

Desenvolvimento de Modelos Estocásticos para Parâmetros Físico-Químicos da Água Utilizando Imagens Landsat – O Caso do Material em Suspensão na Baía de Guanabara

RAFAEL SILVA DE BARROS¹
CARLA BERNADETE MADUREIRA CRUZ¹
ALEXANDRE JOSÉ ALMEIDA TEIXEIRA¹

Rua Tirol, 861 – Bl. 6 – Apto. 202 – Freguesia – Rio de Janeiro – CEP 22750-007

e-mail: rbarros@igeo.ufrj.br – Tel.: 021 9632-7922

¹ Departamento de Geografia – UFRJ

Abstract Guanabara Bay ecosystem has an extreme importance for the Rio de Janeiro City, providing many uses since the foundation of the city. With the urban process evolution, especially after 1940, the ecosystem degradation has become a serious problem. Because of this situation, many research groups study the water quality of this bay. In this direction, this research, developed with the help of the oceanography institute of UERJ, search the development of mathematical models describing the behavior of some physic-chemical parameters in Guanabara Bay water surface. The scope of this initial study is the suspended material. Those model are based on the spectral response of the water surface to different wave length of the electromagnetic specter. In this direction it was used images from the Landsat 5 TM satellite.

Keywords : Remote Sensing, Models, Suspended Material

1. Introdução

A Baía de Guanabara é um importante ecossistema nacional que esteve envolto por um processo de ocupação bastante antigo, que remonta à época do Brasil Colônia e que conta a história da cidade do Rio de Janeiro. Este importante ecossistema vem sendo, desta forma, alvo de contínuos e sérios impactos, oriundos, principalmente, de um processo de ocupação e uso da terra desordenados, amparados por uma política permissiva por parte dos governos.

A origem de tais impactos se dá principalmente pela alta taxa de despejos domésticos e industriais provenientes de seu entorno, responsáveis pelo grave quadro de poluição nela registrado e pela aceleração do processo de assoreamento.

Esta situação começa a ser modificada, gerando incontáveis iniciativas voltadas à preservação ambiental. Neste contexto, diversos estudos vem sendo realizados sobre este importante e famoso ecossistema, que recebe a atenção de diversas instituições públicas no esforço de conhecer concretamente sua realidade e entender os processos que nela ocorrem.

Nosso grupo de trabalho vem realizando estudos na Baía de Guanabara há vários anos. Com a disseminação das geotecnologias em geral, e em particular do sensoriamento remoto em base orbital, busca-se um novo auxílio para o processo de obtenção de dados, com vistas à redução do número de saídas a campo, de modo a garantir uma continuidade na coleta.

Neste contexto, a realização desta pesquisa em parceria com o grupo de pesquisa do professor David Zee do Departamento de Oceanografia da UERJ, tem o objetivo de estudar a aplicação de modelos estocásticos que auxiliem na descrição do comportamento de alguns

parâmetros físico-químicos do espelho d'água da Baía de Guanabara, sendo dado ênfase, no âmbito deste trabalho, ao material em suspensão. Tais modelos estarão baseados na resposta espectral da camada superficial destas águas, obtida a partir dos sensores do satélite Landsat 5 e ajustados a partir de dados coletados em campo concomitantemente à passagem do satélite. Serão consideradas também as possíveis heterogeneidades de seu espelho d'água, partindo-se de uma premissa de que a baía se divide em dois regimes espaciais, o fundo e a entrada.

2. Caracterização Da Área De Estudo

A Baía de Guanabara, inserida no contexto da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, é um ecossistema de extrema importância para a população que vive e/ou trabalha em seu entorno. São aproximadamente 7,6 milhões de pessoas vivendo no local utilizando-a para diversas atividades, tais como pesca, lazer, transporte, eliminação de esgoto, atividades portuárias.

Situada entre as latitudes de 22^o 40' e 23^o 00' S e as longitudes de 43^o 00' e 43^o 18' O, a Baía de Guanabara apresenta uma bacia hidrográfica que ocupa uma área total de 4.600 Km² (Mayr, 1998), contando com seu espelho d'água (400 Km²), e na qual existem aproximadamente 55 rios. A Baía de Guanabara se estende por 28 Km no sentido norte-sul e até 27 Km de largura (leste-oeste), tendo um perímetro de 130Km. Um canal central com mais de 20 Km de comprimento por 4 Km de largura, se estende desde a entrada da baía até o seu interior, com profundidades variando entre 15 e 20 metros. O restante da baía apresenta uma profundidade média de 5,7 metros, sendo que sua profundidade máxima, na entrada da barra, atinge a cota batimétrica de 58 metros (Ribeiro, 1996).

Por causa de uma série de fatores como a ocupação irregular da área, chuvas torrenciais no verão, grande declividade das encostas e tipos de solos, os rios acabam por despejar na baía uma grande quantidade de sedimentos, principalmente nos momentos de maior precipitação. Estes sedimentos, aliados ao despejo de esgoto da quase totalidade da população vizinha, têm sido a principal causa do assoreamento da Baía de Guanabara, o que vem se dando num ritmo crescente nos últimos anos.

3. Desenvolvimento

O presente trabalho utilizou a imagem obtida no dia 21/03/1999, data que coincide com o dia da coleta de campo, e que apresentou condições meteorológicas excepcionais. Esta coleta foi realizada dentro de um intervalo de aproximadamente 4 horas em torno da passagem do satélite sobre a baía e dentro do ciclo de maré vazante, como já apresentado em Barros et al. (2000). Foram coletadas 13 amostras na água de superfície distribuídas por toda a área segundo recomendações de Mayr (1998) e analisadas no laboratório de oceanografia da UERJ.

O desenvolvimento deste trabalho faz parte de um estudo mais amplo que se utilizará de um total de 4 imagens, sendo duas do satélite Landsat 7, e no qual será dada atenção ao efeito da sazonalidade e a influência da maré. Está sendo buscado também o desenvolvimento de modelos para outros parâmetros, como a profundidade secchi, amônia, clorofila-a, matéria orgânica, desde que apresentem uma alta correlação com os dados dos sensores.

O contorno da Baía de Guanabara foi obtido a partir das cartas 1:50000 do IBGE, atualizado por uma imagem Landsat 5 de 1996. Os pontos foram levantados em campo com GPS, em época

anterior à eliminação do erro inserido propositalmente no sistema (SA). Este foi o motivo principal da extração de uma matriz 5x5 centrada no ponto visitado em campo, para cada uma das 7 bandas. Para cada matriz foram calculadas a média e a mediana para posterior estudo de correlação com os parâmetros analisados.

A análise de correlação e a modelagem consideraram a baía de forma integrada e, posteriormente, dividida em duas partes: entrada e fundo. Tal divisão (**figura 1**) foi efetuada a partir da análise de um modelo numérico do terreno gerado sobre as amostras originais. Considerando-se toda a baía, as melhores correlações para os valores de mediana foram obtidas com as bandas 1 e 4, enquanto que para as médias as melhores correlações se deram com as bandas 4 e 6. Considerando a existência de dois regimens espaciais na baía, as melhores correlações foram obtidas com as medianas, sendo gerados modelos com altos valores de ajuste e baixos resíduos. Tais modelos encontram-se em fase de melhor ajustamento na qual estão sendo testadas aplicações “pixel a pixel” e sobre regiões, estas últimas obtidas a partir da reunião de técnicas de segmentação e extração de parâmetros estatísticos sobre os valores espectrais para cada área considerada homogênea (**vide figura 2**).

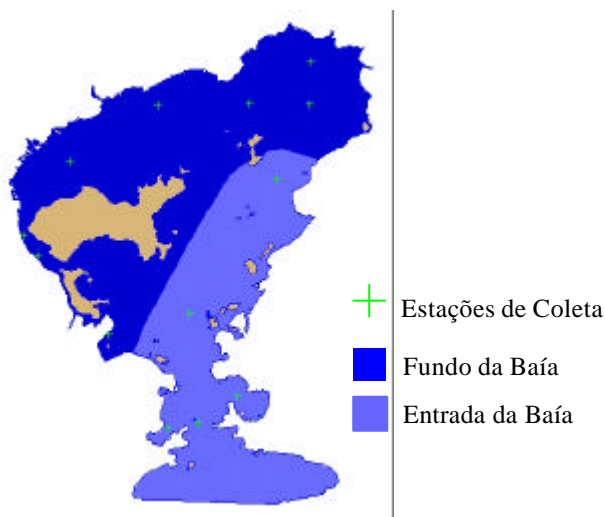


Figura 1: Divisão da Baía de Guanabara e Estações de Coleta

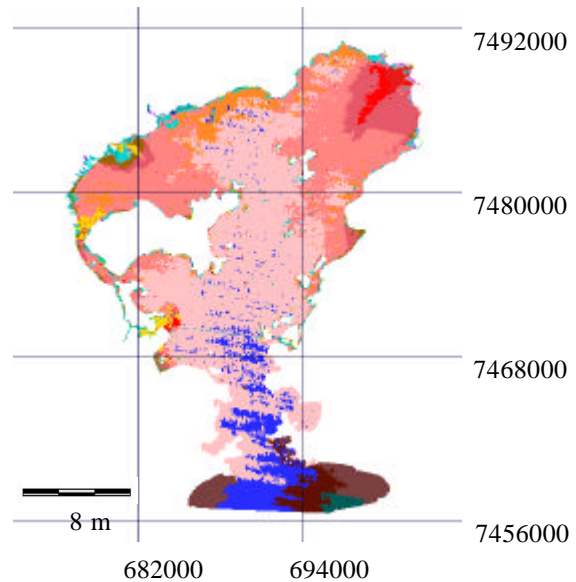


Figura 2: Definição de regiões homogêneas a partir de segmentação

4. Considerações Finais

Esperamos encontrar um modelo que apresente um bom desempenho para o material em suspensão, com uma espacialização dos dados coerente com os resultados obtidos por técnicas de interpolação como a krigeagem.

Até o momento, temos encontrado problemas em ajustar o modelo para a região de entrada da baía. Acreditamos que isto seja decorrente do fato desta região apresentar um comportamento muito diferenciado das áreas internas da baía, especialmente por causa da maior influência dos regimes oceânicos.

Com o uso dos dois regimes espaciais para a baía, os resíduos já diminuiram bastante, não ultrapassando-se o limite de 15 % para mais ou para menos. Ao tentar a aplicação do modelo por regiões, esperamos minimizá-los ainda mais.

Referências Bibliográficas

- AMADOR**, E. S. (1997). Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza. Edição do Autor. Reprodução e Encadernação: Reproarte Gráfica e Editora Ltda. Rio de Janeiro. Brasil. 539 pp.
- BARROS**, R. S.; **CRUZ**, C. B. M. (2000). Definição de um modelo para a caracterização do material em suspensão na Baía de Guanabara com suporte do sensoriamento remoto. GISBRASIL. Salvador.
- BURROUGH**, P.A. (1989) Principles of Geographical Information System for Land Resources Assesment. Claredon Press, Oxford.
- CRUZ**, C. B. M.; **ARGENTO**, M. S. F.; **MAYR**, L. M. (1995) Classificação Digital do Espelho D'água Uso do Solo no Entorno da Baía de Guanabara com a Utilização do SITIM-340. VI Simpósio de Geografia Física Aplicada. Maio de 1995, Goiânia, GO, pp. 168 –174.
- CRUZ**, C. B. M.; **TEIXEIRA**, A. J. A.; **BARROS**, R. S.; **ARGENTO**, M. S.; **MAYR**, L. M.; **MENEZES**, P. M. L. (1998). Carga Antrópica da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara. 12 pp. Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos – SP. Anais em CD-ROM.
- LILLESAND**, T. M.; **KIEFER**, R. W. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons, 3^a ed., New York, 1994.
- MAYR**, L. M. (1998). Avaliação Ambiental da Baía de Guanabara com o Suporte do Geoprocessamento. Rio de Janeiro: UFRJ/Geociências. Tese de Doutorado.
- RIBEIRO**, C. H. A. (1996). Uma Análise de Qualidade de Água da Baía de Guanabara entre 1980 e 1993. Geociências / Geoquímica Ambiental. UFF. Dissertação de Mestrado. 161 pp.