

CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE



**DETECÇÃO E MAPEAMENTO DA OCORRÊNCIA DE MINÉRIO DE FERRO EM
SEDIMENTO DE FUNDO OCEÂNICO NA ZONA COSTEIRA DA BAÍA DE
SEPETIBA, RJ - BRASIL.**

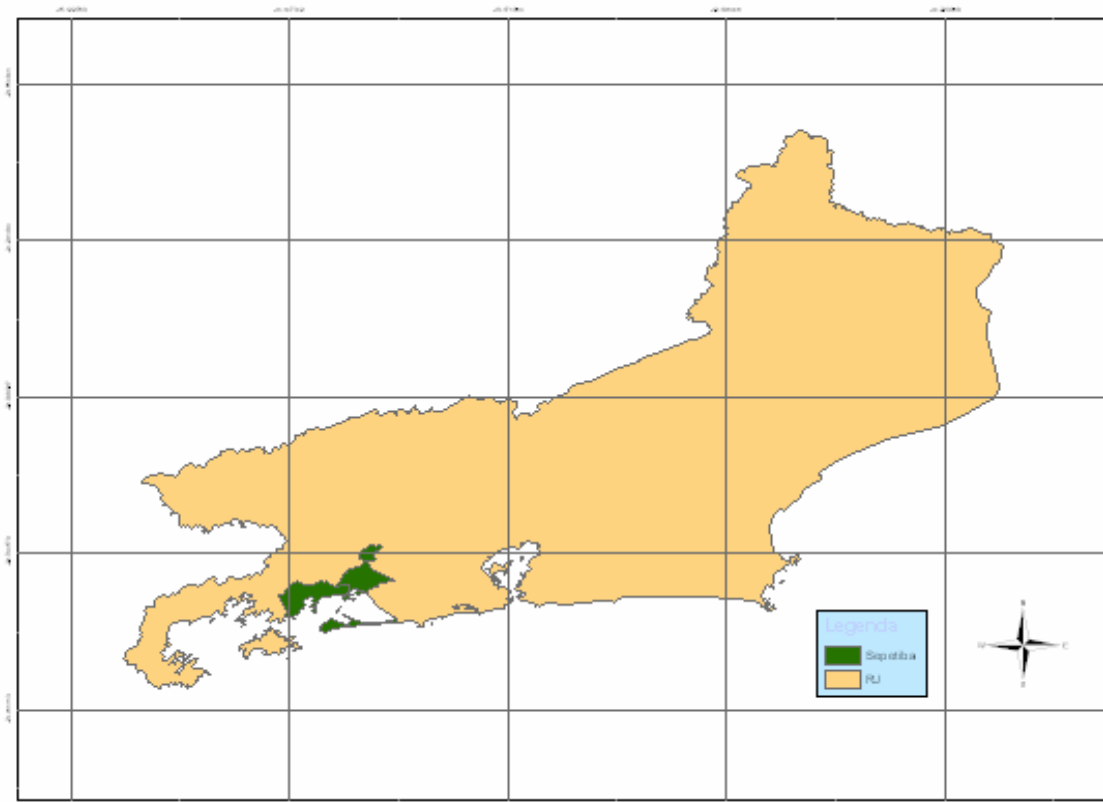
MARCOS VIEIRA PORTO

Niterói – 2008

RESUMO EXTENDIDO

Este trabalho tem como objetivo espacializar o fenômeno da concentração de minério de Ferro no fundo oceânico da orla da baía de Sepetiba no trecho compreendido entre a Ilha Guaíba e Ilha da Madeira. Para tanto foram empregados os conhecimentos teóricos adquiridos durante o transcurso do curso de graduação em Geografia, bem como a investigação de dados pré-existentes em trabalhos previamente publicados, e emprego de geotecnologias. Assim, após a mescla e análise de todos os fatores relevantes, procederem à criação de um produto cartográfico de importância não só para a realização deste trabalho, como também para contribuição em estudos, levantamentos e verificações futuras em âmbito multidisciplinar.

Figura 1 - Zona Costeira da Baía de Sepetiba



Fonte: ArcGIS 9.2

Caminho da Ferrovia

Através desta imagem orbital, observa-se que a via férrea corre adjacente à zona costeira, iluminada por vetorização através do ArcGIS 9.2.



Fonte: INPE

A ocupação e a transformação do espaço geográfico pelo homem através dos séculos, principalmente após a Revolução Industrial é fonte inesgotável do surgimento de problemas, os quais necessitam ser espacializados para que se tornem viáveis, possíveis ações reparadoras, sejam elas instrumentalizadas pelo estado ou sociedade civil organizada. Também podem ocorrer fenômenos de ordem natural que também necessitam ser espacializados. Sejam quais forem a ordem ou a magnitude dos fenômenos a serem analisados, a espacialização é necessária para o processo de análise a ser desencadeado na busca do estudo de cada anomalia, segundo a sua ocorrência, apoiado por método científico.

No que tange ao estudo em pauta, o que inicialmente despertou simples curiosidade, veio pouco a pouco a ser visto como uma situação ambiental preocupante. As providências reparadoras para o problema não são da alçada deste estudo, mas tal esforço servirá de subsídio para estudos mais aprofundados em ações interdisciplinares.

Além das constatações já ocorridas por meio de medição das concentrações de metais pesados presentes no ambiente costeiro, surgiram também evidências empíricas que levaram a necessidade de se estudar em especial o caso do minério de ferro. Sua presença é tão impactante que se faz claramente visível aos olhos de quem está presente no local, seja na beira da praia em suspensão na água semelhante à purpurina, seja estratificado sobre e sob a areia da praia já oxidado, na cor cinza escuro. Tal presença é tão proeminente que desperta a curiosidade de quem vive ou passa pela região. Na nota a seguir observa-se um caso que merece nossa atenção:

Diante dos fatos e constatações, se ressente a necessidade de desenvolver estudos preliminares sobre a concentração do minério de ferro no ambiente costeiro em discussão, apoiado por tecnologias digitais de geoprocessamento, no suporte a futuras pesquisas oceanográficas e biológicas.

METODOLOGIA

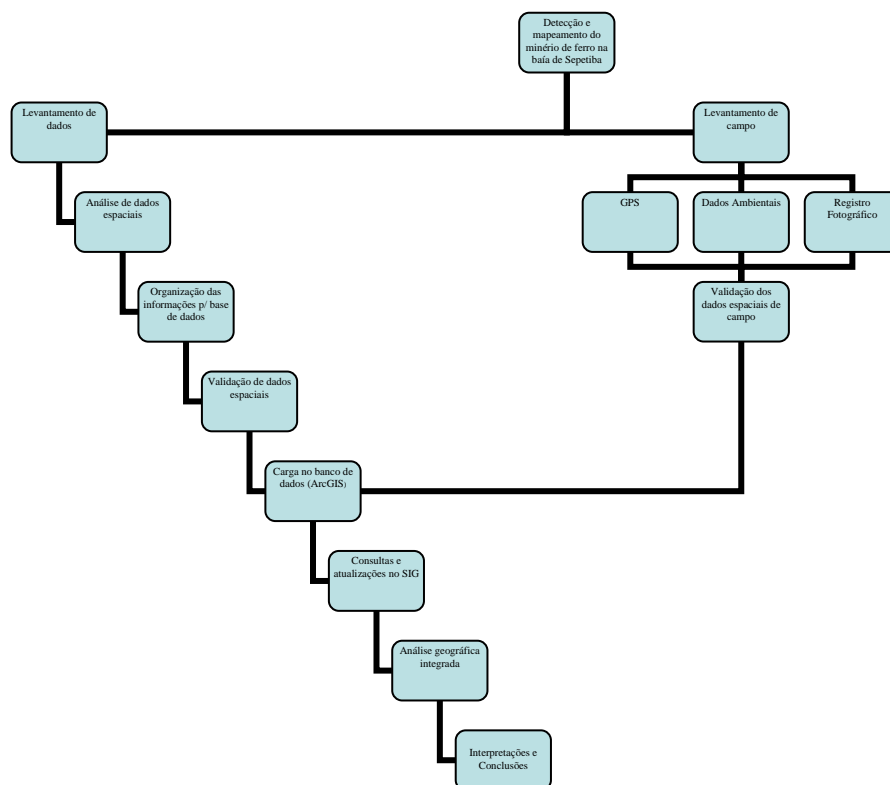
O trabalho em pauta constitui a elaboração de mapas de espacialização da concentração do minério de ferro na massa d'água sul fluminense conhecida por baía de Sepetiba, a qual é palco da incidência contínua do acúmulo do mineral estudado. Para tanto se contou com a utilização de imagens orbitais as quais constituíram a etapa de aquisição de dados espaciais, seguindo-se da análise processada através do sistema spring 5.0, o qual permitiu a interpretação parcial da espacialização do fenômeno.

A organização dos dados consistiu em segregar dados oriundos de satélite e dados gerados após a criação de feições georreferenciadas sobre essas imagens orbitais, assim se pôde obter uma representação fidedigna do fenômeno no formato shapefile, o qual torna possível a representação em SIG, e poderá constituir acervo a ser agregado a outros estudos que se utilizem da mesma tecnologia. Seguidamente este processo, já com um SIG estabelecido, e os dados ambientais validados, ou seja, resultado laboratorial da análise geoquímica dos sedimentos; o tornou-se possível uma representação espacial bastante precisa do fenômeno em discussão.

Quanto aos procedimentos foram observadas todas as premissas metodológicas pertinentes às áreas científicas que estão direta ou indiretamente ligadas à fundamentação teórica em questão.

A seguir, pode-se visualizar em um organograma a disposição da seqüência metodológica utilizada no decorrer da execução do trabalho, visando permitir uma visão mais globalizada do processo em suas diversas ações interdisciplinares.

Diagrama 1
Arcabouço Metodológico



COLETA DE AMOSTRAS SEDIMENTARES DE FUNDO

No dia 25 de novembro de 2008 foram executados os trabalhos de campo, onde foi estabelecida uma logística para coleta de 21 amostras de sedimento de fundo na baía de Sepetiba. Para tanto foi necessário entrar em contato através de ofício com a Delegacia da Capitania dos Portos no Estado do Rio de Janeiro em Itacuruçá, a qual cedeu gentilmente uma embarcação tripulada a fim de atender as necessidades práticas deste trabalho.

A equipe da expedição fez uso do seguinte material para realizar a coleta:

- Receptor GPS de navegação Garmin 60Cx;
- Tabela de pontos de coleta georreferenciados (Tabela 3);
- Cartas Náuticas nº 1623 e 1621 na escala 1:20.000 e 1:50.000, respectivamente;
- Câmera fotográfica digital 8.1 mpx;
- Busca-fundo;
- Etiquetas; e
- Sacos plásticos de tamanho padrão para acondicionamento das amostras sedimentares.

A coleta procedeu-se em pontos previamente georreferenciados, a qual obedeceu a critérios de escolha que com base nos seguintes itens:

- 1) Equidistância, com boa e homogênea distribuição;
- 2) Eixos de navegação perpendiculares à linha de costa;
- 3) Identificação de zonas críticas destinadas à coleta, em função de crise ambiental instalada; e
- 4) Estratégia de navegação por canais dragados.

Os referidos pontos foram determinados com a utilização de imagem LANDSAT-5 georreferenciada no ArcGIS 9.2 por sobreposição de pontos de controle com coordenadas conhecidas. Todos os arquivos utilizados, tanto shapefile como geotiff, foram configurados no sistema de coordenadas UTM - SAD69, o que permite maior compatibilidade no uso com o receptor GPS utilizado e às demais aplicações para o fim que se destina.

A tabela apresentada a seguir descreve os pontos estabelecidos para a coleta das amostras.

**TABELA DE PONTOS GEORREFERENCIADOS PARA COLETA DE AMOSTRAS
SEDIMENTARES – BAÍA DE SEPETIBA**

PONTO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	Long (X)	Lat (Y)
01	44° 01' 41,610''W	23° 00' 17,704''S
02	44° 01' 08,053''W	23° 00' 17,704''S
03	44° 00' 34,496''W	23° 00' 17,704''S
04	44° 00' 01,172''W	23° 00' 17,704''S
05	44° 00' 17,970''W	22° 56' 40,660''S
06	43° 59' 54,810''W	22° 57' 06,060''S
07	43° 59' 32,610''W	22° 57' 30,410''S
08	43° 59' 09,970''W	22° 57' 55,160''S
09	43° 56' 30,877''W	22° 55' 52,644''S
10	43° 56' 30,877''W	22° 56' 21,058''S
11	43° 56' 30,877''W	22° 56' 52,238''S
12	43° 56' 30,877''W	22° 57' 23,157''S
13	43° 53' 42,035''W	22° 55' 33,684''S
14	43° 52' 48,404''W	22° 57' 06,620''S
15	43° 53' 00,781''W	22° 57' 31,926''S
16	43° 53' 15,400''W	22° 58' 02,894''S
17	43° 53' 29,795''W	22° 58' 30,886''S
18	43° 51' 24,877''W	22° 55' 59,743''S
19	43° 51' 36,469''W	22° 55' 30,662''S
20	43° 51' 46,612''W	22° 55' 01,132''S
21	43° 51' 55,790''W	22° 54' 31,153''S

Os pontos de 1 a 4 foram escolhidos da forma que se descrevem por se tratarem de pontos próximos ao Terminal da ilha Guaíba, o qual possui grandes depósitos de minério de Ferro em pelotas, bem como intensa movimentação de carga e descarga do referido material, tanto por via férrea como por via naval.

Os pontos de 5 a 12 estão dispostos estrategicamente a fim de que se possam descrever as concentrações de Fe (total) provocada pelo tráfego ferroviário adjacente a orla, tendo em vista a proximidade da estrada de ferro ao corpo hídrico e o relevo que retém a circulação atmosférica forçando o transporte do material particulado para a água.

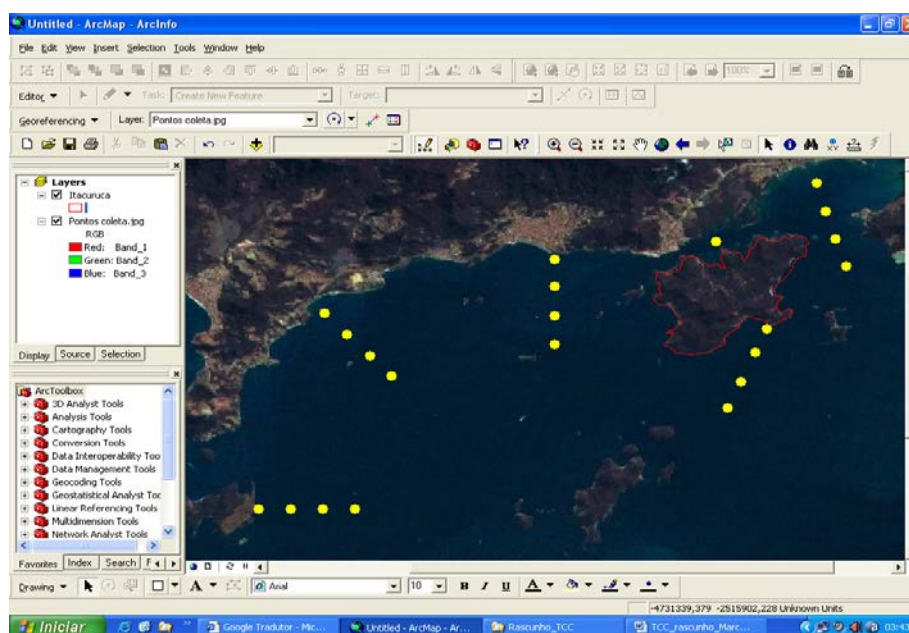
O ponto nº 13 encontra-se isolado, por trata-se de um canal com aproximadamente 500m, largura essa que não atingiu a equidistância padrão escolhida, ou seja, intervalos de 1.000m, porém mereceu atenção pela sua densa mobilidade náutica e dinâmica hídrica (correntes), não podendo ser assim dispensado.

Os pontos de 14 a 17 não seguem a orientação perpendicular à zona costeira como os demais, devido à necessidade de se obter amostras do canal dragado a 17,4m o qual passa por baixo desses pontos. Tal necessidade se deve ao fato de que a concentração de Fe (total) pode apresentar alterações devido a fatores como, hidrodinâmica e tráfego de navios que transportam ferro.

Os pontos de 18 a 21 apesar de seguirem orientação perpendicular à zona costeira semelhantes aos demais, foram escolhidos com a intenção de se verificar a concentração do minério em discussão no ambiente de transição para manguezal.

Sendo assim, chegou-se a disposição de pontos mostrada a seguir processada pelo ArcGIS 9.2, bem como o cumprimento dos critérios estabelecidos.

Georreferenciamento dos pontos de coleta



Fonte: ArcGIS 9.2

ANÁLISE TEMPORAL

Tratando-se a estrada de ferro como um empreendimento que data de mais de um século, e vem transportando minério de ferro desde a década de 50, pode-se dizer que a referida região vem sofrendo com o transporte desse material particulado já há bastante tempo.

As imagens LANDSAT-5 a seguir, adquiridas através de cadastro no INPE, foram processadas no SPRING 5.0, tendo suas camadas dispostas na banda do visível em (azul) banda2, (verde) banda3, (vermelho) banda4, respectivamente, buscando visualizar a pluma sedimentar nos anos de 1987, 1998 e 2008, a fim de se obter uma série histórica.

ANÁLISE GEOQUÍMICA

Através de uma análise visual bastante intuitiva do material em suspensão (pluma sedimentar) visto através de imagens orbitais, conclui-se que as concentrações de Fe total em suspensão na água, apesar de altas segundo medições já realizadas e discrepantes com a resolução nº 357 do CONAMA, (Coimbra, 2003) são transitórias, ou seja, seu destino é o fundo da baía, porém sua incidência é constante, onde fluxos diários ficam em suspensão principalmente na estação seca (Argento *et al.*, 2003), o que sugere um acúmulo de Fe nos sedimentos de fundo. Sendo o objetivo deste trabalho, buscar índices de concentração residentes no espaço físico em questão com fins de mapeamento, a detecção por combinação de bandas espectrais do material em suspensão, será confrontada com a concentração de Fe total, dos sedimentos recolhidos nas 21 (vinte e uma) amostras retiradas dos pontos georreferenciados relacionados na tabela 3.

Após os processos laboratoriais necessários para a diluição das amostras, as mesmas foram submetidas a um último processo de **Absorção Atômica por Espectroscopia**, o qual revelou os resultados da tabela abaixo:

**TABELA DE CONCENTRAÇÃO DE Fe TOTAL POR PONTO
GEORREFERENCIADO**

PONTO	COORDENADAS em UTM		CONCENTRAÇÃO Fe TOTAL (mg/l)
	X	Y	Z
01	44° 01' 41,610''W	23° 00' 17,704''S	37,39
02	44° 01' 08,053''W	23° 00' 17,704''S	18,72
03	44° 00' 34,496''W	23° 00' 17,704''S	15,06
04	44° 00' 01,172''W	23° 00' 17,704''S	21,96
05	44° 00' 17,970''W	22° 56' 40,660''S	1,69
06	43° 59' 54,810''W	22° 57' 06,060''S	42,44
07	43° 59' 32,610''W	22° 57' 30,410''S	36,04
08	43° 59' 09,970''W	22° 57' 55,160''S	22,49
09	43° 56' 30,877''W	22° 55' 52,644''S	3,75
10	43° 56' 30,877''W	22° 56' 21,058''S	36,52
11	43° 56' 30,877''W	22° 56' 52,238''S	42,06
12	43° 56' 30,877''W	22° 57' 23,157''S	41,15
13	43° 53' 42,035''W	22° 55' 33,684''S	2,70
14	43° 52' 48,404''W	22° 57' 06,620''S	33,99
15	43° 53' 00,781''W	22° 57' 31,926''S	11,62
16	43° 53' 15,400''W	22° 58' 02,894''S	31,22
17	43° 53' 29,795''W	22° 58' 30,886''S	4,78
18	43° 51' 24,877''W	22° 55' 59,743''S	5,26
19	43° 51' 36,469''W	22° 55' 30,662''S	14,75
20	43° 51' 46,612''W	22° 55' 01,132''S	46,23
21	43° 51' 55,790''W	22° 54' 31,153''S	46,08

O resultado da análise geoquímica revelou que as proximidades do manguezal situado próximo ao Canal de Itacuruçá, a direção perpendicular ao canal do Iate Club de Muriqui e as imediações do Terminal da Ilha Guaíba foram respectivamente às zonas de maior concentração de minério de Ferro.

CONCLUSÃO

Após observação das teorias clássicas, aplicação dos processos metodológicos, bem como a utilização dos recursos tecnológicos citados desde o início deste estudo em consonância com a aquisição e tratamento de dados ambientais pertinentes, concluiu-se que a concentração de minério de Ferro na baía de Sepetiba está dispersa por todos os pontos escolhidos para coleta de dados, porém detém a maior concentração nos pontos mais próximos a orla, especialmente junto ao manguezal, como se pode comprovar através da proximidade às atividades de transporte e armazenamento do minério de Ferro. É importante ressaltar que o ponto P19, o qual está situado a nordeste da Ilha de Itacuruçá, próximo a Coroa Grande, é o que apresenta maior concentração acredita-se que seja devido ao seu baixo gradiente hidráulico e baixa velocidade do fluxo hídrico favorecendo assim o acúmulo das partículas ferruginosas trazidas pela rede de drenagem vizinha a estrada de ferro.

O front à desembocadura do canal do Iate Club de Muriqui e as proximidades do Terminal da Ilha Guaíba também apresentam concentração considerável, porém esta última é uma região é favorecida por um trecho de maior velocidade do fluxo hídrico devido ao canal dragado que o tangencia (17m), esse fator tende a atenuar a concentração que seria altíssima, tendo em vista a quantidade gigantesca de minério de Ferro em pelotas que este terminal armazena, bem como a movimentação de transferência deste material através de pás mecânicas, esteiras e outros mecanismos.

As medidas tomadas nos demais pontos de coleta definiram um produto cartográfico, o qual é a razão de ser deste estudo e que, não só como fator que inspirou a realização deste trabalho, ficará também disponível como auxílio às demais áreas do estudo e da pesquisa, as quais necessitem valer-se dos dados aqui catalogados e gerados como instrumento de novas constatações e verificações.

BIBLIOGRAFIA

ARGENTO, M. S. F. *et al.*, 2003, Análise da distribuição temporo-espacial de metais pesados na baía de Sepetiba com suporte do geoprocessamento.

Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 -10 abril 2003, INPE, p. 423-430.

COIMBRA, A. C. 2003, Distribuição de metais pesados em moluscos e sedimentos nos manguezais de Coroa Grande e Enseada das Garças, Baía de Sepetiba, RJ

Dissertação de Mestrado – Geoquímica Ambiental – UFF

CUNHA, C. L. N. ; ROSMAN, Paulo Cesar Colonna ; MONTEIRO, Teófilo Carlos Do Nascimento. A Two-dimensional Uncoupled Hydrodynamic Model on Tidal Circulation of the Todos os Santos Bay, Bahia, Brasil. In: XXIII Latin Ibero American Congress on Computational Methods for Engineering. AMC-GIMC/AIMETA, 2002, Giulianova, Italy, 2002.

EWING, GALEN W. *Métodos Instrumentais de Análise Química* - Editora Edgard Blucher LTDA. 1989. 5ª reimpressão.

FIZMAN, M.; PFEIFFER, W. C. & LACERDA, L. D. Comparison of methods used for extraction and geochemical distribution of heavy metals in bottom sediments from Sepetiba Bay, R.J. *Science and Technology Letters*, v. 5, p. 567-575, 1984.

KENITIRO, SUGUIO. , 2003, *Geologia Sedimentar*. Editora Edgard Blücher Ltda.

NOVO, E.M.L.M., 1989, *Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações*. Editora Edgard Blücher Ltda.