

# Parâmetros Oceanográficos do estuário da Laguna dos Patos implementados através de Geoprocessamento

Cunha R.M.P.<sup>1</sup> & Hartmann C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Oceanografia Geológica, Instituto de Oceanografia, FURG (rosapiccoli@furg.br).



## RESUMO

Informações Oceanográficas temporais do Estuário da Laguna dos Patos das décadas de 80 e 90 foram processadas e comparadas com os resultados gerados através das novas tecnologias de geoprocessamento. Os dados utilizados são de qualidade da água, obtidos *in situ* como temperatura, salinidade, transparência e de análises de laboratório como do material em suspensão, bem como de análises químicas de qualidade da água. As novas técnicas de análise geoestatística nos programas de geoprocessamento (SIGs), não disponíveis na época, representam uma visão mais qualificada dos resultados em função da rapidez e integração com outras informações. Foram escolhidos os dados sazonais das estações de Outono e Inverno das duas primeiras Fases dos Cruzeiros, em 1979, 1980, 1982 e 1983. As informações constituíram um banco de dados e foram analisadas através do programa SIG *ArcView 9.3*. Apesar dos resultados das análises geoestatísticas de *Krigagem* serem compatíveis com os obtidos pelos métodos tradicionais, percebe-se que esta técnica permite a padronização de metodologia com melhor organização e integração, sendo mais refinados e consistentes, e disponíveis à comunidade através da Internet. O *ArcView 9.3* possui recursos para a implementação dos dados, gerando resultados detalhados, como relatórios da análise e recursos como os variogramas, onde se pode definir com qualidade os parâmetros de implementação da interpolação.

## ABSTRACT

Temporal oceanographic information from the Patos Lagoon Estuary, obtained in the 80's and 90's, were processed and compared to results generated through modern geoprocessing technologies. Water quality data obtained *in situ*, such as temperature, salinity and transparency, and through laboratorial analyses, such as suspended material and chemical analyses, were utilized. New geostatistical analysis techniques available in geoprocessing programs (GIS), unavailable at the time of data collection, represent a more qualified vision of results, due to processing speed and integration with other information. Seasonal data from autumn and winter were chosen from the first two phases of oceanographic cruises, in 1979, 1980, 1982 and 1983. A database was constructed with the information and analyzed with GIS software *ArcView 9.3*. Despite the fact that the *Krigage* geostatistical analyses results were compatible with results obtained by traditional methods, it can be noted that this technique permits standardization of methodology, with better organization and integration, being more refined and consistent, and available to the community through the internet. *ArcView 9.3* possesses resources for data implementation, generating detailed results, such as analysis reports and resources such as variograms, where the quality of parameters of interpolation implementation can be defined.

## INTRODUÇÃO

A mistura entre as águas doces continentais e salgadas na desembocadura da Laguna dos Patos origina um ecossistema tipicamente estuarino, que apresenta uma área de aproximadamente 900 km<sup>2</sup>, ou seja, 1/10 da área total da Laguna dos Patos (Calliari, 1980). Nesta região ocorrem as principais modificações na qualidade da água, devido à ação mais direta dos principais corpos de água que aí interagem e onde os processos hidráulicos e sedimentares resultantes da interação entre as águas coexistem de forma complexa e dinâmica (Hartmann *et al.*, 1990; Hartmann & Schettini, 1991).

Desde a década de 70, a Universidade Federal do Rio Grande (FURG) vem desenvolvendo pesquisas Oceanográficas no ambiente costeiro com destaque para a região estuarina. Os estudos sobre o Projeto Material em Suspensão (MS) dos anos de 1979 e 1980 foram os primeiros de uma série, realizados no estuário da Laguna dos Patos, visando estudos da massa de água, dinâmica, quantidade e qualidade do MS, além de proporcionar dados da composição química. Os resultados foram em parte colocados à disposição do público na forma de publicações em revistas, apresentações em congressos e simpósios, teses, dentre outros.

Hoje, a coleta de dados está cada vez mais sofisticada, função da existência de equipamentos mais precisos e da maior diversidade do conhecimento humano (Silva, 2003).

Com o advento do Geoprocessamento que representa a técnica e conceitos de ferramentas para a captura, armazenamento, processamento e apresentação de informações espaciais georreferenciadas, levou ao desenvolvimento da tecnologia de processamento de dados geográficos. O enfoque de Banco de Dados (BD) define Sistema de Informação Geográfica (SIG) como um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) não convencional, geográfico, que garante o gerenciamento de dados geográficos. A abordagem “toolbox” considera SIG como sendo um conjunto de ferramentas e algoritmos para manipulação de dados geográficos, tal como a produção de mapas e tem como característica principal a capacidade de integrar e transformar dados espaciais.

O enfoque orientado a processos utiliza o fato de que SIGs são coleções de subsistemas integrados, onde dados espaciais passam por uma seqüência de processos de conversão, coleta, armazenamento e manipulação. Finalmente, diferentes definições priorizam a aplicação, caracterizando o sistema segundo o tipo de dado manuseado, ou a utilização, tais como sistemas espaciais para apoio à tomada de decisão ou sistemas para análise de dados geográficos.

Sob certo ponto de vista, o processo de implantação de um SIG se divide em três grandes fases: modelagem do mundo real; criação do BD geográfico, e operação. A fase de operação se refere tanto a utilização do SIG, quanto ao desenvolvimento de aplicações específicas por parte dos usuários a partir dos dados armazenados, reconstruindo visões (particulares) da realidade. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo a construção de um BD das pesquisas Oceanográficas realizadas na área do estuário da Laguna dos Patos, relacionadas com o projeto Material em Suspensão, utilizando a tecnologia do geoprocessamento e com base na geoestatística, processar as informações. O BD Oceanográfico alimentará um SIG do Estuário da Laguna dos Patos, onde novos dados podem ser inseridos à medida que forem adquiridos, e armazenados de forma organizada.

### Localização da área

O estuário da Laguna dos Patos tem como referência ao Norte a Ilha da Feitoria, a Leste a cidade de São José do Norte, a Oeste a cidade de Rio Grande, e ao Sul a Barra de Rio Grande. Esta área está compreendida entre as coordenadas Geográficas (31°46'S; 32°20' S; 51°00' E; 52°16' W) (Fig. 1).

## MATERIAL E MÉTODO

### Material

Foram utilizados os dados dos parâmetros ambientais coletados nos cruzeiros do projeto MS, das planilhas preenchidas quando da coleta dos dados *in situ*, dos relatórios efetuados após o término dos cruzeiros, dos resultados das análises de laboratório e dos trabalhos que descreveu e analisou as informações (Hartmann

1980, 1996). Através do programa de BD *Access* foram organizadas todas as informações dos

parâmetros ambientais e através do programa *ArcView 9.3*, processados os dados.

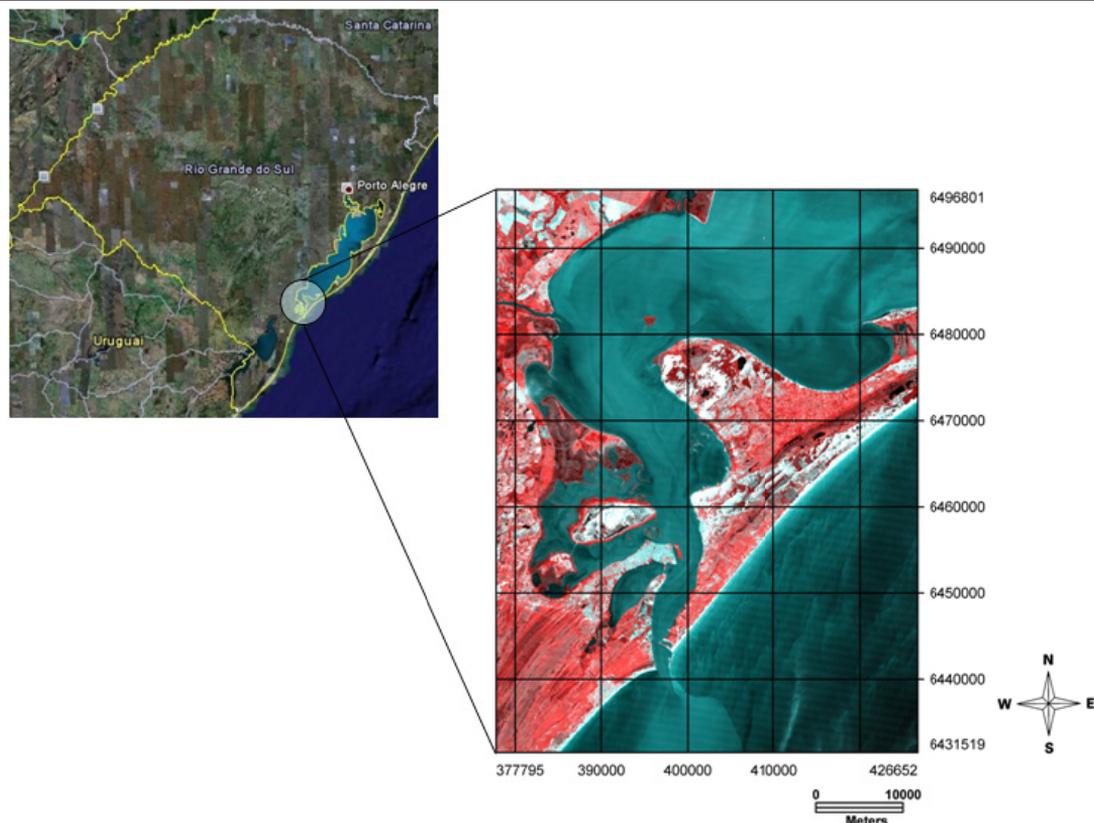


Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: *Google Earth*, e grade cartográfica em UTM do detalhe da área do estuário da Laguna dos Patos através do recorte da Imagem ETM/Landsat 7 B234, 221/82, 2006.

## Método

### Base do Modelo Oceanográfico do SIG

As operações em SIG's, inicialmente, foram desenvolvidas para analisar propriedades espaciais características de conjunto de dados geográficos, com pouca e quase nenhuma relevância temporal. Até poucos anos os SIG's eram apenas utilizados para informações estáticas. Entretanto, atualmente, muitas áreas de pesquisa como biológica, física, química, oceanográfica e outras, procuram utilizar os SIG's para análises em que existam dados dinâmicos. Em termos práticos, em dimensões temporais e dinâmicas, operações em SIG precisam ser metodicamente implementadas para que os resultados sejam consistentes.

Assim, através do SIG as informações obtidas nas décadas de 80 e 90 da área foco, podem ser analisadas e interpretadas automaticamente. No SIG os resultados arranjados na forma de tabelas e mapas, estão disponíveis de forma rápida, interativa e, comparados aos modelos anteriormente obtidos.

Nas coletas de água utilizou-se de garrafa horizontal colocada na profundidade desejada e as amostras armazenadas em garrafas plásticas para posterior filtração em filtro *milipore* de 0,45  $\mu\text{m}$  de poro de acetato de celulose em laboratório e as observações *in situ* utilizando um termossalinômetro.

As primeiras informações organizadas no BD foram os dados dos cruzeiros, realizados na região do estuário em 1979/1980 (Fase I) e dos realizados em 1982/1983 (Fase II) (Hartmann, 1988) e em 1984/1985 (Fase III) (Paim &

Moller Jr., 1986). No BD também foram introduzidos dados pontuais semanais, sazonais obtidos em 1992 e 1993, na região do Canal do Norte, denominados de Fundeios sazonais (Hartmann, 1996). Entretanto para a finalidade deste trabalho, somente dados da Fase II foram analisados. Os dados foram digitados no programa ACCESS obtendo-se um BD e introduzidos no SIG ArcView 9.3.

Dados de superfície e fundo da camada de água, organizados sazonalmente, foram analisados utilizando o método de interpolação Krigagem (Kr), obtendo-se mapas de distribuição de todos os parâmetros disponíveis (MS, S, T °C, Secchi, etc.).

### Uso do Geoprocessamento

Dados encontrados em sistemas de informação geográfica são identificados como objetos espaciais e atributos. Os atributos são informações descritivas, isto é, características, dos objetos espaciais. As feições são os objetos espaciais que definem um tipo diferente de entidade como ponto, linha ou área, que carregam junto os atributos armazenados numa base de dados.

Cada feição possui atributos (chave primária, identificação, tipo numérico, texto, etc. e descrição). Um atributo comum a todas as características é a situação geográfica (coordenadas geográficas ou planas). Os outros atributos dependem do tipo e de quais aspectos são importantes para um propósito ou aplicação em particular. Quando a feição é plotada no mapa com sua correspondente coordenada geográfica, se torna um objeto espacial.

No caso, temos um ponto cujas coordenadas definem uma estação, onde foram coletados os parâmetros físicos e os resultados das análises de laboratório. Cada ponto tem um ID (chave primária), uma latitude, uma longitude, e atributos, no caso: profundidade, salinidade, MS, temperatura, outros. Os dados analisados neste trabalho são informações oceanográficas e se diferenciam dos que encontramos tradicionalmente em SIG's.

O BD foi "conectado" (*linkado*) no SIG ArcView 9.3., que cria tabelas (atributos), que farão com que possamos utilizar, recuperando e relacionando as mesmas como **geoinformação**, através de análises simples, espaciais e

estatísticas, gerando novas informações. Estas análises são implementadas através de **Consultas** (*Queries*), **União** (*Joins*), **Interseção** (*Intersection*) e por **Análises Espaciais** como **Interseção** (*Intersecção*), **Agrupamento** (*Aggregation*) e através do ArcCatalog pode-se gerar automaticamente os **metadados**.

Inicialmente os dados foram organizados em tabelas na forma: *Cruzeiros*, *Estação*, *TipoMedidas*, *Medidas*, *Amostragem*. Na modelagem adotada para formatação do BD foram observados os níveis de abstração dos dados geográficos, os requisitos do modelo de dados geográficos e finalmente a clareza da representação dos dados que se pretende modelar. A Carta Náutica B2112 na escala 1:80.000 foi georreferenciada e localizadas as estações de coleta (Fig. 2).

Em nível de representação foram identificados os atributos dos dados, tabela por tabela, sem a preocupação de editar relacionamentos entre as mesmas, porque o banco de dados ao ser inserido no ArcView automaticamente gera tabelas que podem ser facilmente relacionadas através das análises. Basicamente os dados no ACCESS foram formatados em cinco tabelas (Tab. 1).

Sobre o BD do projeto MS Fases I, II, e III foram aplicadas *Analysis* para separar e organizar, criando tabelas correspondentes as informações de MS, dos **parâmetros ambientais** (Temperatura, Salinidade, *Secchi*, etc.), da **sazonalidade** (primavera, verão, outono e inverno) e, a partir destas novas tabelas, as informações foram separadas conforme posição de coleta das amostras como: superfície, meio e fundo da coluna de água.

### Estrutura de Dados

Num SIG, a estrutura de dados existente é a **topologia** e as **camadas** (*layers*). A estrutura por topologia refere-se à conexão das características das relações espaciais fundamentais. Ela fornece a lógica que conecta pontos, linhas e polígonos. Esta descrição fornecida pela topologia deve ser precisa para possibilitar a realização de relações e análises espaciais, como a sobreposição de polígonos, isolamento de polígonos, se uma linha está dentro de um polígono e determinar a proximidade entre as mesmas características.

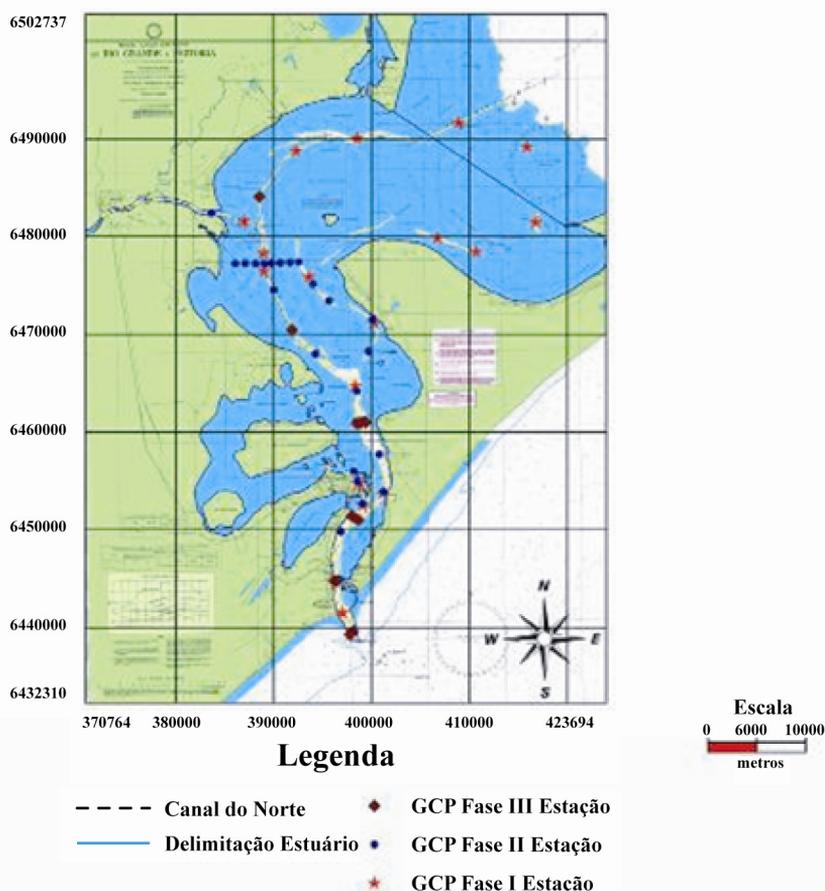


Figura 2. Delimitação da área do estuário da Laguna dos Patos tendo como base a carta DHN 2112 na escala 1:80.000, Projeção Mercator, Datum WGS84 e localização das estações dos Cruzeiros MS I, II e III realizados entre 1979 a 1993.

Tabela 1. Tabelas de dados formatadas no ACCESS.

TABELA	NOME	CONTEÚDO
1	Cruzeiro	Nome, data partida, data chegada, fase
2	Estação	Localização (atributos), número e descrição local
3	Amostragem	Data, hora, No. cruzeiro, estação
4	Tipo medida	MS, Salinidade, Secchi, Temperatura, correntes, etc.
5	Medida	Identificação do valor medido, profundidade, amostragem

As camadas (*layers*) indicam apenas o modo de como o SIG estrutura seus dados ou representa a separação das informações de um mapa em categorias lógicas, temas ou níveis/planos de informação (PI). As camadas geralmente contem informações sobre um tipo de característica (por Ex. profundidade) ou sobre

um pequeno grupo de características relacionadas (por Ex., MS, salinidade, temperatura). Esta separação lógica em camadas permite a manipulação e análise espacial dos dados, isoladamente ou em combinação com outras camadas. Para obtenção de resultados analíticos significativos, os planos de

informações devem estar referenciados geograficamente entre si, mediante um sistema de coordenadas comum.

É de extrema importância a definição do sistema de coordenadas de cada elemento na camada onde foram inseridos, pois esta relação pode ser quebrada caso o sistema não se identifique. A combinação dos planos de informação abre a possibilidade de sobreposição e combinação para a criação de cenários alternativos e/ou combinação matemática de sobreposições já existentes. As feições criadas para análise correspondem a parâmetros geográficos da área de estudo e os parâmetros ambientais.

### Análise Geoestatística – Krigagem (*Kr*)

Em áreas onde é difícil a coleta de um grande número de amostras, como num estuário, lago, e se deseja entender o comportamento de toda a população, a partir dos pontos amostrados, podemos utilizar um algoritmo de simples interpolação gerando um mapa de isolinhas da concentração do parâmetro que queremos analisar. Este algoritmo tem por base os valores de cada um dos pontos e as distâncias relativas entre eles.

Para produzir superfícies contínuas a partir de dados pontuais, determinados tratamentos matemáticos são necessários para a exportação de suas características não espaciais, para além de sua área de abrangência. Na implementação de tais procedimentos é importante selecionar o método adequado de interpolação. Dentre os vários métodos de interpolação disponíveis, o mais utilizado é o procedimento geoestatístico denominado de *Kr* introduzido por Matheron (1962) In: Silva (2003). Esta técnica possui uma excelente flexibilidade para interpolação, podendo interpolar grandes áreas, com melhor precisão, mantendo os valores originais e uma boa visualização dos dados em relação aos demais métodos.

A técnica de *Kr* 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 as regiões que precisam ser melhoradas (Barcelos *et al.*, 2004).

A técnica de *Kr* assume que os dados recolhidos de uma determinada população se encontram correlacionados no espaço até uma distância “X”. A partir desta distância “X” a correlação espacial pode deixar de existir. É uma técnica geoestatística de interpolação de dados amplamente utilizada nas áreas de meio ambiente, ecologia, zoologia, geologia, etc. Fundamentalmente usa localização como uma de suas variáveis de maior importância. A *kr* exige um mapa na forma de pontos, ao invés de polígonos, e preferencialmente na projeção UTM (*Universal Transversa de Mercator*).

Todas as técnicas de interpolação geoestatísticas, criam superfícies incorporando propriedades estatísticas de medida de dados. Sendo a geoestatística baseada na estatística, estas técnicas não produzem apenas superfícies de predição, mas também, erros e superfícies com incertezas, dando uma indicação da qualidade da predição.

A técnica de interpolação geoestatística *Kr* apresenta vários métodos, os quais não apenas criam superfícies de *predição* (estimativa) e erros, mas também produzem mapas de probabilidade e *quantile* (quantidade, fração), dependendo da necessidade de aplicação dos dados. Esses métodos podem ser divididos em duas modelagens distintas:

- quantificar a estrutura de dados espacial conhecida como variografia, isto é, a utilização do variograma para ajustar o modelo de dependência espacial dos dados e,

- formular uma hipótese sobre os dados, isto é, fazer uma predição para valores desconhecidos de uma localização específica se utilizando de um modelo de ajuste do variograma, da configuração dos dados espaciais e dos valores dos pontos amostrados no entorno da localização predita.

A *Kr* foi definida como uma estimativa de um atributo em um volume de suporte através da ponderação de todas as amostras disponíveis, na qual os pesos ponderados são obtidos com a restrição de que seu somatório seja igual a 1 e a variância da estimativa seja mínima. Existem vários tipos de *Kr*, todas são técnicas de regressão que diferem apenas nos tipos peculiares de funções obtidas a partir dos dados que estão sendo combinados para a obtenção da estimativa.

As principais técnicas de *Kr* são:

a) *Krigagem da Média* cuja estimativa é dada pela fórmula:

$$m = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i) \quad (1)$$

b) *Krigagem simples* que assume que a média  $m$  é conhecida e é a mesma em qualquer ponto  $x$  do domínio, cujo estimador é dado pela equação:

$$Z^*[x_0] = m + \sum_{i=1}^n \lambda_i(x_0) [Z(x_i) - m] \quad (2)$$

c) *Krigagem ordinária* uma das mais importantes, dada por:

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i(x_0) Z(x_i) \quad (3)$$

A interpolação por *Kr*, foi aplicada no SIG utilizando o *ArcView 9.3*, que disponibiliza os métodos *Ordinary Kriging*, *Simple*, *Universal*, *Probabilidade* e *Indicador*. Neste trabalho os mapas obtidos foram de todos os dados disponíveis, sendo os dados de superfície, meio e fundo organizados por estações do ano. Foram definidas duas épocas do ano (Outono e Inverno) para análise da *Kr*.

Os procedimentos foram executados com todas as informações, empregando a *Ordinary Kriging* (Eq. 3) calculando a média dos valores em cada ponto (estação). Devido ao grande número de informação gerada são apresentados somente os resultados dos dados de MS e Salinidade dos Cruzeiros de Outono e Inverno da Fase II.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Toda informação ambiental disponível pode ser formatada e disponibilizada nos programas SIG. Existem numerosos SIGs em operação e, certamente, mais de 10 dezenas estão sendo comercializados atualmente. Todos têm em comum a capacidade de desempenhar eficazmente operações de superposição. São funções típicas de SIGs a representação de mapas contendo informações particularizadas.

Dentre as inúmeras funções que podem ser executadas nos SIGs, estão as operações denominadas de multivariadas que podem ser modelos de regressão, análise fatorial, componentes principais, análise de correspondência, probabilidade, entre outras (Silva, 2003).

Com base nas análises de laboratório (MS) e dos parâmetros ambientais que influenciam a distribuição do MS, dos dados pontuais, os quais foram representados de forma manual (Hartmann, 1986, 1996) foram realizadas análises de Geoestatística de *Kr*. Esta técnica permite a obtenção de modelos de distribuição dos dados mediante a interpolação entre os valores pontuais, permitindo visualizar de forma integrada as variações dos diferentes parâmetros, com mais qualidade e melhorando a interpretação e do que a realizada de forma manual como mostrado na Figura 3 (Hartmann, 1982). Além disso, o SIG disponibiliza muitas outras maneiras de gerenciamento da informação.

Aplicando o método da *Kr* para cada um dos parâmetros MS e Salinidade da Fase II nos períodos de Outono e Inverno, obtivemos mapas de distribuição, que foram comparados com o realizado de forma manual. Esta mesma análise foi aplicada para os dados de MS e de Salinidade para os períodos de Outono e Inverno. Constata-se, que o geoprocessamento facilita consideravelmente a análise dos resultados. Além disso, dentro do SIG, temos muitas maneiras de gerenciamento das informações para uso em outro tipo de análise.

É importante observar que para utilizar esta metodologia é fundamental organizar a informação de maneira que elas representem exatamente a época da coleta de dados, porque, desta forma é possível a aplicação de estatística, e, portanto, passíveis de médias, medianas e outras análises, conforme a aplicação.

Neste caso a *Kr* foi realizada aplicando a média dos valores de cada parâmetro encontrado em cada estação de coleta, indicando a regionalização, isto é, a posição geográfica do dado e a sua distribuição de valores no estuário. Assim, para obtermos resultados mais precisos, passamos a aplicar a *Kr* para cada Fase do Projeto MS, de forma sazonal, separando os dados coletados na superfície, meio e no fundo.

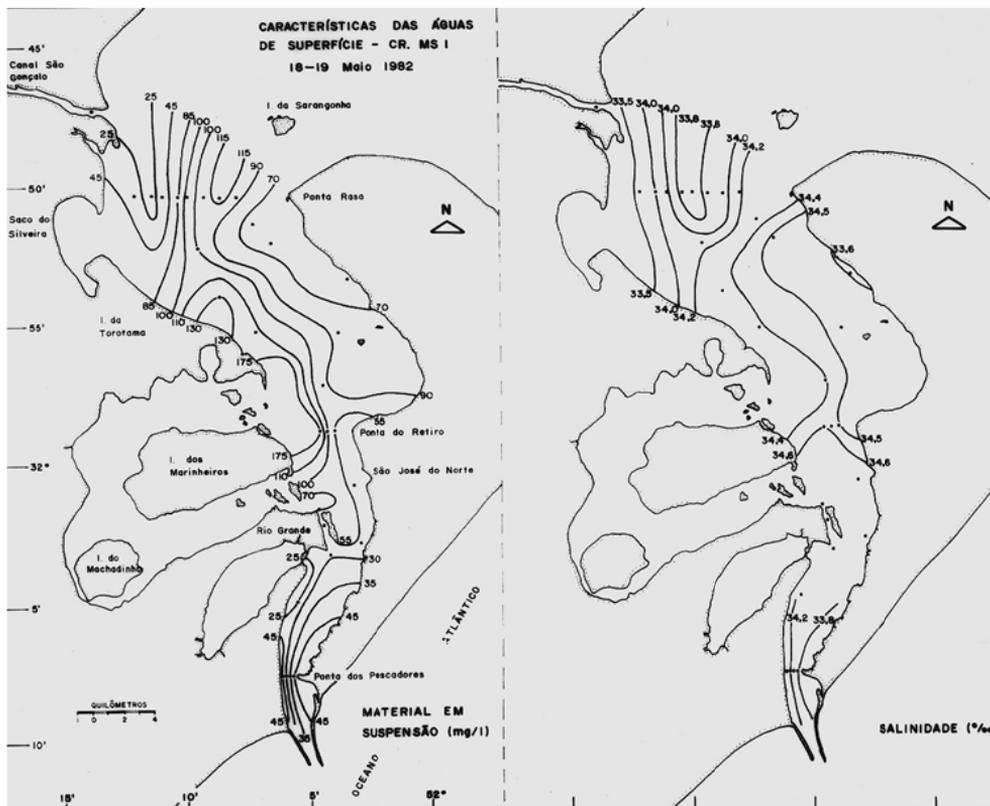


Figura 3. Exemplo de Mapa com isolinhas de MS e Salinidade de superfície, CR MS I, FASE II. Fonte: Hartmann (1982).

Os resultados da aplicação das  $K_r$  realizadas com os parâmetros MS e Salinidade da Fase II dos Cruzeiros MS são mostrados na Figura 4 e na Figura 5. Utilizando os recursos do SIG podemos observar com clareza a distribuição espacial contínua dos valores pontuais. Os mapas, ao contrário das isolinhas, são importantes para identificar regiões onde a concentração de MS, por exemplo, é alta e que pode ser facilmente disponibilizada através da  $K_r$ . Observa-se nos mapas que as altas concentrações de MS (250 mg/l) são provenientes das águas da Laguna dos Patos pelo fundo e no Outono (Fig. 4c). A distribuição de Salinidade é maior no Outono (Fig. 5abc), com valores máximos no intervalo de 30 a 35 no fundo do Canal do Norte. Portanto a identificação do local onde existem as maiores concentrações de MS ou de qualquer outro parâmetro é facilmente realizada através de uma análise espacial. Desta forma, se pode ter rapidamente a solução para um problema de gestão, no caso a localização da maior turbidez.

## CONCLUSÕES

Os mapas gerados através do geoprocessamento com a técnica de interpolação  $K_r$  permitem uma melhor interpretação, facilitando sua discussão e permitindo a geração de novas informações de forma rápida e precisa. Isto é possível se a organização dos dados for detalhada, isto é, o BD organizado no SIG armazene a informação de forma clara e precisa, para se obter resultados confiáveis nas análises estatísticas espaciais disponibilizadas no sistema.

Os mapas, ao contrário das isolinhas, são importantes para identificar regiões onde a concentração de MS, por exemplo, é alta e que pode ser facilmente disponibilizada através da  $K_r$ . Observa-se pelos mapas que as altas concentrações de MS (250 mg/l) são provenientes das águas da Laguna dos Patos pelo fundo e no Outono (Fig. 4c).

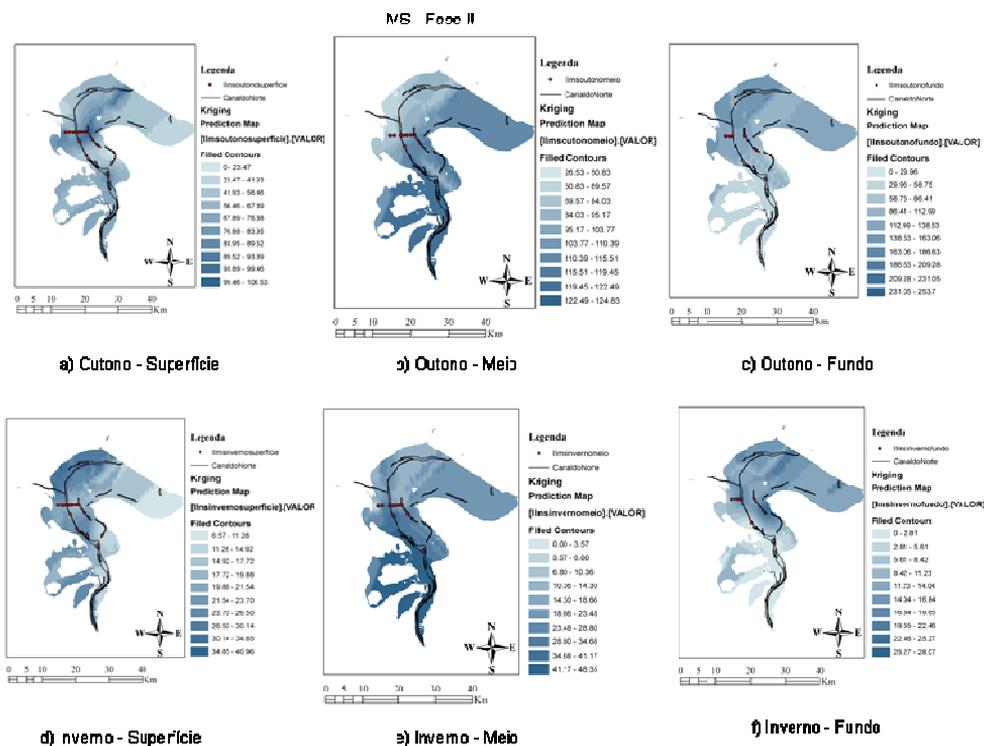


Figura 4. Análise geoestatística de *Krigagem* para os dados de todos os Cruzeiros da Fase II, MS no Outono superfície (a), meio (b) e fundo (c), no Inverno superfície (d), meio (e) e fundo (f).

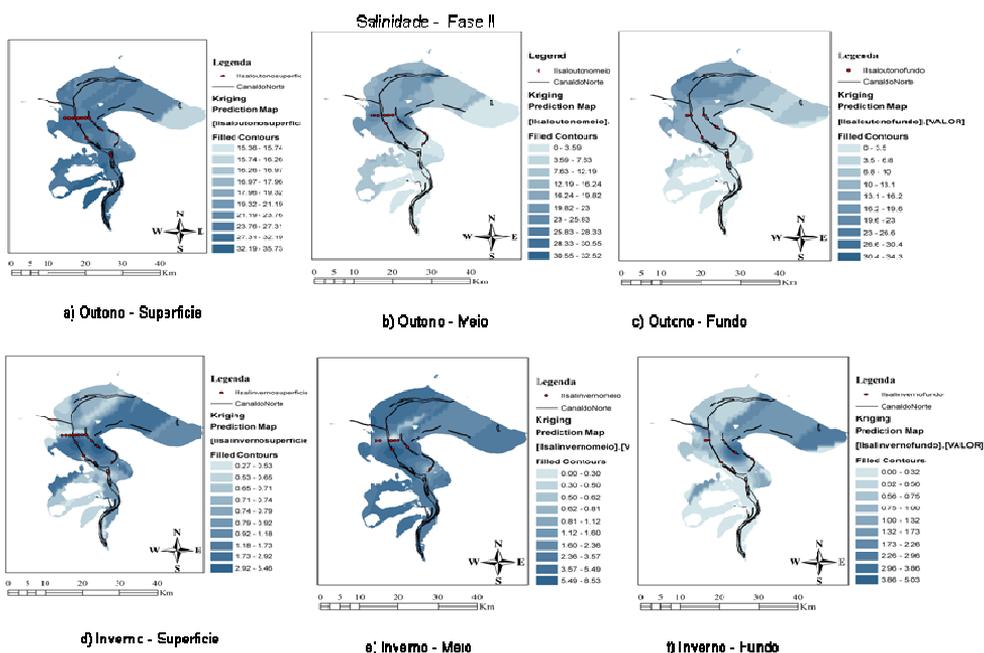


Figura 5. Análise geoestatística de *Kr* para os dados de todos os Cruzeiros da Fase II, Salinidade no Outono superfície (a), meio (b) e fundo (c), no Inverno superfície (d), meio (e) e fundo (f).

A informação disponibilizada através do BD de um SIG deve ser de credibilidade aos usuários, porque o BD e a geração dos mapas georreferenciados, dependem de tempo e cuidado no momento de sua implementação.

O geoprocessamento com base no BD disponibiliza e facilita a visualização dos dados e resultados, gerando novas possibilidades de acesso, propiciando aos pesquisadores e comunidade em geral, a continuidade e a não sobreposição de uma pesquisa.

Salientamos que o BD contém todos os dados gerados no Projeto acima referido os quais estão disponíveis para a comunidade em geral. A importância da organização das informações através do geoprocessamento, como instituído pelo governo através do Decreto nº 6.666 de 27 de novembro de 2008 e a padronização dos mesmos, traz para a pesquisa e ao gerenciamento dos órgãos públicos um recurso rápido e eficaz no momento da tomada de decisão.

Por último, o SIG pode ser disponibilizado via INTERNET, que é o meio que permite a amplificação do conhecimento com um baixo custo, permitindo a busca de informação básica pela comunidade para a realização de novos projetos na área em diferentes níveis de gerenciamento.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao LOG/IO pela disponibilidade do programa *ArcView 9.3* e ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica da FURG, pelo apoio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARONOFF, S. 1991. **Geographic Information Systems: a management perspective**. WDL Publications. Ottawa. Canada, 294p.

BARCELOS, C.; GRUBER, N.H.; QUINTAS, M. & FERNANDES, L. 2004. Complexo Estuarino de Paranaguá: Estudo das Características Ambientais com Auxílio de um Sistema de Informação Geográfica. **Anais... III Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas**. UFP. p. 20.

BURROUGH, P.A. & MACDONNELL, R.A. 1998. **Principles of Geographic**

**Information Systems**. Oxford: Oxford University Press. 292p.

CALLIARI, L.J.; GOMES, M.E.V.; GRIEP, G.H. & MÖLLER O.O. 1980. Características Sedimentológicas e fatores ambientais da região estuarina da Lagoa dos Patos. **Anais... XXXI Congresso Brasileiro de Geologia**, Camboriú, SC, v.2, p. 862-875.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M.S.; FUCK, S.D. & MONTEIRO, A. M. 2006. **Análise Espacial e Geoprocessamento**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/index.html>> Acesso em: 09maio2006.

CASANOVA, M.A.; CÂMARA, G.; DAVIS Jr., C.A.; VINHAS, L. & QUEIROZ, G.R. 2005. **Banco de dados Geográfico**. Ed. Mundo GEO, Bom retiro, Curitiba, PR, 477p.

DECRETO nº 6.666 de 27 de novembro de 2008. acesso no site [http://www.mundogeo.com.br/noticias-diarias.php?idnoticia=12426&lang\\_id](http://www.mundogeo.com.br/noticias-diarias.php?idnoticia=12426&lang_id), em 05/12/2008.

HARTMANN, C. 1986. **Material em Suspensão, Corpos de água e circulação na desembocadura da Laguna dos Patos no período de 1982 a 1984, com dados oceanográficos e do sistema TM do satélite Landsat 5**. Dissertação de Mestrado. INPE, São José dos Campos, SP, 170p.

HARTMANN, C. 1989. **Distribuição do Material em suspensão e circulação das águas na desembocadura da Laguna dos Patos, RS, Brasil**. Contribuição ao Projeto Lagoa dos Patos desenvolvido no projeto 70/84 – FURG, Université de Bordeaux – CAPES/COFECUB. 134 p.

HARTMANN, C. 1996. **Dinâmica, distribuição e qualidade do material em suspensão na região sul da Laguna dos Patos, RS**. Porto Alegre, Tese de Doutorado. IG/CECO/UFRGS, 335p.

HARTMANN, C. & CALLIARI, L.J. 1995. Composição e qualidade do material em suspensão durante alta turbidez na extremidade sul da Laguna dos Patos, RS. **Pesquisas**, 22(1-2):74-83.

HARTMANN, C.; CALLIARI, L.J. & MÖLLER Jr., O.O. 1990. Material em Suspensão no estuário da Laguna dos Patos (RS) – Fase I. Observações preliminares, abril/1979 a março/1980, **Sociedade & Natureza**, 2(4):73-95.

- HARTMANN, C. & SCHETTINI, C.A.F., 1991. Aspectos hidrológicos na desembocadura da Laguna dos Patos, RS. **Revista Brasileira de Geociências**, 21(4):371-377.
- KANTIN, R. 1983. **Hidrologie et qualité des eaux de la region sud de la lagune dos Patos (Brésil) et de la plateforme continentale**. These de Doctorat d'Etat ès-Sciences Université de Bordeaux I. France. 195p.
- MATHERON, G. 1962. **Traité de Geoestatistique appliqué**. Tecnip, Paris, 333p.
- PAIVA, J.A.; LOPES, E.S. & YAMAGUCHI, F.Y. 2001. **Banco de Dados Geográficos**. DPI-INPE. SP.
- PAIM, P.S. G. & MÖLLER Jr., O.O. 1986. **Material em suspensão e dissolvido no estuário da Laguna dos Patos – Fase III**. Relatório Final. Rio Grande, DGEO, FURG, 133p.
- SILVA, A.B. 2003. **Sistemas de informações Geo-Referenciadas – Conceitos e fundamentos**. Ed. Unicamp, Campinas, 235p.