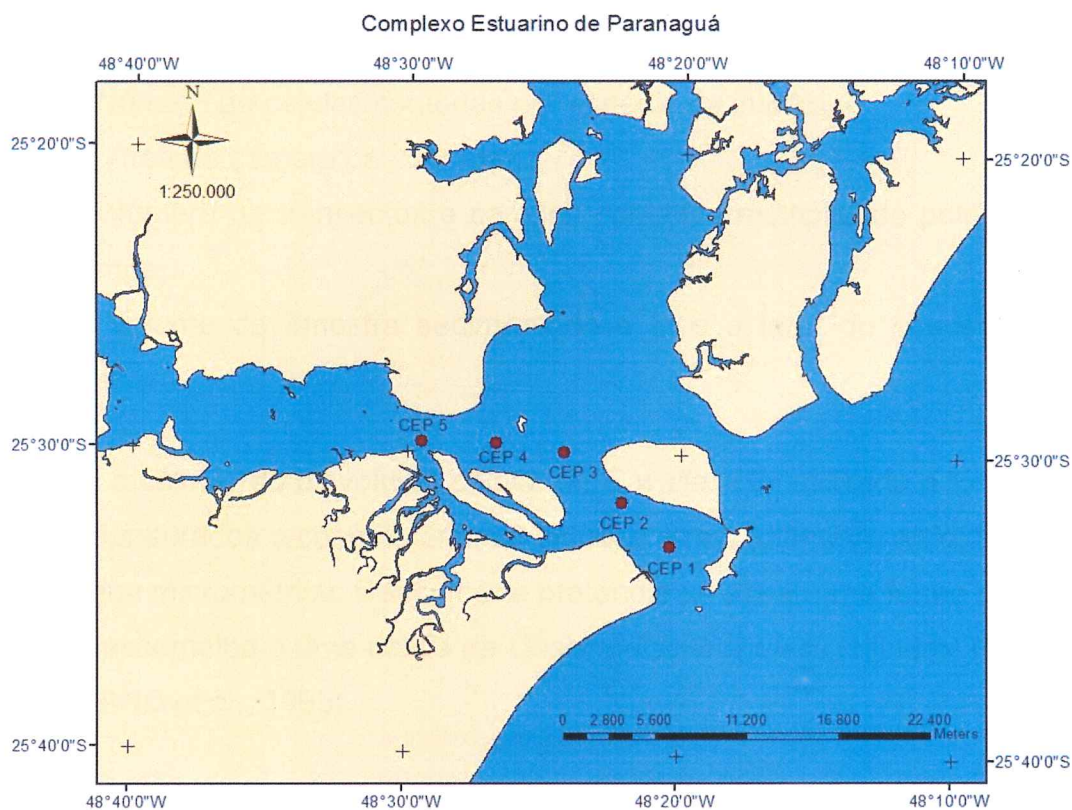


Tabela 2 DOS PONTOS AMOSTRAIS

PONTOS AMOSTRAIS	LATITUDE	LONGITUDE
CEP 1	25°49678S	48°49201W
CEP 2	25°54474S	48°35255W
CEP 3	25°52645S	48°37791W
CEP 4	25°49946S	48°45401W
CEP 5	25°49697S	48°49146 W.

3.3 Análise dos Dados

Para os cálculos de densidade celular (Células.L⁻¹), foi usada a seguinte fórmula (ANDERSEN & THRONDSSEN, 2003):

$$C = [N \times (Ba / Bc) / (V \times Fc)] \times 1000$$

Onde:

N = Número de células contadas por espécie de interesse.

B_A = Área da câmara de contagem.

B_C = Número de transectos e campos contados multiplicado pela áreas dos mesmos.

V = Volume de amostra sedimentado e fc é o fator de concentração da amostra.

Para o cálculo do biovolume celular de *C.wailesii* foi utilizada a fórmula 2 em que, foram mensurados o comprimento da célula e o raio (diâmetro dividido por dois) com uma régua micrométrica. Desta forma pretendia se achar uma forma geométrica que mais se assemelha a uma célula de *Coscinodiscus wailesii* (cilindro) (Modificado de HILLEBRAND et al., 1999).

$$V = \pi \times r^2 \times h$$

Onde:

V= Volume da célula.

R =Raio da célula.

H = Altura.

Para se verificar os parâmetros ambientais que melhor explicam a abundância das células de *C.wailesii* ao longo das estações e dos períodos amostrados, foi realizada uma análise de PCA. Os dados bióticos foram transformados utilizando: (logx +1). A seguir, a técnica de MDS foi utilizada para avaliar se houve uma variação na composição e na abundância do fitoplâncton ao longo do tempo (19NOV, 11OUT, 27OUT, 10DEZ).

Para testar a significância e o grau de separação dos grupos formados pelo MDS foi realizado um ANOSIM (CLARKE E GORLEY, 2006). O SIMPER foi rodado a fim de identificar quais espécies foram as principais pelas similaridades do MDS e para as dissimilaridades entre as espécies discriminantes (CLARK E WARWICK, 1994). Para tanto foi utilizado o software PRIMER 6.

O CCA foi utilizado a fim de correlacionar os parâmetros bióticos com os abióticos.

Por fim os pressupostos da ANOVA foram verificados para os parâmetros abióticos e bióticos e em seguida rodados. Em seguida foi realizado um teste Tukey.

Para as análises foram utilizados os seguintes programas: Microsoft Office 2007, R! 3.0.2 e o PRIMER 6.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA FLORAÇÃO DO DIA 22/10/11

4.1.1 VARIÁVEIS ABIÓTICAS

Houve pouca variação entre as temperaturas (24,5°C-25°C) dos três pontos. Isso também é observado nos valores de transparência de água (4m-3,5m) provavelmente devido à proximidade entre os pontos.

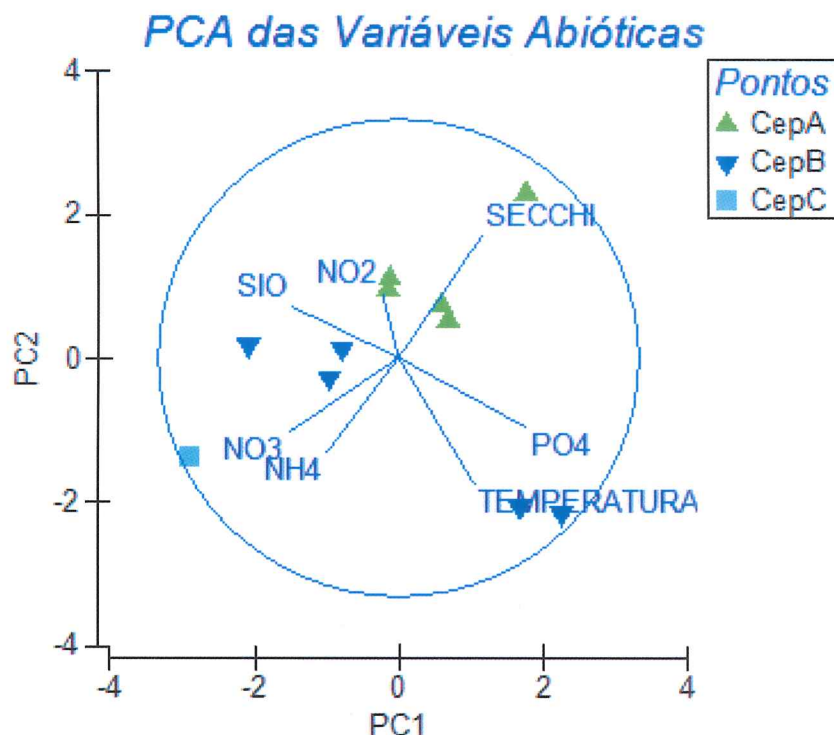
O Maior valor de silicato foi encontrado no ponto A (CepA: 78,03µMol) na superfície e o menor valor foi no ponto B (CepB: 43,45 µMol) na subsuperfície(1 m). Quanto aos compostos de Nitrogênio e Fósforo, o maior valor de NO₂ foi no ponto CepA no fundo (0,08 µMol) e o menor foi no CepA na profundidade de 1m. Já quanto aos valores de NO₃, houve um aumento na sua concentração na direção do ponto CepC. Os valores de NH₄ apresentaram máximo valor na desembocadura do estuário (12,34 µMol) e nas menores profundidades. O maior valor de PO₄ foi encontrado no Cep2 na subsuperfície e o menor valor foi encontrado no ponto CepC na superfície (Tabela 3).

Tabela 3 PLANILHA DOS PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.

Estação	Profundidade (m)	SiO ₂ (μM)	NO ₂ (μM)	PO ₄ (μM)	NO ₃ (μM)	NH ₄ (μM)	Temperatura (°C)	Transparência (m)
CepA	0	70,74	0,05	0,19	3,12	10,29	24,5	4
CepA	1	71,48	0,04	0,18	3,31	10,04	24	4
CepA	2	53,21	0,06	0,20	3,48	9,78	24	4
CepA	4	60,43	0,07	0,21	3,21	0,85	24	4
CepA	10	53,67	0,08	0,17	3,40	12,07	24	4
CepB	0	47,77	0,05	0,24	3,52	11,25	25	3,8
CepB	1	43,45	0,05	0,25	3,47	10,01	25	3,8
CepB	2	66,05	0,07	0,19	3,50	12,23	24	3,8
CepB	4	54,29	0,07	0,19	3,98	10,80	24	3,8
CepB	18	72,18	0,05	0,17	3,99	10,69	23,5	3,8
CepC	0	78,03	0,07	0,15	3,97	12,34	24,5	3,5

Podemos observar que no ponto CepA as variáveis que possuem correlação são: Transparência da água e o NO₂ (Figura 4). As variáveis que não se correlacionam com este ponto são: amônio (NH₄) e Nitrato (NO₃). No ponto CepB as variáveis que mais explicam este ponto são: Silicato (SiO), Fosfato (PO₄) e Temperatura. Quanto ao ponto Cep C parece haver uma relação direta com o amônio (NH₄) e com o Nitrato(NO₃), porém não é possível de se afirmar, já que as informações são escassas. Apesar de não haver uma correlação clara entre as profundidades e os parâmetros abióticos, no ponto do CepB a superfície e a sub superfície apresentam uma correlação direta com a temperatura e o fosfato.

Tabela 4 PCA DO DIA 22/10/11 COM PONTOS AMOSTRADOS E AS DEVIDAS PROFUNDIDADES.
 LEGENDA: PROF – 18 METROS, SUP-SUPERFÍCIE, 2-2METROS, 4- 4 METROS



4.1.2 Análise da Biota

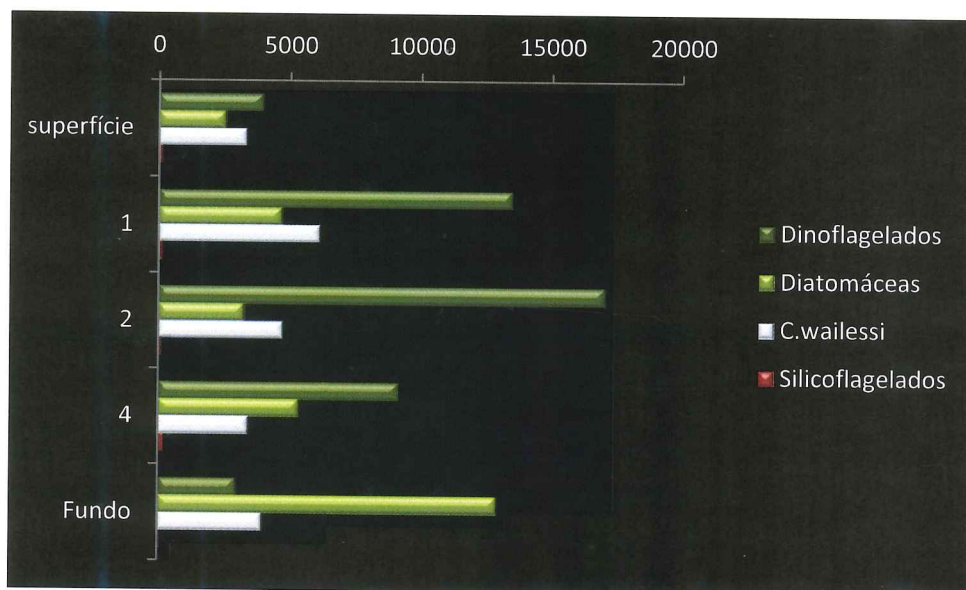
Para a realização das análises o fitoplâncton foi separado em classes. A classe das diatomáceas (agrupadas por simetria e tamanho), A classe dos dinoflagelados (até o menor táxon possível de identificar) e a classe das células de *Coscinodiscus waillesi* e a das células de silicoflagelados. Dentro da classe dos dinoflagelados foram encontrados 18 gêneros e 10 espécies e as diatomáceas foram separadas em cêntricas menores que 20 μm , 20-50 μm e maiores que 50 μm , e penadas. Foi encontrado uma abundancia total de 268146,8 Cel.L^{-1} em todo o período amostrado. Dentre esta abundância temos 83009,17 Cel.L^{-1} de dinoflagelados, 123192,7 Cel.L^{-1} de diatomáceas, 60220,18 Cel.L^{-1} somente da alga *Coscinodiscus waillesi* e 1724,7 Cel.L^{-1} de Silicoflagelados.

Adicionalmente, o biovolume celular médio de *C. waillesi*, calculado a partir da medida das dimensões de 30 células foi de 0,005 $\mu\text{m}^3.\text{L}^{-1}$.

Observa-se que houve uma relação inversa entre as abundâncias médias de *C.waillesi* e a abundância de dinoflagelados ao longo do perfil vertical na coluna d'água (Figura 4). Enquanto na profundidade de 2 m houve a maior abundância de

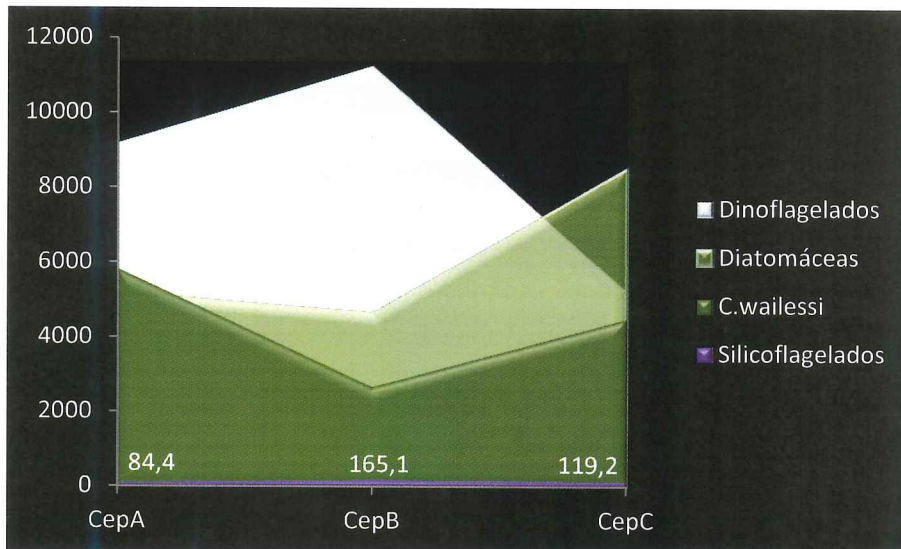
dinoflagelados ($17073,4 \text{ Cel.L}^{-1}$) houve uma das menores abundâncias de *C. walesii*. A maior abundância de diatomáceas ($12905,5 \text{ Cel.L}^{-1}$) foi junto ao fundo e a menor ($3275,2 \text{ Cel.L}^{-1}$) na profundidade de 2 m. Os silicoflagelados, apesar de terem uma baixa abundância em comparação com os outros organismos, tiveram máximo de abundância na profundidade de 4 m ($183,4 \text{ Cel.L}^{-1}$) e as menores foram na superfície e subsuperfície (1 m), ambas com $116,2 \text{ Cel.L}^{-1}$.

Figura 4 ABUNDÂNCIA DAS CLASSES DE FITOPLÂNCTON NAS PROFUNDIDADES



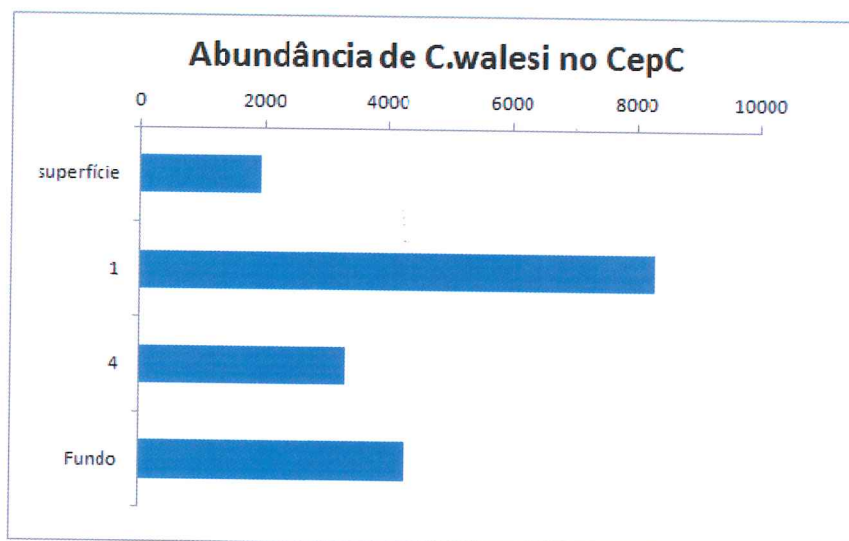
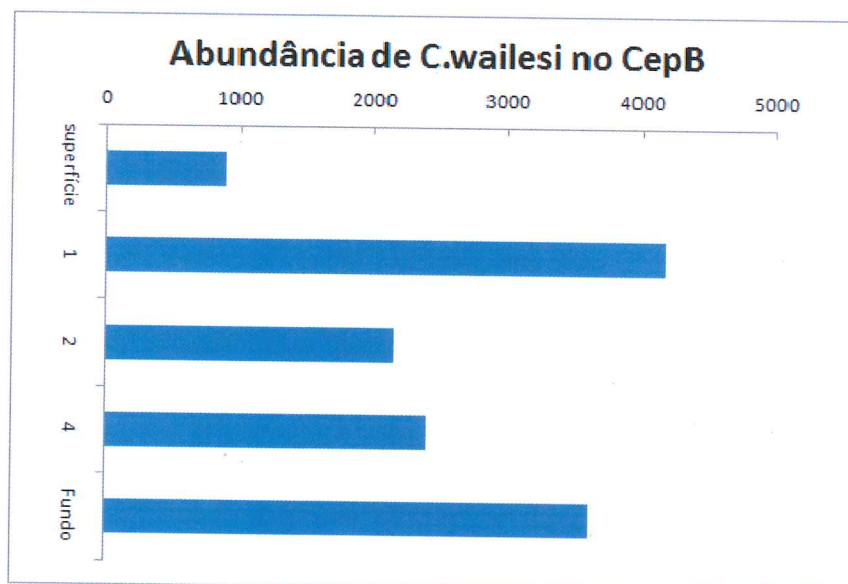
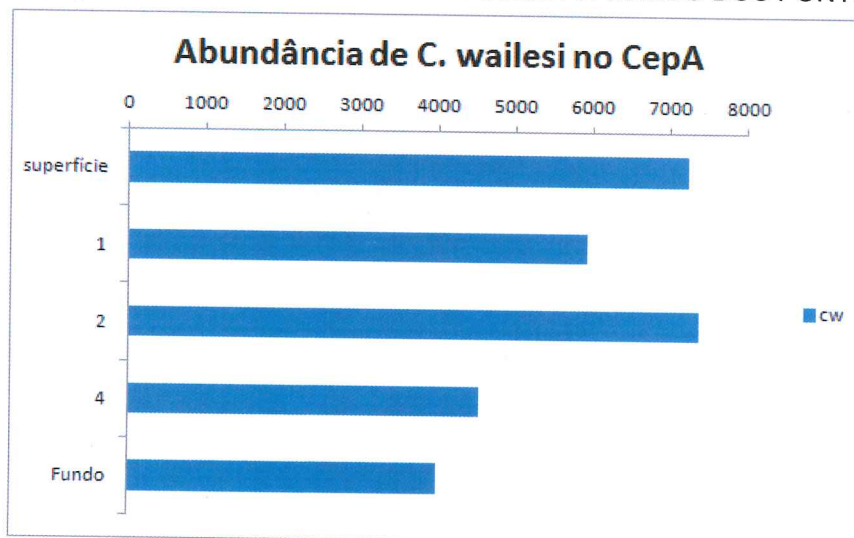
A alga *C.walesii* esteve presente em todos os pontos, com uma alta abundância (Figura 5). Parece haver uma correlação inversa entre ela e os dinoflagelados. Ou seja, no CepB houve a menor abundância de *C.walesii* e a maior abundância de dinoflagelados, enquanto que nos pontos CepA e CepC ocorreu o contrário. A abundância de diatomáceas e de silicoflagelados tendeu a aumentar no ponto central do Estuário (CepB).

Figura 5 ABUNDÂNCIA DO FITOPLÂNCTON AO LONGO DOS PONTOS. PARA ELABORAR A FIGURA FOI CALCULADA A MÉDIA DA ABUNDÂNCIA DAS PROFUNDIDADES PARA RESULTAR NUM VALOR MÉDIO DO PONTO.



Observa-se uma alta abundância de *C.waillessii* no ponto Cep C abaixo da superfície (1m) com 8311 Cel.L⁻¹ (Figura 6). Porém no total temos mais células dispersas na coluna d'água no ponto Cep A, ponto mais próximo de Paranaguá. No ponto Cep B temos a menor abundância da alga na superfície com 899,00 Cel.L⁻¹.

Figura 6 VARIAÇÃO DA ABUNDÂNCIA DE C.WALESII AO LONGO DOS PONTOS AMOSTRADOS.

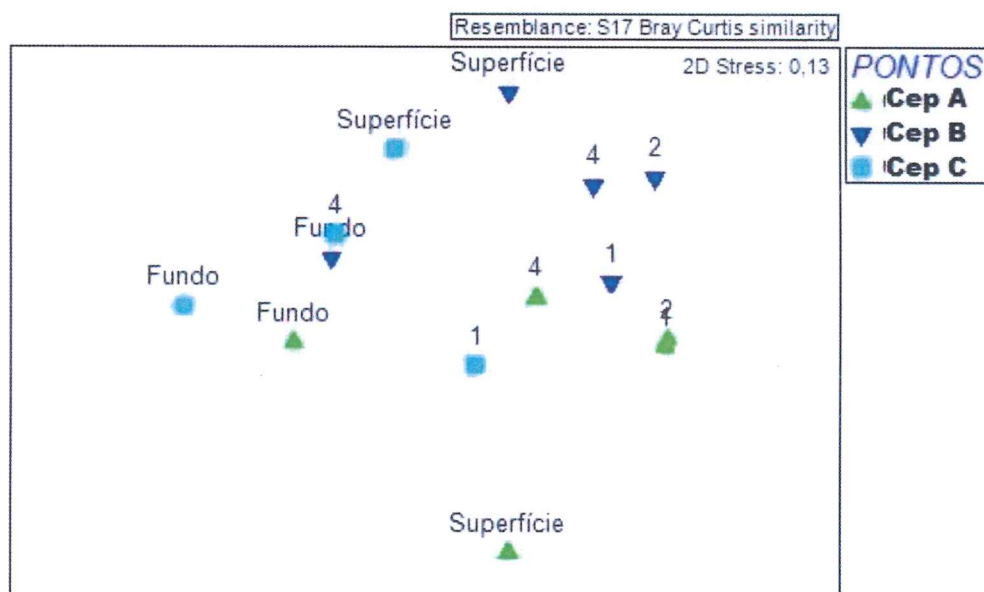


A ordenação da abundância de fitoplâncton pelo MDS (Figura 7) mostrou que há uma separação razoável entre os pontos amostrais. Quanto as profundidades podemos separar dois grupos: (i) as de fundo e superfície e (ii) as intermediárias (1 m, 2 m e 4 m). Houve boa ordenação entre os agrupamentos em função das profundidades. Demonstrado pelo grau de stress (0,13) calculado na análise de MDS.

O ANOSIM mostrou que não há diferença entre os grupos formados pelos pontos amostrais ($R=0,272$ e $p = 3,5$), o que já era esperado por causa da proximidade entre os pontos, entretanto os grupos formados pelas profundidades (“i” e “ii”) foram razoavelmente separados entre si ($R=0,471$ e $p=0,2$).

Nas comparações pareadas (SIMPER), os pontos obtiveram uma média de dissimilaridade 12,33, o que significa que a comunidade dos três pontos são muito parecidas, sendo difícil de distinguir alguma variação na composição das espécies ao longo deles. Utilizando a média de dissimilaridade entre as profundidades, também não há diferença, porém se separarmos em 3 grupos há uma pequena diferença. Grupo 1 (Superfície relacionado a 1,2 e 4 sem o fundo) com 13,93, Grupo 2 (Fundo relacionado a 1,2 e 4 sem a superfície) com 13,72 e Grupo 3 (relação entre 1,2, e 4) 10,03. Assim, podemos tentar explicar a aparente formação dos grupos no MDS. Em geral os dinoflagelados foram os que mais explicaram a diferença entre os pontos e profundidades. Dentre eles os táxons: *Alexandrium spp1*, *Warnowia sp.*, *Pyrocistis sp.*, *Gyrodinium falcatum*, *Gymnodinium spp1*, *Katodinium sp.*, *Diplopsalis sp.* e *Scripsiela sp.*.

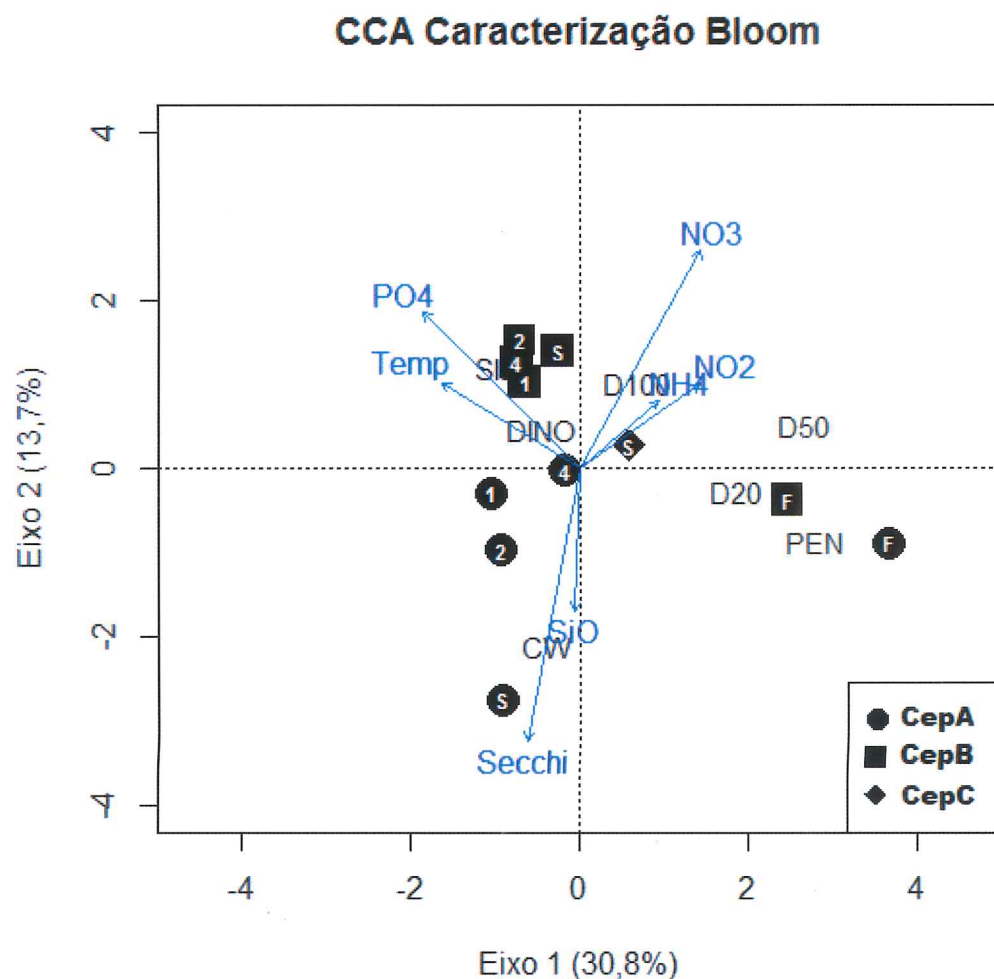
Figura 7 MDS USADO PARA VERIFICAR SE HÁ DISTINÇÃO ENTRE AS PROFUNDIDADES E OS PONTOS AMOSTRAIS DO DIA 22/11/11. 1-1M, 2-2M, 4-4M, SUPERFÍCIE- AMOSTRAS DE SUPERFÍCIE E FUNDO-AMOSTRAS DE FUNDO DE 10 A 18M.



4.1.3 CORRELAÇÕES

No CCA (Figura 8) obteve-se uma separação entre a alga *C.wallessi* e os outros táxons, também houve uma correlação direta entre a transparência da água (Secchi) e o silicato com esta alga. Os outros valores dos dados abióticos mostraram se com uma correlação inversa com esta diatomácea. Isso se explica por causa da *C.wallessi* exaurir os nutrientes do ambiente. No Eixo 1 as diatomáceas estão mais correlacionadas com os compostos nitrogenados. Enquanto os dinoflagelados e os silicoflagelados tiveram correlação direta com o fosfato e temperatura. O ponto CepA teve correlação com a alga *C.wallessi* e com o silicato e a transparência da água. As amostras de fundo obtiveram correlação com as diatomáceas menores de 20 μm e com as penadas.

Figura 8 CCA DA ABUNDÂNCIA DE COSCINODISCUS WAILESI (CW), DIATOMÁCEAS PENADAS (PEN), CÊNTRICAS <20 μM (D20), CÊNTRICAS >20 μM (D50) E CÊNTRICAS >50 μM (D100), SILICOFLAGELADOS (SILI) E DINOFLAGELADOS (DINO).



4.2 DADOS PRIMAVERA 2011

4.2.1 ANÁLISE ABIÓTICA

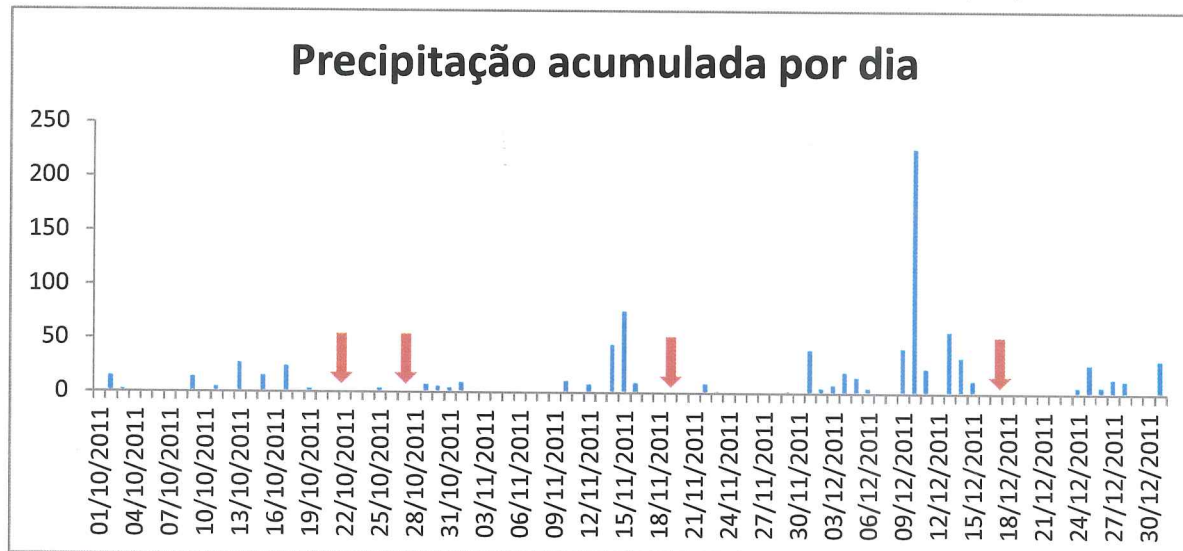
A Temperatura no período amostrado teve a tendência a aumentar ao longo do período investigado, a estação de primavera de 2011 (Tabela 5). O valor mínimo (22,5°C) foi registrado mais no início e o máximo (28,1°C) no final da primavera. A salinidade variou de forma espacial, com os menores valores registrados no ponto Cep5 (Parte Interna de Estuário) e maiores no ponto Cep1 (Parte mais externa do Estuário). A precipitação (Figura 9) parece ter influenciado a salinidade na coleta do

dia 19 de novembro, pois encontramos o menor valor de salinidade (23,2) no ponto Cep5 e teve a menor variância entre os meses (1,81). Em 17 de dezembro, mesmo com os maiores valores de precipitação antes do período amostrado, os maiores valores médios de salinidade (31,2) foram registrados neste período, o que pode estar relacionado à entrada de massas de água com influência oceânica.

Tabela 5 DADOS ABIÓTICOS DOS MESES AMOSTRADOS

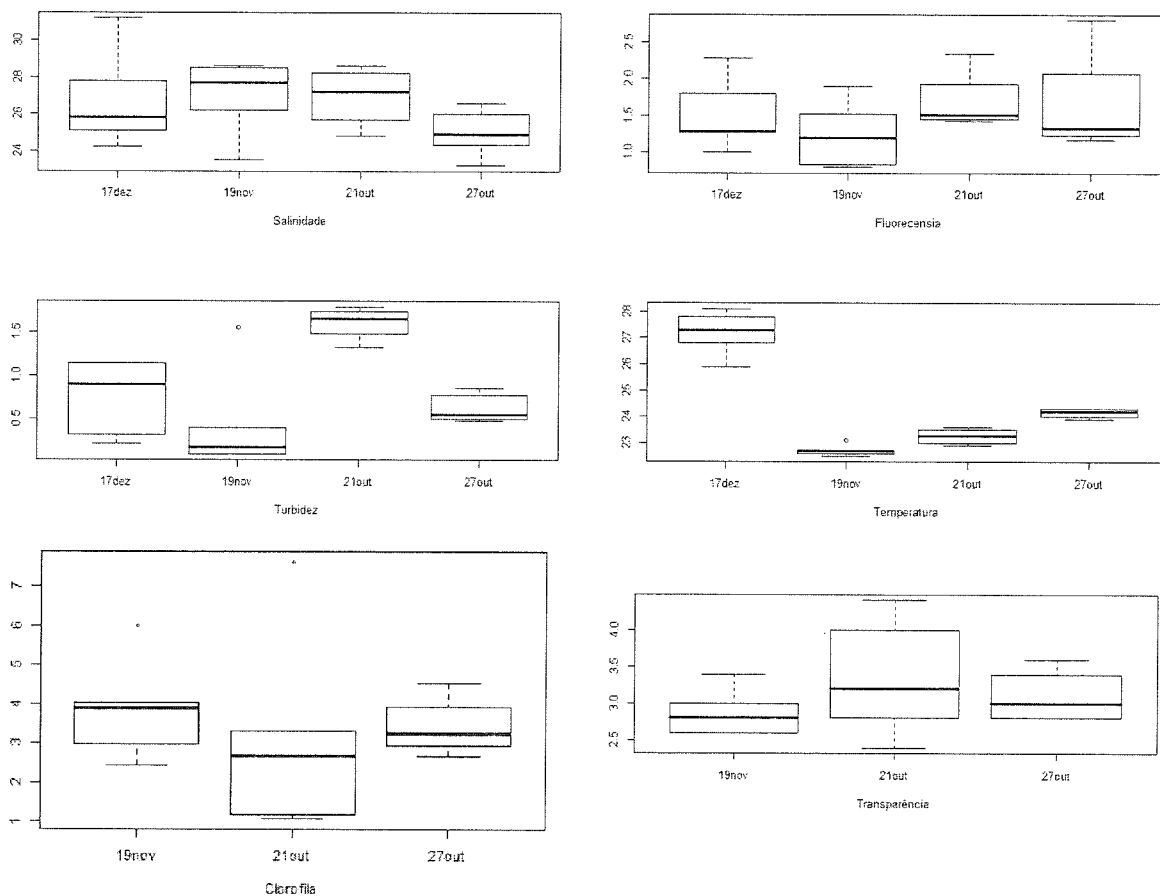
Locais	Data	Transparência (m)	Temperatura (°C)	Salinidade	Fluorescência	Turbidez	Clorofila-a
CEP1	21/10/11	4,4	22,5	28,6	0,79	0,4	1,16
CEP2	21/10/11	4	22,6	27,7	0,83	0,1	3,3
CEP4	21/10/11	3,2	22,7	26,2	1,19	0,1	2,67
CEP5	21/10/11	2,8	23,1	23,5	1,9	0,18	7,62
CEP1	27/10/11	2,4	22,7	28,5	1,52	1,55	1,07
CEP2	27/10/11	2,8	22,9	28,6	2,34	1,79	4,54
CEP3	27/10/11	2,8	23,1	27,9	1,42	1,33	3,21
CEP4	27/10/11	3,6	23,4	26,5	1,53	1,63	2,67
CEP5	27/10/11	3,2	23,6	24,8	1,48	1,69	3,3
CEP1	19/11/11	2,8	24,2	26,6	1,17	0,56	2,43
CEP2	19/11/11	2,6	24	26	1,23	0,5	2,97
CEP3	19/11/11	2,6	23,9	24,9	1,33	0,48	3,9
CEP4	19/11/11	3,4	24,3	24,3	2,08	0,78	5,98
CEP5	19/11/11	3	24,3	23,2	2,8	0,86	4,01
CEP1	17/12/11	-	25,9	31,2	1	1,15	-
CEP2	17/12/11	-	26,8	27,8	1,26	0,32	-
CEP3	17/12/11	-	27,8	25,8	1,28	0,22	-
CEP4	17/12/11	-	28,1	25,1	1,8	1,15	4,1
CEP5	17/12/11	-	27,3	24,2	2,28	0,9	3,24

Figura 9 PRECIPITAÇÃO DOS MESES DE OUTUBRO A DEZEMBRO DE 2011 (mm)



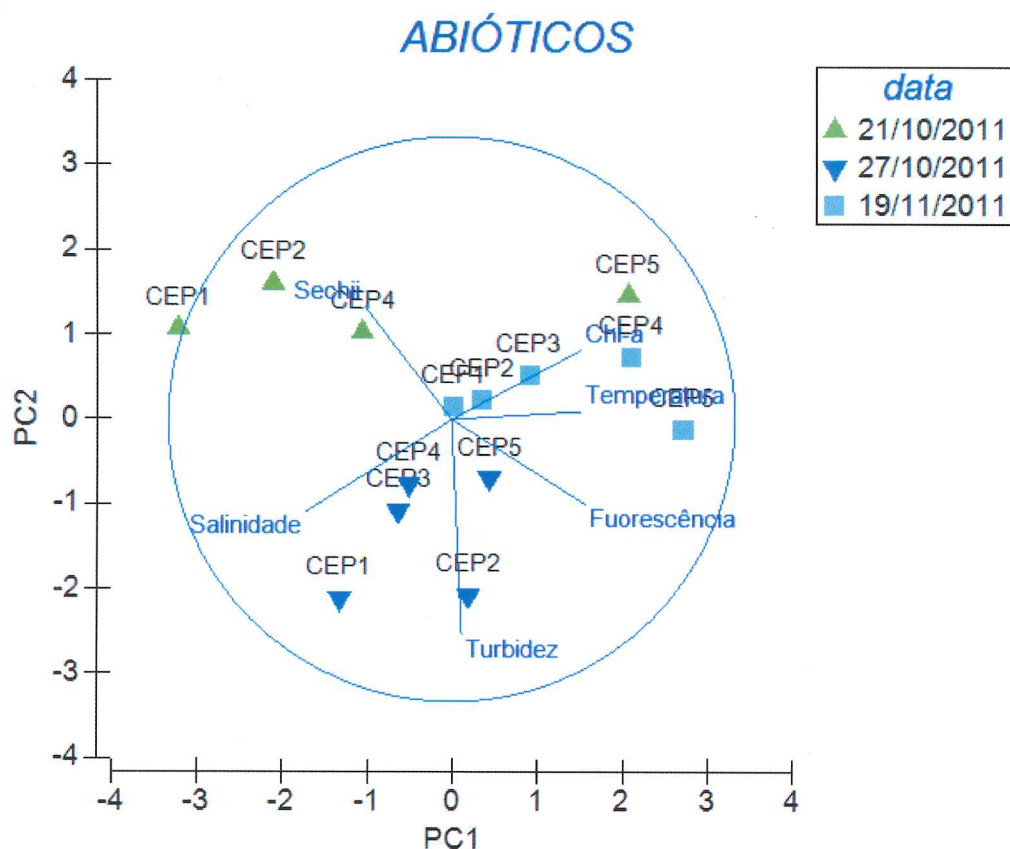
Os parâmetros (Figura 10) que se mostraram significativos no teste da ANOVA foram a temperatura e a turbidez da água (p valor extremamente significativo, $p=0,19.10^{-9}$ $p=0,005$ respectivamente), mostrando uma variação temporal durante o período investigado. No teste Tukey foi encontrado a maior diferença da turbidez nas datas de 21 de outubro e 19 de outubro, 21 de outubro e 17 de dezembro e entre as datas 21 de outubro e 27 de outubro. Entre o conjunto de datas de 19/11/11 com 17/12/11 , 27/10/11 com 17/12/11 e 27/10/11 com 19/11/11 resultou em não significativo (não há diferença) . Já para a temperatura temos que as datas mais parecidas são a de 19/11 com 21/10 ($p=0,4$) e 21/10 com 27/10 ($p=0,07$), outros conjuntos de datas mostraram se extremamente significativo, ou seja, os meses de novembro e dezembro, outubro dezembro e outubro novembro são diferentes. Em contrapartida, a salinidade, fluorescência, transparência e clorofila-a não mostraram uma variação significativa ($p=0,1$, $p=0,3$, $p=0,4$, $p=0,8$ respectivamente).

Figura 10 BOXPLOT DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS.



Para o cálculo do PCA (figura 11) foi necessário desconsiderar os dados do dia 17 de dezembro de 2011, pois estavam incompletos devido à falta de dados. Porém com as outras datas observa-se uma separação entre grupos. No dia 21 de outubro (dia da floração) e dia 19 de novembro encontramos os pontos correlacionados com a transparência da água, valores de clorofila-a e temperatura. Já a data de 27 de outubro obteve correlação com a turbidez, fluorescência, e salinidade e correlação inversa com a transparência da água, a Temperatura e a Clorofila-a. O dia 19 de outubro teve correlação com a temperatura, com a clorofila-a e com a fluorescência.

Figura 11 PCA DAS DATAS E DOS PONTOS AMOSTRADOS. EIXO PC1 COM 45,6% E O EIXO PC2 COM 24,2%.



4.2.2 ANÁLISE DE ABUNDÂNCIA

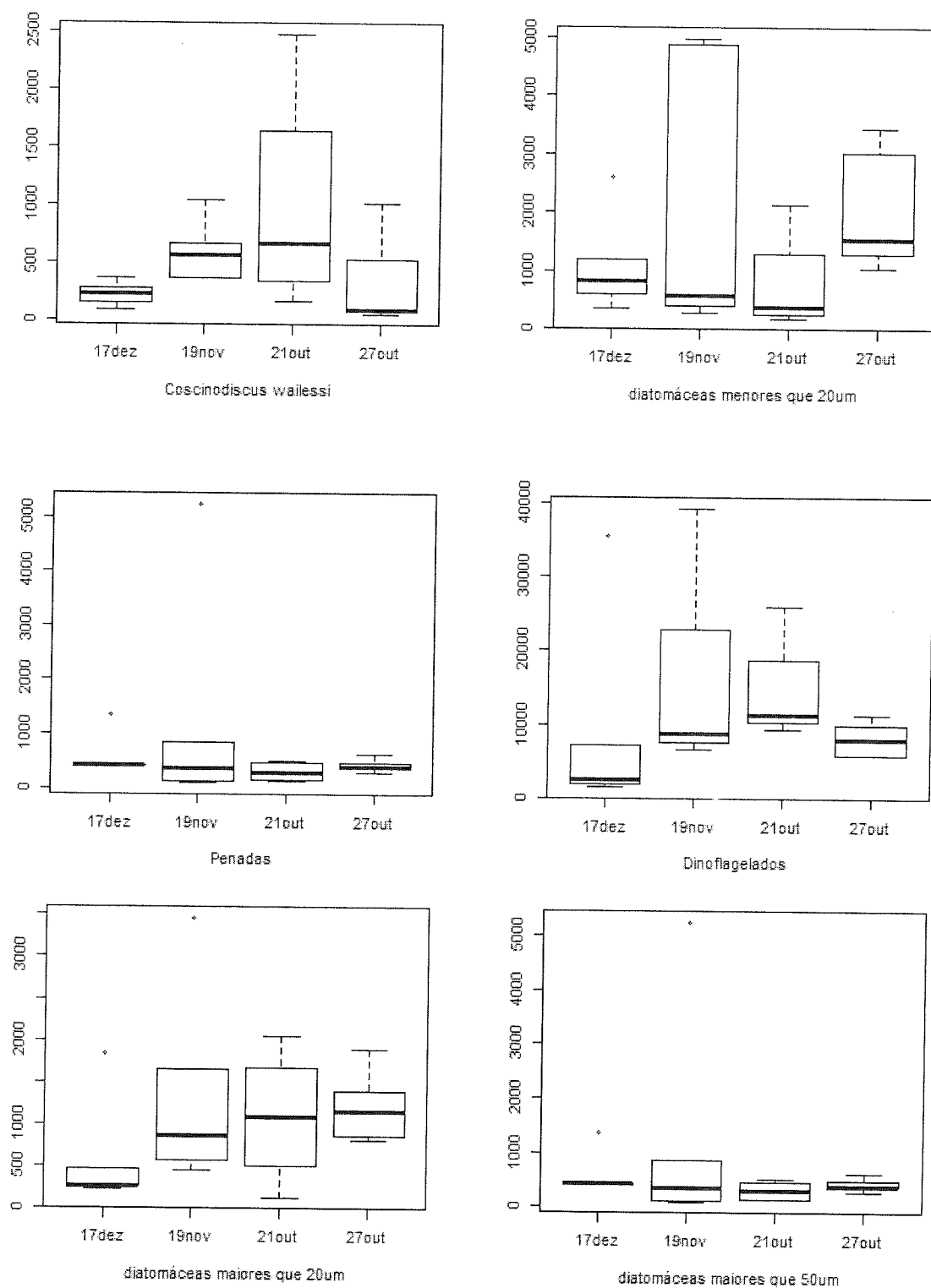
Ha a existência de dois picos de abundância (Figura 12), o primeiro em 21 de outubro (990 Cel/L^{-1}), quando a floração de *C. wailesii* foi vista pela primeira vez durante o monitoramento regular do fitoplâncton no CEP, e o segundo no dia 19 de novembro (599 Cel/L^{-1}). No dia 21 de outubro de 2011 a floração de *C. wailesii* coincide com a maior abundância de silicoflagelados (838 Cel.L^{-1}). Já a menor abundancia desta célula foi em dezembro com 220 Cel.L^{-1} . Em novembro, a abundância total de fitoplâncton aumentou, atingindo 3098 Cel.L^{-1} , o que ainda é um número bastante reduzido para a fração de tamanho analisada do fitoplâncton, e em dezembro o valor total da abundancia reduziu para 1398 Cel.L^{-1} . A abundância de silicoflagelados acompanhou a de *C. wailesii*, enquanto que as diatomáceas possuíram a menor abundância (612 Cel.L^{-1}) no dia 21 de outubro (1565 Cel.L^{-1}) e a maior no dia 19 de novembro.

Figura 12 VARIAÇÃO DA ABUNDÂNCIA DOS TÁXONS AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRADO. FOI CONSIDERADA A MÉDIA DAS CLASSES PARA ELABORAR O GRÁFICO



Para o cálculo da ANOVA primeiro foi testada a normalidade e a homocedasticidade dos dados com isso foi encontrado que os dados precisam de uma análise não paramétrica. Considerando as imagens do Boxplot (Figura 13) e da possível diferença dos táxons ao longo dos meses, os pressupostos foram ignorados e foi rodada a análise, porém a diferença não foi significativa para todos eles.

Figura 13 BOXPLOT DA ABUNDÂNCIA TOTAL DOS ORGANISMOS DO FITOPLÂNCTON.



Tem se uma tendência a diminuir a abundância da célula em estudo (Figura 14). Porém, observa se a existência de dois picos, um no dia em que foi vista a floração, 21 de outubro ($990,82 \text{ Cel/L}^{-1}$), e outro dia 19 de novembro ($599,55 \text{ Cel/L}^{-1}$).

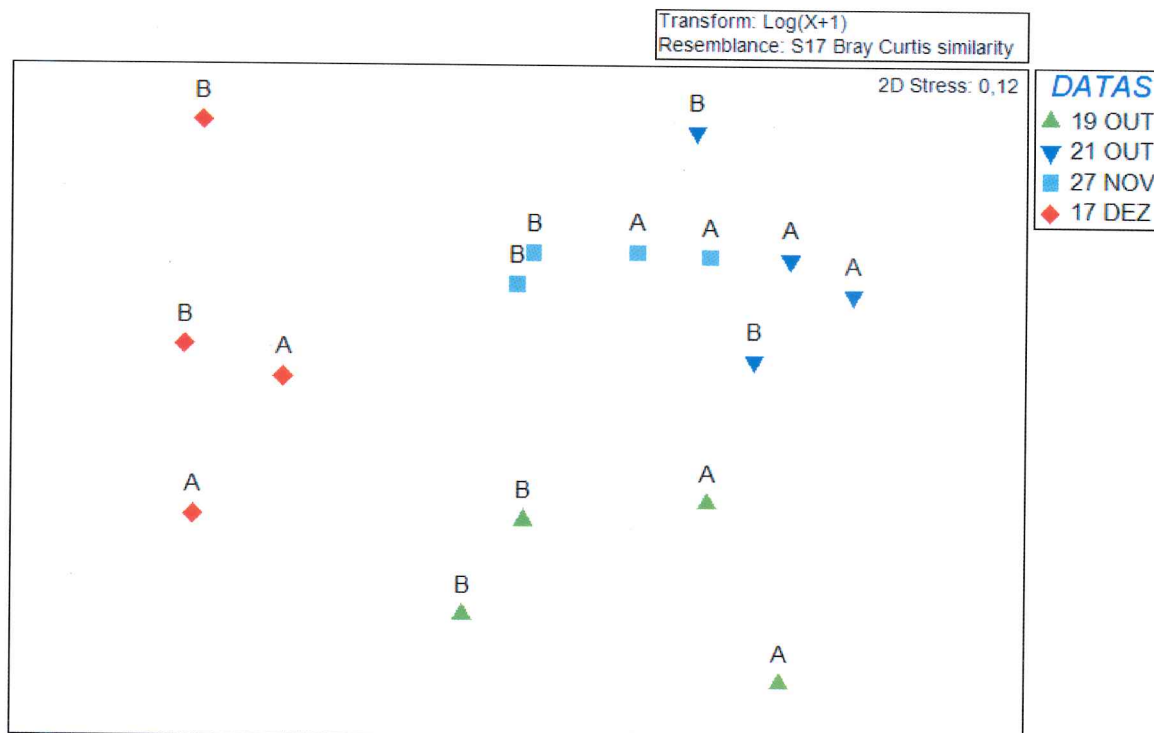
Figura 14 GRÁFICO MOSTRANDO O DESENVOLVIMENTO DA ABUNDÂNCIA DE *COSGINODISCUS WAILESII* AO LONGO DO PERÍODO AMOSTRADO.



4.2.3. ASSEMBLEIA FITOPLANCTÔNICA

A ordenação do MDS utilizando as datas (Figura 15) mostra um leve ordenamento entre elas. Observa se quatro grupos formados pelos pontos amostrais com um grau de Stress de 0,12. Com isso foi encontrada uma boa ordenação entre os grupos das datas, diferente do formado pelos setores.

Figura 15 MDS DAS DATAS E SETORES. SETORA FORMADO PELOS PONTOS CEP1 E CEP2 E SETORB FORMADO PELOS PONTOS CEP4 E CEP5.



O ANOSIN mostrou que entre os setores (A e B) os grupos formados são indistinguíveis ($R=0,313$) e quando comparando as datas os grupos são claramente distintos ($R=0,906$).

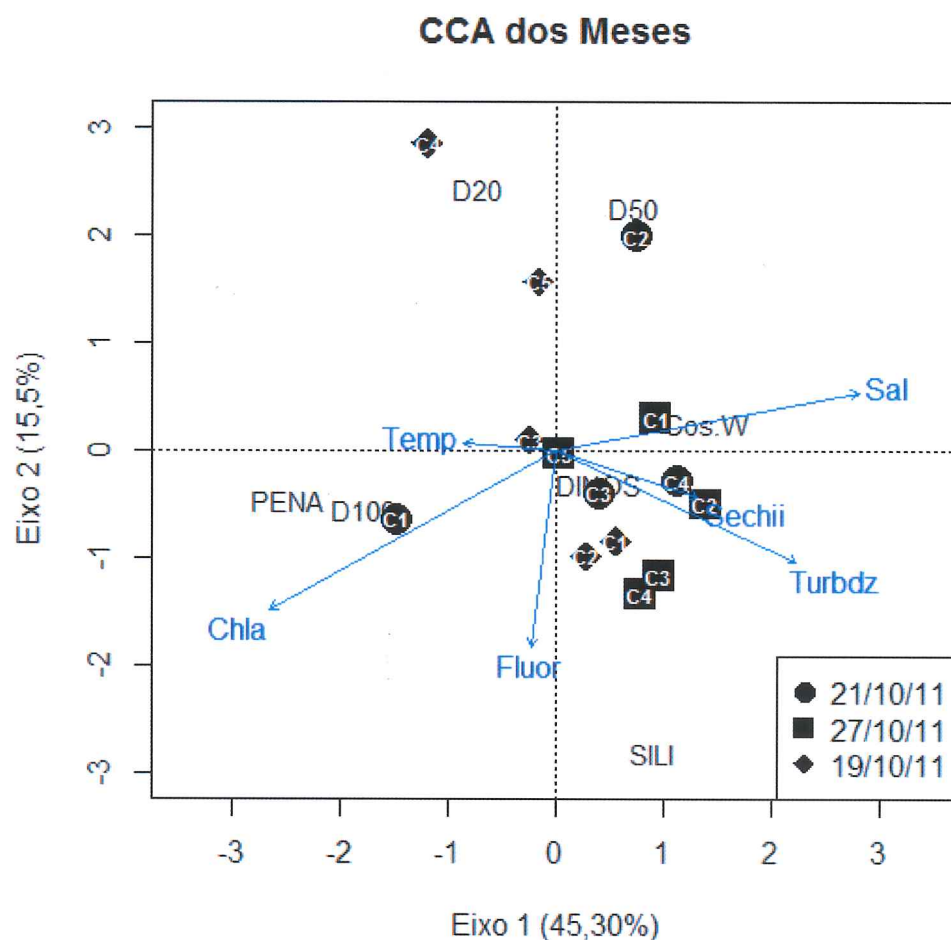
A análise de similaridade entre as percentagens (SIMPER) mostrou quais as sete espécies que mais contribuíram para a formação dos grupos no MDS (Tabela 6). As comparações entre as datas de 21 de outubro e 17 de dezembro apresentaram o maior valor de dissimilaridade 42,33% e as datas 21 de outubro e 27 de outubro apresentaram o menor valor encontrado de dissimilaridade 25,23%.

Tabela 6 GERADA PELA ANÁLISE SIMPER (Primer 6).

Gêneros	19nov vs 21out	19nov vs 27out	21out vs 27 out	19nov vs 17dez	21out vs 17 dez	27out vs 17dez	a vs b
<i>Goniaulax</i>	8,79	4,79	11,04	3,83	6,46	8,99	7,67
<i>Amphidinium</i>	8,21	5,88	5,72	4,83	5,72	2,72	2,85
<i>Katodinium</i>	5,94	9,17	6,42	2,51	7,34	9,67	4,72
<i>Diplopsalis</i>	4,25	7,47	7,02		3,32	7,34	3,88
<i>Scripsiela</i>	2,81		4,9	9,46	10,82	9,46	
<i>Dinophysis</i>	3,04	2,46		6,1	7,82	8,04	2,46
<i>Silicoflagelados</i>	6,64	3,8	6,6	4,15	8,01	4,82	4,05
Dissimilaridade (%)	33,07	30,92	25,23	38,77	42,33	34,41	24,29

Considerando os táxons temos que a alga de enfoque, os dinoflagelados, as diatomáceas 20-50 μm e silicoflagelados possuem correlação com a Transparência da água (Sechii), a turbidez (Turbdz) e a salinidade (Sal) e correlação inversa com a Fluorescência (Fluor), Temperatura (Temp) e clorofila (Chla) de acordo com o eixo 1 (Figura 16). Já com as diatomáceas penadas, diatomáceas $>50\mu\text{m}$ e diatomáceas $<20\mu\text{m}$ ocorreu o inverso. Quanto às datas, aparentemente a data de 27 de outubro obteve maior correlação com a Salinidade, Turbidez e transparência da água e correlação inversa com a fluorescência, clorofila e temperatura.

Figura 16: CCA DA ABUNDÂNCIA DO FITOPLÂNCTON. *Coscinodiscus walesii*, (COS. W), DIATOMÁCEAS PENADAS (PEN), CÊNTRICAS MENORES QUE 20 μm (D20), CÊNTRICAS MAIORES QUE 20 μm (50 d) E CÊNTRICAS MAIORES QUE 50 μm (D100), SILICOFLAGELADOS (SILI) E DINOFLAGELADOS (DINOS). C1 É O PONTO CEP1, C2 É O PONTO CEP2, C3 É O PONTO CEP4, C5 É O PONTO CEP DO ESTUÁRIO.



5 DISCUSSÃO

Em geral, a desembocadura sul do CEP apresentou características físico-químicas condizentes com a literatura existente (SALDANHA 2009, LANA 2001, KNOPPERS 1985, BRANDINI 1985). As concentrações de alguns nutrientes, entretanto, estiveram abaixo (PO₄) ou acima dos valores normalmente encontrados nesta região. Possivelmente, os valores altos de amônia estiveram associados ao período mais quente e as chuvas que ocorreram antes do período amostrado. O decréscimo nas concentrações de PO₄ e de silicato durante o período investigado indica a utilização destes nutrientes para o crescimento dos organismos dominantes do fitoplâncton.

No presente estudo, as concentrações de clorofila-a foram similares as reportadas por Knoppers (1985), com valores mínimos próximos a desembocadura e os maiores na direção oeste do estuário, relacionados com períodos mais intensos de chuva e a proximidade com o Porto de Paranaguá. Apesar dos maiores valores de clorofila-a perto da região portuária, as maiores abundâncias da comunidade do fitoplâncton ocorreram na desembocadura do CEP. Assim, os maiores valores de clorofila estiveram relacionados com a abundância de grupos específicos do fitoplâncton, sobretudo as diatomáceas penadas e as diatomáceas maiores que 50µm (figura 17). As concentrações de clorofila-a foram inversamente relacionadas com a abundância de *C. wailesii*, sugerindo um possível efeito negativo desta alga sobre a abundância total do fitoplâncton, ao menos sobre organismos com uma grande razão clorofila/célula.

Das variáveis abióticas, somente a temperatura e a turbidez variaram de forma significativa ao longo do período investigado. No dia 21 de outubro, ocorreu a maior mediana da turbidez (Figura 13), mas, contraditoriamente, também os maiores valores de transparência da água. Foi exatamente neste dia em que se percebeu pela primeira vez a formação de agregados macroscópicos na água do CEP, compostos por grandes células da diatomácea *C. wailesii* embebidas na mucilagem que ela produz e excreta em abundância. Além de auxiliar na flutuação e aquisição de nutrientes pela alga, tal mucilagem também aprisiona partículas pequenas, formando grandes filamentos e grumos macroscópicos em meio à água virtualmente

livre de partículas menores, o que explica a incomum relação direta entre turbidez e transparência registrada no presente estudo. O mesmo padrão de relação entre as variáveis abióticas foi encontrado em 19 de novembro, quando foi registrado o segundo pico de abundância de *C.wailesii*.

Não há uma clara variação do comportamento da alga *C.wailesii* ao longo dos perfis verticais do dia 22/10/11. No ponto CepA temos os maiores valores de transparência e silicato e também a maior dispersão da alga pela coluna de água. No ponto CepC, perto de Paranaguá, temos os maiores valores de nutrientes e a maior abundância de *C.wailesii*, porém a falta de dados abióticos prejudica o entendimento da relação alga por nutriente por profundidade.

Ao longo dos meses amostrados, foram encontrados 40 táxons de dinoflagelados, sendo os mais abundantes os do gênero *Prorocentrum*, *Alexandrium* e *Scripsiella*. Dentre as diatomáceas, as mais abundantes foram as do grupo composto pelas cêntricas menores que 20 μ m. Já as mais frequentes foram todas as classes de diatomáceas e os gêneros de dinoflagelados *Alexandrium*, *Amphidinium*, *Neoceratium*, *Dinophysis*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium*, *Prorocentrum*, *Protoperidinium* e *Scripsiella*. No EIA-RIMA para instalação da empresa SUBSEA7 (MELPORT TERMINAIS MARITIMOS LTDA, 2012), foram encontradas 23 espécies de dinoflagelados distribuídos em 12 gêneros nas proximidades do porto de Paranaguá.

No dia em que a floração foi mais intensa (22/10/11), os organismos mais abundantes foram a diatomácea *C.wailesii*, seguida pelos dinoflagelados *Dinophysis acuminata*, *Prorocentrum cf. scutellum*, *Scripsiella sp.* e *Prorocentrum micans*. Já os organismos mais frequentes em todos os pontos e profundidades amostrados naquela ocasião foram todas as classes de diatomáceas e os dinoflagelados *Dinophysis acuminata*, *Amphidinium sp.*, *Neoceratium furca*, *Gymnodinium*, *Prorocentrum* e *Scripsiella sp.* Estes táxons já foram observados em outros trabalhos, tanto no Paraná (KNOPPERS ET AL, 1985; MAFRA, 2005; SIQUEIRA, 2006), quanto em outras regiões, como em Rio Grande (TORGAN, 1989) e no Rio de Janeiro (SALDANHA, 2008).

Mesmo com a ordenação do MDS (Figura 7), não foi possível se estabelecer um padrão de variação espacial bem definido para a comunidade fitoplanctônica no dia da floração. A distribuição vertical dos táxons dominantes ocorreu de modo distinto entre os diferentes pontos amostrais. Por exemplo, no ponto Cep B (Figura

5), a maior abundância de dinoflagelados ocorreu na profundidade de 2 m (Figura 4) e houve uma elevada abundância de *C. wailesii* junto ao fundo, diferente das outras regiões amostradas. O ponto Cep B pode ter passado por um momento de baixa intensidade de ventos e baixa turbulência, ou ter sido amostrado em momento de estofa de maré, com isso os dinoflagelados por possuírem capacidade de natação conseguem permanecer nas menores profundidades enquanto as grandes diatomáceas afundam mais rapidamente que outros organismos do fitoplâncton.

Ainda assim, a abundância máxima de *C. wailesii* em 21 de outubro (2477 Cel.L⁻¹) foi atingida na camada superficial de todos os pontos amostrados, demonstrando o importante papel da excreção de mucilagem e formação de agregados para a flutuação desta grande diatomácea. Esta mucilagem é o principal responsável por fazer a diatomácea flutuar e corrobora para o efeito mecânico nocivo que ela causa (PROCOPIAK 2006, EDWARDS et al., 2001).

Durante todo o período de estudo, a diatomácea *C. wailesii* esteve presente em abundância relativamente elevada (valor médio de 366 Cel.L⁻¹ e valor máximo de 2477 Cel.L⁻¹). Boldrini (Projeto água de Lastro), durante a elaboração de um estudo sobre água de lastro, no litoral norte do estado do Paraná, encontrou uma abundância de *C. wailesii* de até 476 células vivas em amostras de tanques de navios, comprovando o vetor de introdução desta espécie invasora e sugerindo um constante aporte de células pertencentes a populações distintas, com uma tolerância as variáveis ambientais. Mafra (2005), durante amostragens bimestrais na mesma região do CEP, encontrou uma máxima abundância (14,104 Cel.L⁻¹) em fevereiro (2003). A alga foi recorrente durante tal estudo, mas sempre em baixas densidades celulares. Da mesma forma, Proença (2004) calculou uma abundância de 1,0.104 Cel.L⁻¹ para esta espécie no CEP. Apesar da abundância ligeiramente menor encontrada no presente estudo, este foi o primeiro relato de densidades celulares relativamente elevadas persistindo por um período tão longo, alcançando uma distribuição espacial (horizontal e vertical) tão extensa, acompanhada de baixa abundância total do fitoplâncton.

De fato, a área de abrangência e o período de dominância de *C. wailesii* parecem estar aumentando na região nos últimos anos. Os agregados de matéria orgânica formados durante as florações de *C. wailesii* tem sido reportados em associação com elevada transparência da água ao longo de praticamente todo o ano

e em áreas cada vez mais extensas, desde as imediações do porto de Paranaguá até áreas próximas a Ilha dos Currais, como relatado em julho de 2013 (dados do Projeto Biomar não publicados). Também tem se tornado frequente a reclamação de pescadores em virtude da adesão da mucilagem produzida por *C. wailesii* as redes de pesca, bem como relatos da ocorrência de peixes com as brânquias entupidas, estômagos inchados e sabor alterado, principalmente espécies demersais.

O sucesso desta diatomácea em ambientes costeiros se deve ao fato de ser eurihalina e euritérmica se desenvolvendo em salinidades entre 8 e 36 e temperaturas de 1,0°C e 28,5°C, além de produzir células de resistência que tem a capacidade de sobreviver no escuro por um período de 3 meses (SALDANHA 2008).

A taxa de absorção de nutrientes e a constante de saturação média elevadas são características adaptativas deste organismo para dominar o ambiente (SMAYDA, 1997; ZEHNDER-ALVES, 2000 apud PROENÇA 2002).

Estudos pretéritos reportam que várias espécies do microfitoplâncton e zooplâncton foram excluídas temporariamente no CEP durante eventos similares no passado, reduzindo drasticamente as concentrações e a diversidade destes organismos na água (FERNANDES, 1992; L. F. FERNANDES, R.M. LOPES E H.L. SPACH, observações pessoais em PROENÇA 2004). No presente estudo, a abundância total do fitoplâncton, especialmente de outras de diatomáceas, ficou muito abaixo dos valores normalmente encontrados na região durante a primavera. Em Brandini (2005), no subprojeto QUIABO em 2003 e 2004, foi encontrada uma variação da abundância do fitoplâncton de 0,2 a $7,1 \times 10^5$ Cel.L⁻¹. Junto com Moreira e Moreira Filho (1981) e Mafra (2005) a maior abundância de diatomáceas foi no período de verão, neste trabalho podendo ser considerado de mês de dezembro. Alguns dinoflagelados, que mostraram uma correlação positiva com *C. wailesii* apresentam potencial toxicológico, como *Dinophysis* spp., podem se beneficiar das condições ambientais particulares que a floração de *C. wailesii* propiciou.

Durante o período analisado, a abundância total do fitoplâncton oscilou, mas não houve uma alteração significativa na assembleia fitoplanctônica, conforme evidenciado na análise de MDS e no BOXPLOT. Desta forma, pode-se inferir que houve um efeito negativo constante da floração de *C. wailesii* sobre o fitoplâncton do setor externo do CEP durante o período de outubro a dezembro de 2011. Com o rápido crescimento e alta taxa de absorção de nutrientes (ZEHNDER-ALVES, 2000

in MAFRA 2005, CASTRO ,2012), a floração pode exaurir os nutrientes e gerar condições anóxicas associadas à decomposição da matéria orgânica em excesso, afetando negativamente a biota aquática.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em conta que a diatomácea *C walesii* se encontra inserida no estuário desde a década de 90, e que há evidências e relatos sugerindo que os problemas associados a sua ocorrência possam estar aumentando nos últimos anos, caracterizar o real impacto que esta alga causa a toda comunidade aquática e ao funcionamento do ambiente necessitaria de uma grande coletânea de amostras em todo o Complexo Estuarino de Paranaguá. Também para melhores conclusões é necessária uma série temporal de coletas maior do que 3 meses, incluindo pelo menos duas estações distintas no ano e, se possível, anos consecutivos.

A implementação de um programa de monitoramento ambiental poderia ajudar num melhor conhecimento da variação do fitoplâncton e ainda contribuir para uma maior qualidade do pescado e dos organismos cultivados na região. O atual trabalho pode ser utilizado como base de informações para um futuro programa, principal na parte que traz as espécies que são potencialmente nocivas ao ambiente e sua associação com o restante da assembleia fitoplanctônica.

São recomendados novos estudos focados na diatomácea *Coscinodiscus walesii*; não somente na área socioambiental, voltados aos potenciais impactos para a pesca e o ecossistema, mas também na área de utilizações e serviços que ela pode oferecer, como a fabricação de produtos industriais como a pasta de dente ou de ração para peixes.

7-REFERÊNCIAS

- ASCENCIO , P.G.M. Diatomácea Marinha *Coscinodiscus Wailesii* Gran Et Angst (BACILLARIOPHYCEAE): Isolamento, Cultivo e Estudo dos Polissacarídeos. Tese de Mestrado. 2004.
- BIGARELLA, J. J. Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Jubilee** Volume (1946-2001) : pp. 65 - 110, 2001
- BOLDRINI, E. B., & PROCOPIAK, L. K. **Projeto Água de Lastro**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/174/ arquivos/174_05122008105057.pdf
- BRANDINI, F. P. Ecological studies in the Bay of Paranaguá: I. horizontal distribution and seasonal dynamics of the phytoplankton. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v.33(2), 139-147.1985.
- BRANDINI, F.P. & FERNANDES, L.F. Microalgae of the continental shelf off Paraná state, southeastern Brazil: a review of studies. **Revista Brasileira de Oceanografia**. 44(1):69-80. 1996.
- BRANDINI, F.P., SILVA, E.T., PELIZZARI, F.M., FONSECA, A.L.O. & FERNANDES, L.F. Production and biomass accumulation of periphytic diatoms growing on glass slides during a 1-year cycle in a subtropical estuarine environment (Bay of Paranaguá, southern Brazil). **Mar. Biol.** 138:163-171. 2001.
- BRANDINI, F. P. Impacto da poluição sobre a estrutura da comunidade planctônica na baía de Paranaguá, PR. Projeto CNPq/MILÊNIO/RECOS, Sub-Projeto QUIABO – Paraná. Relatório final, 2005. In **EIA do projeto de litoral** - Terminal Marítimo – Píer de Atracação e Instalações de Caldeiraria e Montagens Mecânicas em Aço para Uso em Plataformas e Equipamentos Navais da empresa MELPORT TERMINAIS MARÍTIMOS LTDA. 2002

BONECKER, A. C.; BONECKER, S. L. C.; BASSANI, C. Plâncton marinho. In: **Biologia Marinha**. Renato Crespo e Abílio Soares (orgs), Rio de Janeiro: Interciências, 2002.

CASTRO, Nathália Oliveira de; MOSER, Gleyci A. Florações de Algas Nocivas e seus Efeitos Ambientais. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 2, p. 235-264, 2012.

COQUEMALA, V. Variação anual do fitoplâncton no reservatório Passaúna, Paraná. **Dissertação de Mestrado**. UFPR. 2005.

CULLEN, J. J., FRANKS, P. J., KARL, D. M., & LONGHURST, A.. Physical influences on marine ecosystem dynamics. **The sea**, 12, 2002.

EDWARDS, M.; JOHN, A. W. G.; JOHNS, D. G.; REID, P. C. Case history and persistence of the non-indigenous diatom *Coscinodiscus wailesii* in the north-east Atlantic. **J. mar. biol. Ass. U. K.**, v. 81, p. 207-211, 2001.

FAUST, MARIA A., AND ROSE A. GULLEDGE. Identifying harmful marine dinoflagellates. **Contributions from the United States national herbarium**. V42. 2002.

FERNANDES, L.F., ZEHNDER-ALVES, L., BASSFELD, J.C. *The recently established diatom Coscinodiscus wailesii (Coscinodiscales, Bacillariophyta) in Brazilian waters.I: Remarks on morphology and distribution*. **Phycological Research**, 49: 89–96. 2001.

GOLLASCH, S. *Coscinodiscus wailesii*. **Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe**. 2006

HALLEGRAEFF, G.M.; ANDERSON, D.M.; CEMBELLA, A.D. *Manual on harmful marine microalgae Monographs on Oceanographic Methodology*, 11 **UNESCO Publishing**: Paris. ISBN 92-3-103871-0. 793 pp. 2003.

HOLM-HANSEN, OSMUND, *et al.* Fluorometric determination of chlorophyll. **Journal du Conseil** 30.1: 3-15.1965.

HOPPENRATH, M., MALTE. ELBRACHTER, & GERHARD. DREBES. **Marine phytoplankton**. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchh.2009.

KNOPPERS, B. A., BRANDINI, F. P., AND THAMM, C., A. Ecological studies in the Bay of Paranaguá. II. Some physical and chemical characteristics. **Nerítica**, v.2.1 (1987): 1-36.

LALLI, C.M., Parsons, T.R. **Biological Oceanography: An Introduction**. Elsevier. 1997

LAMOUR, M. R. Morfodinâmica Sedimentar da Desembocadura do Complexo Estuarino De Paranaguá – Pr . **Tese (Doutorado em Geologia)** - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, 2007.

LEE, R. E.. **Phycology**. Cambridge University Press, 2008.

LANA, P. C., *et al.* The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. Coastal marine ecosystems of Latin America. **Springer Berlin Heidelberg**, 2001.

LOPES, F.A.S. Estudo geomicrobiológico das esteiras microbianas do brejo do Pau Fincado, Rio de Janeiro, Brasil. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, **Dissertação de Mestrado**. UFRJ, 2009

MAFRA JR, L.L.**Comparative domoic acid kinetics in oysters(Crassostrea virginica) and mussels(Mytilus edulis) feeding on Pseudo-nitzschia multiseriis: Implications for species-specific management**. Vol. 71. No. 07. 2010.

MAFRA JR, L. L., FERNANDES,L. F. AND PROENÇA, L. A.O.. Harmful algae and toxins in paranaguá bay, Brazil: bases for monitoring.**Brazilian Journal of Oceanography** 54.2-3. 107-121.2006

MANABE, T., ISHIO, S. Bloom of *Coscinodiscus wailesii* and DO Deficit of Bottom Water in Seto Inland Sea. **Marine Pollution Bulletin**, Vol. 23, pp. 181-184, 1991.

MANTOVANELLI, A. Caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na Baía de Paranaguá e em sua bacia de drenagem. **Boletim Paranaense de Geociências**, v.51. 2004.

MARONE, E.; MANTOVANELLI, A.; NOERNBERG, M. A.; KLIGENFUSS, M. S.; LAUTERT, L. F. C.; PRATA JUNIOR, V. P. Caracterização física do complexo estuarino da Baía de Paranaguá. **Relatório consolidado do convênio APPA/CEM**, Volume 2. Pontal do Sul, 1997.

MARSON-ASCÊNCIO, P.G., ASCÊNCIO, S.D. Isolamento e Análise Química Parcial de Exopolissacarídeos da Diatomácea Marinha Cultivada *Coscinodiscus wailesii* (Coscinodiscales, Bacillariophyta). **Quim. Nova**, Vol. 35, No. 8, 1542-1548, 2012.

MIRANDA, LB de; CASTRO, BM de; KJERFVE, B. Princípios de oceanografia física de estuários. **EDUSP, Sao Paulo**, v. 1, 2002.

MOREIRA, I. V. D. Origem e síntese dos principais métodos de avaliação de impacto ambiental (AIA). *IAP e GTZ*. **Manual de avaliação de impactos ambientais**. Curitiba, (1992).

MOREIRA-FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I. M. Avaliação taxonomica e ecologica das Diatomáceas (Bacillariophyceae) epifitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos Estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Boletim museu Botânico municipal**, v. 47, p. 1-17, 1981.

PARANAGUÁ. SUBSEA 7 do Brasil Serviços Ltda. Base de soldagem SUBSEA7. Estudo de Impacto Ambiental –EIA- Vol. II-III.

PROCOPIAK, L.K., FERNANDES, F.F., MOREIRA-FILHO, H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropica** v6 (n3). 2006.

PROENÇA, L. A. O. et al. Introdução de microalgas no ambiente marinho: impactos negativos e fatores controladores. **Água de lastro e bioinvasão** (JSV Silva & RCCL Souza, eds). Editora Interciência, Rio de Janeiro, p. 1-224, 2004.

PROENÇA, L.A., FONSECA, R.S., e PINTO, T.O. Microalgas em Área de Cultivo do Litoral de Santa Catarina. São Carlos: **RiMa** Editora, 2011.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 001/1986** - De 23 de Janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília, DF: Congresso Nacional, 1986.

SALDANHA, P. Avaliação ambiental através da utilização do fitoplâncton. Estudo de caso: Ilha Guaíba–Mangaratiba-RJ. **Tese de Doutorado**. Dissertação de Mestrado. 176 f. UERJ: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2008.

SALOMONI, S.E. Diatomáceas Epilíticas Indicadoras da Qualidade de Água na Bacia do Rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Tese de Doutorado**. São Paulo 2004.

SAR, E.A., FERRARIO M.E. Y B. REGUERA .Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano. **Instituto Español de Oceanografía**, 2002.

SILVA, J.S.V.; SOUZA, R.C.C.L. (Eds.) Água de Lastro e Bioinvasão. Rio de Janeiro: **Interciência**, p. 77-97.2004.

SIQUEIRA, A.. Componentes Estruturais Abiótico E Biótico E Caracterização Do Grau De Trofia De Gamboas Do Litoral Sul Do Paraná, Brasil. **Tese Doutorado** em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas da Universidade de São Carlos. 173p, 2006.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. **Bulletin Fisheries Research Board of Canada**, v. 167.1972.

TALGATTI, D., LAUDARES-SILVA, R., GARCIA, M., VETTORATO, B. and SIMONASSI, J. C. Considerations about *Coscinodiscus Wailesii* (Diatomeae) on the Santa Catarina Island Coast, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, 58(4):353-358, 2010.

TENENBAUM, DR. Dinoflagelados e Tintinídeos da região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira. **Museu Nacional**, Rio de Janeiro: 111-150. 2006.

TOMAS, C. R. Identifying Marine Phytoplankton. **Elsevier: USA**. 1997.

TORGAN, L. C. Floração de algas: Composição, causas e consequências. **Península**, Florianópolis, nº19.1989.

VIDOTTI, E. C., E ROLLEMBERG, M. C. E. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à bioremediação e à química analítica. **Química Nova** 27.1 (2004): 139-145.

WATHERN, P. **Introductory guide to EIA**. (1988): 1.

<http://www.gardenersown.co.uk/education/lectures/r/correl.htm#correlation>

8 ANEXO

Tabela 7 LISTA DE TÁXONS.

<i>Lista de táxons</i>	
<i>Coscinodiscus Wailesii</i>	<i>Protoperidinium sp</i>
Diatomáceas centricas até 20 µm	<i>Pyrocistis SP</i>
Diatomáceas centricas até 50 µm	<i>Scripsiela ssp1</i>
Diatomáceas centricas maiores que 50 µm	<i>Scripsiela ssp2</i>
Diatomáceas Penadas	<i>Torodinium SP</i>
Silicoflagelados	
<i>Alexandrium cf. frateculus</i>	
<i>Alexandrium sp.</i>	
<i>Amphidinium cf. sphenoides</i>	
<i>Amphidinium cf. crassum</i>	
<i>Centrodinium SP</i>	
<i>Neoceratium furca</i>	
<i>Neoceratium hircus</i>	
<i>Neoceratium lineatum</i>	
<i>Neoceratium fusus</i>	
<i>Neoceratium cf. longuissimo</i>	
<i>Neoceratium tripus</i>	
<i>Corythodinium SP</i>	
<i>Dinophysis acuminata</i>	
<i>Dinophysis caudata</i>	
<i>Dinophysis spp</i>	
<i>Diplopsalis SP</i>	
<i>Gmnodinium ssp1</i>	
<i>Gmnodinium ssp2</i>	
<i>Gmnodinium ssp3</i>	
<i>Gyrodinium ssp1</i>	
<i>Gyrodinium cf falcatum</i>	
<i>Goniaulax SP</i>	
<i>Katodinium SP</i>	
<i>Noctiluca scintillans</i>	
<i>Oxitodinium SP</i>	
<i>Podolampas SP</i>	
<i>Warnowia SSP</i>	
<i>Pripidinium SP</i>	
<i>Prorocentrum ssp1</i>	
<i>Prorocentrum scutellum</i>	
<i>Prorocentrum minimum</i>	
<i>Prorocentrum micans</i>	
<i>Protoperidinium bipes</i>	
<i>Protoperidinium pyriforme</i>	