

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA TERRA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA



LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO DA ÁREA DO PARQUE NATURAL DOS
CORAIS DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, RJ

LUCAS GONÇALVES DOS SANTOS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

2014



LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO DA ÁREA DO PARQUE NATURAL DOS
CORAIS DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS. RJ

LUCAS GONÇALVES DOS SANTOS

Monografia submetida ao Curso de
Graduação em Geologia, Instituto de
Geociências, da Universidade Federal do
Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito
necessário para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia.

Orientador:

José Carlos Sícoli Seoane, D.Sc.

Rio de Janeiro

Julho de 2014

LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO DA ÁREA DO PARQUE NATURAL DOS
CORAIS DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, RJ

LUCAS GONÇALVES DOS SANTOS

Orientador: D.Sc. José Carlos Sicoli Seoane

Monografia submetida ao Curso de Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do
grau de Bacharel em Geologia.

Aprovada por:

Presidente: José Carlos Sicoli Seoane (D.Sc., UNICAMP, Brasil, 1999)

Prof: João Wagner de Alencar Castro (D.Sc., UFRJ, Brasil, 2001)

Prof: Luis Paulo Vieira Braga (D.Sc., UFRJ, Brasil, 1984)

Rio de Janeiro

Julho de 2014

LEYENDA

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...
7. ...
8. ...
9. ...
10. ...

ANEXOS

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...
7. ...
8. ...
9. ...
10. ...

ÍNDICE

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...
7. ...
8. ...
9. ...
10. ...
11. ...
12. ...
13. ...
14. ...
15. ...
16. ...
17. ...
18. ...
19. ...
20. ...
21. ...
22. ...
23. ...
24. ...
25. ...
26. ...
27. ...
28. ...
29. ...
30. ...
31. ...
32. ...
33. ...
34. ...
35. ...
36. ...
37. ...
38. ...
39. ...
40. ...
41. ...
42. ...
43. ...
44. ...
45. ...
46. ...
47. ...
48. ...
49. ...
50. ...
51. ...
52. ...
53. ...
54. ...
55. ...
56. ...
57. ...
58. ...
59. ...
60. ...
61. ...
62. ...
63. ...
64. ...
65. ...
66. ...
67. ...
68. ...
69. ...
70. ...
71. ...
72. ...
73. ...
74. ...
75. ...
76. ...
77. ...
78. ...
79. ...
80. ...
81. ...
82. ...
83. ...
84. ...
85. ...
86. ...
87. ...
88. ...
89. ...
90. ...
91. ...
92. ...
93. ...
94. ...
95. ...
96. ...
97. ...
98. ...
99. ...
100. ...

CONTENIDO

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...
7. ...
8. ...
9. ...
10. ...
11. ...
12. ...
13. ...
14. ...
15. ...
16. ...
17. ...
18. ...
19. ...
20. ...
21. ...
22. ...
23. ...
24. ...
25. ...
26. ...
27. ...
28. ...
29. ...
30. ...
31. ...
32. ...
33. ...
34. ...
35. ...
36. ...
37. ...
38. ...
39. ...
40. ...
41. ...
42. ...
43. ...
44. ...
45. ...
46. ...
47. ...
48. ...
49. ...
50. ...
51. ...
52. ...
53. ...
54. ...
55. ...
56. ...
57. ...
58. ...
59. ...
60. ...
61. ...
62. ...
63. ...
64. ...
65. ...
66. ...
67. ...
68. ...
69. ...
70. ...
71. ...
72. ...
73. ...
74. ...
75. ...
76. ...
77. ...
78. ...
79. ...
80. ...
81. ...
82. ...
83. ...
84. ...
85. ...
86. ...
87. ...
88. ...
89. ...
90. ...
91. ...
92. ...
93. ...
94. ...
95. ...
96. ...
97. ...
98. ...
99. ...
100. ...

RESUMEN

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...
5. ...
6. ...
7. ...
8. ...
9. ...
10. ...

LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO DA ÁREA DO PARQUE NATURAL DOS CORAIIS DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, RJ

LUCAS GONÇALVES DOS SANTOS

Orientador: D.Sc. José Carlos Sícoli Seoane.

Monografia submetida ao Curso de Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver um levantamento batimétrico da Área de Proteção Ambiental (APA) de Armação dos Búzios, RJ. Este estudo, feito em colaboração com o Projeto Coral Vivo – organização atuante em pesquisa e educação para conservação e uso sustentável de recifes de coral, cunhou-se em uma de suas três frentes de foco, que é a geração de conhecimento. Sua meta foi atingida através da aquisição e do processamento (interpolação) de dados batimétricos da área, com foco nos procedimentos metodológicos, idealmente os mesmos usados previamente no Recife de Fora, em Porto Seguro, BA. Aqui está relatado todo processo desde o planejamento até a execução, com considerável volume de foco nos problemas e soluções encontrados ao longo dele, além dos resultados finais obtidos ao de interpolações e uma discussão com possíveis interpretações.

O processo em si consistiu no planejamento e teste de um método ideal para a aquisição de dados de batimetria, que seria percorrer o trajeto previamente traçado no software ArcMap a bordo de uma embarcação equipada com um eco-batímetro. Como a embarcação disponível tinha calado muito grande, não foi possível que se percorresse toda a área necessária. A solução foi digitalizar a cópia de uma folha de bordo da área cedida pela DHN, para então usar seus dados para as interpolações.

Como procedimento metodológico, utilizou-se o software ArcGIS para planejar o trajeto a ser percorrido em campo, digitalizar uma folha de bordo da DHN e seus dados, e para calcular as interpolações através da ferramenta *Topo to Raster*, um método otimizado

a fim de ter a eficiência computacional de métodos de interpolação local, como o *IDW*, mas sem perder a continuidade superficial de métodos de interpolação global, como no caso de *krigagem* e *Spline*. Tais métodos resultaram em mapas com diversas visualizações batimétricas da APA, aqui apresentadas.

Além a apresentação dos mapas, entra-se em discussões sobre o condicionamento ambiental da região e sua influência nas localizações dos recifes de coral, sobre a escolha do método de interpolação a ser utilizado, e também comparações entre o levantamento batimétrico feito em campo em 2012 e o baseado na folha de bordo, feito este ano.

LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO DA ÁREA DO PARQUE NATURAL DOS CORAIIS DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, RJ

LUCAS GONÇALVES DOS SANTOS

Orientador: D.Sc. José Carlos Sícoli Seoane.

Monografia submetida ao Curso de Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

ABSTRACT

The present study pursues the main goal of developing a bathymetric survey of Armação dos Búzios, RJ's Environmental Protection Area (APA). This work, done in collaboration with Projeto Coral Vivo – organization which acts in research and education for achieving the conservation and sustainable use of coral reefs, was grounded in one of its three focus fronts, which was the generation of knowledge. Its goal was reached by way of bathymetric data acquisition and processing (interpolation) for that area, focusing on the methods used, which would ideally be the same previously used in Recife de Fora, in Porto Seguro, BA. From planning to execution, the entire process is here reported, with considerable amount of focus on the problems and solutions found along the way, along with the final results obtained after interpolating and with a discussion with possible interpretations.

The process itself consisted on planning and testing an ideal method for bathymetry data acquisition, which would be to navigate the previously traced path through ArcMap software on a vessel equipped with an eco-bathymeter. Since the vessel we had available had too deep a bottom, it was not possible to navigate all the desired extension. The solution was to digitalize a copy of a depth map from DHN, to then interpolate its data.

As for methods, the ArcGIS software was used to plan the route that to be sailed on the field, digitalization of a depth chart from the Navy (DHN) and its data, and to calculate interpolations through the Topo to Raster tool, a method optimized in order to have the

computational efficiency of local interpolation methods, such as IDW, but keeping the surface continuity of global interpolation methods, as is the case in kriging and Spline. The methods resulted in maps with diverse bathymetric visualizations of the APA, which are shown in this study.

Along with the map presentations, one may also find discussions about the region's environmental conditioning and its influence on the coral reef locations, about the choice of the interpolation method used, and also comparisons between the bathymetric survey done on the field in 2012 and the one based on DHN's depth chart, done this year.

ÍNDICE:

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 RECIFES DE CORAL BRASILEIROS E O PROJETO CORAL VIVO	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2 TRABALHOS PRÉVIOS	12
1.3 ÁREA DE ESTUDO	14
1.4 CONDICIONANTES AMBIENTAIS.....	15
1.4.1 <i>Clima</i>	15
1.4.2 <i>Condições oceanográficas</i>	15
1.4.3 <i>Aspectos geológicos</i>	15
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
2.1 CAMPANHA DE CAMPO.....	17
2.2 FOLHA DE BORDO.....	21
2.3 GEORREFERENCIAMENTO DA FOLHA DE BORDO	22
2.4 CONDICIONAMENTO DOS DADOS PARA GEOPROCESSAMENTO	24
2.4.1 <i>Pontos</i>	24
2.4.2 <i>Contornos</i>	24
3 RESULTADOS.....	26
3.1 INTERPOLAÇÕES.....	26
4 DISCUSSÃO	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
5.1 COMPARAÇÃO METODOLÓGICA	32
5.2 CUMPRIMENTO DE OBJETIVOS E CONTINUIDADE DO TRABALHO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
GLOSSÁRIO – JARGÃO DO ARCGIS.....	38
ANEXO 01 – PONTOS DE REFERÊNCIA DO GEOPROCESSAMENTO DA FOLHA DE BORDO.....	39

1 INTRODUÇÃO

1.1 RECIFES DE CORAL BRASILEIROS E O PROJETO CORAL VIVO

Sendo os ambientes marinhos de maior biodiversidade, a importância dos recifes de coral e utilidade de seus frutos se estende desde à grande importância econômica destes em associação com atividades turísticas e fornecimento de matéria-prima para pesquisas na área farmacológica até sua importância para a renovação de estoques de peixes. Do ponto de vista interpretativo, é comum que se pense em recifes de coral como equivalentes marinhos das florestas tropicais. Isso se diz graças a algumas coincidências, como sua capacidade de se sustentar por conta própria, sem depender dos nutrientes disponíveis (embora não sejam organismos pioneiros, como líquens), e também graças ao fato de que sua ocorrência é bastante restrita, de forma que os recifes coralíneos brasileiros são os únicos no Atlântico Sul (Seoane, 2008). Os recifes brasileiros não possuem muita diversidade, mas são altamente endêmicos (Nunes et al., 2008), e sua distribuição alcança aproximadamente 2.400 km de costa, do norte do Maranhão ao cabo Frio, RJ, com espécies de corais recifais podendo chegar a Santa Catarina.

O projeto Coral Vivo (www.coralvivo.org.br), ativo desde 2003, almeja aliar pesquisa e educação à conservação e o uso sustentável de ambientes recifais e comunidades coralíneas do Brasil, através de foco em três frentes: geração de conhecimento, ensino e educação ambiental e mobilização da sociedade. O presente estudo visa contribuir para a primeira destas frentes, a geração de conhecimento, que consiste na construção de uma base de dados que será usada por encarregados da segunda frente (ensino e educação ambiental) para transmitir o conhecimento contido nos dados para a população das regiões com recifes, o que permite sua mobilização consciente em prol da conservação e do uso sustentável de recifes de coral.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um levantamento batimétrico da APA de Armação dos Búzios. O estudo visa obter visualizações do perfil batimétrico da área através de interpolações, além de consistir também em um teste da abordagem metodológica utilizada em 2011 no Recife de Fora (Porto Seguro, BA) para o mesmo fim, visando averiguar sua adequação para usos futuros em outras áreas. Outros objetivos são contribuir para a base de dados do Projeto Coral Vivo, e aprimorar a precisão dos dados batimétricos da área, até então restritos aos contidos na carta náutica da região.

1.2 TRABALHOS PRÉVIOS

Existem duas modalidades onde se podem citar trabalho prévios a este, uma sendo a região e outra sendo o aspecto do trabalho em si. Assim sendo, o presente trabalho não é o primeiro em seus métodos nem em seus objetivos, sendo sim um experimento de reprodução de métodos e estratégias utilizados no Recife de Fora, BA, na criação do Atlas do mapeamento físico do Recife de Fora em 2011, também associado ao Projeto Coral Vivo (disponível no link: <http://coralvivo.org.br/wp-content/uploads/revista/959/Default.html>), que partilhou de alguns mesmos objetivos que o presente estudo, visto na Figura 01.

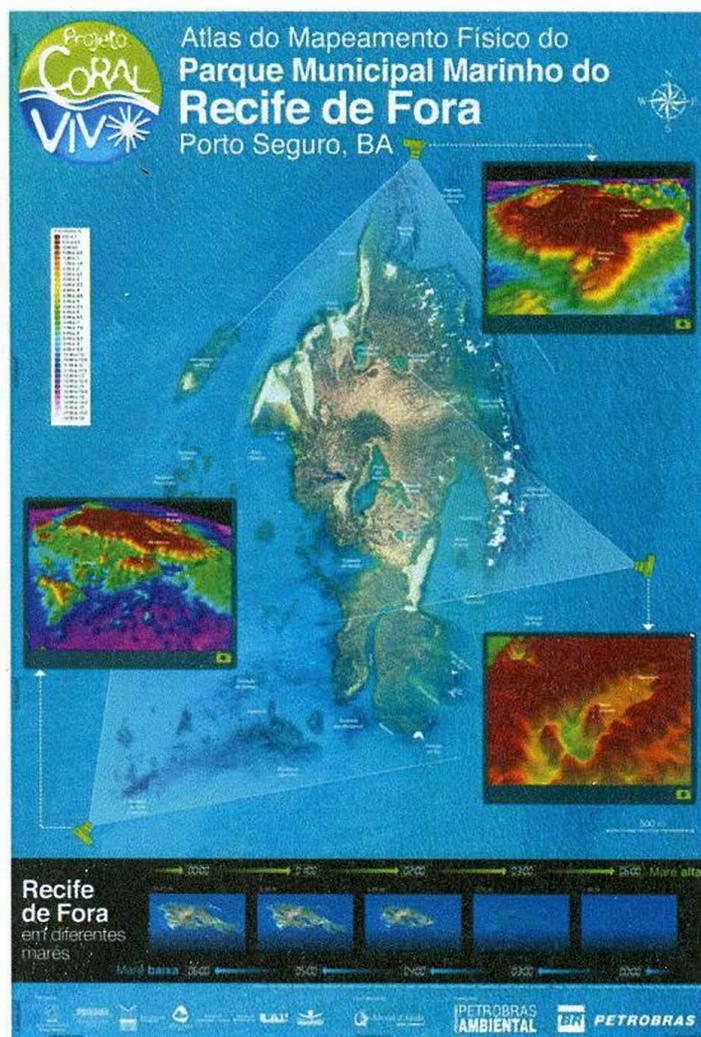


Figura 01. Capa do Atlas do Mapeamento físico do Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, BA.

1.3 ÁREA DE ESTUDO

O foco do presente estudo esteve nos três núcleos da Área de Proteção Ambiental de Búzios, no estado do Rio de Janeiro, correspondentes a ocorrências de recifes de coral em três praias: João Fernandes, Bardot e Tartaruga, identificados na Figura 03.

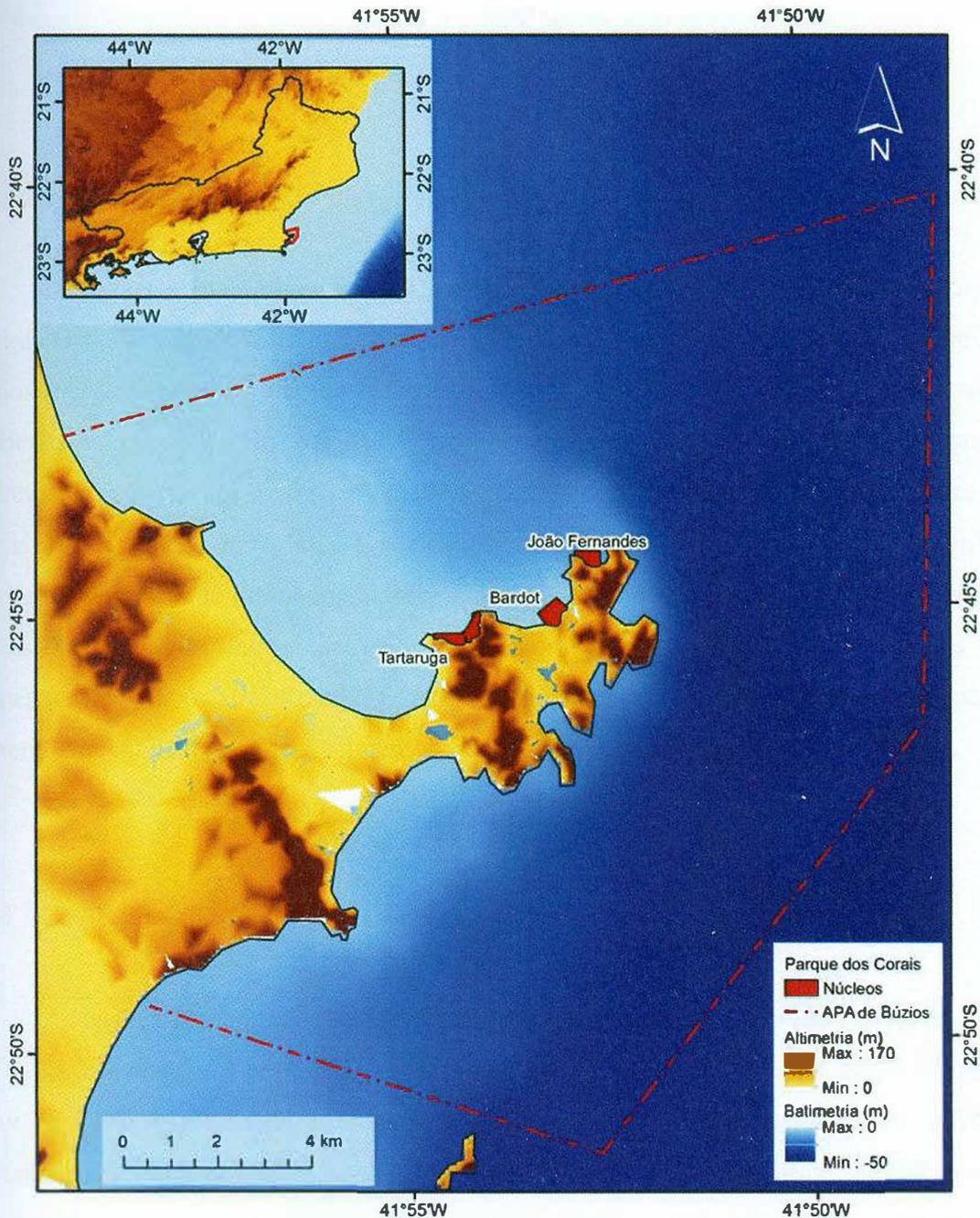


Figura 03. Localização da APA de Búzios e núcleos recifais.

1.4 CONDICIONANTES AMBIENTAIS

1.4.1 CLIMA

O clima de Armação dos Búzios, diferentemente do restante da faixa costeira do estado do Rio de Janeiro, é classificado como semi-árido graças à alta influência da ressurgência oceânica na região. Devido a constantes ventos, alta evaporação e baixa pluviosidade, classifica-se o microclima regional como semi-árido (Barbieri, 1999).

1.4.2 CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS

O regime de maré vigente na área é o de micro-maré (amplitude inferior a 1 m) e semi-diúrno. Para propósitos interpretativos, pode-se dividir o padrão oceanográfico de Búzios em dois setores distintos: norte e sul. O setor sul recebe ondas moderadas (moderate swell) de S e SE, e ondas de tempestade de SW a SE, enquanto o setor norte é afetado apenas por ondas fracas a médias geradas por ventos de tempo bom vindas de N, NE e E. As ondas de N, NE e E se originam em células de alta pressão que dominam a margem ocidental do atlântico sul, enquanto as ondas de SW, S e SE são associadas a frentes frias migratórias vindas da Antártida e classificadas como condições de tempestade (Bulhões *et al.*, 2013). As correntes marítimas atuantes na área são a Corrente da Antártida e, principalmente, a Corrente do Brasil (Silveira *et al.*, 2000).

1.4.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS

As rochas presentes na região fazem parte do Domínio Tectônico de Cabo Frio (DTCF), constituído por um embasamento de ortognaisses e ortoanfibolitos tectonicamente intercalados com supracrustais formadas por duas sucessões: Búzios (metapelitos aluminosos, rochas calcissilicáticas e anfibolitos) e Palmital (metassedimentos quartzo-feldspáticos com metapelitos subordinados), e sujeitos a uma série de eventos tectônicos e deformacionais, sendo a Orogenia Búzios (ocorrida durante o Cambriano e o Ordoviciano) o último registrado nas rochas da região

(Schmidt, 2001). Após este evento, o contexto geológico atual observado na região é o de plataforma continental interna.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

Tendo sido um dos pontos principais deste trabalho e também graças ao caráter altamente experimental do mesmo, a variada metodologia utilizada passou por diversas adaptações ao longo de seu processo a fim de melhor servir às condições específicas da área e à disponibilidade de recursos. Os métodos evoluíram a partir dos utilizados na aquisição dos dados batimétricos do Recife de Fora, próximo a Porto Seguro, BA para confecção do Atlas do mapeamento físico do Recife de Fora (2011, <http://coralvivo.org.br/wp-content/uploads/revista/959/Default.html>), e foram sendo modificados à medida em que surgiam necessidades, devido às diferenças entre as duas áreas de estudo.

2.1 CAMPANHA DE CAMPO

Antes de realizada a campanha de campo, foram traçados no ArcMap os trajetos a serem percorridos pela embarcação: seriam linhas paralelas com espaçamento de 25 m entre si (Figura 04). Em campo, tentamos percorrer as linhas previamente planejadas do núcleo Bardot. Caso houvesse sucesso, o processo seria repetido nos trajetos planejados nos outros núcleos.

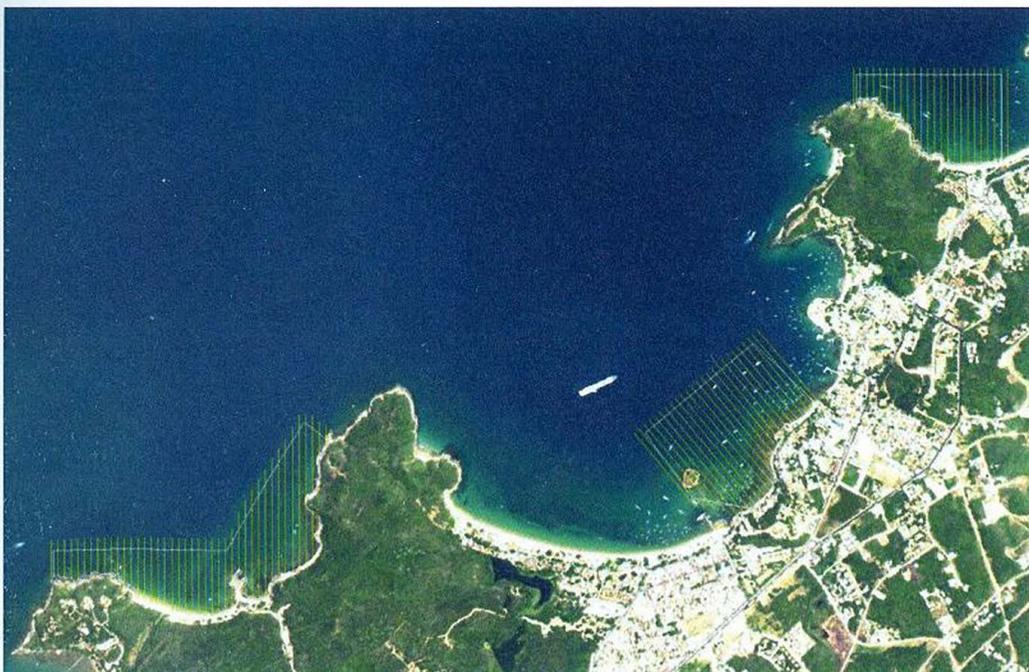


Figura 04. Linhas planejadas para aquisição dos dados com o eco-batímetro.

A campanha de campo, realizada em setembro de 2012, teve por objetivo coletar dados através do uso de um eco-batímetro de modelo Garmin GPSmap 521s acoplado (Figura 05) a uma embarcação, que neste trabalho foi uma traineira com calado de aproximadamente 0,5 m.

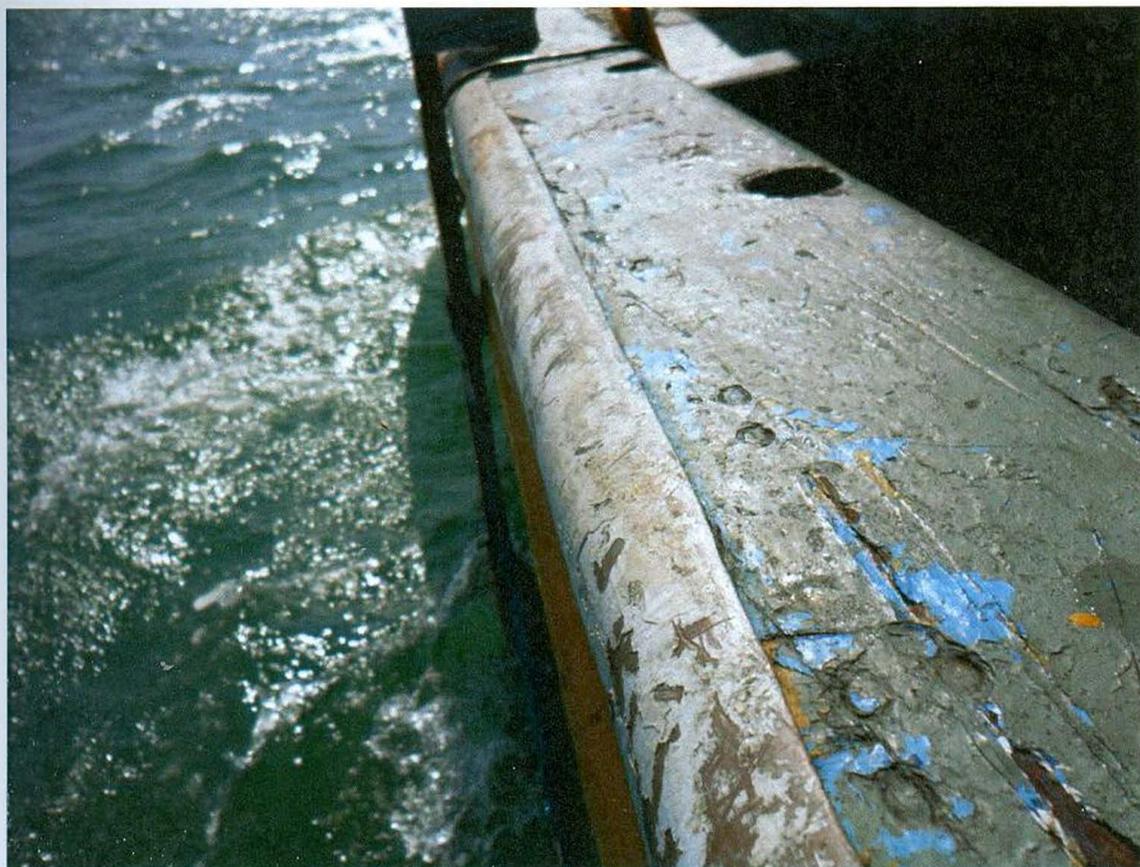


Figura 05. Sensor do eco-batímetro acoplado ao casco do barco, em funcionamento.

Este episódio se tratou de um teste de funcionamento dos equipamentos em locais com condições diferentes das do Recife de Fora. O funcionamento do eco-batímetro, testado com uma bateria de carro de 12 V antes de ser acoplado ao barco (Figura 06), foi bem como esperado, mas tivemos problemas em mar devido ao calado da embarcação que tínhamos disponível. As áreas analisadas eram demasiado rasas, o que nos impossibilitava percorrer todo o trajeto planejado.



Figura 06. Teste do eco-batímetro ligado em bateria de carro.

Como solução, embarcações menores - botes infláveis, barcos a remo ou um caiaque - foram cogitadas, mas não conseguimos uma que tivesse a bateria de 12 V necessária para o funcionamento do eco-batímetro, ou uma bateria para instalarmos por conta própria. O barco usado no Recife de Fora serviria, mas desta vez não tivemos a disponibilidade deste.

Apesar do insucesso ao tentarmos percorrer o trajeto planejado, ainda assim a campanha de campo foi realizada e gerou resultados, embora não fossem ideais. Usamos a embarcação que tivemos disponível para percorrer o que fosse possível com ela, fazendo a aquisição de dados pelo caminho, o que gerou uma malha de pontos com densidade variada e distribuição heterogênea. O registro do trajeto encontra-se na Figura 07.

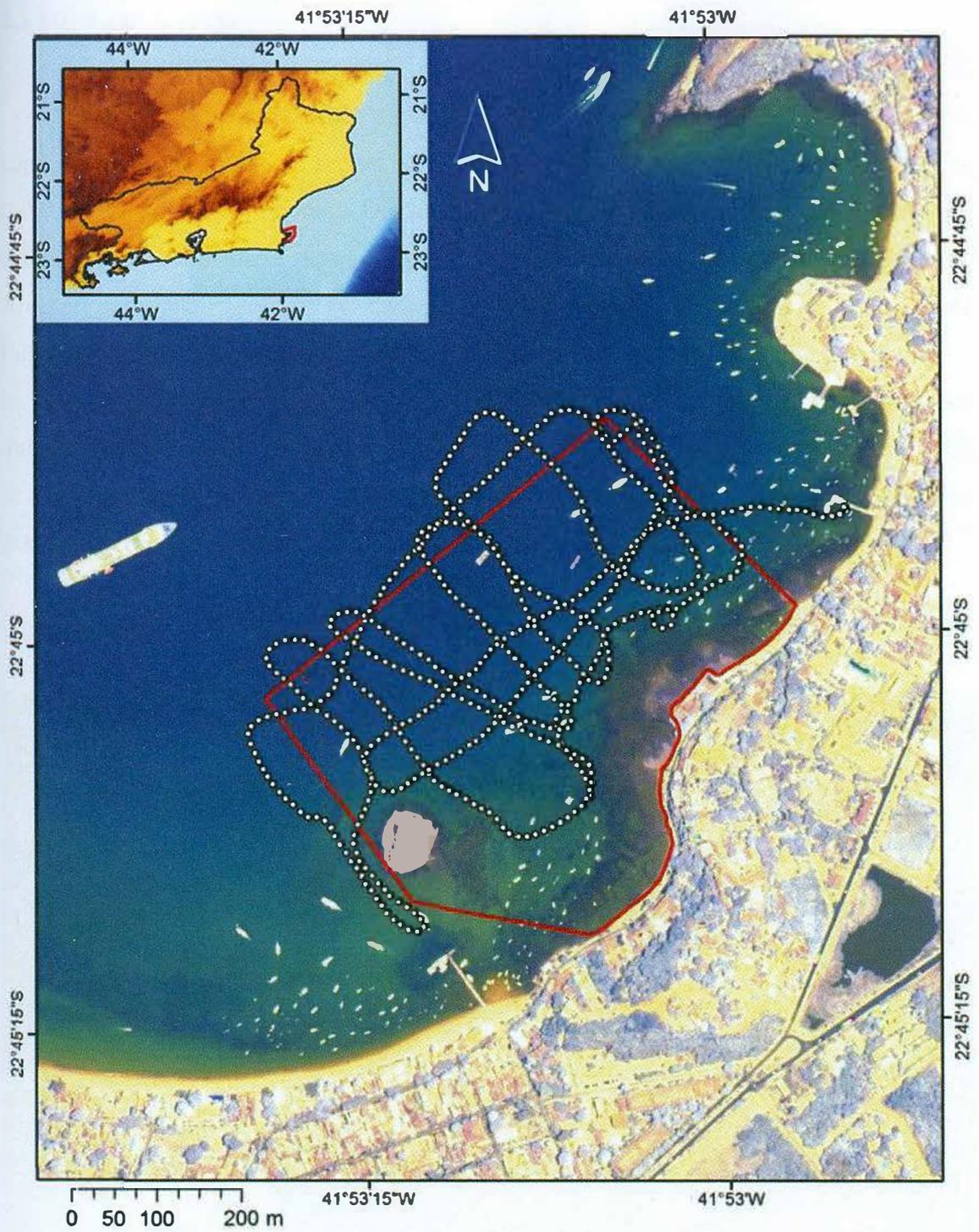


Figura 07. Dados coletados no trajeto percorrido na campanha de campo de 2012.

2.2 FOLHA DE BORDO

Devido ao insucesso da campanha de campo, adquirimos com a Marinha uma cópia da folha de bordo da região, (Figura 08 - FB-1505-001/85, do Cabo Búzios ao Cabo Frio, 16/jan/1987. Fonte: Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN) que foi então georreferenciada e teve as profundidades dos seus pontos digitalizadas no ArcMap para então servirem de dados para a interpolação. A densidade de pontos da folha de bordo é de aproximadamente 100 x 200 m, enquanto a densidade que planejou-se caso houvesse uma embarcação disponível seria de 10 x 25 m. Visto que nos trabalhos anteriores as densidades de pontos observadas foram de 10 x 50 m no Recife de Fora e 10 x 100 m em Santo André, apesar de não termos obtido o nível de detalhe desejado, a densidade disponível na folha foi considerada aceitável.

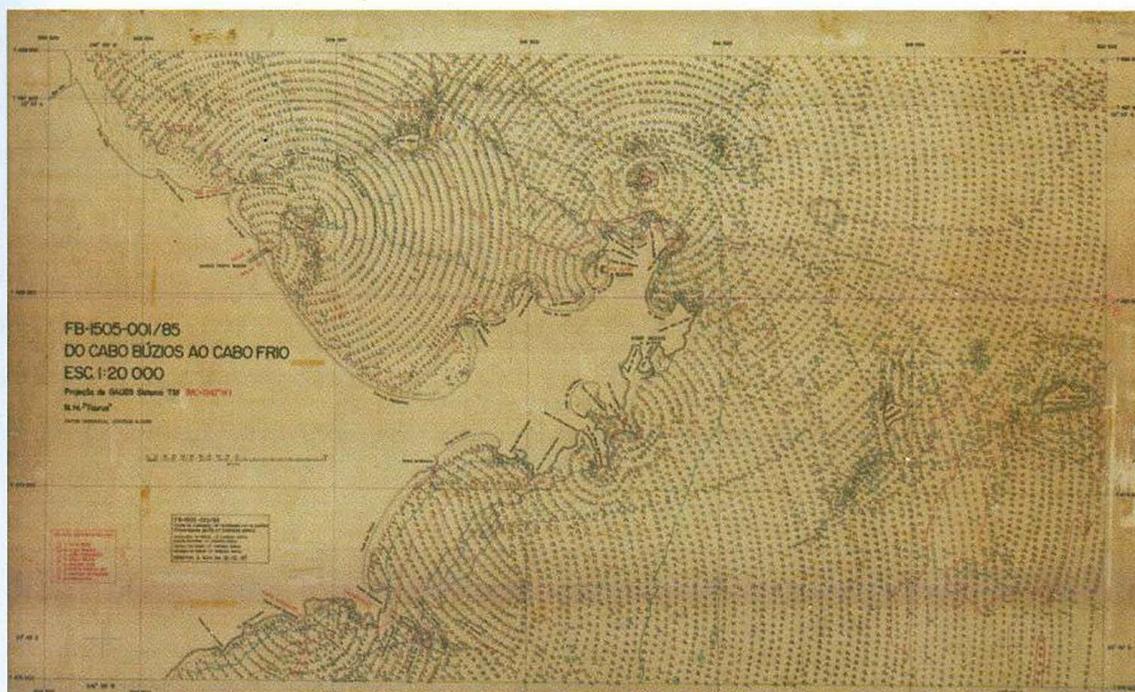
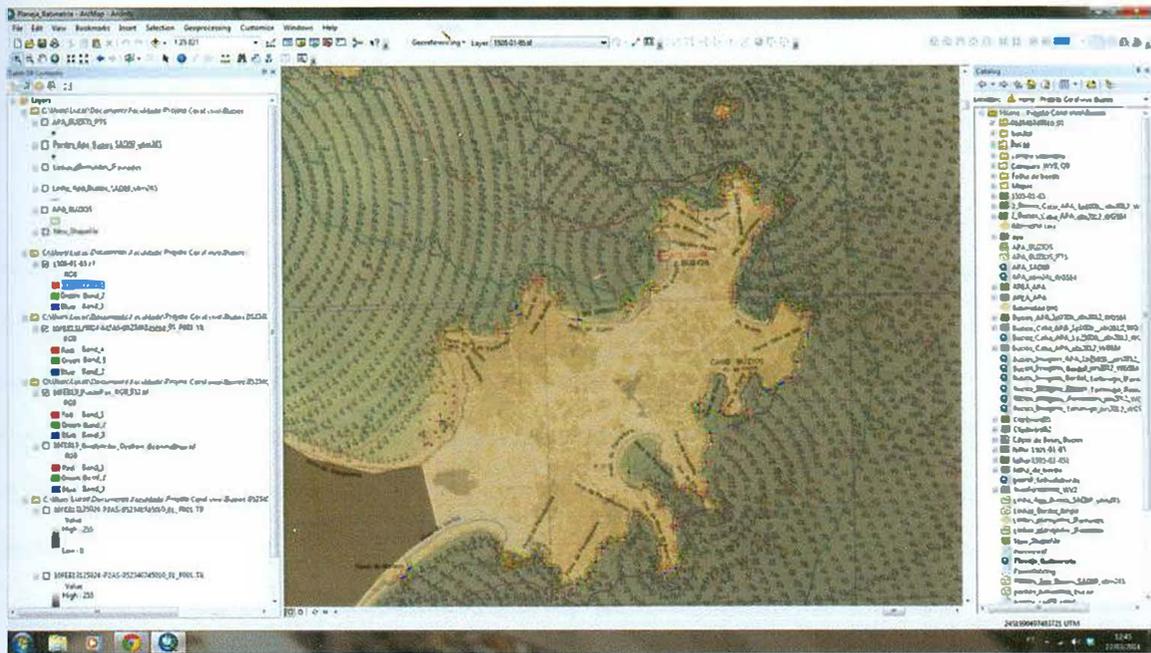
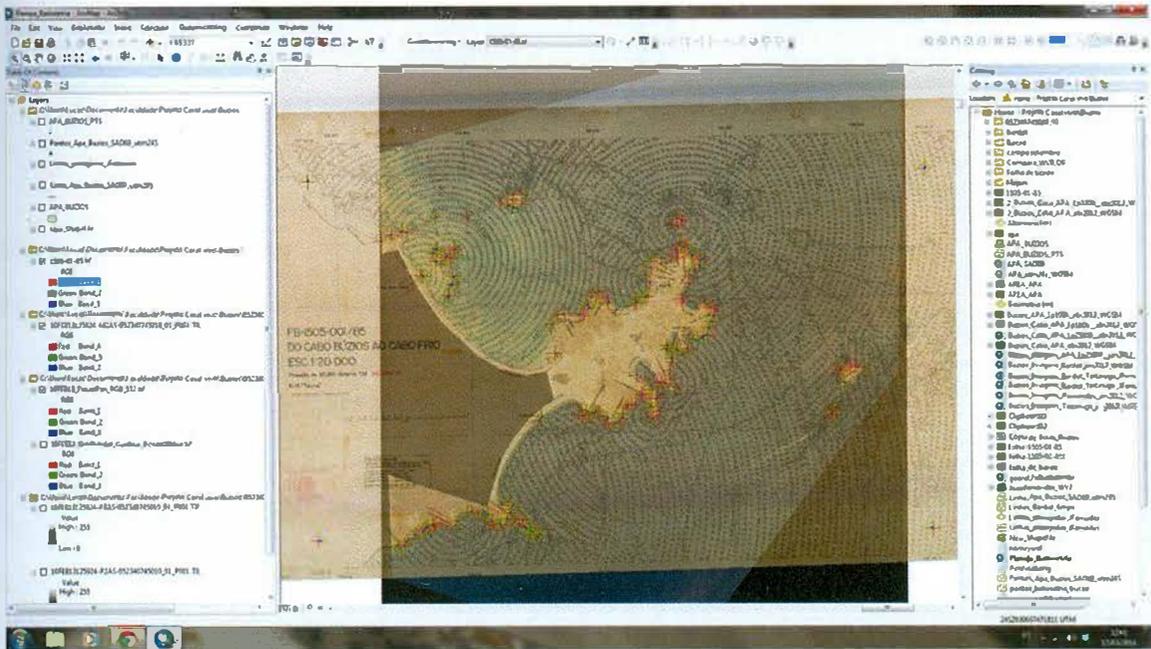


Figura 08. Digitalização da folha de bordo do cabo Búzios ao Cabo Frio, DHN

2.3 GEORREFERENCIAMENTO DA FOLHA DE BORDO

Tendo sido a parte mais problemática do trabalho, este tópico merece grande destaque e esclarecimento. A folha de bordo possui como referências uma grade com coordenadas UTM e também quatro pontos onde se indicam suas coordenadas geográficas, além de especificar seu datum: Córrego Alegre. O problema veio quando, ao indicar as coordenadas ao ArcMap, a localização horizontal não ter procedido. Dependendo do fuso que se escolhesse (23S ou 24S), a folha de bordo era projetada, respectivamente, ou muito a W ou muito a E da imagem de satélite, o que nos trouxe a necessidade de referenciar a folha de bordo de acordo com os quatro pontos com coordenadas geográficas. Tal foi feito através do comando “*Input DMS of Long and Lat...*” da ferramenta de geoprocessamento do ArcMap. Feito isto, conferimos a imagem nas regiões de interesse e constatamos que as linhas de costa da folha de bordo e da imagem de satélite não coincidiam a nível satisfatório para a marcação dos pontos. A solução foi usar os quatro pontos com coordenadas geográficas como partida para um extenso e detalhado processo de georreferenciamento manual utilizando o maior número observável de pontos de referência da linha de costa e de ilhas presentes na imagem de satélite e na folha de bordo da DHN, o que resultou num total de 214 pontos marcados individualmente (Figuras 09 e 10, tabela no Anexo 1). Usando transformação polinomial de 2ª ordem, o erro observado foi de 28,95 m, considerado aceitável, não foi observada distorção da imagem em grau notável, e o encaixe da linha de costa entre as duas imagens foi considerado satisfatório, concluindo então o tratamento do plano de fundo cujos dados seriam digitalizados e processados para gerar a interpolação.



Figuras 09 e 10: 214 pontos de referência para o georreferenciamento da folha de bordo.

Cada par de cruces (vermelha e verde) equivale a um ponto. A distância no par de cruces mostra o erro relativo a cada ponto.

2.4 CONDICIONAMENTO DOS DADOS PARA GEOPROCESSAMENTO

2.4.1 PONTOS

A fonte primária de dados para a interpolação seria a malha de pontos da folha de bordo, então a primeira parte do tratamento dos dados foi digitalizar os pontos da área desejada. Isto foi feito em três passos:

- 1 – Criação de um novo *shape file*;
- 2 – Criação de um total 1892 de pontos que recobrem a área;
- 3 – Input manual dos dados de profundidade de cada ponto na *tabela de atributos*;

Além dos pontos de batimetria, a folha de bordo possui também cruces representando pontos inavegáveis por baixa profundidade, interpretada como menor ou igual a 30 cm, que foram digitalizadas como pontos pelo mesmo processo dos pontos de profundidade e utilizadas na interpolação.

2.4.2 CONTORNOS

Os dados em pontos são os principais para a interpolação, mas para uma produto mais completo e verossímil foi necessária a digitalização de algumas feições na forma de linhas e polígonos. Tais feições foram a linha de costa, as margens das ilhas contidas na área e a máscara. A função da linha de costa era de fornecer dados de profundidade igual 0 m e a da máscara era limitar a área onde se desejava que a interpolação fosse exibida. Já as ilhas serviram para as duas funções: suas margens também fornecem dados de profundidade igual a 0 m, e de limitação da área de interpolação, uma vez que o interesse do trabalho é batimetria, e não topografia.

Todo o conjunto de dados, incluindo pontos e contornos, pode ser observado na Figura 11.

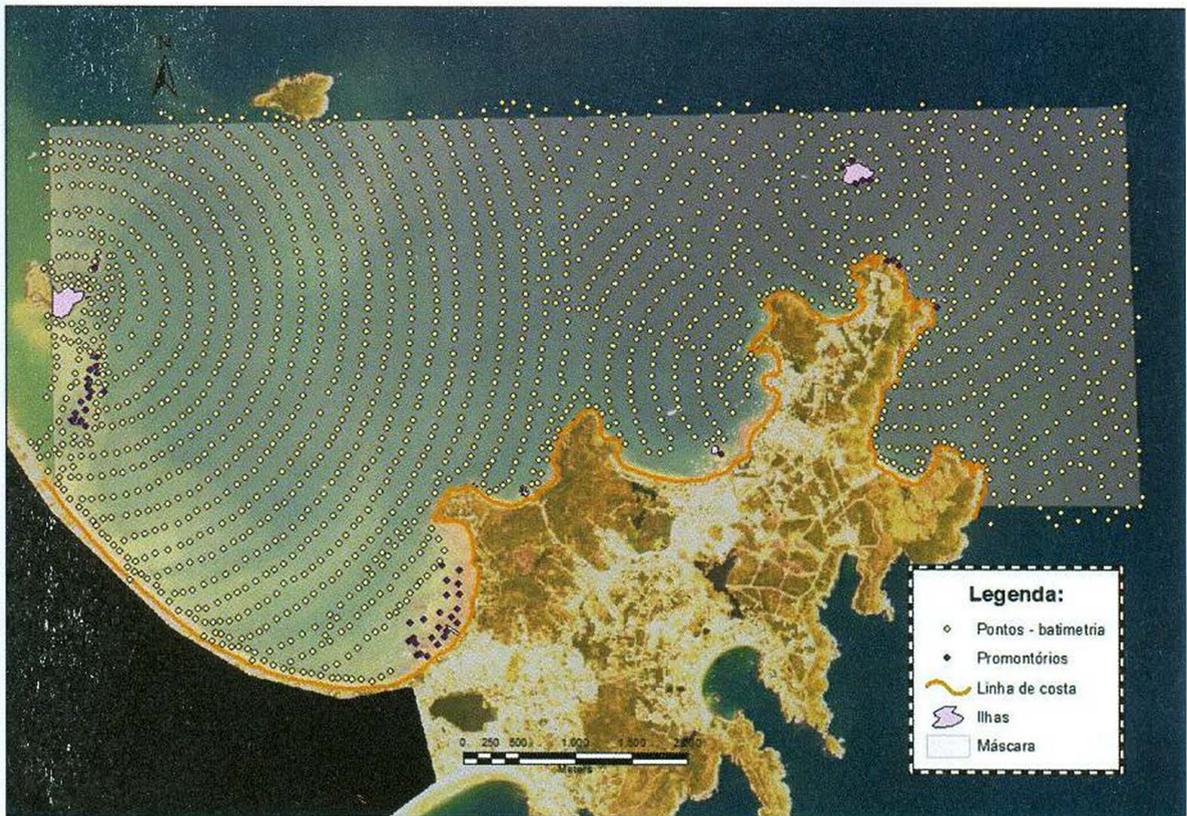


Figura 11. Conjuntos de dados-base para a interpolação, identificados na legenda.

3 RESULTADOS

3.1 INTERPOLAÇÕES

Antes de se falar das interpolações em si, é necessário que se expliquem algumas coisas sobre as ferramentas de interpolação do ArcGIS. Existe uma ferramenta para cada método, tendo sido consideradas quatro opções no caso do presente estudo. Foram elas: inverso da distância ao quadrado (*IDW*), *krigagem*, *Spline* e *Topo to Raster*. O método do inverso da distância ao quadrado é um método de interpolação local cuja ferramenta do ArcGIS aceita o input apenas como pontos. Este tipo de comando cria interpolações baseado na média ponderada da distância, nunca passando do máximo ou mínimo local, o que faz com que esta ferramenta não crie vales ou cumes. A segunda ferramenta, *krigagem*, realiza um processo multifásico, consistente em, respectivamente, análise dos dados, modelagem de variograma, criação da superfície e exploração da superfície de variância (opcional), além de calcular também o grau de credibilidade das interpolações. O único problema da ferramenta *krigagem* para este trabalho é que o único formato de input de dados aceito por ela no ArcGIS é o de pontos, apesar de o método de *krigagem* em sua forma pura permitir também o input de objetos geométricos. A ferramenta *Spline* calcula interpolações usando uma técnica de spline bi-dimensional de curvatura mínima. A superfície resultante passa exatamente entre os pontos do input, de forma suavizada. Esta ferramenta também aceita input apenas em forma de pontos. Ou seja, de todas estas quatro opções, a única que aceita input simultâneo em diversos formatos, detalhada no próximo parágrafo, é a ferramenta *Topo to Raster*, tendo por este motivo sido escolhida.

Usando os dados discutidos no tema anterior, diversas interpolações foram feitas, por uma série de motivos. Antes de serem iniciadas as discussões sobre cada uma delas, serão apresentados os parâmetros comuns a todas. As interpolações foram calculadas através da ferramenta *Topo to Raster*, que é uma ferramenta de interpolação do conjunto de ferramentas *Spacial Analyst* no *ArcMap* para a criação de modelos digitais de elevação (DEMs) hidrológicamente corretos baseada nas equações de interpolação do programa ANUDEM, desenvolvido por Michael Hutchinson (manual do *ArcMap* – How *Topo to Raster* works, *ArcMap* 10, ESRI). *Topo to Raster* interpola valores de elevação para um *raster* enquanto assegura uma estrutura de drenagem conectada e representação correta de cordilheiras e rios dos dados de contorno do input.

Este método é otimizado a fim de ter a eficiência computacional de métodos de interpolação local, como por exemplo o método do inverso da distância ao quadrado, mas sem perder a continuidade superficial de métodos de interpolação global, como no caso de krigagem e Spline, além de ter a capacidade de interpretar diversos tipos de dados simultaneamente. É importante citar que, apesar do foco do método em criar padrões de drenagem conectados e suprimir a aparição de sumidouros no DEM, tal é feito sem impor condições de drenagem em locais onde estas seriam contraditórias aos dados fornecidos, além de, durante o processo, existir a opção de reforçar padrões de drenagem ou não.

O único atributo que mudou entre as diferentes interpolações foi o tamanho do pixel: 2, 5 e 10m, sendo apresentados aqui apenas os 2 primeiros. O motivo para tal foi que o processo de gerar as interpolações com nível crescente de detalhe serviu como um teste para a capacidade de processamento do computador utilizado. É importante ter em mente que, apesar do tamanho do pixel, o verdadeiro detalhe da representação dos dados continuará sempre proporcional à densidade de pontos.

Dito isto, os atributos e configurações para interpolação utilizados neste estudo e exibidos na Figura 12 foram:

- *Input* de dados: os objetos referentes a cada classe de dados (pontos batimétricos, promontórios, linha de costa, ilhas e márcara) tiveram seus atributos de interesse discriminados conforme explicado na seção 5.4 – montagem formal da base de dados;
- *Margin in cells* = 0. Este parâmetro consiste em um método para aparar os limites de DEMs gerados em uma distância especificada pelo usuário;
- Tamanho de célula (pixel) = 10, 5 e 2m para as interpolações;
- *Drainage enforcement*: “no enforce” – rejeitada a opção de reforçar drenagens pois trata-se de área submersa;
- *Primary type of input data*: “spot” (tipo primário de dados de *input*: ponto);
- *Roughness penalty*: 0,5 – valor adequado a situações em que os dados principais são spot, segundo o manual do software. Este atributo se trata da integral do quadrado da derivada segunda como uma medida de rugosidade;

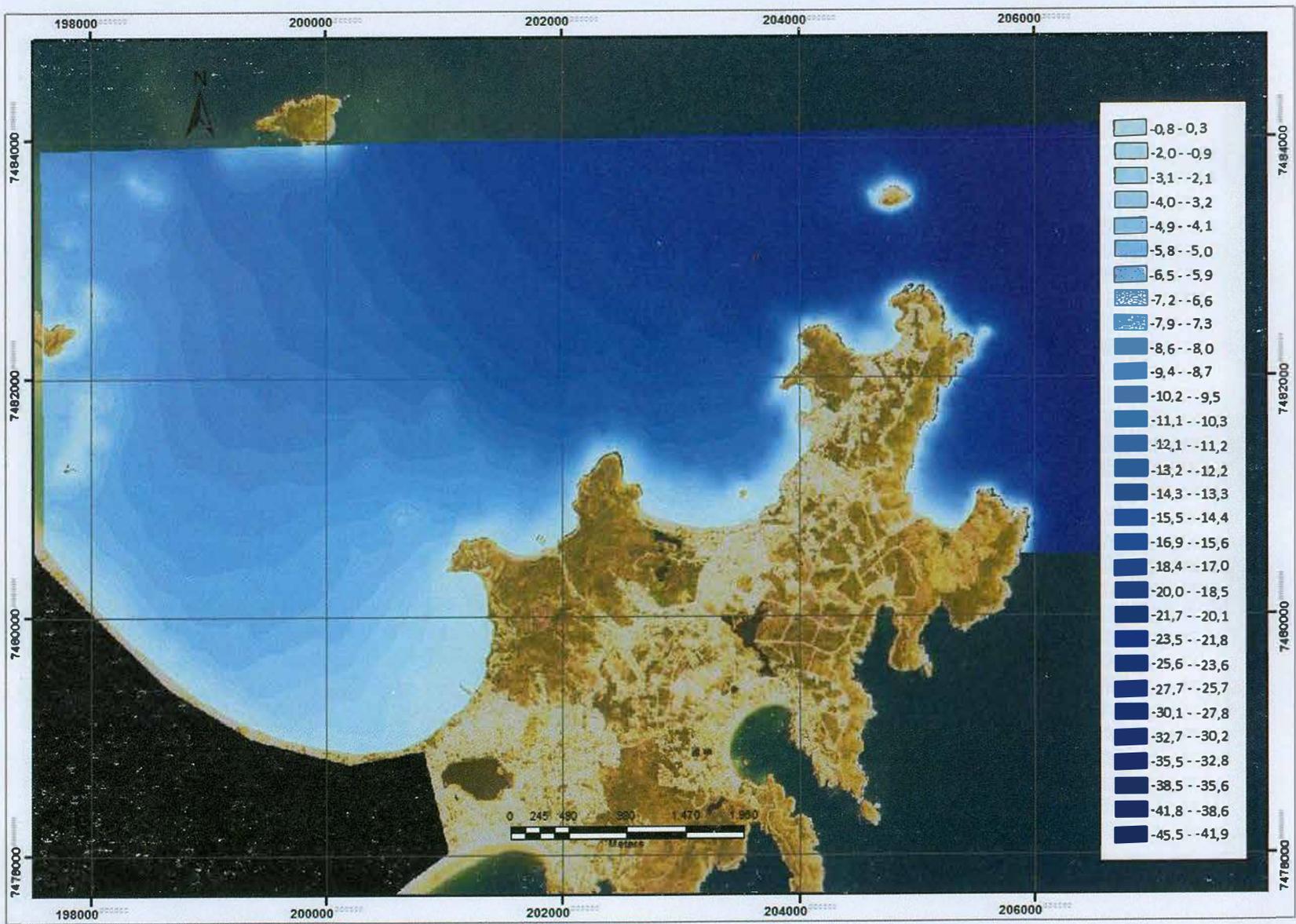
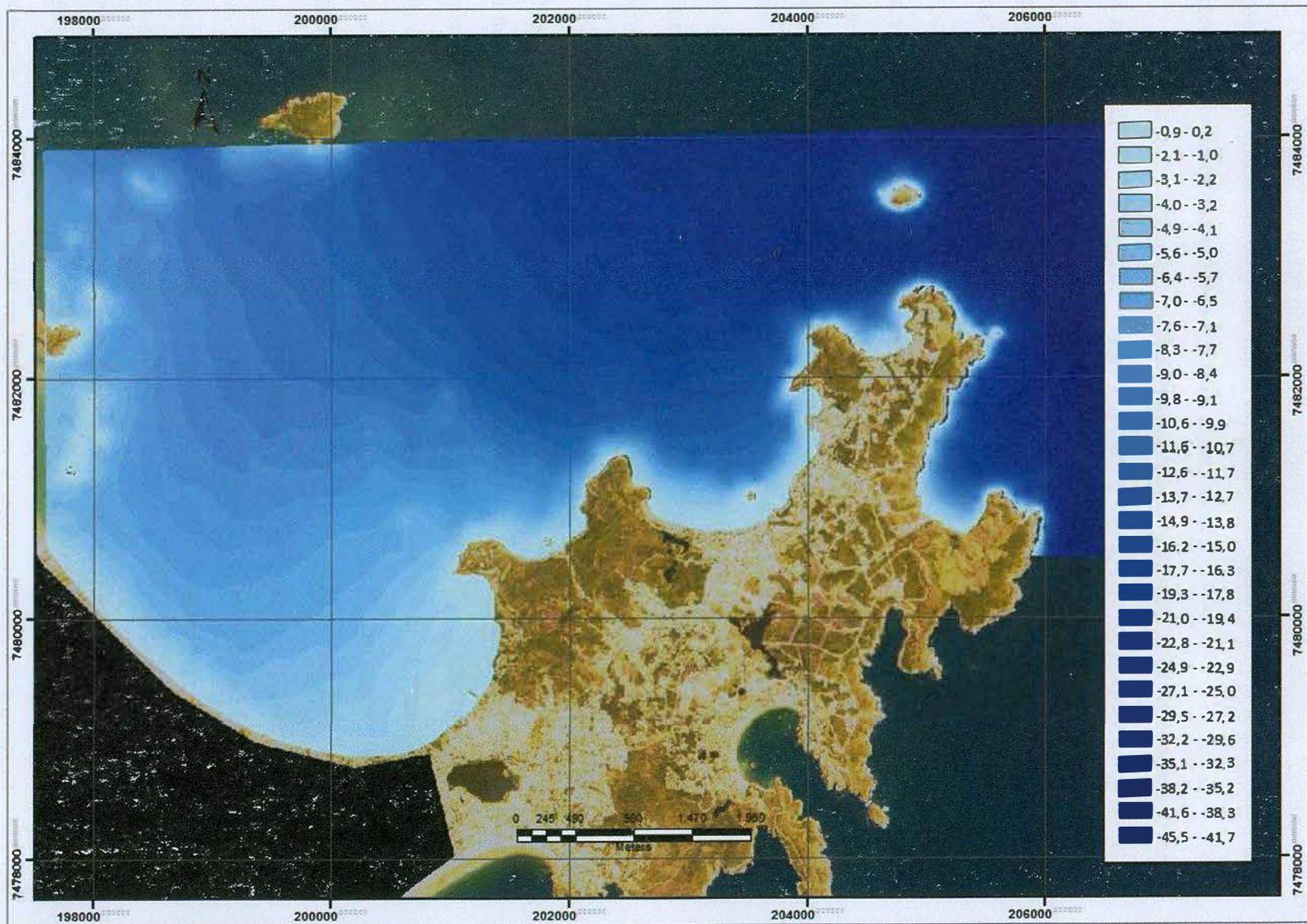


Figura 13. Resultado de interpolação com pixel igual a 5 m.

Figura 14. Resultado de interpolação com pixel igual a 2 m.



4 DISCUSSÃO●

De acordo com os dados obtidos verificou-se que os corais da área, localizados nas praias mais abrigadas do setor norte da península, estão sujeitos a um grupo de características batimétricas e oceanográficas semelhantes.

É sabido que corais têm melhores condições de crescer e de se reproduzir em águas rasas, quentes e calmas, de preferência com baixo aporte sedimentar siliciclástico, o que torna necessário que sejam novamente observadas as condições climáticas e oceanográficas citadas no item 1.4. A baixa pluviosidade e umidade da área causa baixos índices de intemperismo químico, erosão e transporte sedimentar para o mar, visto que circula baixo volume d'água em canais. O regime de micro-maré garante baixa variação na profundidade da água ao longo dos ciclos, e os padrões de ondulação atuantes na área fazem a porção sul do litoral de Armação dos Búzios vulnerável à incidência de frequentes ondas de tempestade, enquanto a porção norte é protegida das frentes frias antárticas, justificando a presença de recifes de coral na porção norte do litoral da península. Além disso, o setor norte está mais propenso a receber água vinda da Corrente do Brasil, que é quente, enquanto o setor sul, por sua vez, está mais propenso a receber água vinda da Corrente da Antártida, o que comparativamente faz com que o setor norte tenha água mais quente do que o setor sul. Ainda assim, mesmo sendo o litoral norte mais protegida do que o litoral sul, não se observam recifes de coral na praia Rasa, provavelmente graças à sua maior abertura angular e exposição em comparação aos núcleos Tartaruga, Bardot e João Fernandes, fato este que, no caso dos corais de Armação dos Búzios, conta de forma significativa no que tange à proteção física e na temperatura da água, uma vez que a água de praias em sacos mais fechados tendem a ter menos comunicação com o mar aberto, dificultando trocas de calor.

A profundidade da água nas áreas recifais de Búzios é, não surpreendentemente, baixa, e as interpolações confeccionadas no presente estudo possibilitaram que se quantificasse, com um bom grau de precisão, seu valor em qualquer ponto desejado – tendo-se sempre em mente que exatidão existe apenas nos pontos medidos. Dito isto, usando como base a interpolação de pixel igual a dois metros, a maior profundidade observada dentro da área originalmente demarcada para ser percorrida com a embarcação é de aproximadamente 13,6 m.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 COMPARAÇÃO METODOLÓGICA

Tendo tido aproximadamente os mesmos objetivos tanto no presente estudo quanto em 2012 com a campanha de campo, pode-se fazer uma rápida comparação entre as duas abordagens metodológicas utilizadas, confrontando os mapas gerados nas duas situações e também vantagens e desvantagens observadas em cada metodologia, nos seguintes quesitos:

- Precisão: enquanto se pode programar exatamente a precisão desejada quando se vai a campo, quando trabalhamos com a folha de bordo precisamos usar os dados como vêm, independente do objetivo;
- Input manual: quando se vai a campo, os dados são transferidos diretamente do eco-batímetro para o computador, prontos para serem processados, enquanto digitalizar a folha de bordo é uma tarefa que precisa ser executada manualmente, contando como mais um passo no trabalho;
- Tempo e dinheiro: trabalho de campo custa caro e leva tempo, enquanto que uma cópia da folha de bordo pode ser conseguida de graça. Além disso, neste quesito, tempo tem um segundo significado: clima. Este trabalho de campo só pode ser feito em condições ideais de clima e maré, que não necessariamente vão coincidir com o tempo que os pesquisadores têm na agenda para ir a campo;
- Área x tempo: em campo, a área percorrida e a densidade de pontos será diretamente proporcional a quanto tempo se tem para fazer a campanha de campo, enquanto a folha de bordo corresponde a um aporte instantâneo dos dados;
- Correções de maré: quando se faz a aquisição dos dados em campo, precisa-se também que seja feita a correção das condições de maré, passo já realizado no caso onde se baseia nos dados da folha de bordo.

Além da comparação entre vantagens e desvantagens, é também feita uma comparação do produto final. A área inteira que foi interpolada, no caso que usou os dados da folha de bordo, é significativamente maior do que a interpolação de resultado da campanha de campo, como visto nas imagens apresentadas neste estudo. Já o nível

de detalhe não sofreu tanta variação, como pode ser visto a seguir. As Figuras 15 e 16 abaixo se tratam, respectivamente, da interpolação obtida em 2012 com dados batimétricos de campo e da interpolação obtida baseada na folha de bordo.

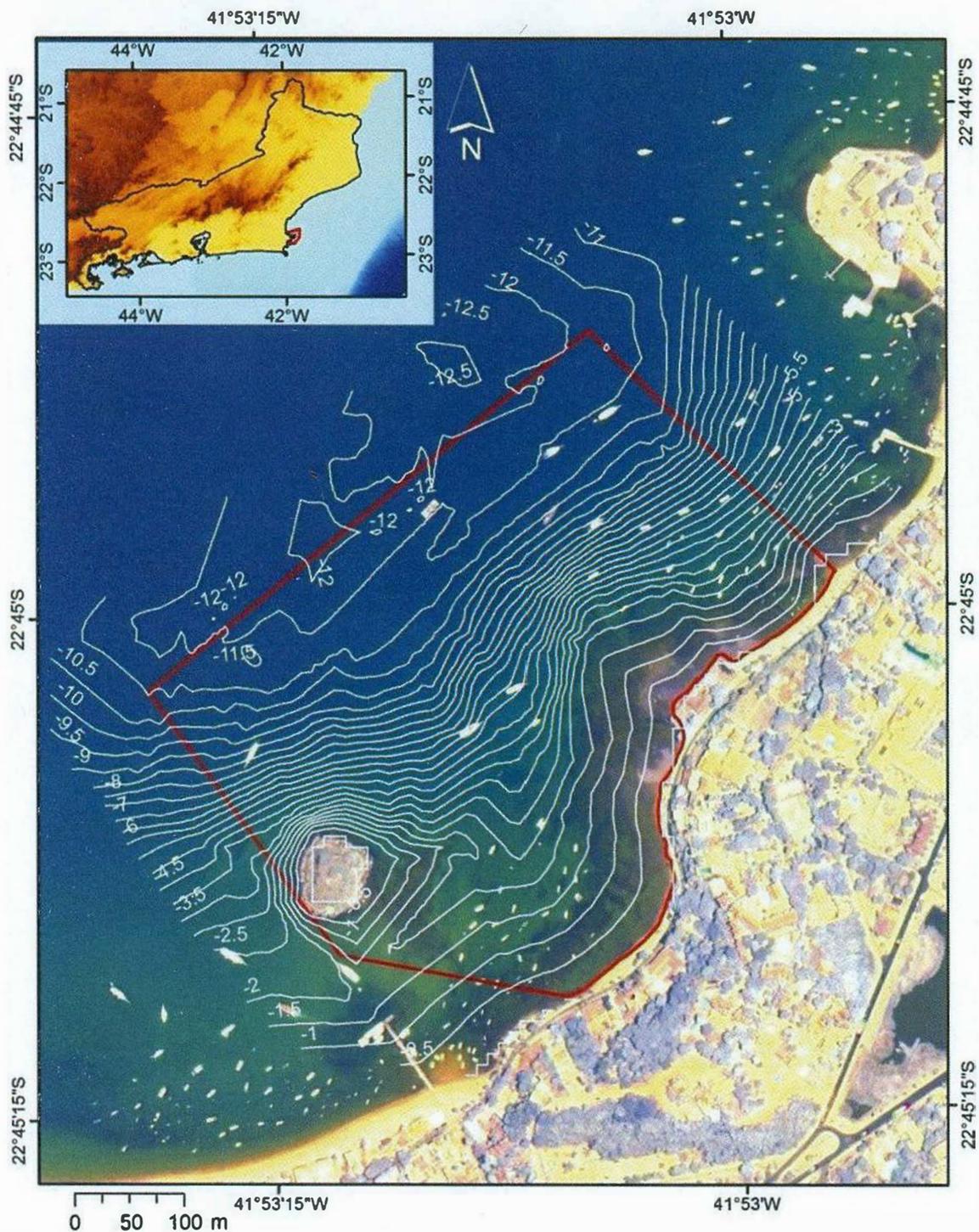


Figura 15. Interpolação baseada nos dados obtidos em campo em 2012.

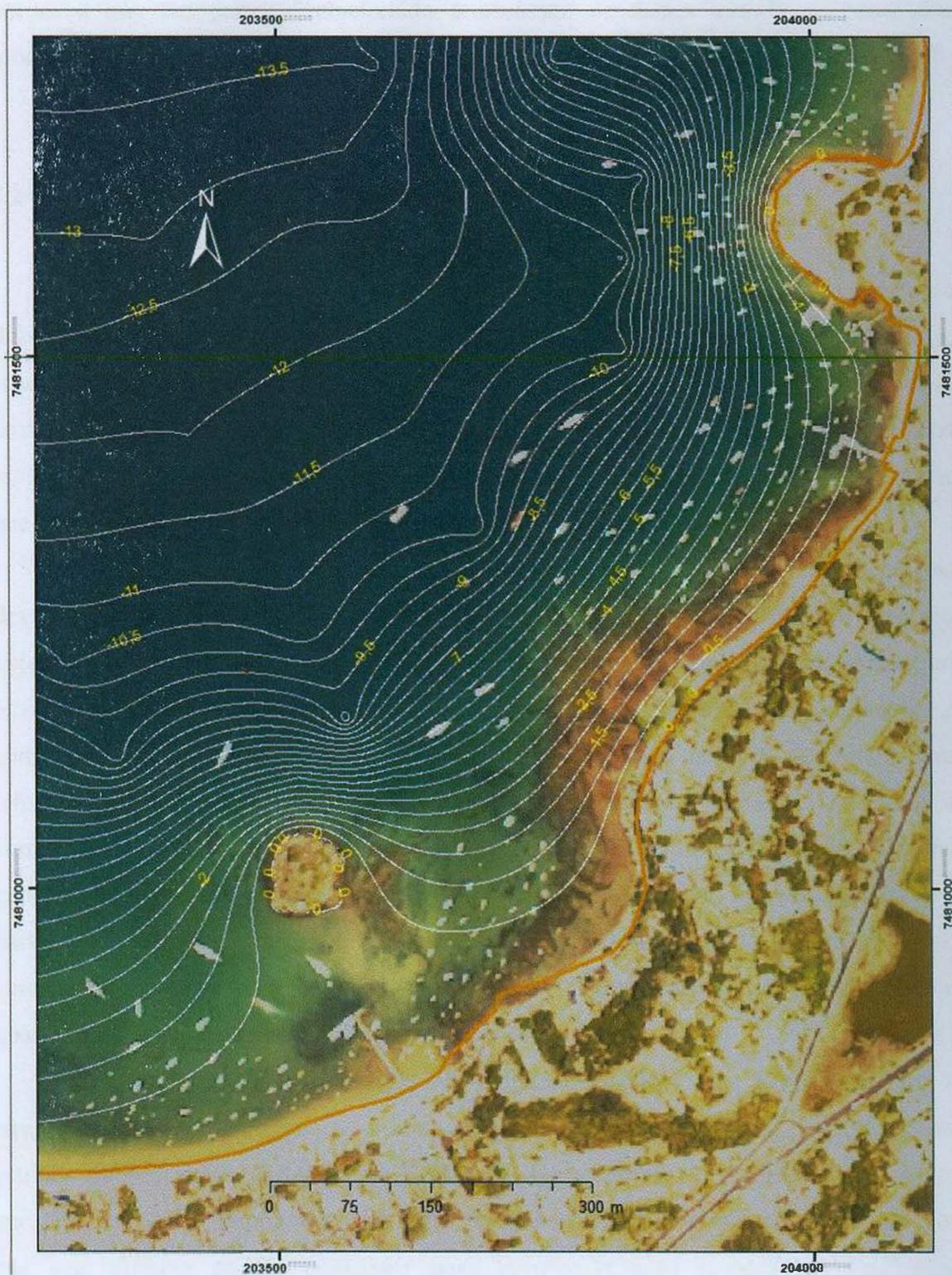


Figura 16. Demonstração parcial da interpolação baseada na folha de bordo.

Comparando as duas imagens, percebe-se que a interpolação feita com os dados de campo tem mais detalhe e mostram mais declividade do que a baseada na folha de

bordo, o que em parte é relacionado à escassez de dados quando se passa dos promontórios (cruzes) em direção a terra firme.

5.2 CUMPRIMENTO DE OBJETIVOS E CONTINUIDADE DO TRABALHO

Apesar de que, em condições ideais, este estudo teria sido feito de forma diferente, os resultados por ele obtidos mostram um grau razoável de utilidade prática, sendo o nível de detalhe o único prejuízo observado em comparação ao processo ideal, uma vez que o próprio processamento dos dados foi feito como teria sido com os dados obtidos por meio de navegação com o eco-batímetro, com exceção da correção de maré, que não se faz necessária por nos basearmos na folha de bordo.

Sobre quais objetivos alcançamos, pode-se dizer que, dependendo do detalhe desejado em possíveis análises futuras, o produto deste trabalho cumpre sim seu objetivo de servir como plano de fundo em alguns casos, enquanto o detalhamento ótimo da área deve de fato ser feito como era a primeira opção: com o eco-batímetro e a embarcação utilizados no Recife de Fora. Tal ponto pode também ser usado para reforçar a abordagem metodológica lá utilizada, também contribuindo para o cumprimento deste, que é mais um dos objetivos aqui listados. Além disso, os dados gerados e processados neste estudo têm seu uso autorizado para o Projeto Coral Vivo e partes independentes que os queiram consultar, classificando-se também como contribuição para a base de dados do projeto e como aprimoração quantitativa e qualitativa dos dados batimétricos disponíveis da área.

Como continuidade deste trabalho, algumas sugestões são: cumprir, de fato, a aquisição de dados e seu processamento como se pretendia a princípio, e seguir com os estudos subsequentes já feitos no Recife de Fora, como por exemplo, no âmbito geológico, análises granulométricas feitas no aparelho CILAS e mineralógicas, que por sua vez também podem contribuir para corroborar suas respectivas abordagens metodológicas usadas anteriormente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBIERI, E.B. 1999. Origin and Evolution of Quaternary Coastal Plain between Guaratiba and Cape Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. In Knoppers, B.A., Bidione, E.D. & Abrão, J.J. (Eds). Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon System of Rio de Janeiro, Brazil. *Série Geoquímica Ambiental*, 6: 47-56 pp.;
- BULHÕES, E.; FERNANDEZ, G. B.; ROCHA, T. B.; Morphodynamics of Embayed Beaches. Case Study in Cape Búzios, Rio de Janeiro, Brazil. 2013;
- CASTRO, C. B.; BARBOSA, C. F.; FERREIRA, B. P.; GOUVEIA, M. T. J.; SEOANE, J. C. S.; CHALOUB, R. M.; SEGAL, B.; PIRES, D. O.; DUARTE, G. A. S.; MAIDA, M.; MENEZES, M.; CORDEIRO, R. C.; ARAÚJO, M. Mudanças climáticas e recifes de coral. Simpósio Conservação de Ambientes Costeiros e Marinhos, 2009;
- FC VERÍSSIMO, CF OLEGÁRIO, CT CARDOSO GARCIA, DHN. FB-1505-001/85: do Cabo Búzios ao Cabo Frio, 16/jan/1987;
- GOODCHILD, M. F., and D. M. MARK. 1987. The fractal nature of geographic phenomena. *Annals of Association of American Geographers*. 77 (2): 265–278;
- <http://coralvivo.org.br/wp-content/uploads/revista/959/Default.html>;
- HUTCHINSON, M.F., XU, T. and STEIN, J.A. 2011. Recent Progress in the ANUDEM Elevation Gridding Procedure. In: *Geomorphometry 2011*, edited by T. Hengel, I.S. Evans, J.P. Wilson and M. Gould, pp. 19–22. Redlands, California, USA. See: <http://geomorphometry.org/HutchinsonXu2011>;
- Imagem World View 2, adquirida de Digital Globe. Imagem de 10/fev/2013, às 12:59h;
- Manual de instruções do ArcGIS 10.1. Disponível em: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/>
- MARTINS, T. S.; Análise da granulometria dos sedimentos carbonáticos do Recife de Fora, Porto Seguro, Estado da Bahia. 2010;
- NUNES, F., FUKAMI, H., VOLLMER, S. V., NORRIS R. D. & KNOWLTON, N. 2008. Reevaluation of the systematics of the endemic corals of Brazil by molecular data. *Coral Reefs* 27:423–432.

- SCHMIDT, R. S. 2001. A orogenia búzios - um evento tectono metamórfico cambro-ordoviciano caracterizado no domínio tectônico de Cabo Frio – RJ;
- SEOANE, J. C. S.; ARANTES, R. C. M.; CASTRO, C. B.; TEDESCO, E.; LOPES, L. S. 2008. Atlas do Mapeamento Físico do parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, BA. <http://coralvivo.org.br/publicacoes/atlas-do-mapeamento-fisico-do-recife-de-fora/>;
- SILVEIRA, I. C. A.; SCHMIDT, A. C. K.; CAMPOS, E. J. D.; GODOI, S. S.; IKEDA, Y. 2000. A Corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira;

GLOSSÁRIO – JARGÃO DO ARCGIS

Topo to raster, spline, krigagem, IDW: métodos de interpolação, explicados na seção 3.1, páginas 26 e 27;

Shape, shapefile: formato simples e não-topológico de armazenamento de localização geométrica e informação de atributos de feições geográficas. Tais feições podem ser representadas por pontos, linhas, ou polígonos (áreas). Podem também conter tabelas, capazes de armazenar atributos adicionais que podem ser juntados às feições de um shapefile;

Raster: matriz de células (ou pixels) organizados em colunas e linhas (ou uma grade) onde cada célula contém um valor representando informação, como por exemplo temperatura ou profundidade;

Input dms of long and lat...: comando utilizado ao georreferenciar uma imagem quando se quer digitar o exato valor em graus, minutos e segundos (degrees, minutes, seconds -DMS) de um ponto;

Tabela de atributos (attribute table): tabela inerente a um shapefile, com atributos variados e editáveis. Normalmente estes atributos se dividem em grupos referentes à distribuição geográfica do shape (coordenadas), e em grupos de características das feições do shape (litologia, profundidade, teor de minério, etc);

Spacial analyst: kit de ferramentas que permite a criação de modelos e visualizações para dados de raster (baseados em células) e de feições (vetores) em diversas categorias;

ANEXO 01 – PONTOS DE REFERÊNCIA DO GEOPROCESSAMENTO DA FOLHA DE BORDO

PONTO	X INICIAL	Y INICIAL	X REPROJETADO	Y REPROJETADO
1	200029526173	7484043840536	199408707902	7484162568363
2	205379889453	7483371127269	204811015763	7483602378530
3	205519794839	7483269089112	204954806291	7483509440749
4	210965904061	7478668378018	210505563248	7479014553286
5	210553833366	7478755193668	210101413330	7479078014843
6	210682320391	7478686324341	210231676527	7479017893368
7	210295317638	7478692579501	209819733085	7478998966236
8	210773683720	7478671682845	210314065215	7479000079597
9	197107798482	7483112626572	196545147240	7483184289957
10	196614797610	7483048990060	196074601216	7483106406477
11	196935883648	7483129552477	196382889991	7483198893110
12	198159613890	7482139089843	197598912724	7482213377149
13	198040553086	7482561353498	197483423205	7482644153055
14	198448179053	7482347964222	197872622885	7482435117026
15	205793650996	7482149229416	205273784118	7482382385760
16	205497462916	7482504402091	204928586648	7482739384854
17	205594031470	7482489948867	205045255953	7482737364467
18	200330824392	7474277048404	199923834771	7474325612222
19	200689282050	7474001671205	200274051997	7474084479050
20	200767467237	7473783286066	200355386598	7473860569676
21	200904235794	7473761729445	200490306349	7473833777102
22	200636047463	7473977001177	200229078746	7474048117699
23	200123951247	7474640063994	199724785657	7474646351841
24	199817074559	7474047733601	199428652642	7474064933174
25	199613900541	7474170872785	199211705378	7474172322069
26	200136100728	7474731080433	199735059718	7474750218437
27	196625168798	7473479665046	196311649065	7473451787343
28	197060692776	7473787213396	196705231798	7473767551733

29	198409589685	7474276766560	198046440347	7474298660102
30	198342534543	7474121974539	197980001760	7474167961242
31	201586158343	7479330999858	201080728728	7479455332768
32	201500827883	7480233476697	200987657581	7480356613394
33	201647825737	7480492361500	201142006710	7480641608036
34	201853589824	7480530577307	201372427910	7480657594196
35	204007847600	7480815983089	203493460345	7480984746221
36	204043344268	7480871938356	203524231504	7481052585894
37	204067174820	7480865794433	203561300017	7481031690130
38	204365929370	7481033052922	203878499073	7481218953539
39	202974626078	7481190331777	202437901447	7481362241227
40	204347223980	7481686225380	203819554184	7481874776804
41	204506480323	7482098547847	203973197954	7482291173689
42	206445951707	7480584438189	205937931582	7480827382770
43	206397018600	7480340143220	205906984022	7480612090674
44	206331209256	7480198962704	205852032251	7480427032505
45	206119863285	7480809095263	205624273460	7481029977486
46	206201873122	7480723962673	205696272676	7480967282784
47	210024164769	7477340058322	209577102705	7477663266621
48	210075817129	7477310554721	209641162928	7477622678846
49	201933861944	7485171760393	201337887205	7485332346147
50	205564569184	7479272674471	205119514083	7479493743711
51	205193236129	7479373171161	204751771059	7479589938071
52	200729653794	7484207694449	200084342306	7484354859282
53	200425705559	7484191232403	199814053509	7484348635527
54	204428662909	7477275112047	204018122056	7477439036625
55	205106692974	7478215378143	204669911217	7478393966057
56	203082314339	7477139479233	202658875703	7477276597306
57	203395548533	7477203265846	202986203735	7477354532551
58	203514078223	7477327528496	203090859636	7477458075092
59	203811734561	7477713418919	203380333406	7477857771567
60	202461868692	7477430174965	202026965690	7477558858911
61	202288178165	7477577726844	201857886473	7477698329785

62	202406635942	7477419080760	201961515670	7477523796400
63	202356985785	7477423705465	201913207323	7477534704737
64	201030909528	7477313759364	200549640384	7477381213901
65	201117920058	7477426226794	200630566539	7477488108897
66	202605656648	7480824636156	202072413272	7480932651576
67	202650334763	7480710433622	202104794532	7480848700162
68	203139656403	7480961430671	202636621773	7481133447469
69	202457528267	7480453785554	201946211338	7480606062626
70	202333900799	7480514430735	201836796931	7480669114996
71	205805976895	7482251440697	205252989712	7482496977948
72	206102418120	7482115836850	205586442562	7482371702845
73	205991437987	7482071403357	205461167458	7482320118979
74	205856700613	7481786511854	205329444371	7482010615781
75	205707621803	7481603864383	205182061896	7481845731638
76	206238982319	7479995713680	205773578257	7480229415257
77	206156972377	7479792841787	205700878930	7480023042973
78	206316761376	7480649192906	205825604148	7480887899030
79	205466472901	7481037800655	204970444338	7481253347504
80	205428867928	7480923880054	204919752657	7481144722472
81	205459638973	7480781957247	204958374890	7481015579378
82	204841137970	7482149450001	204309815077	7482373063205
83	205007770961	7482000776494	204464639878	7482222630596
84	205358073610	7482188907178	204805034833	7482426867568
85	205374844166	7482133914393	204817113363	7482368671012
86	205363786756	7482316989081	204816015315	7482559731405
87	205332592613	7482389300647	204778681675	7482626712348
88	204992464319	7479375383334	204522637261	7479592713679
89	205004012545	7478717388739	204548074769	7478912684311
90	205031978609	7478442645051	204573512276	7478634567563
91	203989888623	7478619065536	203540749471	7478766842602
92	204237506177	7478494402120	203779862042	7478666788405
93	204647225051	7477359770887	204218758352	7477522474872
94	204437627822	7478176768798	203993143702	7478329218167

95	204568717328	7477341783560	204151757638	7477507433896
96	204593653785	7477898499935	204154492361	7478074888925
97	204609104876	7477991694055	204169533337	7478165134785
98	204121318391	7478028426669	203675915830	7478189747292
99	204169889201	7478007079058	203716936676	7478162400062
100	194203263944	7484757398675	193530100139	7484752805011
101	212936061077	7473728802317	212584077433	7474041382792
102	194176610983	7473756886683	193753568339	7473672530707
103	212975678855	7484726082078	212374388739	7485120395124
104	209957168996	7477308162417	209516594632	7477619480788
105	209970238504	7477247926173	209540919085	7477551912865
106	210373819663	7478211219195	209900380437	7478549215414
107	210256125981	7478574448760	209784163609	7478887055031
108	201204909131	7473875026337	200822193262	7473957138478
109	202062614810	7473919063844	201715698475	7473986401749
110	200955967751	7473911653467	200541265858	7473992254403
111	200357234154	7474146758410	199957951320	7474208802610
112	199111772312	7474577951401	198700606800	7474561286551
113	199259760501	7474559655154	198848714785	7474520676298
114	199335392127	7474501115282	198965767870	7474494399074
115	198687470104	7474552425854	198344669869	7474546953521
116	198862344347	7474570366011	198492777854	7474566064228
117	198094394956	7474133827405	197721183031	7474143239820
118	200708511722	7483989879780	200088966701	7484134609506
119	200708013085	7483908393319	200078446574	7484054656545
120	200297346826	7483869485565	199661849568	7484046240444
121	200454966640	7483799579107	199809131338	7483964183458
122	199003897599	7483488371519	198400696813	7483580830051
123	197537298736	7481798007893	196966998455	7481848738781
124	197590408923	7481772513795	197026270612	7481824191726
125	198629591327	7482633091685	198043823987	7482719468558
126	198610941932	7482572651942	198026016475	7482665056718
127	198595080740	7482549849113	198005900583	7482649227819

128	198015245498	7482206922101	197431936668	7482290344553
129	197962003634	7482565970310	197451920044	7482679354264
130	197936130864	7482476117420	197359330404	7482545465647
131	198466605316	7482275616597	197908207118	7482369611943
132	198329769737	7482372640596	197747007889	7482473525496
133	198275474115	7482331676321	197700380013	7482414907594
134	198517422470	7481715743187	197949616898	7481835729004
135	198287550563	7481104963220	197795816736	7481238871492
136	198331513971	7481099875702	197831092002	7481227583407
137	198404777900	7481456260806	197952438920	7481591624159
138	205355055650	7483164475669	204783919069	7483398761406
139	205462389336	7483338619499	204895069953	7483576769965
140	202699648364	7481018329248	202184784177	7481189159781
141	203183350287	7480861581567	202671544372	7481043131722
142	204331803006	7480995665448	203831903589	7481171715131
143	204497743993	7481886331386	203975122208	7482092015219
144	205629810719	7481382670565	205112050445	7481609195842
145	205621497414	7479812264960	205143628019	7480021385854
146	205559787658	7479384236391	205094015582	7479596923896
147	205827897313	7479624094562	205400877690	7479866117302
148	205995884683	7479707570983	205590139948	7479961667180
149	204922162855	7479461536266	204471700182	7479687597338
150	204908231949	7479372687025	204461010893	7479564670512
151	205249220197	7479331483644	204794516717	7479549705507
152	205085052020	7478996392582	204637648534	7479171307076
153	205069123991	7479122391954	204612928666	7479280486493
154	205130576326	7478070968862	204678166895	7478267741702
155	204635937763	7478379374404	204178969901	7478551646502
156	204725820712	7478377510981	204273376940	7478555338397
157	204851878043	7478324175729	204415778618	7478515782376
158	204429206441	7478271401841	203967408670	7478440713837
159	204384386043	7477662265002	203953459589	7477802395422
160	204328470244	7477334581698	203903882489	7477488678035

161	204646348548	7477496831321	204215161658	7477662604255
162	204557472431	7477881076344	204118445676	7478051093662
163	203311404172	7477166338220	202853549397	7477289609900
164	203066200604	7477331191161	202621529982	7477443500328
165	203914829150	7477758515228	203488051470	7477899252750
166	203687979351	7477701428338	203251296965	7477838880351
167	203644003243	7477636866580	203189740794	7477764302682
168	203549169351	7477452753685	203121081988	7477590288121
169	202480033334	7477554119431	202035790792	7477660861966
170	202589743266	7477487352412	202136904962	7477591877532
171	202660563074	7477490686705	202214394326	7477603217439
172	202849070680	7477535398909	202409062729	7477644797098
173	202763239274	7477532751835	202301333613	7477648577067
174	197107564942	7473886602274	196759742850	7473865098500
175	197324374222	7474006905081	196980161308	7473987310714
176	197389351399	7474052882916	197043449776	7474033140294
177	198200858453	7474091532101	197826917365	7474068058070
178	196537240998	7473574884596	196220699690	7473548656159
179	196840275652	7473688612169	196497859533	7473675233095
180	196722809366	7473543371251	196373464958	7473500644217
181	196767129812	7473605155844	196421476899	7473559567964
182	197436996852	7474087939058	197084914634	7474068058070
183	197476193887	7474117346463	197139473659	7474102975846
184	197626498455	7474165862711	197276962400	7474150987787
185	197672483319	7474205928254	197311880175	7474174993758
186	197757449212	7474223967934	197392627531	7474194635006
187	197872903749	7474237012588	197527933912	7474223005699
188	199476552885	7474290322405	199101908020	7474295455626
189	199529500746	7474188032211	199134725991	7474197001714
190	199726571364	7474194237416	199360349539	7474178541605
191	199785606499	7474094278974	199382911894	7474108803418
192	199957625999	7474340521374	199575717471	7474356989321
193	199899947010	7474139060746	199530592762	7474170337113

194	200062539371	7474537494092	199692631492	7474553897145
195	199990064924	7474864177036	199610586565	7474884127975
196	199781666277	7474793848254	199413678741	7474797980802
197	200970154331	7473837459780	200554234576	7473915172640
198	200736431325	7473893002872	200319414970	7473961814891
199	200717487486	7473939217309	200315394086	7474002827904
200	200472913880	7474240322817	200047603234	7474306002533
201	200608463382	7474168648033	200183509102	7474228801566
202	200480699462	7474054220437	200080574480	7474146775539
203	200565801732	7474000733068	200140887735	7474095308228
204	210255175215	7478620631717	209780808018	7478936486091
205	198053747212	7483555786549	197434474395	7483645160042
206	204483676208	7481427223209	203957588060	7481634176684
207	205997087693	7481897632702	205461324980	7482161639547
208	205774745478	7482216363199	205248713969	7482457024878
209	205666175640	7482446795960	205119857775	7482703392003
210	205571260977	7482491159898	205012757521	7482738981218
211	205743496690	7482335898878	205202012318	7482585315636
212	206120899491	7482115422024	205610282967	7482368805599
213	202867602120	7481151936923	202351972638	7481319248837
214	203439608837	7480609640841	202895129669	7480794615863