
COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ : ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS COM AUXÍLIO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Cristiane de Barcelos¹
Nátalie Henke Gruber²
Márcia Quintas³
Luciano Fernandes⁴

1 Universidade Federal do Paraná - cristianebarcelos@hotmail.com

2 Universidade Federal do Paraná - natalie.mar@terra.com.br

3 Universidade Federal do Paraná - mquintas@ufpr.br

4 Universidade Federal do Paraná - lucfel@bio.ufpr.br

RESUMO

O problema da água de lastro é uma preocupação mundial, onde medidas vêm sendo tomadas a fim de minimizar a transferência de espécies exóticas que prejudicam regiões portuárias, como o caso do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), situado no litoral paranaense. Água de lastro é toda água introduzida nos porões após o desembarque da carga, necessário para prover estabilidade e segurança aos navios. O objetivo principal do presente trabalho é a construção de mapas temáticos de atributos ambientais da região do CEP, aliado à geoestatística e integrado ao ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Para isto, um banco de dados foi construído através de um levantamento de informações publicadas por vários autores, num período de quinze anos, que compreendessem os seguintes atributos: temperatura, salinidade, clorofila, nitrogênio inorgânico dissolvido, oxigênio dissolvido, fosfato e seston. Estes foram escolhidos devido à sua importância como reguladores na distribuição de organismos em uma baía ou estuário. Os mapas temáticos foram gerados através do software Surfer[®] 7.0 pelos métodos de interpolação de kriging, vizinho mais próximo e inverso da distância à potencia e analisados individualmente. O SIG foi construído no software ArcView[®] permitindo armazenar os dados e melhorar resultados provenientes da análise geoestatística, possibilitando uma visualização da modelagem ambiental para os pontos amostrados. A análise do comportamento dos atributos é essencial para se conhecer, obter informações confiáveis das características da água nessa região e tomar providências relativas à inspeção da água de lastro, evitando assim a introdução de espécies exóticas em um novo ambiente.

Palavras – chave: CEP; SIG; Banco de Dados.

ABSTRACT

The ballast water is an international concern, where measures are being taken to minimize the transfer of exotic species that hampers port regions, as the case of Paranaguá Estuarine Complex (CEP), located on Paraná state shore line. Ballast water is all the water pumped into the tanks after the ship is unloaded, necessary to provide the stability and safety. The main objective of this project is a development of thematic maps of environmental attributes to the CEP region, combined to geostatistic and integrated into a Geographic Information Systems (GIS). In order to do so, a database was built through research of published information by many authors, for a period of fifteen years, that comprehend the following attributes: temperature, salinity, chlorophyll, dissolved inorganic nitrogen, dissolved oxygen, phosphate, seston. Those were chosen due to its importance as regulators on the organisms distributions on a bay or estuary. The thematic maps, generated on software Surfer 7.0, using kriging interpolated methods, nearest neighbor, inverse distance to a power, and analyzed individually for each individually attributes. The GIS was developed on the ArcView[®] 3.2 software, in order to store data and improve the results from the geostatistic analysis, allowing a visualization of the environmental model for the data used. The behavior analysis of these attributes are essential for knowing and obtaining trusted information of the water characteristics on these region and taken appropriate action related to the inspection of ballast water, avoiding the spread of exotic species on a new environment.

Key Words: CEP; GIS; Database.

1 INTRODUÇÃO

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), situado no litoral paranaense é considerado o terceiro maior do mundo em termos de produção primária de carbono e, junto com a Serra do Mar, foi tombada pela Unesco em 1995 (CEM, 2002).

O CEP está situado ao norte da planície litorânea do Estado do Paraná, possuindo uma superfície de 601 km². Geograficamente é considerado uma baía e oceanograficamente um estuário. É subdividido em Baía de Antonina e de Paranaguá, situadas no eixo leste – oeste, e Baía das Laranjeiras, Guaraqueçaba e Pinheiros, no eixo norte – sul. São encontradas, também, algumas enseadas como as do Benito, Itaquí e Medeiros e muitas ilhas, como destaque para a Ilha do Mel, um

dos principais pontos turísticos da baía. Este faz ligação direta com o mar e sofre constantes variações de maré (CEM, 2002).

Faz parte também do CEP, o maior porto do sul do Brasil, o Porto de Paranaguá, que atua desde 1935 na exportação de grãos e farelo de soja. O porto movimentava um volume de cargas de aproximadamente 19 milhões de toneladas anualmente através de navios de todo o mundo.

Navios atualmente movem 80% das mercadorias do mundo e transferem de 3 a 5 bilhões de toneladas de água de lastro internacionalmente todo ano. Um volume semelhante pode ser transferido domesticamente entre os portos. Água de lastro é toda água introduzida nos porões após o desembarque da carga, necessário para prover estabilidade e segurança aos navios. Antigamente utilizava-se lastro sólido como pedras, areia e metal. Hoje, a água de lastro tornou-se mais econômica e eficiente que os lastros sólidos (GLOBALLAST, 2002).

O lastro torna-se um problema quando contém vida marinha, sendo o principal responsável pela introdução de organismos aquáticos nocivos ou patogênicos, causando sérios danos à economia, ao meio ambiente e à saúde. Estudos desenvolvidos em vários países comprovam que mais de 3.000 diferentes espécies podem ser carregadas pelos tanques de lastro. Entretanto, apesar da maioria não sobreviver, devido às barreiras naturais e ao meio hostil de transporte, aquelas que sobrevivem podem multiplicar-se tomando proporções epidêmicas. Como resultado, todo o ecossistema tem estado em constante mudança.

As espécies marítimas invasoras são uma das três surpreendentes ameaças do mundo oceânico. A poluição e o derramamento de óleo são outras ameaças onde melhorias podem ser feitas para recuperar os danos, porém o impacto causado por espécies marítimas, é freqüentemente irreversível (GLOBALLAST, 2002).

Nos Estados Unidos da América, a espécie europeia *Zebra Mussel Dreissena Polymorpha*, tem infestado mais de 40% dos canais internos de água e exigiu um gasto de 5 bilhões de dólares desde 1989, no controle de sua extensão. No sul da Austrália, a *Asia Kelp Undaria Pinnatifida* está acabando com as comunidades nativas do solo oceânico. No sudeste da Ásia, o *Limnoperma Fortunei* conhecido como mexilhão dourado, está se proliferando em tubulações, impedindo a distribuição de água (GLOBALLAST, 2002).

Essas e outras espécies têm sido o tema principal da Organização Marítima Internacional (IMO), junto ao Fundo para o Meio Ambiente Mundial (GEF), Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (UNDP) e a indústria de navios. Tais organizações uniram-se para apoiar o projeto intitulado “Programa de Administração Global da Água de Lastro ou Programa Globalast”.

Este programa tem como objetivo apoiar países em desenvolvimento na solução do problema da gestão de água de lastro, controlando e monitorando as espécies que prejudicam o meio ambiente e que são difíceis de extinguir. As áreas teste do projeto são: Sepetiba – Brasil (América do Sul); Dalian – China (Leste

Ásia); Mumbai – Índia (Sul da Ásia), Kharg-Island – Irã (Leste Meio Oriente); Saldanha – África do Sul (África); e Odessa – Ucrânia (Leste Europeu). Cada país elaborou seu próprio plano de trabalho, com intuito de adotar um método que tenha 95% de eficiência no controle, e que seja adequado economicamente. Para isso, cada País deve (CIÊNCIA HOJE, 2002):

- Criar um grupo interministerial para cuidar do assunto;
- Elaborar uma política nacional a respeito da introdução de espécies exóticas através da água de lastro;
- Ampliar as pesquisas sobre o problema;
- Definir e implantar normas de controle;
- Desenvolver programas de monitoramento marinho;
- Estimular a cooperação regional.

O Brasil foi escolhido como um dos países demonstrativos onde o Programa Globallast já investiu 1 bilhão de dólares. Presentemente, o Brasil concentra seus esforços no mapeamento da região portuária de Sepetiba (ver item 2.2), para melhor conhecer as inter-relações entre condições da água e espécies marinhas.

O presente trabalho visa compreender a distribuição espacial de dados pontuais (parâmetros ambientais), em superfície contínua, sendo que o resultado depende uma boa interpolação. Portanto, o mapa será satisfatório desde que haja uma escolha adequada de métodos de interpolação.

A interpolação ideal é aquela que embora ajuste mantém os dados originais de maneira confiável dentro de um limite definido pelo usuário. Os métodos de interpolação utilizados neste trabalho são: krigagem, vizinho mais próximo e inverso da distância à potência.

Os Sistemas de Informações Geográficas permitem a visualização espacial dessas variáveis. Para tanto, dispõe-se do banco de dados, da base cartográfica digital em escala 1:50.000, do software de GIS (ArcView[®]3.1) e do software de interpolação (Surfer[®]7.0).

O software de GIS ArcView[®] 3.1 foi utilizado pela facilidade em coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados a fim de determinar e interpretar tendências na área de estudo.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é criar uma metodologia de modelagem ambiental em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), baseada em métodos de geoestatística, gerando mapas temáticos que contenham características ambientais do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), permitindo uma análise espacial desses dados integrados ao ambiente SIG.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a construção do banco de dados foi realizado um levantamento de informações sobre a região do CEP, abrangendo os seguintes parâmetros: salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio inorgânico dissolvido (NID), clorofila, fosfato e seston. Tais parâmetros foram reunidos de diferentes autores que realizaram estudos na região do CEP ao longo de quinze anos (1985 a 2000). Essas informações são de fundamental importância para a simulação das condições de vida na baía e geração de mapas temáticos.

Inicialmente, foram montadas no Microsoft Excel duas tabelas, a primeira contendo os dados ambientais de verão, para os sete parâmetros, e a segunda, contendo os dados ambientais de inverno. As estações climáticas interferem diretamente no comportamento dessas variáveis. Partindo do princípio de que inverno é a estação seca e verão a estação chuvosa, ocorre uma variação significativa dos dados em ambas as estações, por isto a necessidade desta escolha.

Estas tabelas foram então importadas para o ArcView[®], onde plotou-se os pontos na base cartográfica, gerando assim um SIG. Este por sua vez, permite consultas sobre os parâmetros ambientais em estudo, em qualquer ponto amostrado da região interna do Complexo Estuarino de Paranaguá.

Ao todo foram geradas 14 (quatorze) tabelas, todas contendo valores médios de cada parâmetro em estudo, evitando a sobreposição de pontos distribuídos ao longo do complexo e que possuam a mesma coordenada. Como muitos autores possuem valores de superfície e fundo, para os casos de temperatura e salinidade, foram usados apenas os dados de superfície, pois são os que apresentam maiores variações.

A importância do mapeamento destes parâmetros nas regiões portuárias, é tornar conhecidas as condições de cada porto, de forma que a procedência dos navios não seja mais um problema, sendo ainda possível saber se tal navio precisa de inspeção. Desta forma, torna-se fácil comparar se os organismos trazidos pela água de lastro de Sidney – Austrália, por exemplo, podem sobreviver nas condições da Baía de Paranaguá.

2.1 BASES DIGITAIS

A Base Cartográfica digital georreferenciada do litoral do Paraná utilizada para o presente trabalho, foi fornecida pelo Centro de Estudos do Mar (CEM) e contém dados digitalizados referentes à linha de costa, regiões estuarinas e costeiras, rede de drenagem, baixios, área urbana, bem como a rede viária e a divisão política dos municípios que para o interesse específico não foi necessário sua utilização. Segundo NOERNBERG (1997), este banco de dados envolve uma área que está limitada na sua parte leste pelo Oceano Atlântico e nas demais partes pelo

divisor de águas. O *datum* horizontal adotado é o SAD69, e a escala utilizada é 1:50.000.

2.2 SOFTWARE DE INTERPOLAÇÃO - SURFER®

O Surfer® 7.0 (Golden Software, Inc.), foi o software utilizado para geração das isolinhas, através do método de interpolação já citado. Este software, é um pacote de programas comerciais desenvolvidos pela Golden Software Inc., que pode ser utilizado para a confecção de mapas de variáveis a partir de dados espacialmente distribuídos. Portanto, permite uma rápida visualização do comportamento espacial da variável em estudo. A representação dos dados no espaço é essencial em diversas áreas da ciência, principalmente nas ciências naturais (UNESP, 2002).

2.3 ANÁLISE ESPACIAL

Um conjunto de procedimentos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que se ajuste aos dados e expresse o relacionamento espacial do fenômeno em estudo, define análise espacial (CÂMARA, 1995). Ou seja, incorporar o espaço à análise que se deseja fazer.

Os Sistemas de Informações Geográficas vem dando suporte as técnicas de análise espacial, permitindo a visualização espacial das variáveis. Estas técnicas exigem um conhecimento teórico de geoprocessamento e da metodologia de trabalho a ser desenvolvida.

Considerando este contexto, basta um banco de dados inferenciais e uma base cartográfica para gerar mapas de apoio à visualização espacial do fenômeno.

Para o presente trabalho utilizou-se os dados pontuais para análise de superfície.

Neste caso, foi aplicada a variação contínua a partir de estimadores de krigagem, vizinho mais próximo e inverso da distância à potência. Sendo o método escolhido para a representação final dos mapas, a Krigagem ordinária.

2.4 SOFTWARE DE GIS - ARCVIEW

ArcView® é um aplicativo que possibilita visualizar, explorar, buscar e analisar dados espaciais. Foi desenvolvido pela Environmental Systems Research Institute (ESRI), a mesma empresa que desenvolveu ArcInfo®. Este foi outra aplicação conhecida em se tratando de Sistemas de Informação Geográfica (MORETTI, 2000). O ArcView® se baseia em uma tabela Dbase, em que cada registro pode ser georreferenciado e assim associado a um elemento espacial

(pontos, linhas, polígonos). Com isso, é possível fazer o levantamento estatístico, tanto em relação aos dados da tabela como aos dados geográficos.

2.5 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

A partir dos mapas de isolinhas gerados, que foram ao todo 42 (quarenta e dois), 14 (quatorze) pelo método de krigeagem, 14 (quatorze) pelo método do vizinho mais próximo e 14 (quatorze) pelo método do Inverso da distância, delimitou-se uma área de corte que neste caso seria a linha de costa referente à área do complexo. Esta área estava em shapefile e sua importação para o Surfer[®] não foi simples.

Para isso foi necessário digitalizar uma área de corte no ArcView[®] e converter shapefile de linha para shapefile de pontos, usando um script do ArcView[®]. Automaticamente, esse arquivo de pontos gera uma tabela com as respectivas coordenadas (X,Y). Essa tabela foi aberta no wordpad, salva como arquivo de texto e renomeada para arquivo blank, extensão bln. Este arquivo delimita as isolinhas geradas, fazendo com que estas se limitem apenas à área de contorno da linha de costa.

Assim, gerou-se um gride, arquivo grd, para cada parâmetro referente a cada método citado acima. A apresentação visual desses mapas de isolinhas, mostra um gradiente de cores, facilitando a análise da simulação estocástica em cada mapa gerado, como pode ser verificado nos mapas apresentados no item seguinte.

A definição das cores para apresentação final dos mapas foi respeitando os padrões utilizados pela biologia.

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

O método de interpolação escolhido para a representação final dos mapas neste trabalho, foi o método de krigeagem, pois possui uma excelente flexibilidade para interpolação, podendo interpolar grandes áreas. Este apresenta melhor precisão, mantém os valores originais e uma boa visualização dos dados em relação aos demais métodos.

O método de krigeagem gera valores interpolados que coincidem com os valores dos pontos amostrais. Permite capturar e assim representar com maior qualidade a variabilidade espacial, além de fornecer uma variância confiável aos valores interpolados, sendo possível identificar regiões que precisam ser melhoradas. O método inverso da distância à potência produz um resultado semelhante a krigeagem, porém o ponto crítico ocorre onde há agrupamento de amostras. Já o método de interpolação vizinho mais próximo é o menos expressivo em termos de variabilidade espacial, porém revela a área de influência de cada ponto de

observação. Para detectar valores amostrais suspeitos é um método excelente (Macedo, 2000).

Depois de gerados os mapas de isolinhas de cada parâmetro em estudo, foi necessário gerar um arquivo de corte (blank).

Inúmeros testes foram realizados para que a obtenção deste arquivo fosse finalizada. Infelizmente não foi possível obter o resultado esperado:

A primeira digitalização da área do complexo foi realizada de forma a obter todos os detalhes pertinentes à linha de costa. Automaticamente a tabela desse arquivo indicou um número de 172.000 pontos. Quando gerado o arquivo blank ocorreu um erro indicando um número excedente;

A segunda digitalização foi de forma grosseira, sem dar importância aos detalhes da região, a fim de obter um arquivo blank de sucesso. O número de pontos desta vez foi apenas 183 pontos. Gerou-se o gride de isolinhas e aplicamos o arquivo blank. Desta vez o corte foi efetuado com sucesso, porém o pouco detalhamento fez com que a região ficasse deformada, um pouco diferente da região do CEP que conhecemos;

A terceira digitalização foi feita com o mínimo de pontos possível, tentando não perder as feições, porém minimizando as regiões onde não existiam pontos inseridos. A tabela desta vez indicou 5.495 pontos e mais uma vez ocorreu um erro, gerando uma área de corte totalmente deformada, não condizendo com as feições reais. Utilizando o mesmo arquivo, eliminaram-se vários pontos até chegar a 1743 pontos, para que mais um teste fosse realizado e mais uma vez não houve sucesso. Reduzindo o mesmo arquivo para 990 pontos gerou-se o arquivo blank, entretanto as feições continuavam deformadas;

Uma tentativa frustrada ocorreu no autocad, onde se tentou eliminar alguns pontos anteriormente extrapolados, minimizando as feições, porém mantendo os aspectos físicos da região. Neste caso, o número de pontos chegou a 8000 e mais uma vez ocorreu um erro na geração do arquivo blank;

A idéia da montagem de um mosaico foi igualmente testada, diminuindo o arquivo de 5.495 pontos para arquivos menores de 950 pontos. Gerou-se o blank separadamente e posteriormente, fundiram-se os arquivos gerados. E mais uma vez não se obteve sucesso.

Diante destas dificuldades, procurou-se pessoas que trabalham com o software, mas infelizmente não se obteve a solução desejada.

Optou-se pela apresentação do corte descrito acima com o blank de 187 pontos: opção única no momento, porém que não preenche os objetivos definidos preliminarmente. Como pode ser visto nos mapas no seguinte, o blank gerado mostra uma região de corte diferente da região de estudo.

Na análise de dados eliminaram-se alguns pontos considerados problemáticos, para que resultado final dos mapas fosse satisfatório.

3.1 APRESENTAÇÃO DOS MAPAS GERADOS

3.1.1 Exemplos de Mapas Gerados pelo Método de Kriging

Através dos estudos de interpolação de kriging, pode-se confirmar, pelos mapas a seguir, que este método apresenta melhor visualização espacial dos pontos amostrados. As isolinhas geradas permitem identificar claramente as regiões de maior e menor variação de cada parâmetro no interior do complexo.

Os mapas também mostram um gradiente maior no período chuvoso, ou seja no verão, e um gradiente menor no período de seca, correspondente ao inverno. Percebe-se que no verão existe uma variação maior principalmente em áreas mais internas da baía.

A seguir, são apresentados os mapas gerados através deste método, onde o eixo X representa a variação da longitude e o eixo Y a variação da latitude, em graus decimais (°):

FIGURA 1: MAPA DAS ISOLINHAS DE NID DE VERÃO (°)

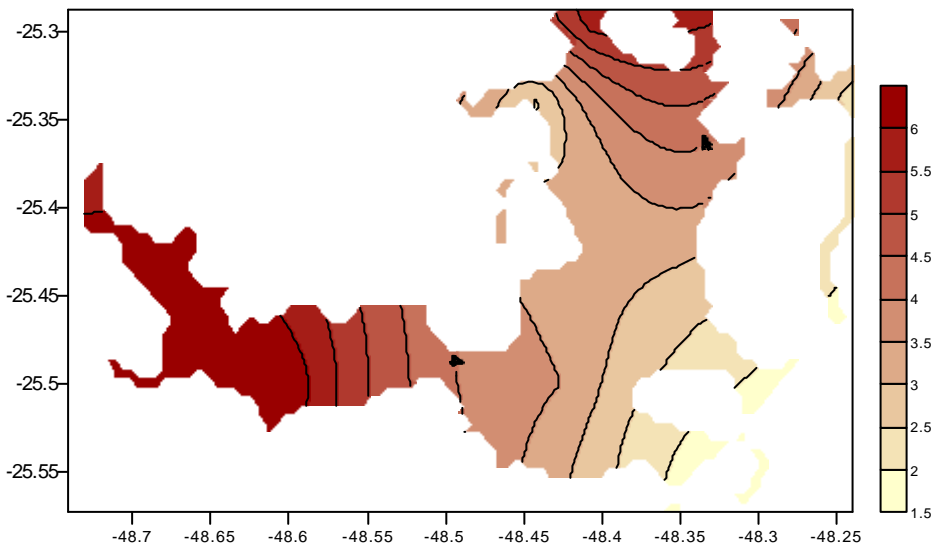
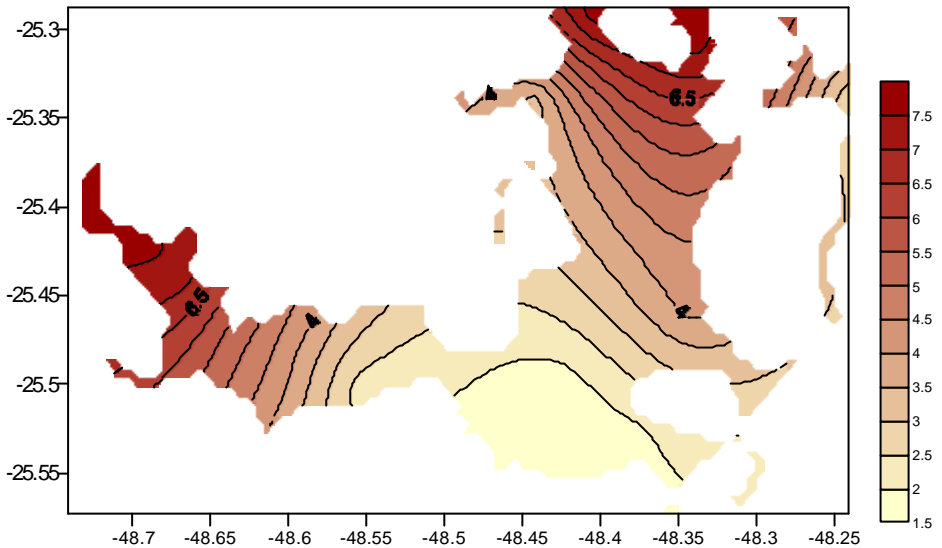


FIGURA 2: MAPA DE ISOLINHAS DE NID DE INVERNO (°)

3.1.2 Exemplos de Mapas Gerados pelo Método Vizinho Mais Próximo

Os mapas abaixo mostram que o método do vizinho mais próximo é o que pior expressa a variabilidade espacial, porém revela a área de influência de cada ponto de observação, ocorrendo uma setorização das classes dos pontos amostrados, sendo um bom método para detectar valores suspeitos.

Apesar disto, percebe-se que este, comparado aos demais métodos, mantém um mesmo padrão de apresentação dos parâmetros em estudo, porém é o menos expressivo.

O eixo X representa a variação da longitude e o eixo Y a variação da latitude, em graus decimais (°):

FIGURA 3: MAPA DAS ISOLINHAS DE NID DE VERÃO (°)

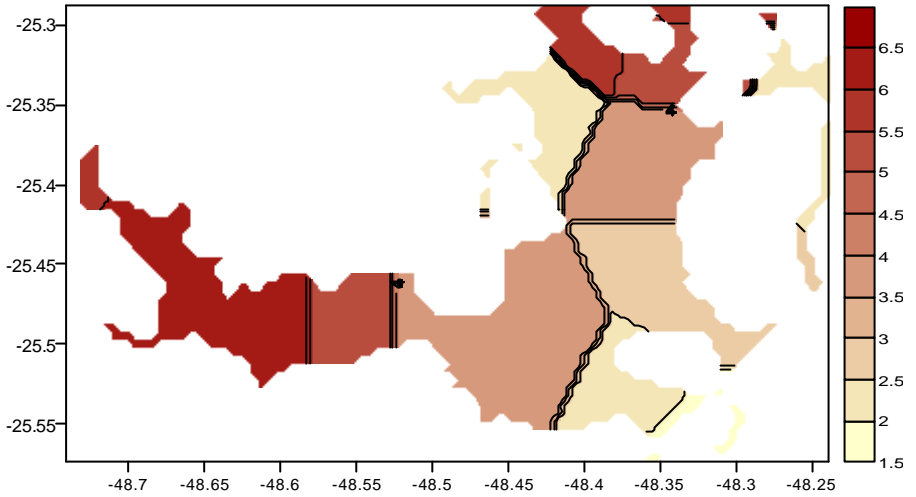
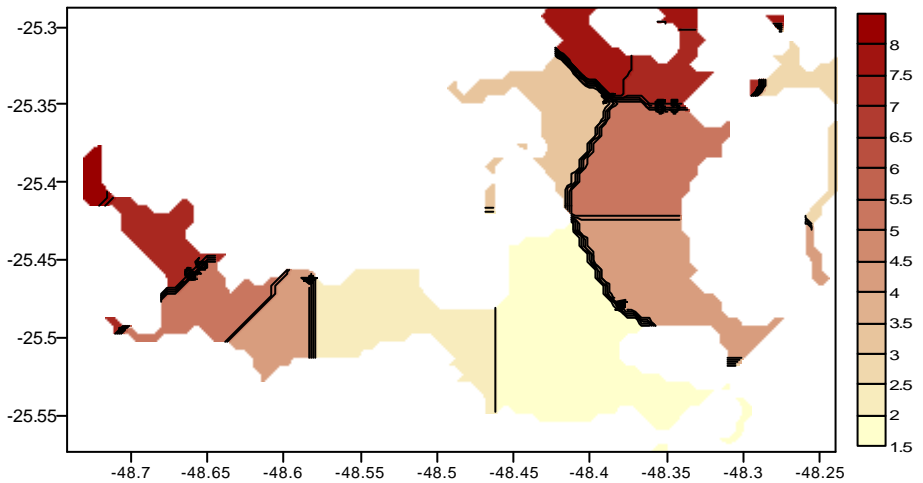


FIGURA 4C



3.1.3 Mapas Gerados pelo Método Inverso da Distância À Potência

No método da distância à potência, os mapas apresentam problemas onde existem agrupamentos de amostras, onde as isolinhas são representadas de forma concentrada e não distribuídas suavemente ao longo do complexo. Ou seja, como se existissem apenas amostras em um determinado lugar. A apresentação visual deste método não mostra claramente os objetivos impostos pelo trabalho, dificultando, por exemplo, a visualização das áreas de maior concentração de clorofila das áreas de menor concentração.

A seguir, são apresentados os mapas gerados através deste método, onde o eixo X representa a variação da longitude e o eixo Y a variação da latitude, em graus decimais (°):

FIGURA 5: MAPA DAS ISOLINHAS DE NID DE VERÃO (°)

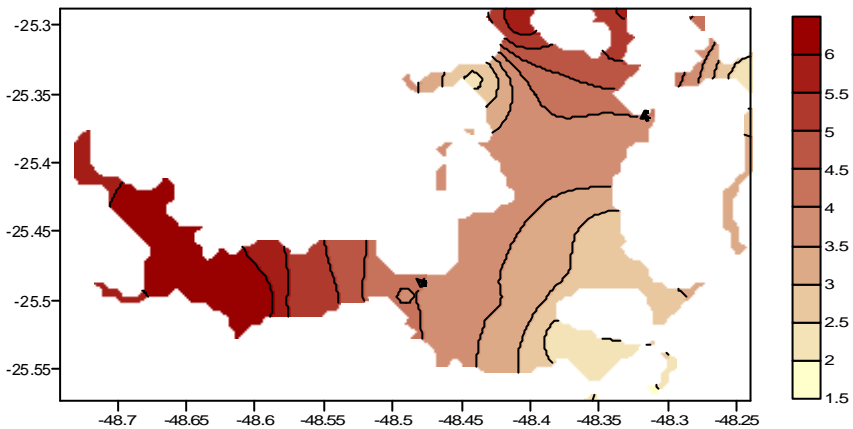
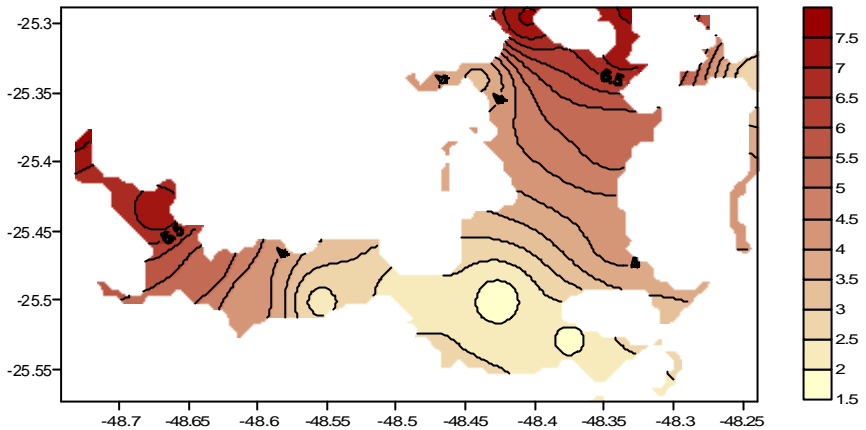


FIGURA 6: MAPA DE ISOLINHAS DE NID DE INVERNO (°)

4 DISCUSSÃO

A escolha do tema foi baseada no projeto realizado no porto de Sepetiba apoiado pelo Programa Globallast. Visto a importância do monitoramento e controle da água de lastro em regiões portuárias, realizou-se um levantamento de alguns parâmetros ambientais na região do CEP, visando a construção de um SIG. Permitindo, desta forma a visualização do comportamento destes parâmetros no interior do complexo.

A impossibilidade da geração das isolinhas utilizando os métodos de interpolação citados, através do software ArcView[®], fez com que a utilização de um software de interpolação fosse necessária. Neste caso, geraram-se mapas de isolinhas no Surfer[®] e logo exportados para o ArcView[®] (ANEXO 02), gerando um SIG contendo parâmetros ambientais. Porém, como já foi destacado no item 4, houve muitas dificuldades para chegar no resultado final, não sendo possível apresentar os mapas de isolinhas no ArcView[®], pois na exportação dos mapas os atributos eram perdidos não sendo possível mostrar o gradiente de cores com as variações dos parâmetros ao longo da baía. Portanto, os mapas foram apresentados e analisados de forma simples pelo Surfer[®].

A análise dos dados permitiu visualizar o método de interpolação que melhor representou os parâmetros ambientais em estudo. Neste caso pode-se perceber que o método de kriging é o que apresenta com maior qualidade a variabilidade espacial dos pontos amostrados, mostrando de forma suave as isolinhas geradas. No inverno e no verão a análise espacial apresenta padrões diferentes, podendo-se distinguir claramente a época de seca da época chuvosa.

5 CONCLUSÃO

As informações que compõem um banco de dados devem ser confiáveis de maneira que o resultado final seja uma representação fiel dessas informações. Daí a necessidade de reunir dados confiáveis no período de quinze anos abrangendo os parâmetros em estudo.

A apresentação final dos mapas ocorreu no Surfer[®] pela facilidade de visualização através do gradiente de cores mostrando o comportamento dos parâmetros em estudo ao longo do complexo. Porém o ideal seria apresentá-los no ArcView[®] possibilitando realizar consultas em ambiente SIG, como era o objetivo principal. Devido ao erro ocorrido na geração do blank (arquivo de corte), as isolinhas geradas pelo Surfer[®], quando exportadas para o ArcView[®], mostram claramente os erros ocorridos durante o processo de corte. Como pode ser visto nos mapas em anexo (ANEXO 02).

Apesar de não ter sido possível gerar em ambiente SIG as isolinhas mostrando um gradiente de cores, a nível de estudos biológicos este SIG foi satisfatório, sendo ainda possível obter informações sobre as características ambientais ao longo da região do CEP através dos pontos amostrados (ANEXO 01).

A análise de resultados levou a escolha do método de kriging para a representação final dos mapas temáticos por ser o que melhor apresenta a distribuição das isolinhas, sendo fiel aos valores amostrados. Os demais métodos apresentam resultados com padrões semelhantes, porém não possuem a mesma qualidade de representação necessária à análise espacial para dados ambientais como os do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, R. L. de B. E. **Variabilidade diária do zooplâncton e de descritores ambientais no setor euhalino da baía de Paranaguá no verão e inverno de 1996.** Curitiba, 2000. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

AGÊNCIA BRASIL – ABR. **Espécies marinhas “migram” na água de lastro de navios cargueiros.** Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/ct/2002/materia_310502_1.htm> Acesso em: 24 out. 2002.

AGENDA 21. **O que é Agenda 21 Brasileira.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21bra/corpo.html>>. Acesso em: 21 nov. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: referências bibliográficas. Rio de Janeiro, 1989.

BRANDINI, F. P. Ecological studies in the bay of Paranaguá: Horizontal distribution and seasonal dynamics of the phytoplankton. **Bolm Institute Oceanographic**, São Paulo, 1985. p.139 –147.

BRANDINI, F. P. ; REBELLO, J. Variação temporal de parâmetros hidrográficos e materiais particulado em suspensão da baía de Paranaguá, Paraná (junho/87 – fev/88). **Nerítica**, Pontal do Sul, jul.1990. p. 95 – 111.

BRANDINI, F. P. ; KNOPPERS, B. A. ; THAMM, C. A. Ecological studies in the bay of Paranaguá: Same physical and chemical characteristics.

BRANDINI, N. **Variação espacial e sazonal da produção primária do fitoplâncton em relação as propriedades físicas e químicas na Baía das Laranjeiras e áreas adjacentes (Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá – PR/BR)**. Curitiba, 2000. 85 f. Tese (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

BRANDÃO, W. **Utilização de métodos geoestatísticos de krigagem ordinária e krigagem por indicação na interpolação de dados geoquímicos de solos**. Disponível em: <
<http://www.dpi.inpe.br/curso/ser301/trabalhos/pojuca.pdf> > Acesso em: 08 mar. 2003.

BOEHS, G. **Ecologia populacional, reprodução e contribuição em biomassa de Anomalocardia brasiliana (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Veneridae) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil**. Curitiba, 2000. 201 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

BURROUGH, P. A.; MACDONNELL, R. A.; **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S.; FUCKS, S. D.; MONTEIRO, A. M. **Análise Espacial e Geoprocessamento**. Disponível em: <
<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/index.html>> Acesso em: 15 jan. 2003.

COHEN, A. N.; WEINSTEIN, A. **The potential distribution and abundance of zebra mussels in California**. San Francisco, 1998.

CORREIA, M. D. **Comunidades incrustantes e a fauna associada em painéis experimentais na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil.** Curitiba, 1989. 236 f. Tese (Mestrado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

DISARÓ, S. D. **Associações de Foraminíferos da Baía das Laranjeiras, Complexo Estuarino Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil.** Curitiba, 1995. 76b f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

DPI / INPE. **SPRING.** Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/spring/> > Acesso em: 10 mar. 2003.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Limnologia.** Disponível em: < <http://www.bio2000.hpg.ig.com.br/limnologia.htm> > Acesso em: 10 mar. 2003.

ESRI. **ArcView scripts.** Disponível em: < <http://www.esri.com> > Acesso em 18 mar. 2003.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FELGUEIRAS, C. A. **Modelagem ambiental com tratamento de incertezas em Sistemas de Informações Geográficas: O paradigma geoestatística por indicação.** Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/teses/carlos> > Acesso em: 08 mar. 2003.

FUNPAR (2001). **Atualização da posição da linha de costa na área de influência da desembocadura da Baía de Paranaguá.** Pontal do Paraná. Convênio: APPA e CEM.

GEOCITIES. **Parâmetros da qualidade da água.** Disponível em: < <http://www.geocities.com/wwwweibull/param.htm> > Acesso em: 19 mar. 2003.

GERENCIAMENTO COSTEIRO INTEGRADO. **Programa train-sea-coast no Brasil: Capacitação de recursos humanos para o desenvolvimento de zonas costeiras na América Latina.** Disponível em: < http://www.gci.cttmar.univali.br/n1a1/programa_train_sea_coast.htm > Acesso em : 24 out. 2002.

GLOBALLAST. **Global ballast water management programme**. Disponível em: < <http://globalast.imo.org.br> > Acesso em: 10 set. 2002.

GODEFROID, R. S. **Estrutura da comunidade de peixes da zona de arrebanção da praia de Pontal do Sul, Paraná, Brasil**. Curitiba, 1997. 130 f. Tese (Mestrado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

IBAMA. **Análise espacial**. Disponível em: < <http://www2.ibama.gov.br> > Acesso em: 10 mar. 2003.

LORENZI, L. **Composição e distribuição da macrofauna bêntica em gamboas da Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil)**. Curitiba, 1998. 71 f. Tese (Mestrado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

LOPES, R. M. **Distribuição espacial, variação temporal e atividade alimentar do zooplâncton no Complexo Estuarino de Paranaguá**. Curitiba, 1997. 140b f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

MACHADO, E. da C.; DANIEL, C. B.; BRANDINI, N.; QUEIROZ, R. L. V. de. Temporal and spation dynamics of nutrients and particulate suspended matter in Paranguá Bay, Brazil. **Nerítica**, Curitiba, v.11, p. 17-36, 1997.

MACEDO, M.; OLIVEIRA, J.; BARBOSA, A . **Análise comparativa da espacialização do risco climático pela média ponderada, krigagem ordinária e krigagem por indicação**. Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/curso/ser301/trabalhos/mariza_risco.pdf > Acesso em: 11 mar. 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Água de lastro**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/sqa/projeto/lastro/program.html> > Acesso em: 26 mar. 2003.

MORETTI, E. **Curso básico de ArcView 3.1 – Apostila**. Disponível em: < <http://www.ige.unicamp.br/~Imelgaco/areview.htm> > Acesso em: 20 set. 2002.

NOERNBERG, M. A. LAUTERT, L. F. de C.; ARAUJO, A. D. de; ODRESKY, L. L. Base de dados digital do litoral paranaense em Sistema de Informações Geográficas. **Nerítica**, Curitiba, v.11, p.191-195, 1997.

OCEANOGRAFIA. **A água do mar.** Disponível em: < <http://www.angelfire.com/pq/oceanografia/amarf.htm> > Acesso em: 19 mar. 2003.

PÁDUA, H. B. de. **Temperatura (água/ar) em sistemas aquáticos.** Disponível em: < <http://www.jundiai.com.br/abrappesq/materia2.htm> > Acesso em: 10 mar. 2003.

PETROBRAS. **Projeto de estudos ambientais em áreas costeiras e oceânicas no sul do Brasil.** Sepetiba, 1996/1997

PINHEIRO, P. C. **Dinâmica das comunidades de peixes em três áreas amostrais da Ilha do Mel, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil.** Curitiba, 1999. 171 f. Tese (Mestrado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

RIPSA. **Conceitos básicos de Sistemas de Informações Geográficas e Cartografia aplicados à saúde.** 1. ed. Brasília: Organização Panamericana da Saúde, 2000.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento tecnologia transdisciplinar.** 1. ed. Juiz de Fora: Ed. do autor, 2000.

RODRIGUEZ, J. L. **Análise espacial da distribuição da violência de São Paulo: 1996-1999.** Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/curso/ser301/trabalhos/zeluiz_violencia.pdf > Acesso em: 11 mar. 2003.

SILVA, J. S. V. da; FERNANDES, F. da C.; LARSEN, K.T.S.; SOUZA, R. C. C. L. de. **Água de lastro ameaça aos ecossistemas.** Disponível em: < <http://www.uol.com.br/cienciahoje/chmais/pass/ch188/lastro.pdf> > Acesso em: 26 mar. 2002.

SILVA, A . de B. **Sistemas de informações Georreferenciadas: Conceitos e Fundamentos.** Campinas. Ed.1^a. São Paulo. Editora Unicamp, 1999.

UNESP. **Introdução a confecção de mapas pelo software surfer[®]** Disponível em: < <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html> > Acesso em: 10 fev. 2003.

SOVIERZOSKI, H. H. **Estrutura temporal da comunidade macrobentônica da foz do rio Maciel, Baía de Paranaguá, Paraná.** Curitiba, 1991. 98 f. Tese

(Mestrado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

SILVA, J. S. V. da; FERNANDES, F. da C.; LARSEN, K.T.S.; SOUZA, R. C. C. L. de. **Água de lastro ameaça aos ecossistemas**. Disponível em: < <http://www.uol.com.br/cienciahoje/chmais/pass/ch188/lastro.pdf> > Acesso em: 26 mar. 2002.

TVCULTURA. **Mar à vista**. Disponível em: < <http://www.tvcultura.com.br/aloescola/ciencias/maravista/1/1mar.htm> > Acesso em: 10 mar. 2003.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Centro De Estudos Do Mar. Disponível: < <http://www.cem.ufpr.br/ecoturismo/textos.htm> > Acesso em: 26 nov. 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Normas para apresentação de documentos científicos**. Curitiba, v.02, 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Normas para apresentação de documentos científicos**. Curitiba, v.06, 2002.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Estudos do Mar (CEM), pela infra-estrutura e apoio às pesquisas realizadas.

Ao professor Dr. Maurício Noernberg pela atenção, pelos materiais fornecidos e pelas dúvidas esclarecidas muitas vezes via e-mail.

À professora Dr. Eunice C. Machado pela atenção e pelos dados fornecidos.

Ao professor Dr. Frederico P. Brandini pelas dicas e pelo empréstimo de material.

À professora Dr^a. Márcia Cristina Quintas pelas discussões e orientações ao longo do projeto, que serviram de incentivo para o término deste trabalho.

Ao professor Dr. Luciano F. Fernandes, pelas sugestões, discussões e orientações que foram imprescindíveis para a conclusão deste trabalho.

Aos professores Luis K. Veiga e Luciene Dellazari pela atenção dedicada.

Aos familiares pela compreensão e dedicação.

Aos colegas: Marlos H. Batista pela amizade e auxílio nas dificuldades encontradas com os softwares, Vivian O. Fernandes e Teotônio M. da Silva Filho pela ajuda com o software (Surfer).

A todas as pessoas que não foram lembradas, mas que de uma maneira ou de outra, contribuíram para a conclusão deste trabalho.