

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PESCA

ÁREAS DE PESCA DE LAGOSTA : UMA CARACTERIZAÇÃO  
UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO E VEÍCULO DE OPERAÇÃO  
REMOTA (R.O.V.)

MARIA CECÍLIA DA SILVA COLARES

FORTALEZA – CEARÁ – BRASIL  
SETEMBRO 2009

**MARIA CECÍLIA DA SILVA COLARES**

**ÁREAS DE PESCA DE LAGOSTA : UMA CARACTERIZAÇÃO  
UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO E VEÍCULO DE OPERAÇÃO  
REMOTA (R.O.V.)**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós - Graduação em Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos  
Pesqueiros e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Luis Parente Maia.

**FORTALEZA – CEARÁ – BRASIL  
SETEMBRO 2009**

C649a Colares, Maria Cecília da Silva

Áreas de pesca de lagosta : uma caracterização utilizando geoprocessamento e veículo de operação remota (R. O. V.) / Maria

Cecília da Silva Colares, 2009.

85 f. ;il. color. enc.

Orientador: Prof. Dr. Luis Parente Maia

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Meio Ambiente

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de

**MARIA CECÍLIA DA SILVA COLARES**

**ÁREAS DE PESCA DE LAGOSTA : UMA CARACTERIZAÇÃO  
UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO E VEÍCULO DE OPERAÇÃO  
REMOTA (R.O.V.)**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós Graduação em Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Pesca, Área de Concentração em Recursos Pesqueiros e Meio Ambiente.

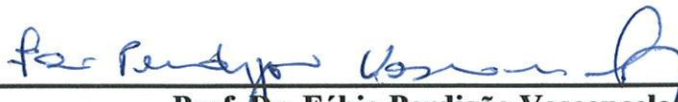
**Aprovada em 03/09/2009**

**BANCA EXAMINADORA**



---

**Prof. Dr. Luís Parente Maia (Orientador)**  
Universidade Federal do Ceará - UFC



---

**Prof. Dr. Fábio Perdigão Vasconcelos**  
Universidade Estadual do Ceará - UECE



---

**Prof. Dr. Adauto Fontelles Filho**  
Universidade Federal do Ceará - UFC

Dedico esta dissertação à minha mãe  
Maria Josecília da Silva Moreira,  
minha avó Cecília Fernandes e  
à Marjorie Nepomuceno .

## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, gostaria de agradecer a minha mãe, por estar SEMPRE ao meu lado não importando em qual momento eu me encontre, bom ou ruim, na vida.

Ao Prof. Dr. Luis Arthur Clemente (meu tio), Janine (minha irmã) e a todas as pessoas da minha família e amigos que de alguma forma contribuíram para a minha caminhada até aqui.

Meus sinceros agradecimentos ao Professor Dr. Luis Parente Maia, professor do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR, UFC, pelo crédito em mim antes mesmo de ingressar oficialmente no mestrado, pela orientação, paciência, sugestões e críticas durante a realização desse trabalho.

Ao amigo e professor Raimundo Nonato de Lima Conceição, pelo apoio, amizade e incentivo até nas horas mais difíceis.

Ao companheiro de laboratório e de trabalho de campo no Martins Filho, pelos dados compartilhados, pelo apoio no campo dos conhecimentos utilizados aqui e pelas imagens subaquáticas cedidas, Leonardo Hislei.

A toda tripulação do barco de pesquisas do Labomar: Prof. Martins Filho, pela ajuda indispensável nas saídas de campo em mar aberto durante a realização desse trabalho.

A CAPES, que viabilizou meus estudos de mestrado, financiando-os, durante todo esse período de execução.

Ao meu tio Henrique Severo, que viabilizou de pronto o meu acesso ao BB para recebimento da bolsa de mestrado da CAPES.

A secretária do curso de Pós – Graduação em Engenharia de Pesca da UFC, Rogéria, pela força, pelo incentivo e pela paciência antes, durante e depois do período de disciplinas do mestrado, sempre “quebrando todos os galhos” para mim.

A secretária do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR, Rosângela, pelo apoio, pelo incentivo e pela paciência antes, durante e depois do período que ingressei no mestrado.

Ao amigo da Engenharia de Pesca, mergulhador e fotógrafo - sub, Eduardo Freitas (“Picolé”), pela amizade, incentivo, material fotográfico disponibilizado para este trabalho e principalmente pelas orientações de mergulho sempre passadas com segurança, possibilitando mergulhos mais tranquilos sempre.

A pessoa que me incentivou na carreira acadêmica, acreditou no meu potencial de desenvolvimento e sempre fez críticas construtivas visando a minha melhoria em todos os setores da vida, a grande amiga e professora, Dra. M<sup>a</sup> Elizabeth de Araújo.

A todos os companheiros do Laboratório de Dinâmica Costeira do LABOMAR e além dele: Eduardo Gentil, Buda, Kátia de Julio, Gleidson, Marizete Rios, Manuel Bensi, Geraldo, Reginaldo Lima Verde, Breno Costa, Franzé, Gleire e Edirsana, pelas dicas de trabalho, companherismo e amizade, durante esse tempo de convivência.

Aos amigos e profissionais do LIO – Laboratório de Instrumentação Oceanográfica: Will, Chico, Fred, Dárcio, Luiz Antonio, Lourdes, Gustavo, em especial ao Prof. Dr. Luiz Vianna Nonnato, pela acolhida, ensinamentos e companheirismo durante meu estágio no IO – Instituto Oceanográfico - USP.

A Profra. Dra. Helena Cascon, pela amizade e por ter cedido seu laboratório para a realização das fotos das amostras e a Isabel pela ajuda indispensável na operação do equipamento.

A Cida, que me ensinou todo o procedimento de granulometria com a maior paciência e a todos do Laboratório de Oceanografia Geológica que sempre me receberam com carinho e atenção mesmo que eu fosse lá dar trabalho, em especial ao Professor Paulo por ceder o espaço e os equipamentos para a coleta das amostras de sedimento.

A todas as pessoas que tiveram direta ou indiretamente uma participação na conclusão desse trabalho. (Caso eu tenha esquecido alguém).

Finalmente a todos os amigos e professores do Mestrado da Engenharia de Pesca - UFC, turma de 2007, por estarmos juntos no mesmo “barco”, nos ajudando e incentivando uns aos outros durante esse período.

“...mas adormecido como um peixe grande  
no fundo escuro e silencioso do rio e que hoje  
é como uma árvore plantada bem alta  
no meio da minha vida...”

**Tiago de Melo**



## RESUMO

A Plataforma Continental é um ambiente dinâmico constantemente estudado por diversas áreas, desde a Geologia Marinha, Engenharia de Pesca, Oceanografia, passando pela Biologia etc, compreendendo a primeira região submersa, estendendo-se da costa em direção à bacia oceânica, com uma declividade média de 1: 1000, e uma largura média de aproximadamente 40 milhas náuticas (70 km). Os recursos pesqueiros disponibilizados na plataforma continental são muitos, fazendo com que a pesca seja uma atividade extremamente lucrativa para alguns países. No Brasil não poderia ser diferente já que o país apresenta em sua geografia mais de 8000 Km de costa e as 200 milhas náuticas disponíveis para a pesca. O Nordeste, principalmente o Estado do Ceará teve desde a década de 70 até os anos 90, um grande peso na balança comercial de exportação de pescados, alavancados pelo principal recurso e de maior valor comercial no exterior: a lagosta.

Esse trabalho foi realizado na Plataforma Continental Leste do Estado do Ceará, visando a caracterização de pontos de pesca de lagosta, utilizando uma metodologia que reúne processamento digital de imagem, amostragem pontual de sedimentos, mergulho autônomo e filmagem através de um R.O.V. (Remotely Operated Vehicle). Os resultados são mostrados em forma de mapas temáticos com todos os dados obtidos em campo e processados em laboratório, integrados, mostrando a perfeita aplicabilidade do R. O. V. nessa metodologia cruzada e sua eficiência na captura das imagens dos pontos amostrados, comprovando assim a viabilidade e segurança dessa metodologia para futuros trabalhos. Concluimos que a aplicação das metodologias cruzadas foi eficaz e atingiu os objetivos propostos, demonstrando que a utilização do R.O.V. foi essencial e definitivamente melhor que o mergulho autônomo, levando-nos a adotá-lo, futuramente em novos projetos, em conjunto com a amostragem pontual ou não, dependendo do ambiente a ser caracterizado e dos parâmetros definidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** R.O.V.(Veículo de Operação Remota), Geoprocessamento e Lagosta.

## ABSTRACT

The continental shelf is a constantly changing environment studied by a number of areas, from the Marine Geology, Fishery Engineering, Oceanography, through biology, etc., including the first underwater region, extending from the coast towards the ocean basin, with an average slope 1: 1000, and an average width of approximately 40 nautical miles (70 km). There are many fishing resources available on the continental shelf making the fishing activity a vastly profitable for some countries. In Brazil, there could be different because the country has in its geography more than 8000 km of coastline and 200 miles available for fishing. The Northeast, especially the state of Ceará had since the 70s to the 90s, a large weight in the trade balance exports of seafood, powered by the main resource and most valuable business abroad: the lobster. This work was carried out on the continental shelf east of the state of Ceará, in order to characterize points of lobster, using a methodology that combines digital image processing, point sampling of sediment, diving and shooting through a R. O. V. (Remotely Operated Vehicle). The results are shown in the form of thematic maps with all the data obtained and processed in the laboratory, integrated, showing the perfect applicability of R. O. V. in this cross methodology and its efficiency in capturing the images of the sampled points, proving the feasibility and safety of this methodology for future works. We conclude that the application of this cross methodologies was effective and reached the proposed objectives, demonstrating that the use of the R. O. V. was essential and definitely better than the diving, leading us to adopt it in future on new projects, together with point sampling or not, depending on the environment to be characterized and defined parameters.

PALAVRAS-CHAVE: R. O. V. (Remote Operated Vehicle), GIS and Lobster

## LISTA DE FIGURAS

<b>1</b> Esquema Geral da plataforma continental adaptado de Schmiegelow, J. M. M., 2004. ....	4
<b>2</b> Distribuição das correntes permanentes da região Nordeste do Brasil. (Freire & Cavalcanti, 1998 apud FERREIRA FILHO W. S. 2004). ....	5
<b>3</b> Exemplo da distribuição das velocidades e direções de ventos na costa cearense. (MAIA, 1998). ...	6
<b>4</b> (a) Algas calcárias próximo à linha de costa; (b) Lado externo de um recife voltado para mar aberto; (c) Algas cobrindo o substrato; (d) Fragmentos de algas calcárias. ....	7
<b>5</b> Evolução da produção pesqueira do Estado do Ceará, no período de 2000 a 2005. (CEPENE, 2006)	8
<b>6</b> Produção da pesca da Lagosta no Estado do Ceará de 2000 a 2005. (CEPENE, 2006). ....	12
<b>7</b> Diferentes aplicações do Sensoriamento Remoto (Florenzano, 2002). ....	14
<b>8</b> Mini robô, R.O.V. (Seabotix) (Remotely Operated Vehicle) com garra mecânica. ....	15
<b>9</b> Diferentes tipos de mapas temáticos gerados pelo software Surfer. ....	16
<b>10</b> Tela de abertura do RD Recorder Data GPS, software de processamento de dados in loco, programado para auxiliar a fase de integração de dados georreferenciados do Laboratório de Dinâmica Costeira do LABOMAR UFC. ....	19
<b>11</b> Localização da área de estudo: Plataforma Continental no litoral leste do Ceará. ....	20
<b>12</b> a) Composição RGB, bandas 321; b) Composição RGB, bandas 123. Ambas do Litoral Leste do Estado do Ceará, cena 216/63. ....	22
<b>13</b> Bandas 321 do satélite LANDSAT 7 ETM+ resultando numa imagem de composição multiespectral. ....	23
<b>14</b> Mapa Temático de todos os Pontos de Pesca de Lagosta do Litoral Leste do Estado do Ceará catalogados nesse trabalho. ....	24
<b>15</b> Mapa temático da localização dos pontos de lagosta caracterizados (Litoral Leste do Estado do Ceará). ....	25
<b>16</b> R.O.V. (Remotely Operated Vehicle). ....	26
<b>17</b> a) Tela de abertura do RD GPS com GPS ligado; b) Tela de abertura do RD GPS para extrair dados de um arquivo; c) Tela inicial do RD GPS com opção de selecionar GPS ou Arquivo; d) Tela do RD GPS com diretórios de entrada e saída de dados de arquivo. ....	28
<b>18</b> Gráfico das amostras de sedimento com teor de CaCO <sub>3</sub> dos pontos caracterizados. ....	29
<b>19</b> Isóbatas do Litoral Leste do Estado do Ceará delineando as áreas de pesca de lagosta. ....	30

<b>20</b> Telas do Anased em processo de análise da amostra 0032283, da 1ª campanha de campo feita na Plataforma do litoral leste do Estado do Ceará.....	31
<b>21</b> Teor de CaCo <sub>3</sub> (Carbonato de Cálcio) de pontos de pesca de lagosta amostrados ao largo da Plataforma Continental Leste CE. ....	31
<b>22</b> Composição 321 da cena 216/63, Plataforma Continental do Litoral Leste do Estado do Ceará ...	33
<b>23</b> Composição 123 da cena 216/63, Plataforma Continental do Litoral Leste do Estado do Ceará ...	34
<b>24</b> Compartimentos da Plataforma Continental do Litoral Leste CE. ....	35
<b>25</b> Coletor de amostras de sedimento tipo Van Venn. ....	36
<b>26</b> Gráfico da distribuição do tipo de sedimento da amostra do Ponto 1. ....	37
<b>27</b> Foto da amostra de sedimento do Ponto 1. ....	37
<b>28</b> Frames do ponto 1, filmado pelo ROV Plataforma Continental do Litoral Leste CE. ....	38
<b>29</b> Gráfico da distribuição do tipo de sedimento da amostra do Ponto 2. ....	39
<b>30</b> Foto da amostra de sedimento do Ponto 2 .....	39
<b>31</b> Frames do ponto 2, filmado pelo ROV a noite Plataforma Continental do Litoral Leste CE.....	40
<b>32</b> Gráfico da distribuição do tipo de sedimento da amostra do Ponto 3. ....	41
<b>33</b> Foto da amostra de sedimento do Ponto 3. ....	41
<b>34</b> Frames do ponto 3, filmado pelo ROV Plataforma Continental do Litoral Leste CE. ....	42
<b>35</b> Frames do ponto 4, filmado pelo ROV Plataforma Continental do Litoral Leste CE .....	43
<b>36</b> Fotos do ponto 4 Plataforma Continental do Litoral Leste CE.....	44
<b>37</b> Frames do ponto 5, filmado pelo ROV Plataforma Continental do Litoral Leste CE .....	45
<b>38</b> Fotos do ponto 5, Plataforma Continental do Litoral Leste CE.....	46
<b>39</b> Gráfico da distribuição do tipo de sedimento da amostra do ponto 6. ....	47
<b>40</b> Foto da amostra de sedimento do ponto 6. ....	47
<b>41</b> Frames do ponto 6, filmado pelo ROV Plataforma Continental do Litoral Leste CE .....	48
<b>42</b> Gráfico da distribuição do tipo de sedimento da amostra do Ponto 7. ....	49
<b>43</b> Foto da amostra de sedimento do Ponto 7. ....	49
<b>44</b> Fotos do ponto 7 Plataforma Continental do Litoral Leste CE.....	50
<b>45</b> Fluxograma do desenvolvimento do trabalho proposto na Plataforma Continental do Litoral Leste do Ceará. ....	51

<b>46</b> Mapa Temático das Zonas Ambientais do Litoral Leste do Estado do Ceará. ....	52
<b>47</b> Mapa de Bordo do IBAMA para pesca da Lagosta, exemplo do Litoral Oeste do Ceará.....	54
<b>48</b> Mapa dos pontos de pesca caracterizados na Plataforma Continental Leste CE. ....	55

## LISTA DE TABELAS

- 1** Produção (t) de pescado marítimo e estuarino do litoral leste do Estado do Ceará, por município e espécie, no ano de 2005, adaptado de CEPENE, 2006..... 8
- 2** Produtividade média das pescarias de lagosta do Estado do Ceará no período de 1999 a 2002. (FREITAS NETO, J. P. 2005). .....11

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE TABELAS .....	iv
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	4
3.1. Considerações gerais sobre Plataforma Continental .....	4
3.2. Aspectos gerais da Plataforma Continental do Ceará .....	5
3.3. Os Recursos Pesqueiros da Plataforma Continental do Estado do Ceará .....	7
3.3.1. A lagosta enquanto recurso pesqueiro no Ceará .....	10
3.4. Sensoriamento Remoto .....	13
3.5. Imagens Submarinas .....	14
3.6. Geoprocessamento (SIG) .....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	17
4.1. Localização da Área de estudo .....	20
4.2. Processamento Digital de Imagens (PDI) .....	21
4.2.1. Banda 3 .....	22
4.2.2. Banda 2 .....	22
4.2.3. Banda 1 .....	23
4.3. Planejamento de Campo .....	23
4.3.1. Escolha dos Pontos de Análise e Localização .....	24
4.3.2. R.O.V. - Remotely Operated Vehicle .....	25
4.3.3. Sistema de Aquisição de Dados .....	26
4.3.4. R.D.: Recorder Data GPS .....	27
4.4. Processamento dos Dados Adquiridos em Campo .....	28
4.4.1. Batimetria .....	29
4.4.2. Amostras de Sedimento .....	30

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
5.1. Composição das Bandas 321 LANDSAT 7 ETM+.....	33
5.2. Composição das Bandas 123 LANDSAT 7 ETM+.....	33
5.3. Caracterização dos Pontos de Análise.....	36
5.3.1. Ponto 1 .....	36
5.3.2. Ponto 2 .....	38
5.3.3. Ponto 3 .....	40
5.3.4. Ponto 4 .....	42
5.3.5. Ponto 5 .....	44
5.3.6. Ponto 6 .....	46
5.3.7. Ponto 7 .....	48
5.4. Estrutura do trabalho proposto .....	50
6. CONCLUSÕES .....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58



## 1. INTRODUÇÃO

A Plataforma Continental é um ambiente dinâmico constantemente estudado por diversas áreas, desde a Geologia Marinha, Engenharia de Pesca, Oceanografia, passando pela Biologia etc. Esse ambiente compreende a primeira região submersa, estendendo-se da costa em direção à bacia oceânica, com uma declividade média de 1: 1000, ou seja, a cada 1000 metros horizontais a profundidade aumenta 1 metro, e uma largura média de aproximadamente 40 milhas náuticas (70 km).

Na margem continental brasileira a borda da plataforma varia sua profundidade entre 40 metros na altura da cidade de Natal (RN), Rio São Francisco (AL/SE) e Paraíba do Sul (RJ), atingindo a profundidade máxima de 180 metros ao sul da cidade de Santos (SP) e próximo à cidade de Tramandaí (RS). (SCHMIEGELOW, J. M. M., 2004).

A Plataforma Continental brasileira foi dividida em três zonas, baseadas nos tipos sedimentares e parâmetros ambientais: Zona A ou Tropical; Zona B ou Zona de Transição e Zona C ou Zona Temperado Frio. (CARANNANTE *et al.* 1988). Destaca-se um peculiar predomínio de algas coralinhas ramificadas e algas verdes calcárias (*Halimeda*) situadas numa zona mais equatorial, estendendo-se entre os paralelos 2° 30' e 15° S. As algas que compõem o cascalho carbonático da Plataforma brasileira, em sua maioria, são coralinhas da subfamília Melobesioideae, gênero *Lithothamnion* (COUTINHO, 1995).

Os depósitos de segmentos de *Halimeda* são restritos à plataforma média no litoral nordestino em ocorrências localizadas, segundo Summerhayes *et al.* 1975, assim, existe uma grande ocorrência de sedimentos carbonáticos devido a estas áreas preenchidas por algas calcárias que se desenvolvem na Plataforma Continental do Nordeste. Os sedimentos carbonáticos possuem teores de CaCO<sub>3</sub>, em geral, acima de 75% e, texturalmente, apresentam predomínio de areia e cascalho sobre a fração lama, esta proveniente da desintegração de organismos de maior porte e em percentuais de até 5%. (LANA *et al.*, 1996). A menor profundidade de ocorrência de *Halimeda* é um valor de referência que marca o limite inferior para o início de movimento de sedimentos na zona costeira acerca de Fortaleza. (MAIA, 1998).

O habitat natural das lagostas, animais gregários, é constituído pelo substrato de algas calcárias bentônicas, formado por algas vermelhas da família *Rhodophyceae*, principalmente do gênero *Lithothamnium*, com teores de 75-95% de carbonato de cálcio e 4-10% de carbonato de magnésio. Algas verdes da família *Chlorophyceae*, principalmente dos gêneros *Halimeda*, *Udotea* e *Penicillus*, também fazem parte do sedimento. (FONTELES - FILHO,

1992). Este substrato incorpora, também, certa quantidade de areia e uma pequena fração de lama, também calcária, procedentes do processo de sua própria destruição, sendo que o teor de carbonatos no sedimento é sempre superior a 90%( FONTELES - FILHO,2007).

A distribuição espacial das espécies de lagosta *Panulirus argus* e *P. laevicauda* apresenta uma sobreposição parcial em abundância, a primeira atingindo seu máximo na faixa de profundidade 41-50 metros, enquanto a abundância da segunda tem seu máximo na faixa de 31-40 metros. (SOUSA, 1987).

O trabalho aqui descrito tem como objetivo principal a caracterização de áreas ou pontos localizados no litoral leste do Estado do Ceará, onde é realizada a pesca da lagosta anualmente, utilizando para tal uma metodologia clássica de caracterização por imagem de satélite, aliada a uma metodologia inovadora de imagem em tempo real capturada por R.O.V. (Remote Operating Vehicle), com auxílio de mergulho e fotos *in situ*, para uma melhor avaliação dos parâmetros de caracterização de formas submersas e tipos de sedimentos encontrados ao largo da Plataforma.

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal o mapeamento sistemático de áreas de pesca de lagosta na plataforma continental Leste do Estado do Ceará, utilizando técnicas e ferramentas de processamento digital de imagens (PDI) aliadas a informações *in situ*, extraídas através de imagens de um veículo de operação remota (R. O. V.), amostragem pontual de sedimento e mergulho para a caracterização de padrões de feições do substrato. As informações produzidas foram aplicadas a um sistema de informação geográfica (SIG) para análises espaciais e estudos detalhados, possibilitando tomadas de decisão sobre questões ambientais referentes, bem como uma melhor caracterização da área estudada.

Para concretizar este objetivo geral foi necessário realizar alguns objetivos específicos a seguir:

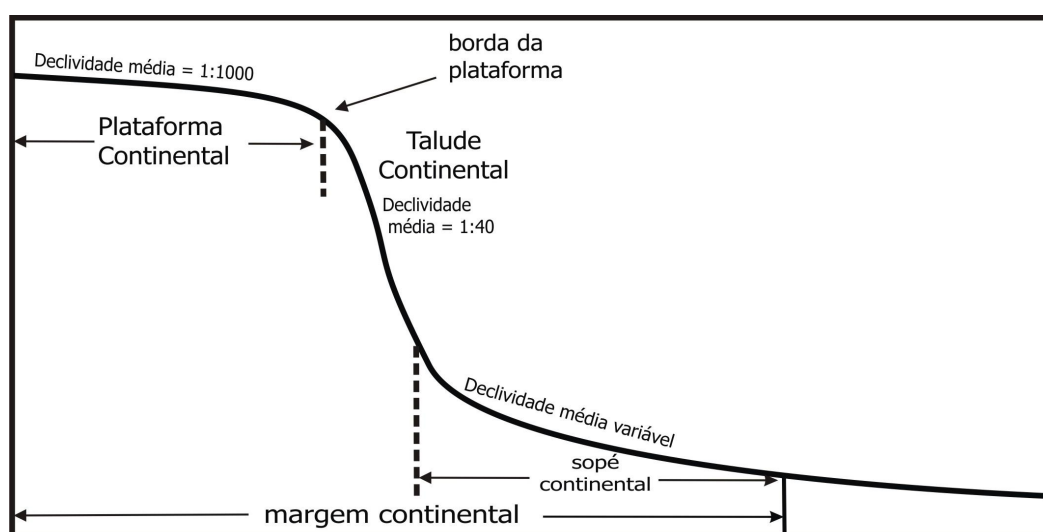
- Utilizar o cruzamento de informações adquiridas por imagem de satélite com as informações *in situ* a fim de se obter uma melhor avaliação dos parâmetros de caracterização.
- Relacionar os padrões de feições submersas das áreas de pesca de lagosta com as informações obtidas nas análises de sedimentos, filmagens e fotografias.
- Documentar as feições submersas de um ponto onde não havia a prática da pesca de lagosta, como ponto de controle, e relacioná-lo com os outros pontos onde houve a pesca.
- Comparar, a partir dos dados e fatores obtidos e correlacionados, padrões de feições que descrevam o fundo oceânico de pesca de lagosta na Plataforma Continental submersa do Estado do Ceará.
- Testar o equipamento R.O.V. (Remotely Operated Vehicle) com a finalidade de utilizá-lo para modernizar e otimizar as caracterizações de ambientes marinhos em campo.
- Elaborar mapa da caracterização dos pontos avaliados baseado em imagens de satélite LANDSAT 7 ETM+ com integração dos dados levantados *in situ* em sistema de informação geográfica (SIG)

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Considerações gerais sobre Plataforma Continental

A Plataforma Continental Geológica (PCG) foi definida, segundo Heezen *et al.* (1959), como uma área plana, com relevo muito suave e gradiente sempre inferior a 1:1000. Mundialmente, está limitada a profundidades menores que -460m, com predominância de profundidades inferiores a -185m, razão pela qual comumente se utiliza a isóbata de 200 m como o limite da PCG. A sua largura varia de poucas milhas a mais de 200 milhas marítimas.

Sua topografia atual é resultante do efeito cumulativo de erosão e sedimentação, relacionadas a numerosas oscilações de larga escala do nível do mar no último milhão de anos. A localização comum da quebra da plataforma entre 100 a 150 metros de profundidade sugere que esta zona representa o nível mais baixo do mar durante o último evento glacial do Quaternário, há cerca de 18.000 anos. Durante este evento ocorreram fenômenos erosivos ou deposicionais nesta região de borda da plataforma, marcando o limite de quebra de gradiente batimétrico. (KENNETT, 1982). (Figura 1).



**Figura 1** - Esquema Geral da plataforma continental adaptado de Schmiegelow, J. M. M., 2004.

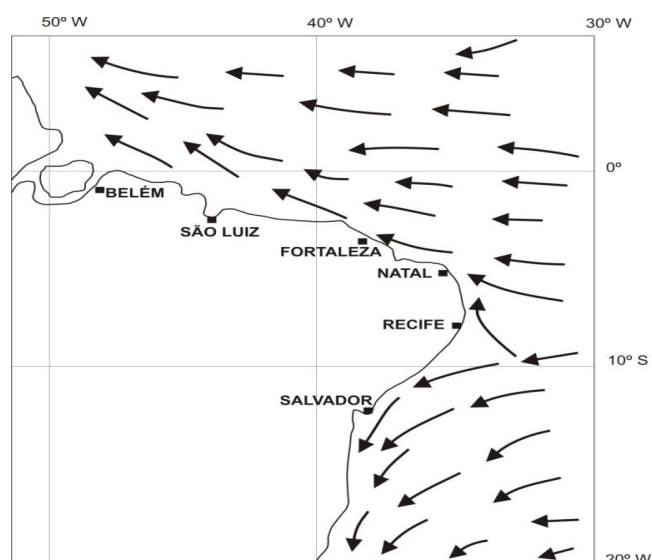
A síntese dos conhecimentos geomorfológicos e sedimentares da margem continental brasileira foi elaborada em um nível geral, tomando por base a pesquisa bibliográfica

disponível, dados do Projeto REMAC (Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira) e os arquivos do Programa de Geologia e Geofísica Marinha - PGGM, sistematizados por Coutinho (1996).

Os levantamentos batimétricos sistemáticos da costa brasileira foram iniciados em 1925 pela Diretoria de Hidrologia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, os quais têm sido continuamente atualizados, resultando em importantes fontes para a análise e interpretação do relevo de nossa margem continental (FREIRE & CAVALCANTI, 1998 apud FERREIRA FILHO W. S. 2004).

### 3.2. Aspectos gerais da Plataforma Continental do Ceará

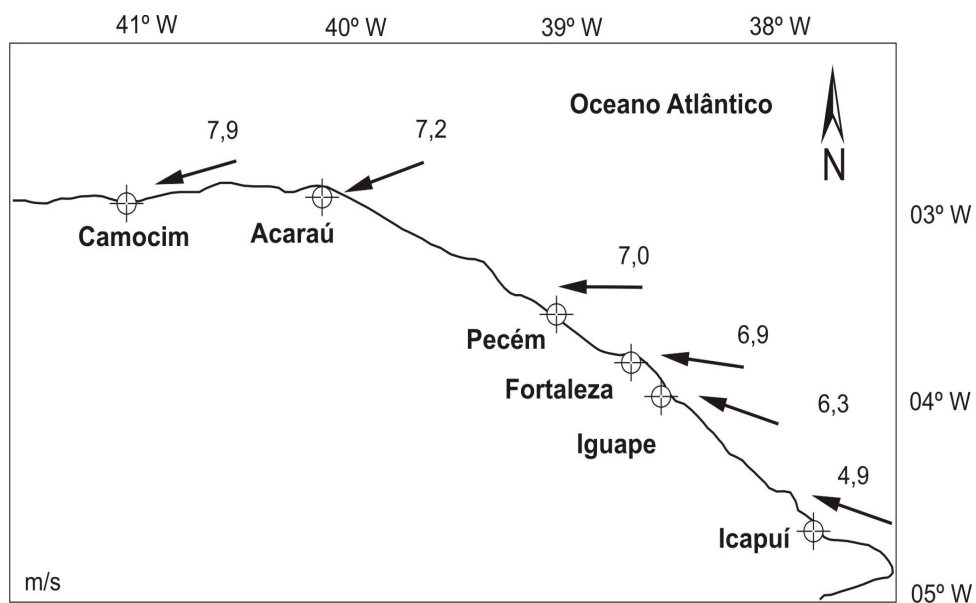
A Plataforma Continental ao largo do Estado do Ceará é banhada pelas águas da corrente Norte Brasileira, a qual é um ramo da corrente Atlântica Equatorial que atinge a costa brasileira entre as cidades de Recife e Natal, fluindo de ESE para WNW (Figura 2).



**Figura 2-**Distribuição das correntes permanentes da região Nordeste do Brasil. (Freire & Cavalcanti, 1998 apud FERREIRA FILHO W. S. 2004).

Segundo dados obtidos na operação GEOMAR (Operação de Geologia Marinha do PGGM), a salinidade da Plataforma Cearense está em torno de 36 a 38, com temperaturas variando de 27° a 29°C na parte interna da costa, o que corresponde às nossas medidas nos pontos checados e amostrados durante a realização desse projeto.

O padrão dos ventos na região Nordeste do Brasil é controlado pelos movimentos da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que se desloca para norte ou para sul em decorrência do verão nos respectivos hemisférios. A ZCIT é uma grande região caracterizada por intensa nebulosidade e baixa pressão atmosférica, onde confluem os ventos alísios de nordeste e sudeste. A velocidade média do vento na costa cearense varia, ao longo do ano, entre 3,0 m/s (fevereiro-maio) e 8,0 m/s (agosto-novembro), com direção predominante entre sudeste e leste (FERREIRA FILHO W. .S. 2004). O setor norte do litoral sofre influência maior dos ventos alísios de nordeste (MAIA, L. P. 1998) (Figura 3).



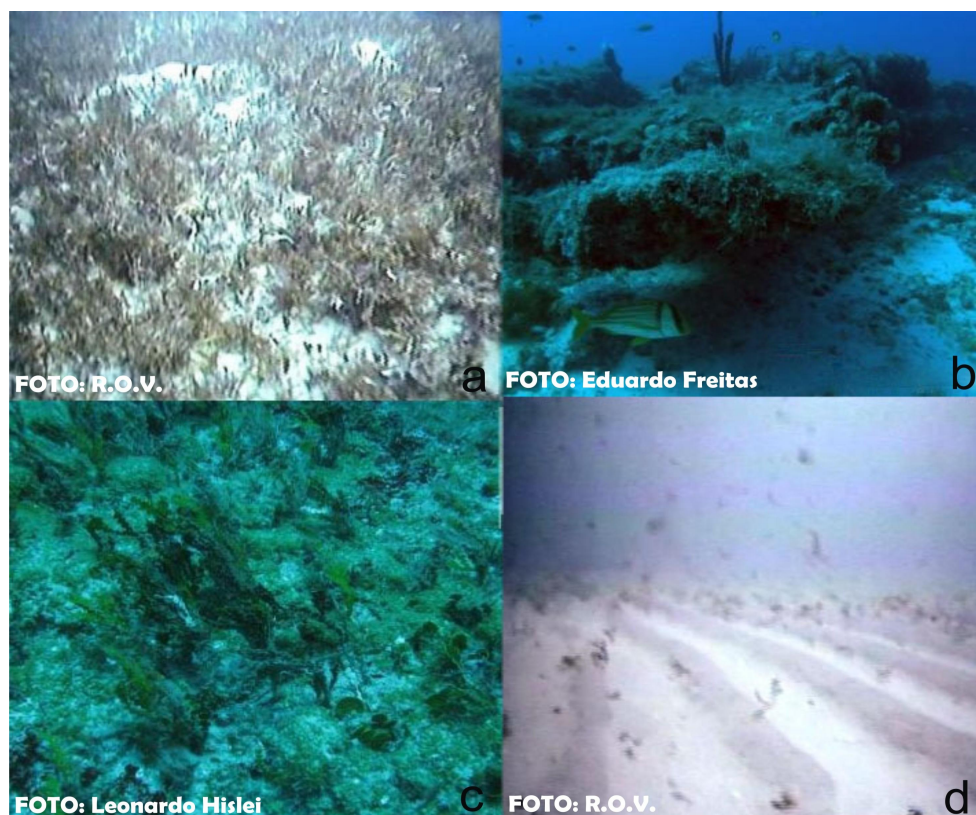
**Figura 3**-Exemplo da distribuição das velocidades e direções de ventos na costa cearense. (MAIA, 1998).

As marés não só têm um papel importante, como são forças atuantes na Plataforma Continental, capazes de modificar ou revolver o fundo oceânico marinho de acordo com sua intensidade e/ou com a proximidade da costa, no tangente às ondas geradas pelas mesmas.

O padrão de sedimentos da Plataforma do Estado do Ceará está relacionado com o seu padrão de ocupação algálica, principalmente as calcárias, visto que os dados coletados nessa área durante o projeto REVIZEE (Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos

Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva Brasileira) e GEOMAR mostram uma estreita relação entre os dois.

Próximo à linha de costa, as algas calcárias participam ativamente da construção de recifes, geralmente cobrindo substratos litificados como rochas de praia. No lado externo do recife, voltado para mar aberto, geralmente ocorrem incrustações de corais ou vermetídeos (COUTINHO, 1995). Já no extremo oposto, abaixo do horizonte inferior das algas, ocorre um sedimento biodetrítico que recobre a borda externa da plataforma que é constituído de fragmentos de algas calcárias, moluscos, briozoários, corais e certa quantidade de lama. A principal característica desse depósito é a ausência de algas vivas (KEMPF, M. 1970 apud FERREIRA FILHO W. S. 2004). (Figura 4).



**Figura 4** - (a) Algas calcárias próximas à linha de costa; (b) Lado externo de um recife voltado para mar aberto; (c) Algas cobrindo o substrato; (d) Fragmentos de algas calcárias.

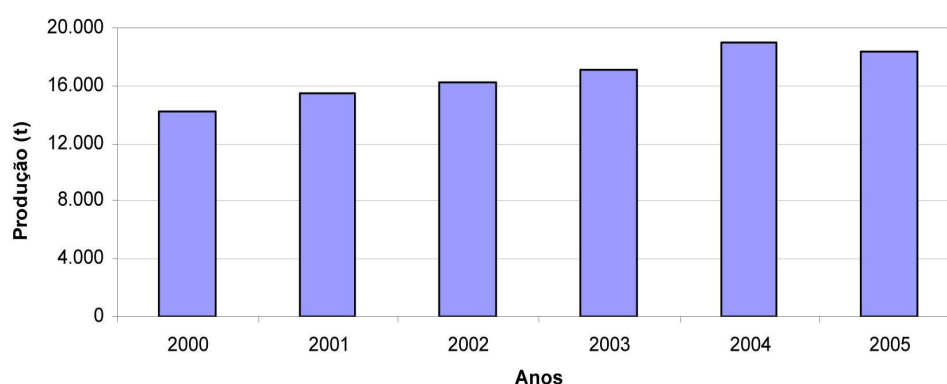
### 3.3. Os Recursos Pesqueiros da Plataforma Continental do Estado do Ceará

A pesca industrial na ZEE ( Zona Econômica Exclusiva) Nordeste do Brasil pode ser dividida em dois segmentos: a pesca industrial costeira, que concentra suas capturas sobre a

plataforma continental, ilhas e bancos oceânicos, tendo como espécie-alvo a lagosta; e a pesca industrial oceânica, cujas embarcações operam na ZEE e águas adjacentes, tendo os atuns e afins como os principais recursos pesqueiros explorados (LESSA, R.P. *et all*, 2004).

Os recursos pesqueiros disponíveis na Plataforma do Estado do Ceará são diversificados. Entre eles destaca-se o pargo, a cioba e o dentão, da família dos Lutijanideos, a serra e a cavala, da família dos Scombridaeas, e a lagosta e o camarão representando os Crustáceos.

O volume de produção anual de pescado no Estado se manteve entre 14,2 e 18,9 mil t/ano entre os anos de 2000 e 2005 (CEPENE, 2006) (Figura 5).



**Figura 5** - Evolução da produção pesqueira do Estado do Ceará, no período de 2000 a 2005. (CEPENE, 2006)

Por outro lado, devido à captura predatória de indivíduos jovens, tem caído significativamente a produção de lagosta, principal recurso pesqueiro do Estado (tanto em volume, como em valor unitário). Tendência semelhante tem sido observada para captura de camarão e pargo (CEPENE, 2006). (TABELA 1).

**Tabela 1** - Produção (t) de pescado marítimo e estuarino do litoral leste do Estado do Ceará, por município e espécie, no ano de 2005, adaptado de CEPENE, 2006.



Espécies	M						
	Icapuí	Aracati	Fortim	Beberibe	Cascavel	Aquiraz	Fortaleza
Agulha	3,6			2,1	0,2	0,4	0,4
Albacora	17,7	19,3	10,0	16,9	15,7	6,1	38,1
Arabaiana	0,1	0,4	3,6	5,6	1,3	0,5	9,2
Ariacó	6,6	18,1	5,3	38,0	28,1	16,3	39,2
Arraias	51,4	19,3	7,3	58,7	49,6	33,4	49,3
Bagres	11,1	4,2	2,6	6,4	1,8	3,4	9,0
Beijupirá	1,5	3,1	1,2	10,8	7,1	5,9	17,1
Biquara	8,2	83,8	31,3	48,2	49,2	23,9	72,3
Bonito	2,4	3,2	0,4	3,7	1,8	1,6	11,6
Caçoes	4,7	0,9	1,8	5,9	2,8	2,2	28,9
Caico	65,7	13,2	13,2	139,9	66,5	77,3	166,6
Camarões	0,0	8,1	0,0	0,9	0,0	0,2	363,9
Camurim	8,0	7,6	0,8	6,0	2,3	5,8	7,5
Camurupim	1,1	2,8	4,1	5,8	2,8	2,4	2,3
Cangulo	0,1	0,0	0,9	4,3	1,9	0,8	5,6
Carapitanga	0,1	0,5	5,2	8,7	1,0	0,2	21,0
Cavala	3,5	8,3	25,0	43,8	15,4	12,4	143,3
Cioba	1,1	11,9	13,8	16,6	6,5	7,3	26,2
Dentão	0,4	2,1	13,2	4,1	1,8	2,5	2,9
Dourado		0,3	0,8	24,1	6,0	7,8	52,1
Garoupa	0,0	0,0	0,2	1,9	0,9	1,0	3,2
Guaiúba	26,4	11,5	19,0	73,4	23,9	24,5	66,5
Guarajuba	1,2	0,5	2,7	6,6	2,0	2,6	11,5
Guaraximbora	0,1	0,6	0,8	4,2	1,5	1,9	5,5
Lagostas	318,9	109,8	176,1	262,6	66,1	21,9	153,7
Mero			0,1	0,1	0,0	0,1	0,3
Outros	74,5	51,8	71,0	80,4	53,9	25,9	89,1
Palombeta		0,4		0,6	0,1	0,2	1,2
Pargos	0,2	1,8	6,6	7,6	1,0	0,5	104,4
Pescadas	6,5	7,2	0,2	4,9	1,1	2,5	11,5
Polvo		0,0		0,1	0,0	0,0	0,0
Sardinha	0,0	0,5		6,0	3,5	2,9	2,5
Serra	14,6	34,9	6,8	15,7	10,1	6,7	34,3
Sirigado	0,8	3,0	13,4	14,7	3,1	2,8	42,5
Vermelhos				2,8	1,3	1,4	0,3
Xaréu	0,0	0,1	0,0	0,5	0,2	0,2	0,2
Total	630,5	429,2	437,2	932,3	430,2	305,2	1.593,0
%	3,4	2,3	2,4	5,1	2,3	1,7	8,6

Nesse contexto, tanto a pesca industrial como a de média escala, devido seus altos custos de captura e baixa produtividade, vem enfrentando grave crise de produção. Esta última que apresentou êxodo de armadores de pesca para estados vizinhos, vem pouco a pouco se dedicando mais a pesca de peixes, enquanto a industrial não registrou, em 2005, um único desembarque de lagosta no Ceará (CEPENE, 2006).

### 3.3.1. A lagosta enquanto recurso pesqueiro no Ceará

Lagostas são animais “gregários” que habitam normalmente fundos oceânicos cobertos por algas calcárias, com presença de um pouco de lama. Algumas espécies distribuem-se numa profundidade média de 10 a 100m, como por exemplo, a lagosta vermelha. Entretanto, a distribuição abundante desse recurso se dá próximo à isóbata de 50m. No caso da Lagosta verde, a ocorrência está limitada entre a zona de marés e os 50m de profundidade. (PAIVA et al, 1971).

A exploração da lagosta na costa nordeste do Brasil teve início em 1955, com a utilização de embarcações de pequeno porte (botes e jangadas) movidas à vela, baseadas no Ceará e Pernambuco (DIAS-NETO *et al.*, 1997)

Durante muito tempo, principalmente nos anos 90, a lagosta ocupou um lugar de destaque na balança comercial do Estado, chegando a representar 11% das vendas no mercado de exportações. (REVISTA FIEC, 2007).

Infelizmente, a pesca desordenada visionária de lucros absolutos e extraordinários, sem preocupação com a reposição desse estoque pesqueiro fez com que o recurso chegasse ao quadro atual, ou seja, quase sem condição de pesca, por falta do tamanho adequado do mesmo.

Desde os anos 90 a lagosta vem dando prejuízo às frotas legais de pesca desse recurso.

Atualmente as pescarias de lagosta no Nordeste do Brasil são realizadas com quatro modalidades de pesca: rede de espera ou caçoeira, covo ou manzuá, mergulho, apesar de proibido, e cangalha, esta última bastante utilizada no litoral leste do Estado do Ceará (IVO e PEREIRA, 1996). (Tabela 2).

Em 2004, foi criado pelo governo, o CGSL – Comitê de Gestão de uso Sustentável da Lagosta, visando uma gestão compartilhada do recurso. As novas medidas geradas por essa gestão tais como: reduzir o esforço da pesca, proibir o uso da caçoeira e legalizar embarcações para a pesca, fracassou devido à falta de fiscalização adequada. O que gerou um aumento na frota de pesca com compressor, dizimando ainda mais o recurso já agonizante.

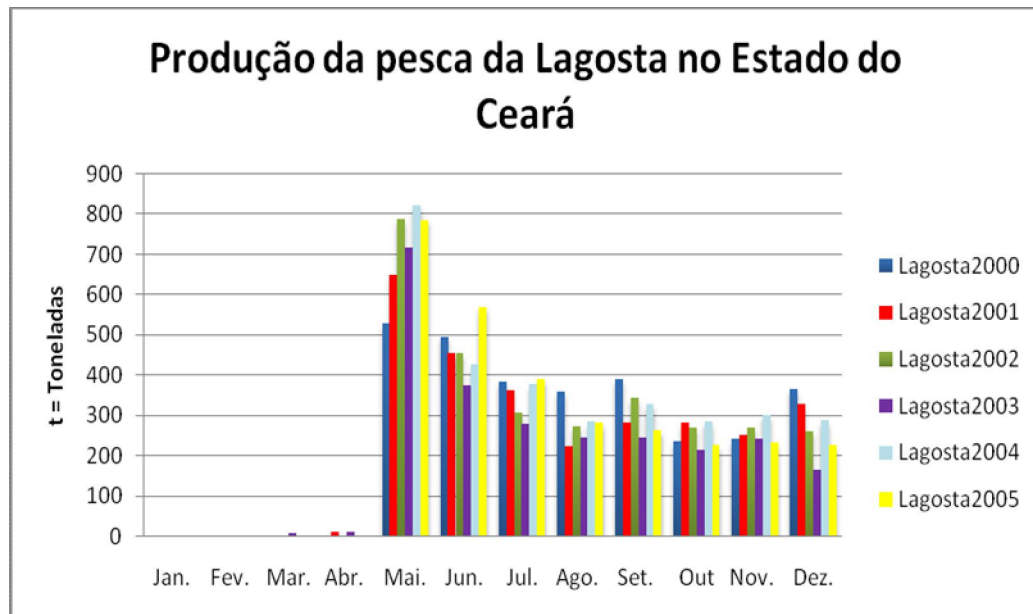
**Tabela 2** – Produtividade média das pescarias de lagosta do Estado do Ceará no período de 1999 a 2002. (FREITAS NETO, J. P. 2005).

Categoria de embarcação	CPUE média			
	Caçoeira (kg/m rede-dia)	Anos	Cangalha (kg/cangalha-dia)	Manzuá (kg/manzuá-dia)
	<b>1999</b>			
A VELA	0,006		0,179	0,287
MOTORIZADA	0,008		-	0,086
	<b>2000</b>			
A VELA	0,005		0,325	0,226
MOTORIZADA	0,007		-	0,067
	<b>2001</b>			
A VELA	0,005		0,284	0,304
MOTORIZADA	0,008		-	0,065
	<b>2002</b>			
A VELA	0,007		0,272	0,187
MOTORIZADA	0,005		0,214	0,066

Em 2008, a queda brusca do dólar fez com que até as frotas de pesca ilegais entrassem em colapso, devido ao preço e à péssima qualidade do produto ofertado.

Durante o seminário “Cadeia Produtiva da Lagosta” em abril de 2009, o assessor do Ministério da Pesca de Cuba deixou claro que “sem controle e fiscalização, não há sustentabilidade”. Infelizmente o Ceará está sem as duas coisas: o controle não é feito, é “tentado fazer” muito superficialmente e sem ofender muito a quem tem recurso financeiro para se manter na pesca ilegal, e a sustentabilidade no Ceará, não funciona para a pesca da lagosta, porque sem fiscalização adequada o “sustentável” fica mais insustentável para quem quer fazer alguma coisa séria e comprometida com a pesca.

Os números da pesca da lagosta já em 2005 foram assustadoramente baixos se comparados com a época em que a lagosta era um recurso que gerava a maior parte do lucro da balança externa no Estado. (Figura 6).



**Figura 6** – Produção da pesca da Lagosta no Estado do Ceará de 2000 a 2005. (CEPENE, 2006).

A produção total de pescado no ano de 2005 ficou em torno de 18.421t. Desse número, somente 3.357t são de crustáceos, incluindo a lagosta. Destacando também que nesse ano não foi registrado desembarque da frota industrial de lagosta no Estado do Ceará (CEPENE, 2006).

O empenho por parte dos órgãos competentes de fiscalizar a “época do defeso da lagosta” não tem sido suficiente, de acordo com suas devidas justificativas, visto que a pesca com compressores, o uso de atratores feitos com recipientes de resíduos tóxicos, a pesca com caçoeira e ainda a pesca ilegal na própria “época do defeso” acabou de uma vez por todas com o tão sonhado e já vivenciado lucro com exportação da lagosta.

Desse modo, a pesca industrial entrou em colapso devido à diminuição do estoque pesqueiro. Já a pesca artesanal não encontra saída de auto-sustentação que não a de pescar em qualquer época e vender o produto no local, pois os novos padrões e regras que foram adotados na recepção da exportação da lagosta, objetivam também ajudar o defeso desse recurso explorado tão exaustivamente.

### 3.4. Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto pode ser entendido como um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com os mesmos. Estas atividades envolvem a detecção, aquisição e análise (interpretação e extração de informações) da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registradas por sensores remotos. (MORAES E. C., 2002).

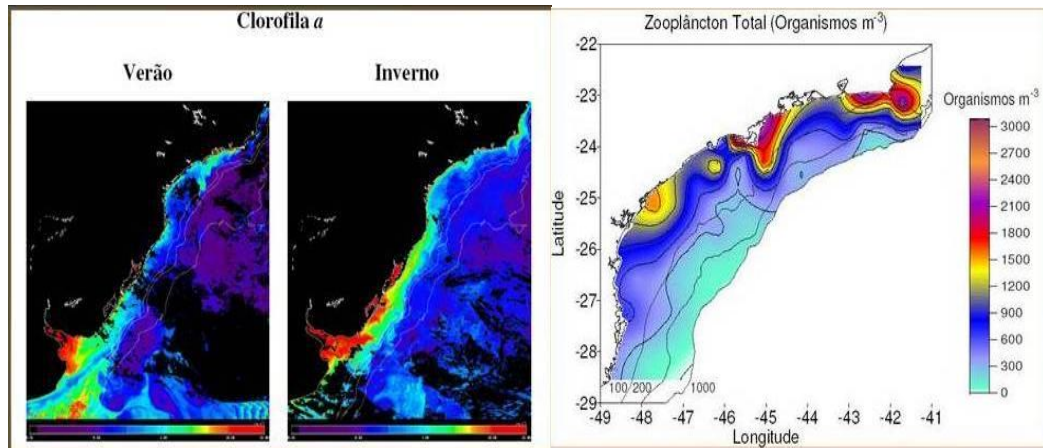
O processamento digital de imagens consiste em melhorar o aspecto visual de feições estruturais para quem a analisa.

Hoje, esse processo de digitalização está cada vez mais relacionado com o conceito multidisciplinar, facilitando e melhorando a análise de uma enorme quantidade de dados obtidos através de uma imagem enviada por um satélite, ou vários, que simplesmente passam por nossa órbita fotografando toda a superfície do nosso planeta de diferentes modos, com diferentes sensores e com diferentes proximidades, ou distância do objeto.

A utilização de imagens multiespectrais, enviadas por satélites tais como, Landsat7, CBERS, Quickbird, etc, é uma ferramenta bastante eficiente para a extração de dados destinados às várias aplicações de pesquisa.

A obtenção das informações espectrais registradas pelos sistemas nas diferentes partes do espectro eletromagnético, visando à identificação e discriminação dos alvos de interesse, depende principalmente da qualidade da representação dos dados contidos nas imagens. (FARIAS, E. G. G. 2008).

Muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas utilizando essa tecnologia, não só as que envolvem os oceanos, como também solos, ecologia populacional, etc. A quantidade e qualidade de informações contidas nessas imagens produzem resultados imediatos e precisos para o fim a que se destinam. (Figura 7).



**Figura 7** – Diferentes aplicações do Sensoriamento Remoto (Florenzano, 2002).

Uma grande vantagem nos estudos realizados com imagem é a periodicidade com que essas imagens são feitas, de acordo com a órbita do satélite, tornando mais fácil a atualização dos dados sempre que possível.

### 3.5. Imagens Submarinas

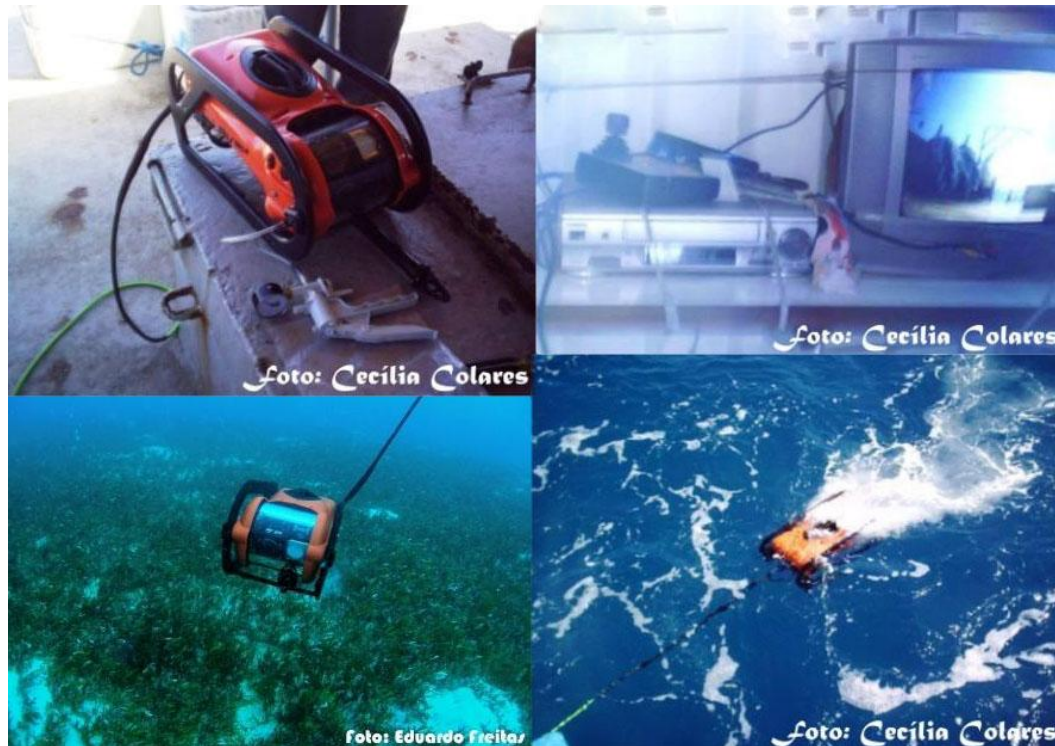
É muito comum hoje a utilização de filmagens submarinas em trabalhos científicos, seja com objetivo de ilustrar, observar, verificar ou ainda acompanhar processos biológicos, físicos ou químicos, no fundo dos oceanos.

Essas imagens podem ser geradas por diversos meios ou equipamentos: Máquinas fotográficas, câmeras de filmagem sub, robôs operados remotamente, mini-submarinos, etc.

Em 1988, o INPE( Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) realizou um projeto denominado TOPSUB: Levantamento da Topografia Submarina, da Sedimentação Quaternária e dos Ecossistemas Bentônicos da Plataforma Nordeste, que se dedicaria ao uso sinérgico dos dados de satélite e da observação e coleta de dados por mergulho (Vianna, M. L. 1996). O projeto foi baseado em imagens de satélite e mergulho *in loco*, com auxílio de GPS e de compressores para os mergulhadores, que foi a dificuldade maior durante a realização das saídas de campo.

O avanço da tecnologia já nos permite, além do mergulho sem compressores, a utilização de equipamentos ligados por cabos de fibra ótica capazes de ficar mais de 24h

submersos, com câmera de filmagem acoplada, controlados através de controle remoto, filmando e gravando imagens em tempo real. (Figura – 8)

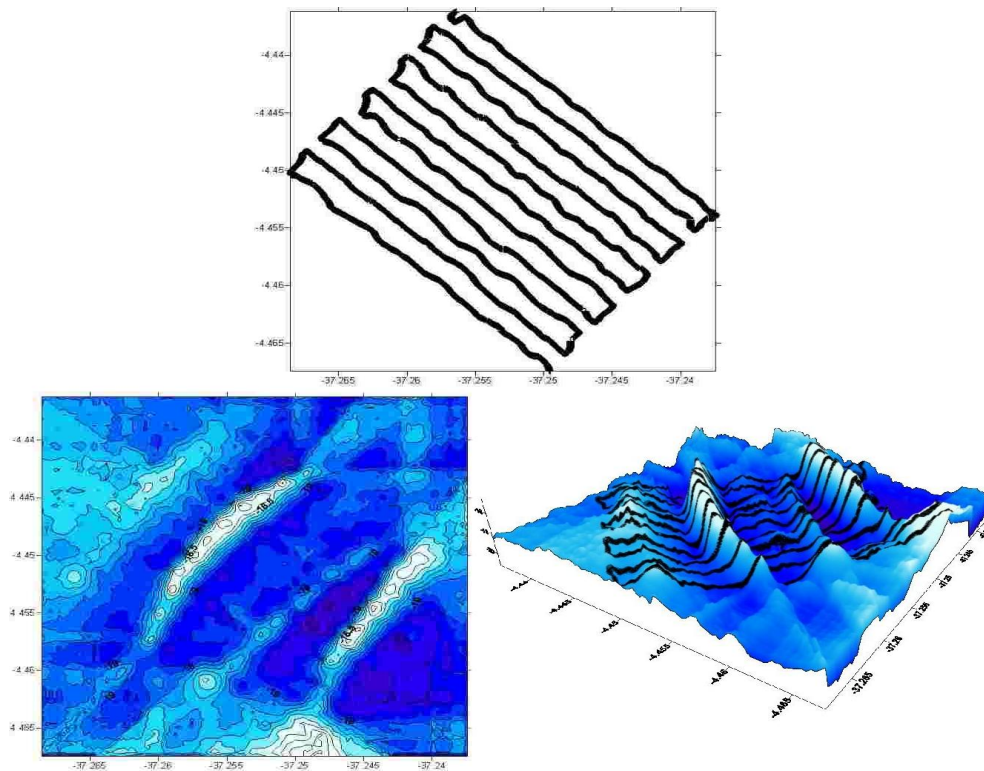


**Figura 8** – Mini – robô, R.O.V. (Seabotix) (Remotely Operated Vehicle) com garra mecânica.

### 3.6. Geoprocessamento (SIG)

Vianna et al. (1991) apresentam uma caracterização da morfologia da Plataforma Continental, discutem o mapeamento de antiga linha de costa numa profundidade até 25m e o mapeamento de algas na região do nordeste brasileiro (Cabo Calcanhar), dentro da plataforma continental até a profundidade de 40 m, a partir de dados TM/Landsat e dados de ecobatímetro. Testa (1996) apresenta estudos detalhados da distribuição dos sedimentos superficiais daquela região, bem como descrição dos corpos arenosos visíveis por imagens TM. Nestes trabalhos, a coleta dos sedimentos e observação dos corpos arenosos foram realizadas através de mergulho (cerca de 400 estações), utilizando-se barcos lagosteiros como plataformas de mergulho, dentro de uma metodologia desenvolvida pelo Projeto TOPSUB (VIANNA, M.L. 1996).

O geoprocessamento consiste na integração de todos os dados de imagens e de campo compondo um banco de dados que irá gerar resultados de combinações de diferentes tipos de dados e com diferentes formas de apresentação. Dependendo do software utilizado, os resultados podem se apresentar em forma de mapas temáticos georreferenciados, mapas batimétricos, cartas náuticas, mapas de superfície etc. (Figura 9)



**Figura 9** – Diferentes tipos de mapas temáticos gerados pelo software Surfer.

As mais variadas aplicações desses resultados apresentados através de geoprocessamento podem ser observadas em diferentes áreas tais como: construção e dragagem de canais para portos garantindo a segurança na navegação, confecção de cartas náuticas que auxiliam a atividade pesqueira, estudos de taxa de sedimentação, estudos de transposição da linha de costa ao longo do tempo, etc.

Farias. E.G. G. (2008), utilizou técnicas de geoprocessamento para analisar a evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do Ceará, obtendo como resultado vários mapas confeccionados a partir de imagens de satélite, com enfoque no objetivo do trabalho citado.



#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento desse trabalho se apresenta em três etapas diferentes: processamento digital de imagens, planejamento de Campo e processamento dos dados adquiridos em campo. A bibliografia consultada, antes de iniciar tais etapas, destacou muitos trabalhos relevantes para o tema desenvolvido, no entanto, não mostrou nenhum trabalho de caracterização de áreas de pesca com a metodologia aplicada aqui.

A imagem de satélite foi adquirida do acervo de imagens do banco de dados de geoprocessamento do Instituto de Ciências do Mar, LABOMAR. A imagem multiespectral, banda 1, 2 e 3 do espectro visível - infravermelho próximo, do sistema LANDSAT 7 +ETM, órbita 216/63 de 20 de julho de 2002, foi pré - processada pelo software ENVI e georreferenciada pelo software ArcMAP 9.2, onde também foram desenhados e confeccionados todos os mapas temáticos desse trabalho. Essas imagens foram capturadas pelo satélite Landsat 7 ETM+. De acordo com o processamento digital das composições das faixas espectrais da imagem adquirida é feito um realce das bandas ou faixas, para se obter uma combinação melhor do que se quer observar; no caso, a faixa do oceano que compreende a Plataforma Continental do Litoral Leste. Essa combinação resulta numa nova imagem composta pelas bandas 321 do Landsat 7 ETM+.

O planejamento de campo foi realizado de acordo com dados de marcação já existentes de algumas áreas de pesca no litoral leste do Ceará. Foi escolhido um ponto de pesca aleatório, onde não ocorria a pesca da lagosta como ponto de controle. Os pontos de pesca de lagosta marcados por GPS e cedidos gentilmente para este projeto, foram em número de 120(cento e vinte), sendo caracterizados 7(sete) pontos no total, já que o substrato onde ocorre a pesca é uniforme sob o ponto de vista de análise sedimentar e sua vegetação com predominância de *Halimeda*, como característica de habitat.

Por motivo de ética, não será possível fornecer a posição dos pontos com coordenadas geográficas, esses pontos serão mostrados em forma de mapas temáticos.

O Equipamento R.O.V. (Remotely Operated Vehicle) foi adquirido pelo LABOMAR em 2005 com o objetivo de melhorar os estudos submersos multidisciplinares na Plataforma Continental no Estado do Ceará, visto que seu funcionamento é totalmente seguro para quem o opera e os dados coletados através de imagens tem 100% de confiabilidade. Com um histórico de trabalhos já publicados em outras universidades do país, como a USP – Universidade de São Paulo, por exemplo, o R. O. V. apresenta total credibilidade nas imagens

coletadas neste trabalho, imagens essas que possibilitaram a descrição precisa do ambiente estudado em tempo real.

O conjunto de metodologias utilizadas aqui fez com que surgisse mais uma possibilidade de pesquisar áreas de pesca na Plataforma, validando dados antigos ou não, e coletando novos dados. O R. O. V., além de adquirir imagens, também tem a capacidade de ficar submerso por um período de 24h, possibilitando uma infinidade de observações importantíssimas para a pesquisa no nosso Estado, sendo estas, às vezes, de difícil acesso e impossíveis de serem coletadas só com mergulho autônomo.

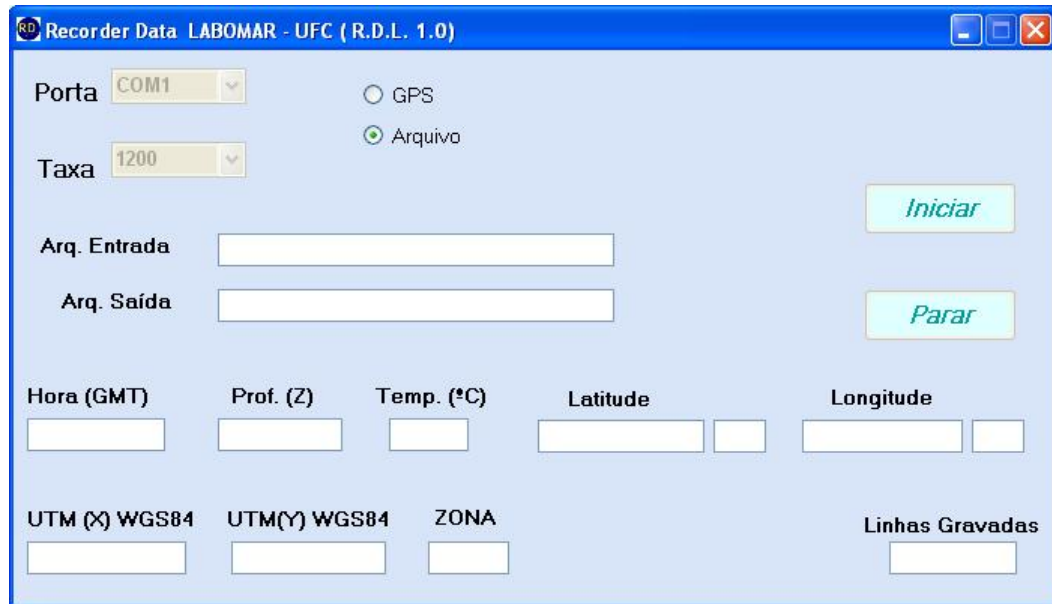
As saídas de campo foram realizadas pelo barco de pesquisa Prof. Martins Filho do Instituto de Ciências do Mar – Labomar da Universidade Federal do Ceará, em três campanhas para o litoral leste do Estado do Ceará, com duração média de quatro dias, cada uma. O sistema de posicionamento foi apoiado por GPSMap Garmim 238 acoplado a um SIG, proporcionando uma navegação com visualização de feições da Plataforma *on line*, e um Ecobatímetro para registro de profundidade. Foi utilizado também um amostrador pontual do tipo *Van Venn* para coleta de amostras de sedimentos nos pontos escolhidos para caracterização

Dentro da metodologia aplicada nesse estudo, inserimos também um programa de compilação e conversão de dados, o RD (ReceiveData – GPS), elaborado e compilado num estágio realizado no LIO – Laboratório de Instrumentação Oceanográfica – USP, dentro do período de realização deste trabalho, facilitando enormemente o tratamento dos dados brutos coletados pelo GPS durante as saídas de campo no Barco de Pesquisas do LABOMAR Prof. Martins Filho.

A Plataforma Continental Leste do Estado do Ceará foi escolhida por apresentar características sedimentares completamente compatíveis com o habitat da lagosta descrito acima por diversos autores, como também, devido à marcação de pontos de pesca através de GPS – Sistema de Posicionamento Geográfico, gentilmente cedidos para essa pesquisa. A caracterização dessa área utilizando esse método inovador, ou o cruzamento de métodos, gerando esse em particular, nos permitiu uma avaliação de muitos parâmetros além do que foi proposto aqui, porém, tais parâmetros serão discutidos detalhadamente em outro trabalho.

O processamento dos dados obtidos em campo foi feito com o auxílio do software Excel 2003 para compor um banco de dados de informações integradas no software ArcGIS 9.2.

Posteriormente, foi construído um programa de software com base em linguagem C++, nomeado RD – Recorder Data GPS, no LIO – Laboratório de Instrumentação Oceanográfica da USP, durante um período de estágio, para processamento dos dados *in loco*, em tempo real, facilitando assim, a entrada de dados no software ArcMAP para confecção dos mapas temáticos. (Figura 10).



**Figura 10** – Tela de abertura do RD – Recorder Data GPS, software de processamento de dados *in loco*, programado para auxiliar a fase de integração de dados georreferenciados do Laboratório de Dinâmica Costeira do LABOMAR – UFC.

#### 4.1. Localização da Área de estudo

A área geográfica do estudo localiza-se na Plataforma Continental Leste submersa do Estado do Ceará, Região Nordeste do Brasil, entre os Meridianos 36°W e 40°W e os Paralelos 2°S e 5°S (Figura 1.1).

O Ceará tem uma faixa litorânea de 573 km ao todo, tendo o litoral leste do Estado caracterizado por apresentar uma costa mais rochosa marcada pela presença de um extenso tabuleiro costeiro que chega até a linha de costa ressaltando feições como falésias e paleofalésias (Bensi, 2006). A porção submersa desse litoral delimitada entre as cidades de Fortaleza e Icapuí compreende a área de estudo abordada aqui. (Figura 11)



**Figura 11** – Localização da área de estudo: Plataforma Continental no litoral leste do Ceará.

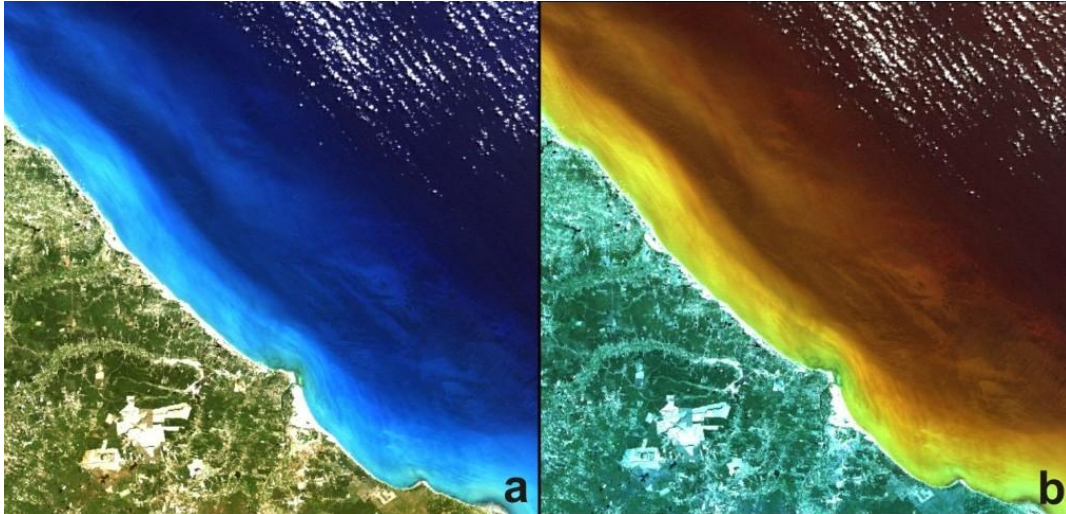
## 4.2. Processamento Digital de Imagens (PDI)

As imagens de satélite, em meio digital, possuem dados acerca de corpos físicos contidos sobre a superfície terrestre que podem ser identificados por intermédio do processo de classificação. Esse processo se baseia na distinção de diferentes alvos que possuem comportamentos espectrais diferenciados, os quais permitem a sua identificação. A classificação digital de imagens associa cada pixel da imagem a uma determinada feição terrestre obtendo-se como resultado a identificação e extração de informações da área desejada, sendo indispensável em qualquer projeto de classificação e mapeamento envolvendo informações obtidas por meio de sensoriamento remoto (FARIAS, E.G. G. 2008).

Este trabalho utilizou imagens digitais do satélite LANDSAT 7 +ETM, georreferenciadas para o *datum* horizontal SAD 69, zona 24 sul, assim como todas as informações que compuseram os mapas.

O satélite LANDSAT-7 iniciou suas atividades em abril de 1999 e encerrou em 2003, utilizando o sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*). Este instrumento foi capaz de ampliar as possibilidades de uso dos produtos LANDSAT, porque manteve a alta resolução espectral (característica importante desse sistema) e conseguiu ampliar a resolução espacial da banda 6 (Infravermelho Termal) para 60 metros além de inserir a banda pancromática e permitir a geração de composições coloridas com 15 metros de resolução. (FARIAS, E.G. G. 2008).

A seleção das composições coloridas das bandas para a geração de imagens com caráter multiespectral foram compostas pelas bandas 321 para obter a faixa do visível, ou seja, a “cor real” identificada pelo olho humano, e pelas bandas 123, para realçar as feições submersas da Plataforma Continental, facilitando a localização dos pontos caracterizados nesse trabalho. (Figura 12).



**Figura 12** – a) Composição RGB, bandas 321; b) Composição RGB, bandas 123. Ambas do Litoral Leste do Estado do Ceará, cena 216/63.

O processamento digital inicial das imagens foi realizado pelo software ENVI 3.5 e posteriormente, as imagens foram integradas e georreferenciadas utilizando o software ArcGIS 9.2.

Inicialmente o processamento dos dados foi feito utilizando o software Excel 2003, para selecionar e transformar os parâmetros de latitude, longitude e profundidade, facilitando assim a entrada desses dados no software ArcGIS 9.2.

#### 4.2.1. Banda 3

A faixa espectral da banda 3 (0,63 – 0,69 $\mu$ m) da imagem digital gerada pelo LANDSAT 7 +ETM tem uma resposta para a cor vermelha. A combinação da banda 3 com as bandas 2 e 1, faz com que a interpretação da cena 216/63 fique facilitada à percepção de cor pelo olho humano (Figura 13).

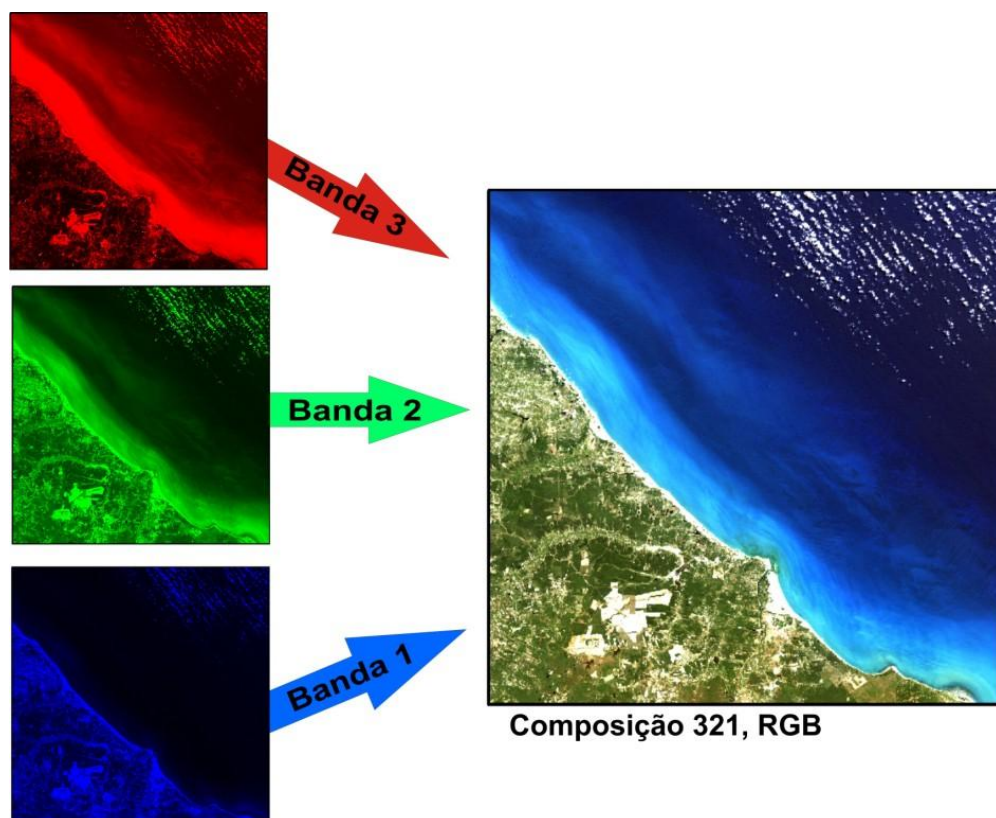
#### 4.2.2. Banda 2

A faixa espectral da banda 2 (0,52 – 0,59 $\mu$ m) da imagem digital gerada pelo LANDSAT 7 +ETM tem uma resposta para a cor verde. A faixa de cor da imagem mostra a

energia refletida pela superfície observada de acordo com a faixa do espectro eletromagnético. (Figura 13).

#### 4.2.3. Banda 1

A faixa espectral da banda 1 (0,45 – 0,52 $\mu$ m) da imagem digital gerada pelo LANDSAT 7 +ETM tem uma resposta para a cor azul do espectro visível, utilizada para identificação de feições submersas da Plataforma Continental do Litoral Leste.(Figura 13).



**Figura 13** – Bandas 321 do satélite LANDSAT 7 ETM+ resultando numa imagem de composição multiespectral.

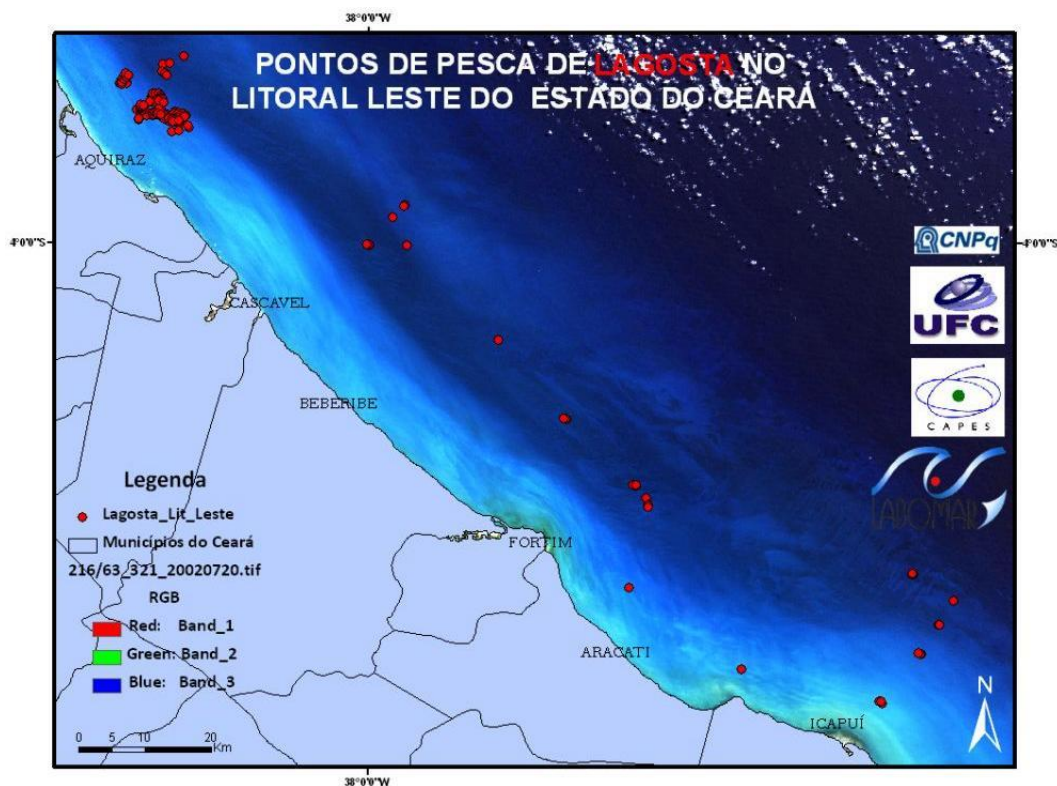
#### 4.3. Planejamento de Campo

Essa etapa do trabalho foi desenvolvida levando em consideração os pontos marcados por GPS das áreas de pesca de lagosta, sendo realizada uma triagem de pontos de acordo com as localizações, aliadas às observações de formas submersas através da imagem digital obtida

do LANDSAT 7 ETM+. Essa conciliação foi necessária devido à integração desse projeto dentro de um projeto maior de Mapeamento da Plataforma Continental Cearense.

#### 4.3.1. Escolha dos Pontos de Análise e Localização

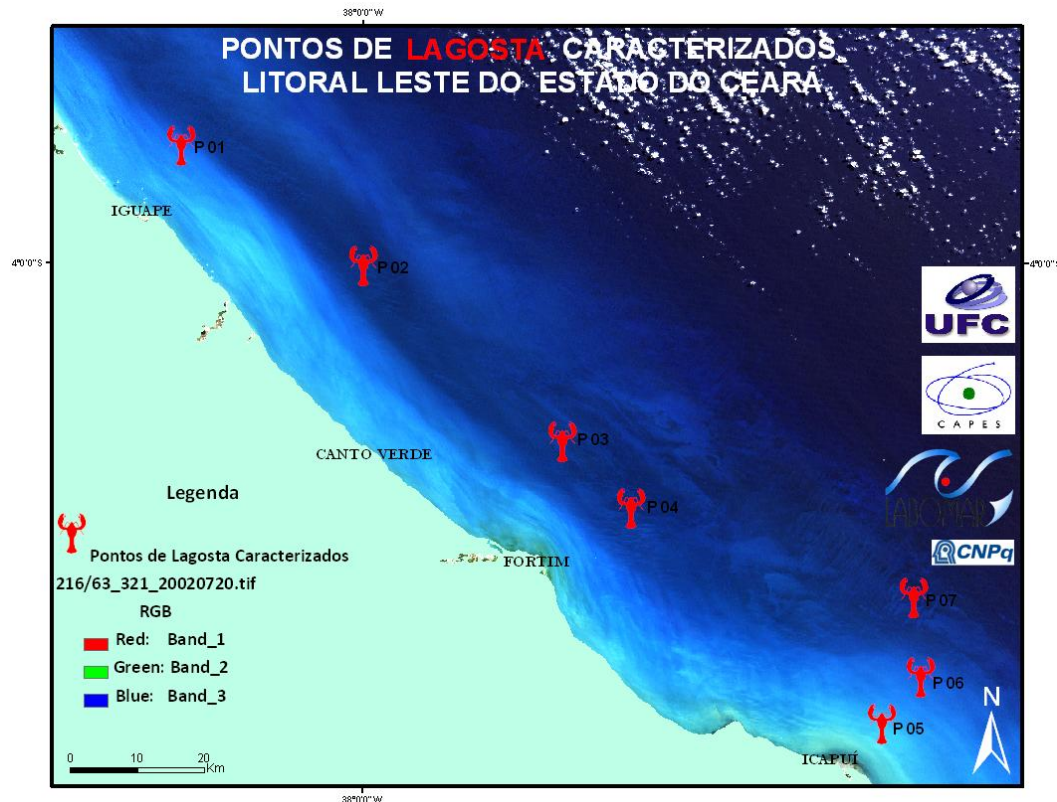
Todos os pontos adquiridos foram corrigidos de acordo com o posicionamento geográfico (coordenadas) e *datum* da imagem, para plotagem e localização correta no Mapa, possibilitando a navegação em campo (Figura 14.)



**Figura 14** – Mapa Temático de todos os Pontos de Pesca de Lagosta do Litoral Leste do Estado do Ceará catalogados nesse trabalho.

Foi escolhido um ponto de controle, onde não era realizada a pesca da lagosta, para uma posterior caracterização comparada com os demais pontos. (Figura 15)





**Figura 15** – Mapa temático da localização dos pontos de lagosta caracterizados (Litoral Leste do Estado do Ceará).

Os pontos foram caracterizados de maneiras diferentes com combinação de recursos diferentes: pontos 1, 2, 3, 6 e 7 foram caracterizados com amostra de sedimento fotografadas em estereomicroscópio Nikon SMZ 1000 com máquina fotográfica Nikon Coolpix 4500 acoplada; pontos 4, 5 e foram caracterizados com filmagem e fotos *in loco*, sem amostragem de sedimentos e o ponto 6 foi escolhido como Ponto Controle, por ter sido marcado como provável local de pesca e não ter apresentado tais características quando analisado.

#### 4.3.2. R.O.V. - Remotely Operated Vehicle

R.O.V. é um mini – robô com garra mecânica, operado remotamente através de um cabo de fibra ótica de 150m de comprimento que liga o equipamento a superfície, com câmera de vídeo acoplada e um gerador de energia auxiliar. (Figura 16)

Adquirido pelo Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR, em 2006, o R. O. V. foi utilizado desde então para realizar trabalhos na Plataforma Continental do Ceará, o

equipamento é dotado de uma bússola interna, sensor de pressão para informar a profundidade, com 300m de cabo de fibra ótica, luz branca para iluminação sub e um controle remoto tipo joystick.

As filmagens realizadas foram feitas em duas saídas de campo. Os filmes foram gravados em sistema de DVD para uma posterior análise e divisão dos frames de interesse dos referidos pontos caracterizados.



**Figura 16** – R.O.V. (Remotely Operated Vehicle).

O equipamento possui ainda: um sensor de profundidade, duas câmeras com capacidade de filmar em cor e pb com angulação de proximidade e afastamento, dois arcos de proteção nas laterais e um módulo de flutuação, facilitando a sua navegação dentro da água a uma velocidade de 3m/s.

As imagens dos pontos serão mostradas aqui em forma de frames (quadros), para que haja um melhor entendimento da caracterização visual dos pontos escolhidos.

#### 4.3.3. Sistema de Aquisição de Dados

Os dados foram salvos em um laptop em formato ASCII(Código Padrão Americano para o Intercâmbio de Informação) no padrão NMEA 2.3.( National Marine Electronics Association), linguagem de comunicação de interface do GPS. A este laptop estava ligado também um Ecobatímetro.

As sentenças utilizadas para o processamento foram a GPGLL e SDDBT onde trazem as informações para elaboração de tabelas no formato XYZ, coordenadas e profundidades. Com a instalação do software RD os dados foram processados on line, salvos em formato .txt e prontos para entrar no banco de dados do ArcGIS 9.2.

Para obter coordenadas de pontos no oceano de forma remota, utilizou-se um equipamento de GPS (*Global Positioning System*). Esta técnica consiste no rastreamento, recebimento e registro de sinais de satélites específicos. Estes sinais são processados em combinação com determinados parâmetros para calcular as coordenadas de um ponto na terra ou no oceano. Os sinais são ininterruptos, podendo o posicionamento ser considerado seguro a partir de cinco satélites.

#### 4.3.4. R.D.: Recorder Data GPS

Este pequeno software é um programa que converte todos os dados do GPS *on line*, organizadamente em colunas, para o datum “WGS 84”, e salva tudo em um arquivo “.txt”. Também é possível entrar com um arquivo já salvo e transformá-lo em um arquivo “.txt”. Esse formato de arquivo é uma alternativa de trabalho com o Sistema de Informação Geográfica, como entrada de dados.

O programa teve como plataforma de construção a linguagem C++. Foi utilizado também, linhas de programação do MATLAB, sendo esse um programa muito completo de Sistema de Informação Geográfica com cálculos estatísticos e matemáticos, utilizado amplamente no Instituto Oceanográfico da USP.

O RD foi construído pensando numa forma de agilizar o processamento das linhas de recepção do GPS com formato ASCII, padrão NMEA 2.3, já que essa triagem era toda feita em Excel com muito trabalho e ocupando muito tempo.

Sob orientação, no LIO - Laboratório de Instrumentação Oceanográfica, este software ficou pronto em três meses, a tempo de participar da última saída de campo realizada para esse trabalho (Figura 17).



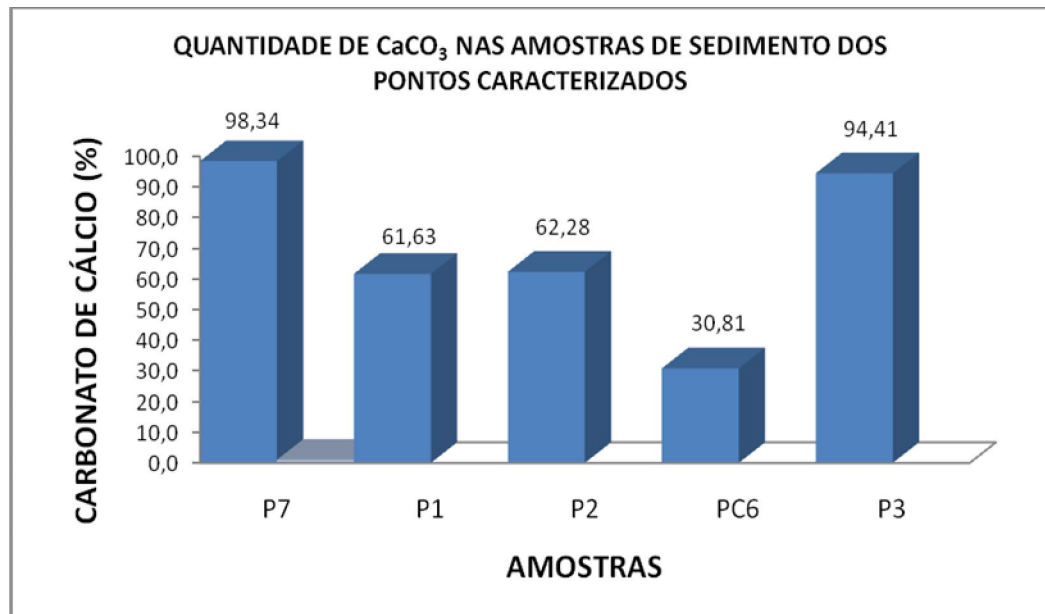
**Figura 17** - a) Tela de abertura do RD GPS com GPS ligado; b) Tela de abertura do RD GPS para extrair dados de um arquivo; c) Tela inicial do RD GPS com opção de selecionar GPS ou Arquivo; d) Tela do RD GPS com diretórios de entrada e saída de dados de arquivo.

Após esse pré - processamento os dados estão prontos e coordenados para entrar no programa de geoprocessamento e com isso facilitar a obtenção dos mapas com diferentes interpretações de acordo com cada objetivo.

#### 4.4. Processamento dos Dados Adquiridos em Campo

Os dados adquiridos em campo foram processados em duas etapas: A primeira de triagem e a segunda de “input” no banco de dados ou SIG.

As amostras de sedimento foram processadas no Laboratório de Oceanografia Geológica, colocadas em estufa para retirar a umidade e posteriormente entraram em processo de separação por tamanho de grãos ou granulometria, obtendo-se então valores e pesagens para uma análise de quantificação de Carbonato de Cálcio (Figura 18).



**Figura 18** – Gráfico das amostras de sedimento com teor de  $\text{CaCO}_3$  dos pontos caracterizados.

O procedimento para a quantificação de carbonato de cálcio nas amostras de sedimento está descrito por Suguio, 1973, e foi aplicado com a obtenção dos resultados acima.

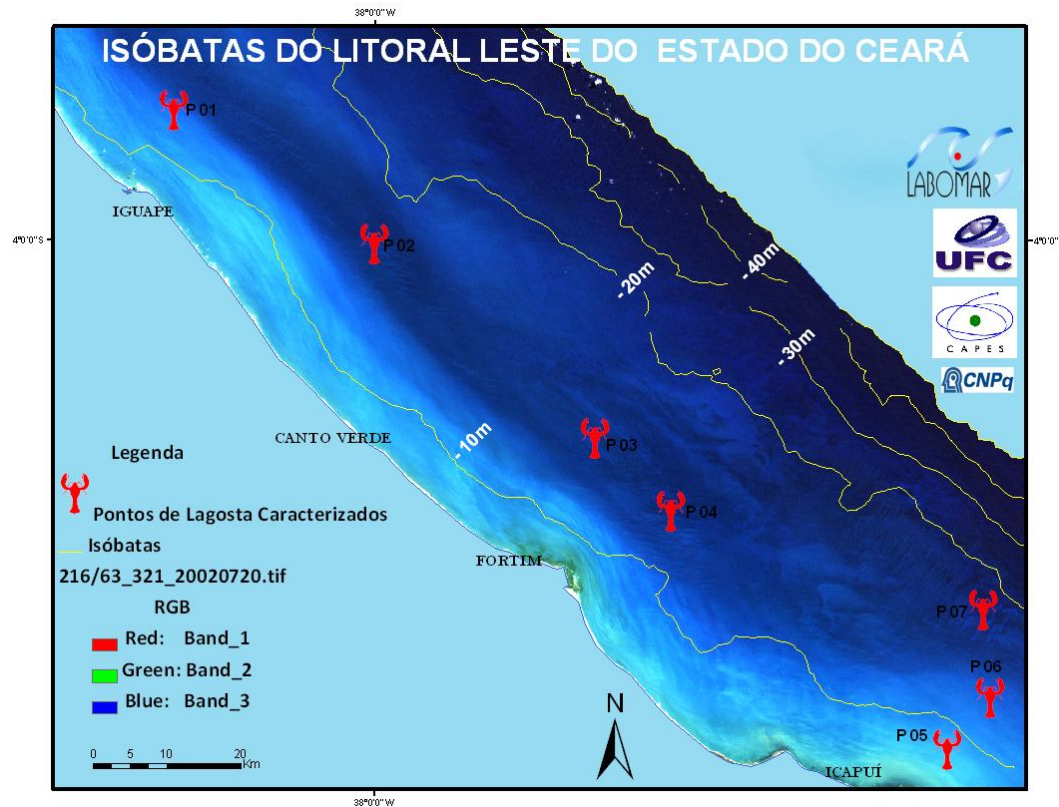
O ponto de controle (P6) apresenta um teor menor de carbonato, devido a ausência de material carbonático como, conchas, restos de carapaças de crustáceos e algas calcárias.

#### 4.4.1. Batimetria

O levantamento batimétrico pode ser definido como a técnica de estabelecermos uma posição geográfica no ecossistema aquático por intermédio da análise da topografia do substrato. Para isso, é utilizado o equipamento denominado ecobatímetro.

É uma das ferramentas para a obtenção de dados físicos que dão suporte para futuras tomadas de decisões acerca de um dado ecossistema (FARIAS, E.G. G. 2008).

A batimetria mostrada aqui complementa-se ao posicionamento dos pontos de caracterização como isóbatas de representação das áreas de pesca de lagosta (Figura 19).



**Figura 19** – Isóbatas do Litoral Leste do Estado do Ceará delineando as áreas de pesca de lagosta.

#### 4.4.2. Amostras de Sedimento

As amostras de sedimento foram coletadas utilizando um amostrador tipo *Van Venn*, acondicionadas em sacos plásticos e etiquetadas com a identificação do ponto de coleta. No Laboratório de Oceanografia Geológica, todas as amostras foram secas em estufa a 60°C por um período de dois a três dias.

De acordo com a metodologia de granulometria descrita por Suguio (1973), foi feito todo o procedimento, para em seguida a determinação da quantidade de Carbonato de Cálcio completasse o ciclo de análises.

Foram analisadas dezesseis amostras do total de vinte duas coletadas. As amostras descartadas não apresentaram quantidade de material suficiente para obter os resultados desejados.

Para a definição da granulometria por classe e categoria de sedimento foi utilizado o software Anased (Figura 20).

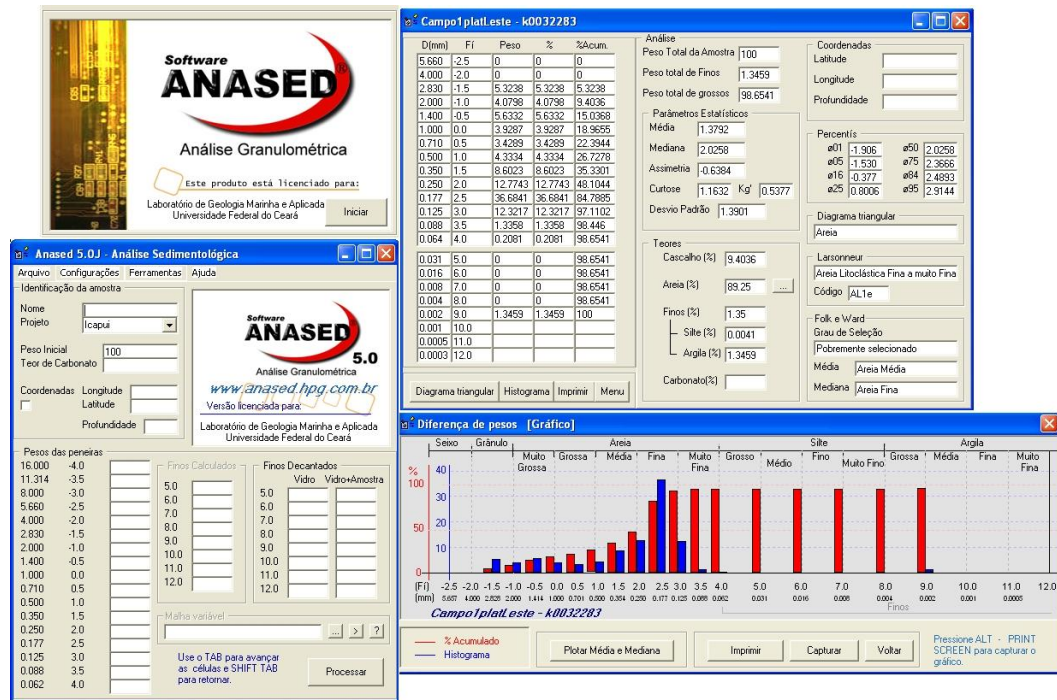


Figura 20 – Telas do Anased em processo de análise da amostra 0032283, da 1ª campanha de campo feita na Plataforma do litoral leste do Estado do Ceará.

As amostras apresentadas no gráfico da Figura 18 serão detalhadas utilizando os gráficos do software Anased, no seguimento Resultados e Discussão. Os pontos que não foram caracterizados e foram amostrados, foram plotados em um gráfico com a quantidade de Carbonato de Cálcio analisada das amostras (Figura 21).

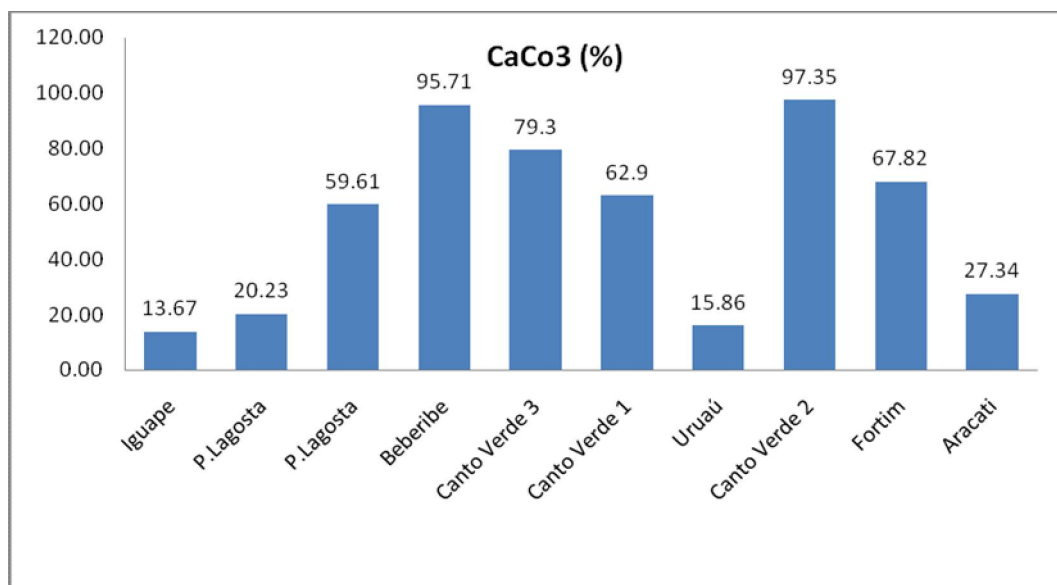


Figura 21 – Teor de CaCO<sub>3</sub> (Carbonato de Cálcio) de pontos de pesca de lagosta amostrados ao largo da Plataforma Continental Leste – CE.

Esses pontos foram amostrados devido a sua localização na rota de navegação inserida em um projeto maior na Plataforma Continental do litoral leste do Ceará no qual esse projeto estava inserido.

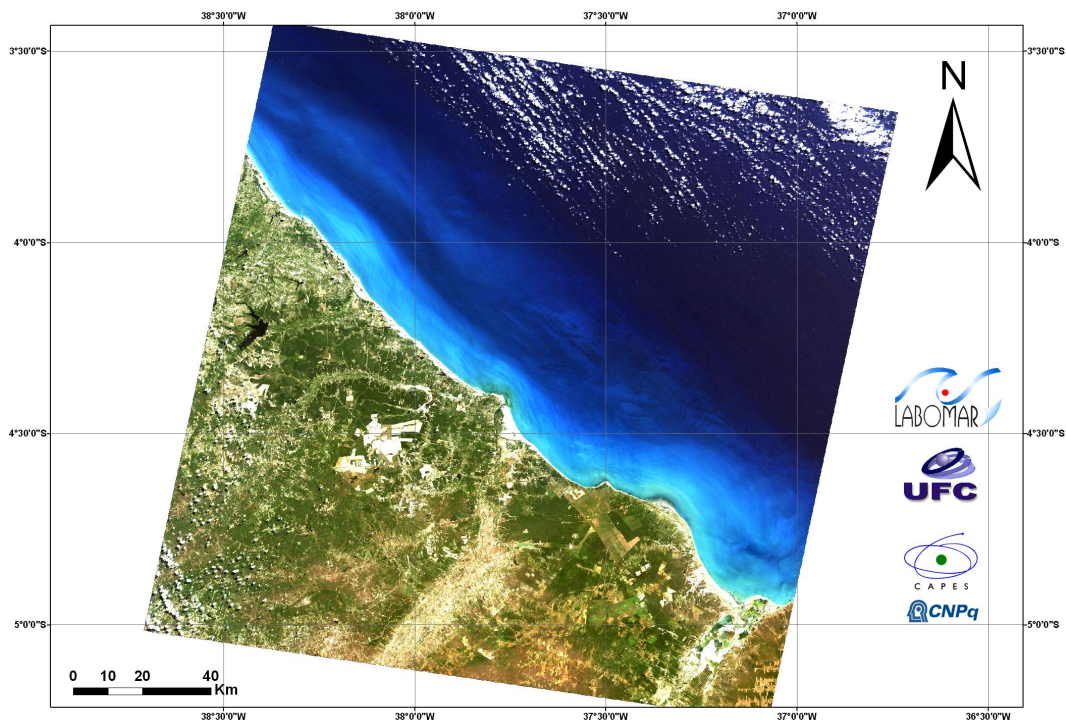


## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Composição das Bandas 321 LANDSAT 7 ETM+

As tons de cinza da imagem 263/63 do satélite LANDSAT 7 ETM+ não são muito perceptíveis ao olho humano. Para visualizar cada tipo de aspecto da imagem de satélite é necessário fazer uma combinação de filtros de cores ou de espectros para que se obtenha uma combinação melhor e colorida para a visualização.

A Composição 321 da imagem 216/63 mostra tons de cores no padrão RGB, ressaltando as formas submersas no oceano, ou seja, da Plataforma Continental do Litoral Leste, objeto de estudo desse trabalho (Figura 22).

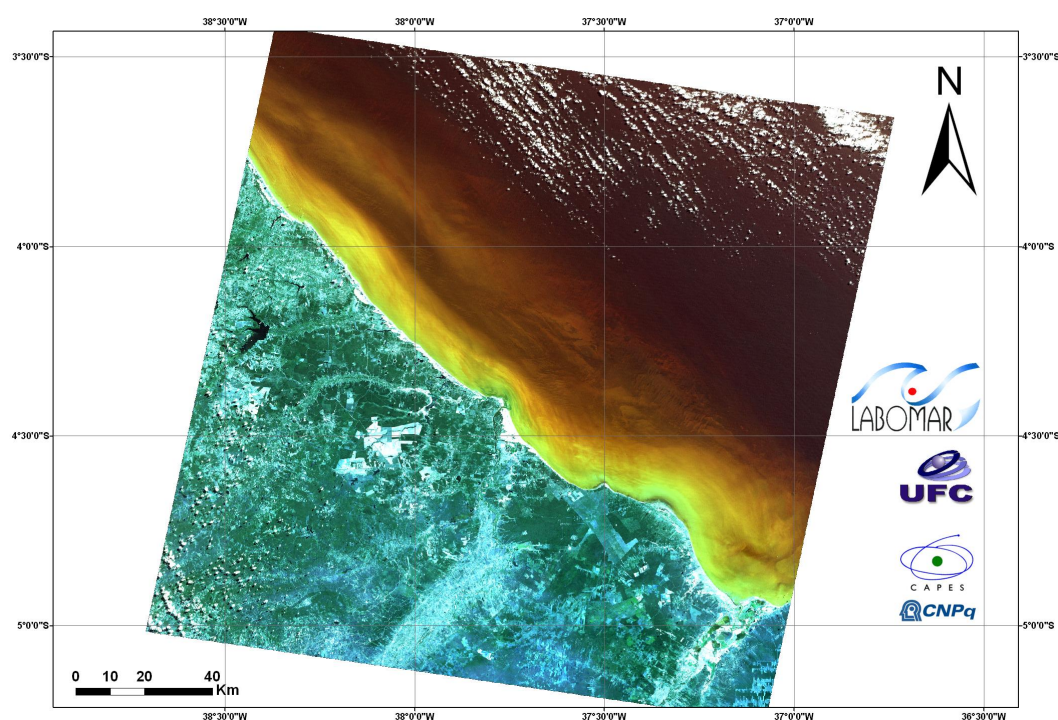


**Figura 22** – Composição 321 da cena 216/63, Plataforma Continental do Litoral Leste do Estado do Ceará

### 5.2. Composição das Bandas 123 LANDSAT 7 ETM+

Essa composição da imagem 216/63, realça as feições submersas da Plataforma Continental, de maneira que os compartimentos do fundo oceânico podem ser observados e

delineados. Denominamos de compartimentos aqui, as divisões de feições da Plataforma apresentadas na imagem e identificadas visualmente (Figuras 23 e 24).



**Figura 23** – Composição 123 da cena 216/63, Plataforma Continental do Litoral Leste do Estado do Ceará

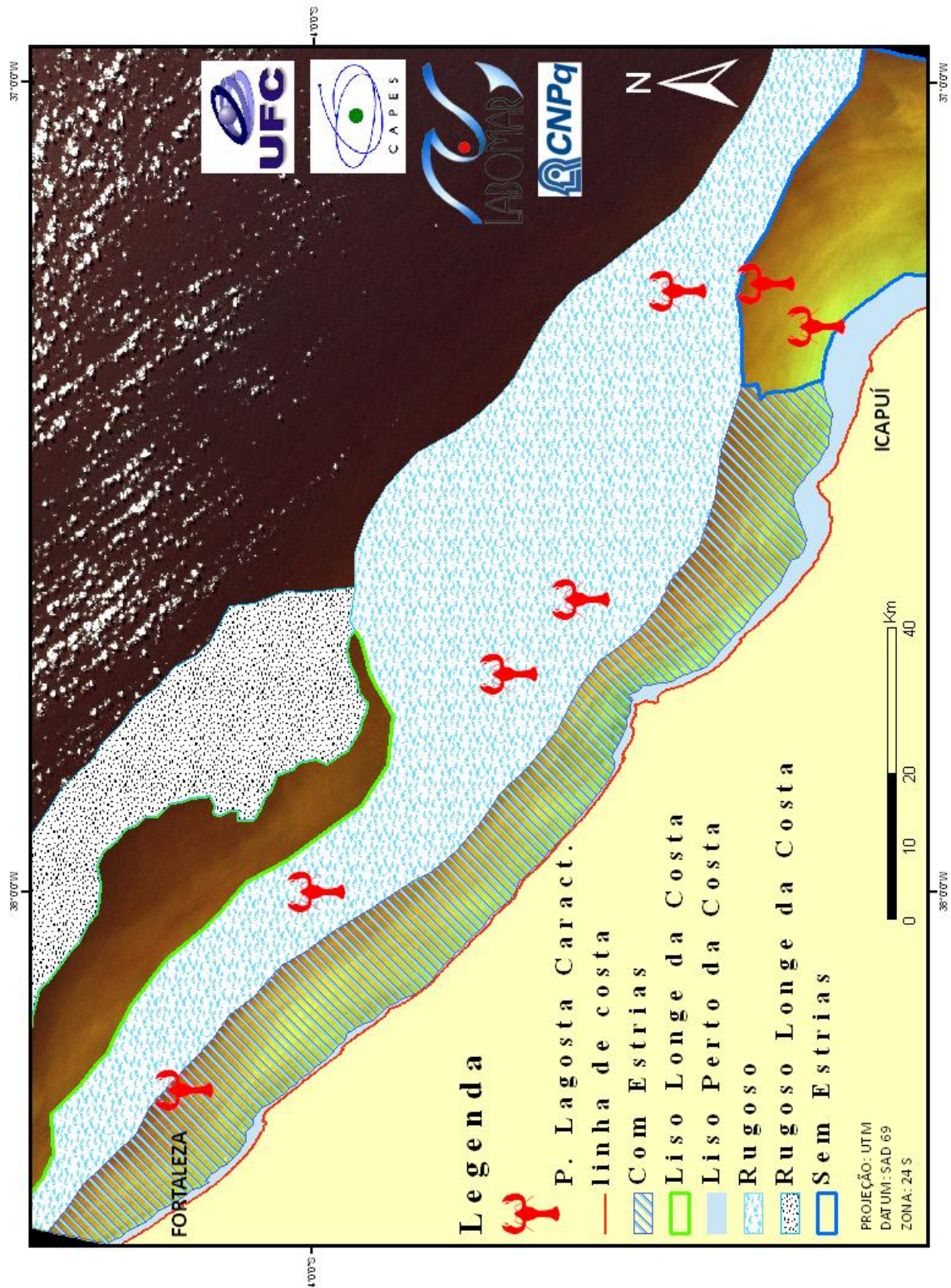


Figura 24 – Compartimentos da Plataforma Continental do Litoral Leste – CE.

### 5.3. Caracterização dos Pontos de Análise

Os pontos caracterizados estão distribuídos ao largo da PCL do Estado do Ceará abrangendo as localidades onde a pesca da lagosta é mais representativa.

Os pontos escolhidos foram caracterizados de acordo com a metodologia descrita acima. As filmagens dos pontos serão apresentadas aqui dispostas em frames, mas em formato eletrônico serão disponibilizadas em formato .avi.

#### 5.3.1. Ponto 1

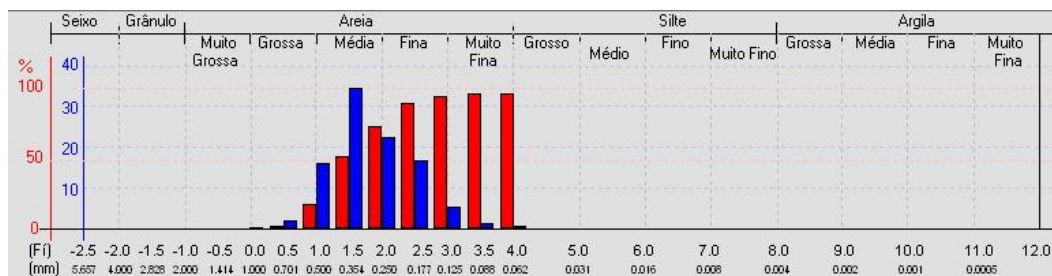
O ponto 1 localiza-se a uma distância de seis milhas náuticas, ou 12,16 Km da praia de Iguape, município de Aquiraz, litoral leste do Ceará. A profundidade registrada foi de 15m, com amplitude de maré entre 0,4 e 2.7m.

Esse ponto foi caracterizado durante a primeira saída de campo realizada no mês de maio de 2006. Foi utilizado o amostrador tipo *Van Venn* para a coleta de sedimento (Figura 25).



**Figura 25** – Coletor de amostras de sedimento tipo Van Venn.

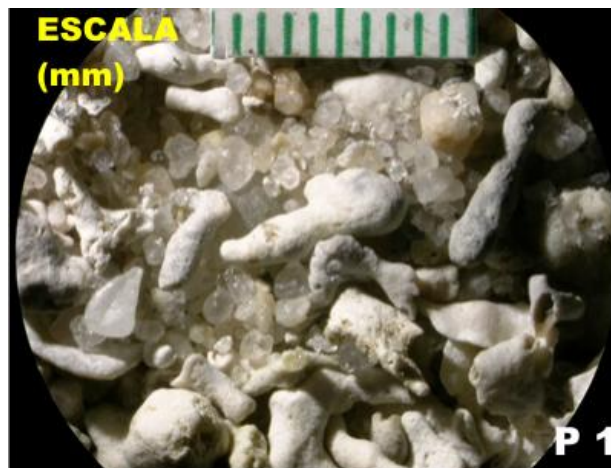
O gráfico a seguir mostra a composição da amostra de sedimento retirada nesse ponto mostrando que a distribuição dos grãos vai de “muito finos” a “areia grossa” (Figura 26).



**Figura 26** - Gráfico da distribuição do tipo de sedimento da amostra do Ponto 1.

De acordo com o procedimento feito em laboratório o teor de carbonato de cálcio para essa amostra foi de 61,63%.

Uma foto da amostra feita em estereoscópio mostra melhor a espessura dos grãos de areia e os fragmentos de conchas e de carapaças de crustáceos (Figura 27).



**Figura 27** - Foto da amostra de sedimento do Ponto 1.

De acordo com as imagens capturadas pelo ROV o Ponto 1 se apresenta da seguinte forma: (Figura 28).



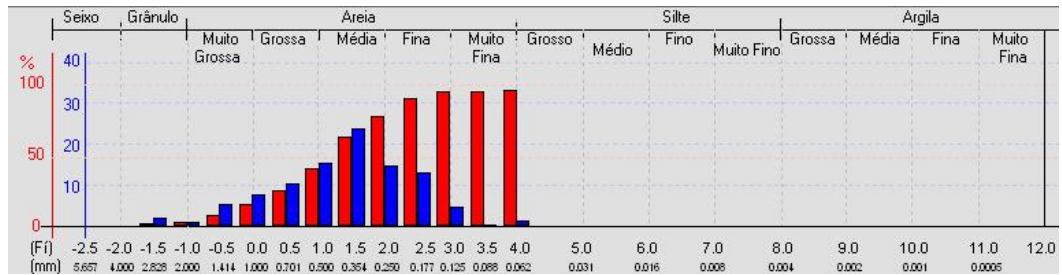
**Figura 28** – Frames do ponto 1, filmado pelo ROV – Plataforma Continental do Litoral Leste – CE.

Nos frames percebe-se visualmente que o sedimento não é muito calcáreo, mas mesmo assim, apresenta uma sequência de algas do tipo *Halimeda sp*, deixando claro que o ambiente é propício para a pesca da lagosta, já que foi marcado um ponto com essa descrição e através da imagens percebe-se a confirmação dessa informação.

### 5.3.2. Ponto 2

O ponto 2 localiza-se a uma distância de treze milhas náuticas, ou 24 Km da Prainha do Canto Verde, município de Beberibe, litoral leste do Ceará. A profundidade registrada foi de 16m, com amplitude de maré entre 0,4 e 2,7m.

Esse ponto também foi caracterizado durante a primeira saída de campo realizada no mês de maio de 2006, apresentando o gráfico abaixo da amostra de sedimento coletada (Figura 29).



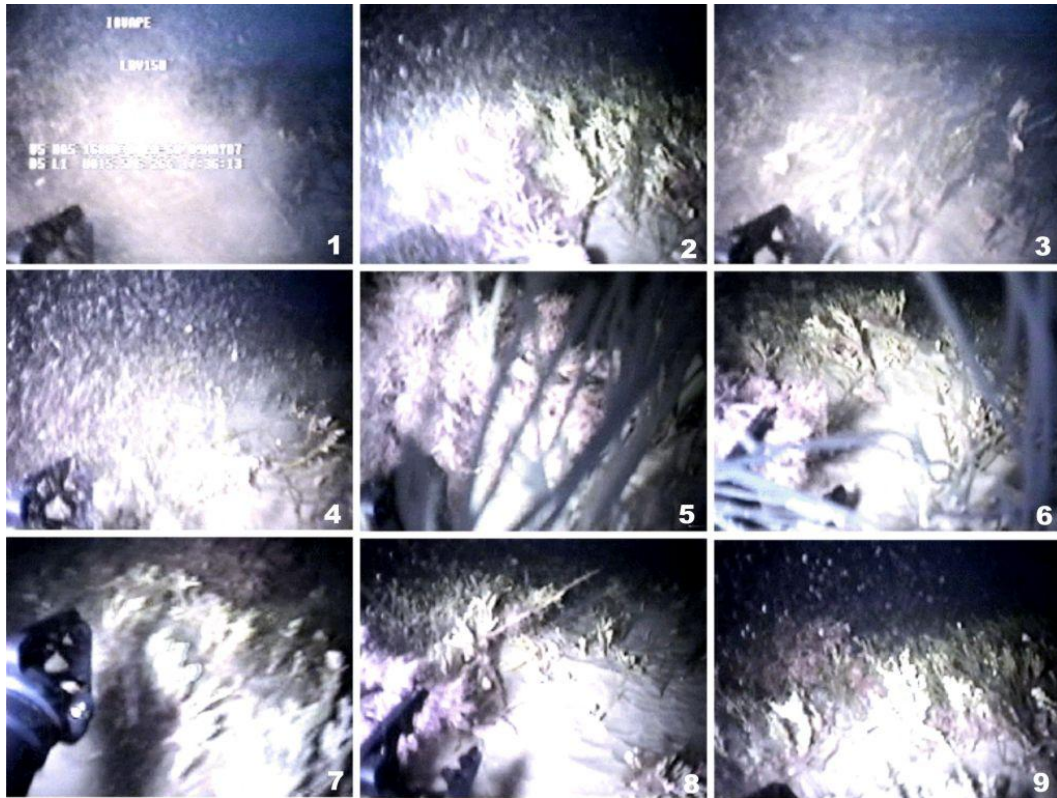
**Figura 29** - Gráfico da distribuição do tipo de sedimento da amostra do Ponto 2.

A distribuição granulométrica também se estende de areia muito fina até areia muito grossa, apresentando um teor de carbonato de 62,28%. Essa amostra também foi fotografada em estereoscópio (Figura 30).



**Figura 30** - Foto da amostra de sedimento do Ponto 2

De acordo com as imagens capturadas pelo ROV o Ponto 2 se apresenta da seguinte forma: (Figura 31).



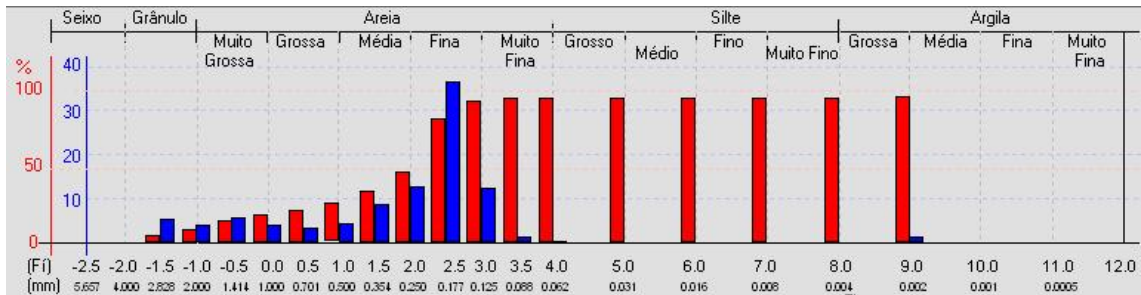
**Figura 31** – Frames do ponto 2, filmado pelo ROV a noite – Plataforma Continental do Litoral Leste – CE.

Apesar de ter sido filmado já a noite, o ponto 2 mostra a intensa vegetação de algas calcárias, reafirmando o ponto como cenário de pesca de lagosta. A alga em foco também é do tipo *Halimeda*

### 5.3.3. Ponto 3

O ponto 3 localiza-se a uma distância de onze milhas náuticas, ou 19,59 Km da praia de Fortim, município de Aracati, litoral leste do Ceará. A profundidade registrada foi de 15,3m, com amplitude de maré entre 0,4 e 2,7m. Apresenta o gráfico abaixo para a distribuição de sedimento (Figura 32).





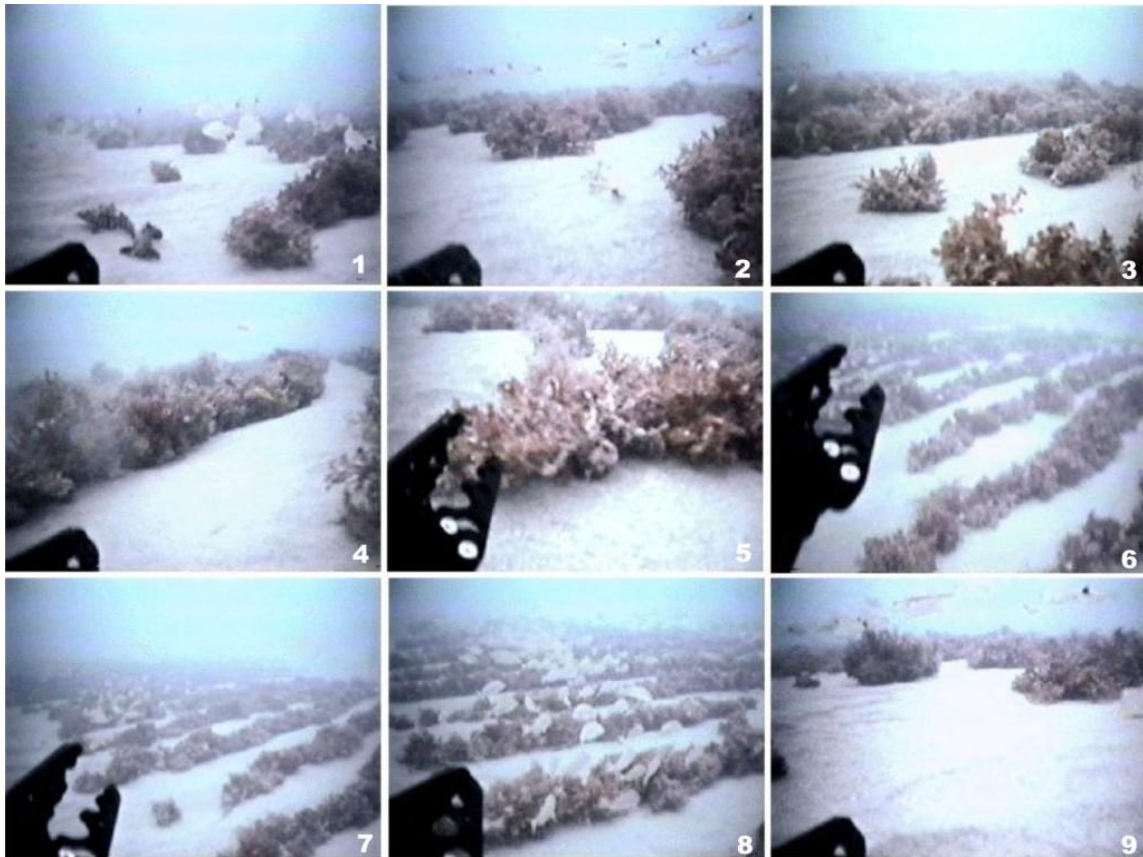
**Figura 32** - Gráfico da distribuição do tipo de sedimento da amostra do Ponto 3.

A distribuição mais espaçada vai de areia muito fina a grânulo, levando em consideração que o teor de Carbonato foi de 94,41% a foto da amostra deixa claro a definição desses grânulos (Figura 33).



**Figura 33** - Foto da amostra de sedimento do Ponto 3.

A caracterização feita pelo ROV é mostrada a seguir (Figura 34).



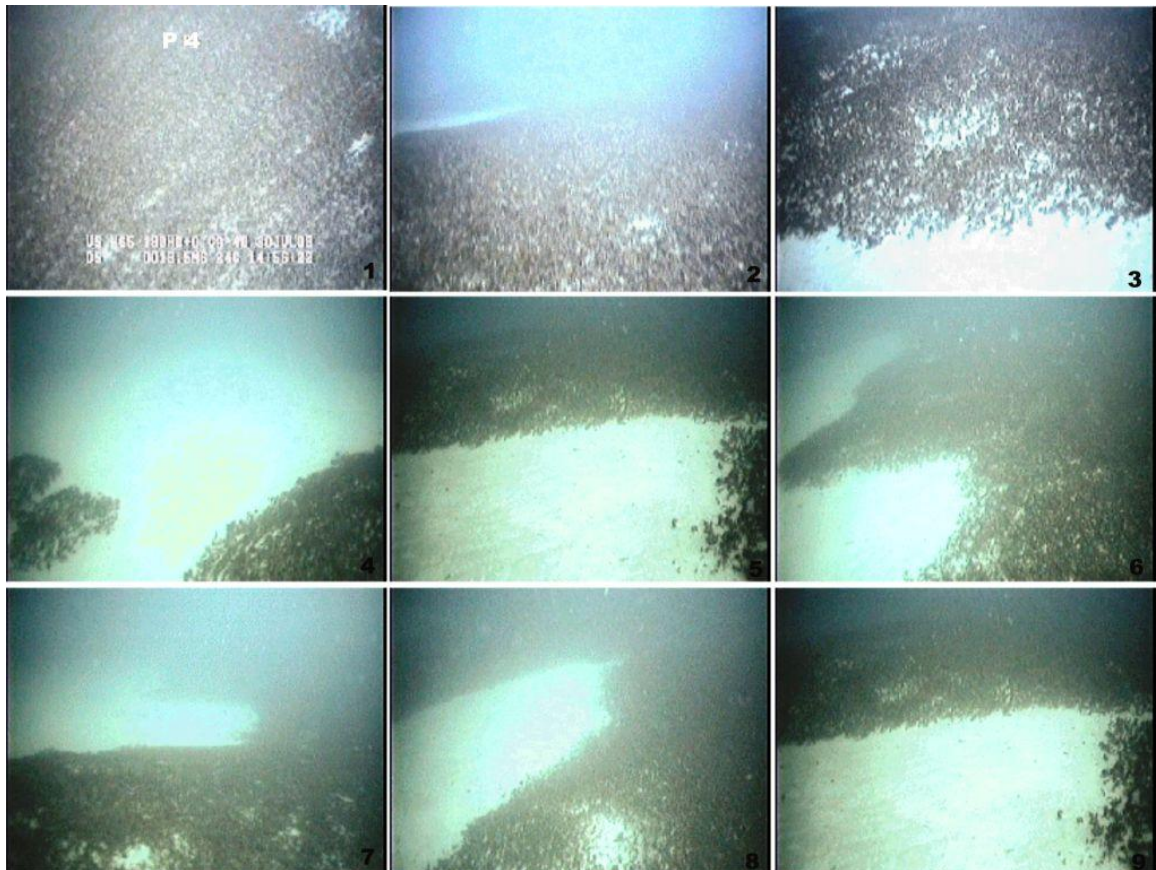
**Figura 34** – Frames do ponto 3, filmado pelo ROV – Plataforma Continental do Litoral Leste – CE.

A imagem mostra todo o ambiente que envolve o ponto 3, com sua respectiva fauna, flora e também o fundo oceânico e suas feições e formações. Podemos observar o alinhamento das algas sobrepostas a concreções rochosas que também contribuem para a formação do sedimento ao seu redor. Essas algas são *Halimeda*, presentes numa densidade populacional significativa em toda a Plataforma Continental Leste e na maioria dos pontos de lagosta estudados aqui.

#### 5.3.4. Ponto 4

O ponto 4 localiza-se a uma distância de dez milhas náuticas, ou 19,88 Km da praia de Fortim, município de Aracati, litoral leste do Ceará. A profundidade registrada foi em torno de 20m, com amplitude de maré entre 0,4 e 2,7m.

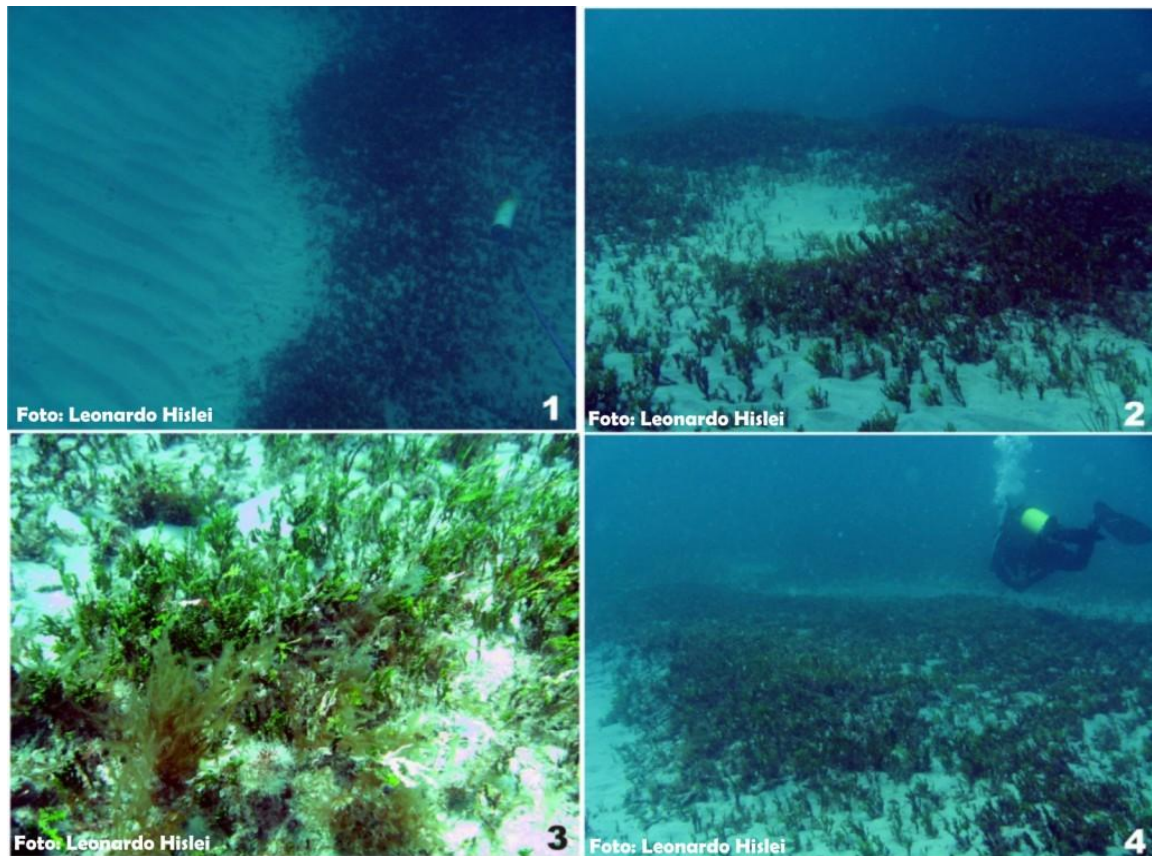
Não foi coletada amostra para esse ponto. A caracterização aqui foi feita com o ROV e fotos sub (Figura 35).



**Figura 35** – Frames do ponto 4, filmado pelo ROV – Plataforma Continental do Litoral Leste – CE

Este ponto pode ser chamado de ambiente típico de pesca de lagosta. Repleto de algas calcárias, com pequenos espaços de areia, pode-se perceber detalhadamente a visibilidade turva da água, o que indica a forte corrente presente no local com bastante material em suspensão.

O mergulho realizado no ponto também mostra o tipo de sedimento encontrado aqui (Figura 36).



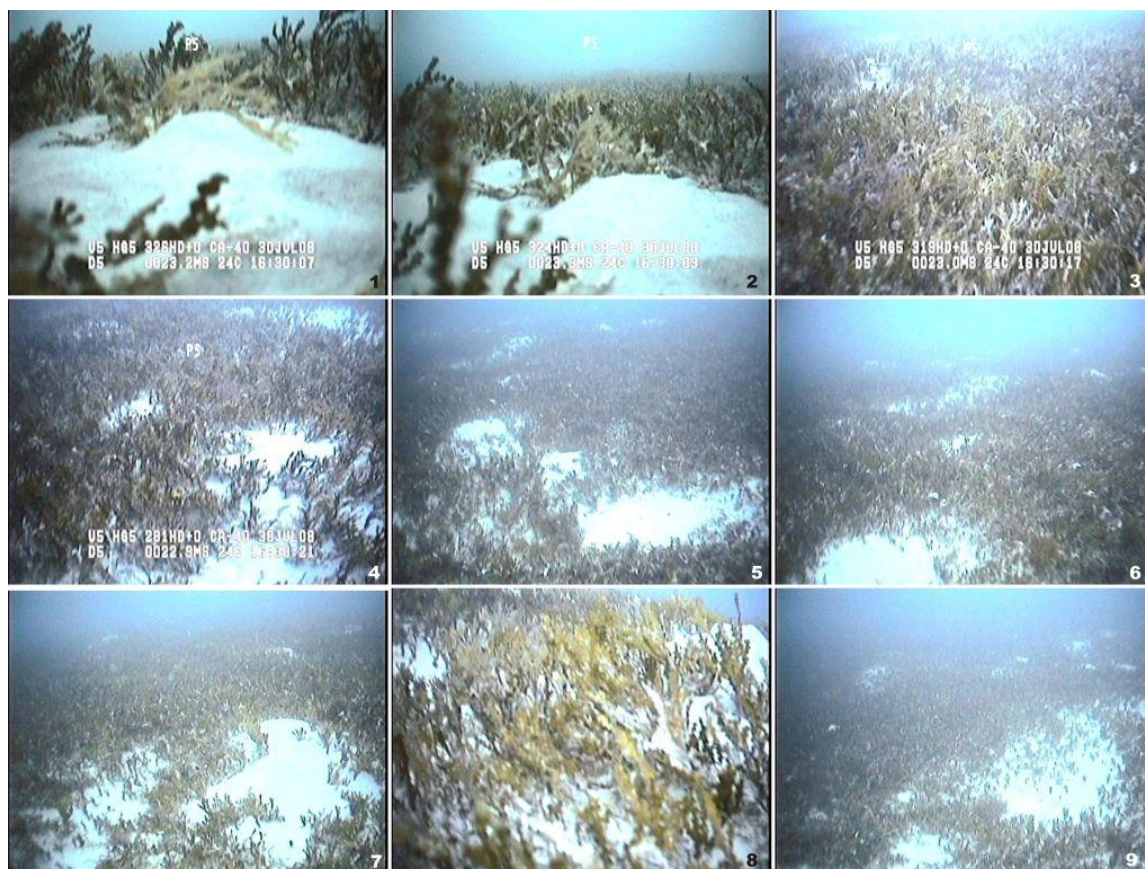
**Figura 36** – Fotos do ponto 4 – Plataforma Continental do Litoral Leste – CE

No frame 3 da foto acima, em detalhe, a alga abundante nesses ambientes de pesca de lagosta: a *Halimeda*. O ponto mostra uma vegetação densa dessa alga com intervalos de areia misturada a pequenos fragmentos de conchas.

### 5.3.5. Ponto 5

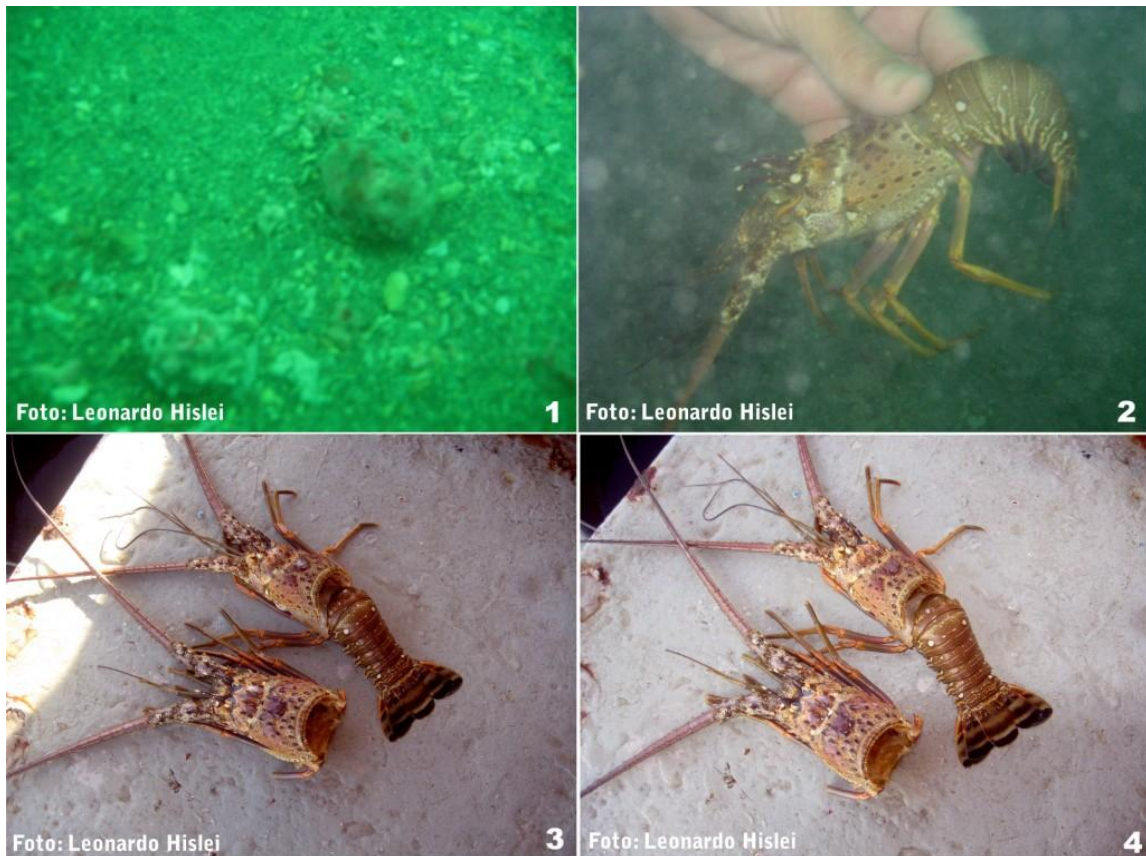
O ponto 5 localiza-se a uma distância de oito milhas náuticas, ou 15,79 Km da praia de Icapuí, divisa do Estado do Rio Grande do Norte, litoral leste do Ceará. A profundidade registrada foi de 14,5m, com amplitude de maré entre 0,4 e 3,0m.

Não foi coletada amostra para esse ponto. A caracterização aqui foi feita com o ROV e fotos sub (Figura 37).



**Figura 37** – Frames do ponto 5, filmado pelo ROV – Plataforma Continental do Litoral Leste – CE

Apesar de não encontrarmos lagostas vivas, nesse ponto nos deparamos com uma carapaça inteira de lagosta, dando indícios de sua presença aqui (Figura 38).



**Figura 38** – Fotos do ponto 5, – Plataforma Continental do Litoral Leste – CE

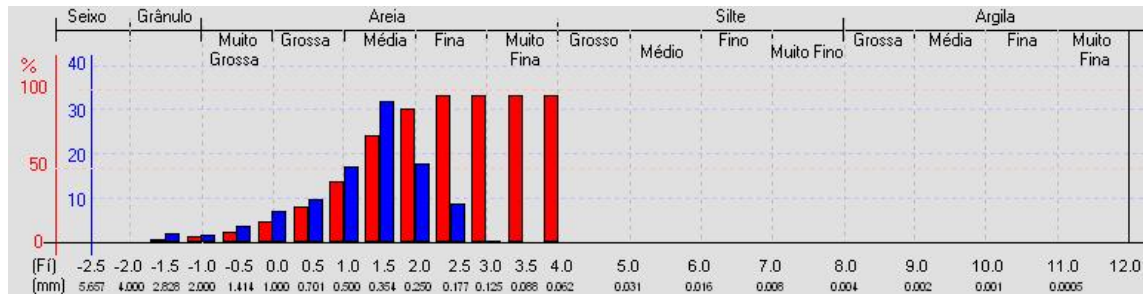
O quadro 1 da figura 38 mostra nitidamente o tipo de sedimento do ponto 5, que se apresenta com muito cascalho.

### 5.3.6. Ponto 6

O ponto 6 localiza-se a uma distância de cinco milhas náuticas, ou 9,2 Km do ponto 5, em frente a praia de Icapuí que fica na divisa do Estado do Rio Grande do Norte, litoral leste do Ceará.

A profundidade registrada foi de 16m, com amplitude de maré entre 0,4 e 3,0m.

Nesse ponto foi coletada amostra de sedimento com o amostrador pontual citado acima, apresentando o gráfico de granulometria a seguir (Figura 39).

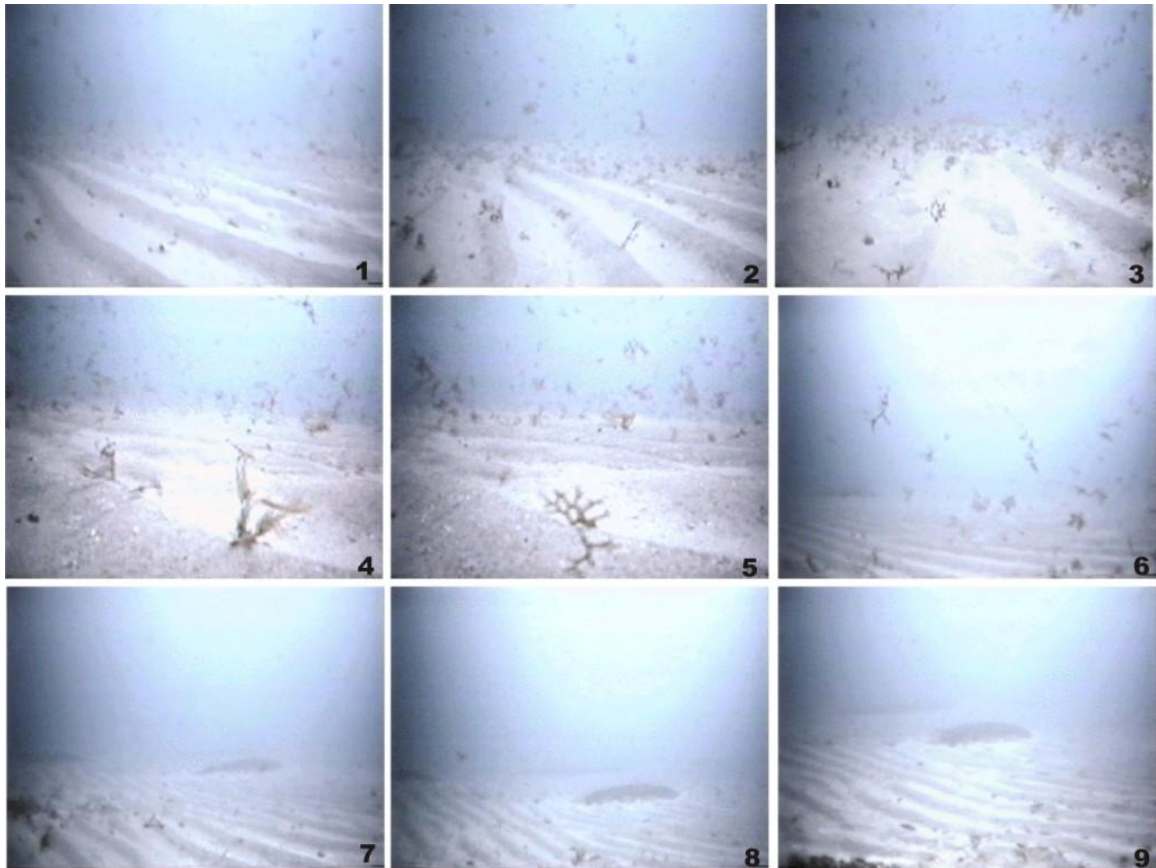


**Figura 39** - Gráfico da distribuição do tipo de sedimento da amostra do ponto 6.

O ponto 6 foi escolhido como ponto controle para esse trabalho. Apresenta uma quantidade de Carbonato de Cálcio muito baixa se comparada aos outros pontos de pesca de lagosta amostrados, com valor de 30,81%, e o gráfico de sedimento com variação de “Areia fina” a “Areia muito grossa” e um pouco de “Grânulo”, indica a falta de elementos que compõem o fundo de pesca de lagosta. Isso fica claro também na foto da amostra, além da filmagem do ROV (Figuras 40 e 41).



**Figura 40** - Foto da amostra de sedimento do ponto 6.



**Figura 41** – Frames do ponto 6, filmado pelo ROV – Plataforma Continental do Litoral Leste – CE

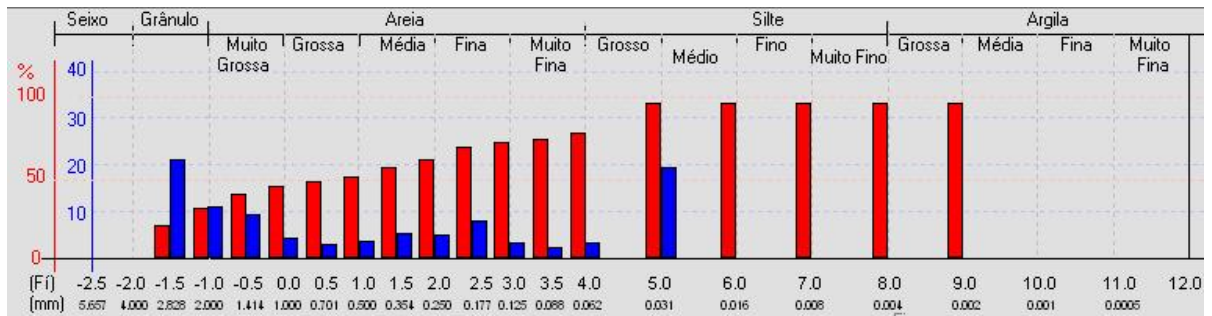
#### 5.3.7. Ponto 7

O ponto 7 localiza-se a uma distância de sete milhas náuticas ou 13 Km do ponto 6, e a 32 Km (dezessete milhas náuticas) da praia de Icapuí, divisa do Estado do Rio Grande do Norte com o Ceará.

A profundidade registrada foi em torno de 25m, com amplitude de maré entre 0,4 e 3,0m.

Esse ponto apresentou um alto índice de Carbonato de Cálcio, 98,34%, com o gráfico de granulometria indicando claramente esse índice e a foto da amostra também (Figuras 42 e 43).



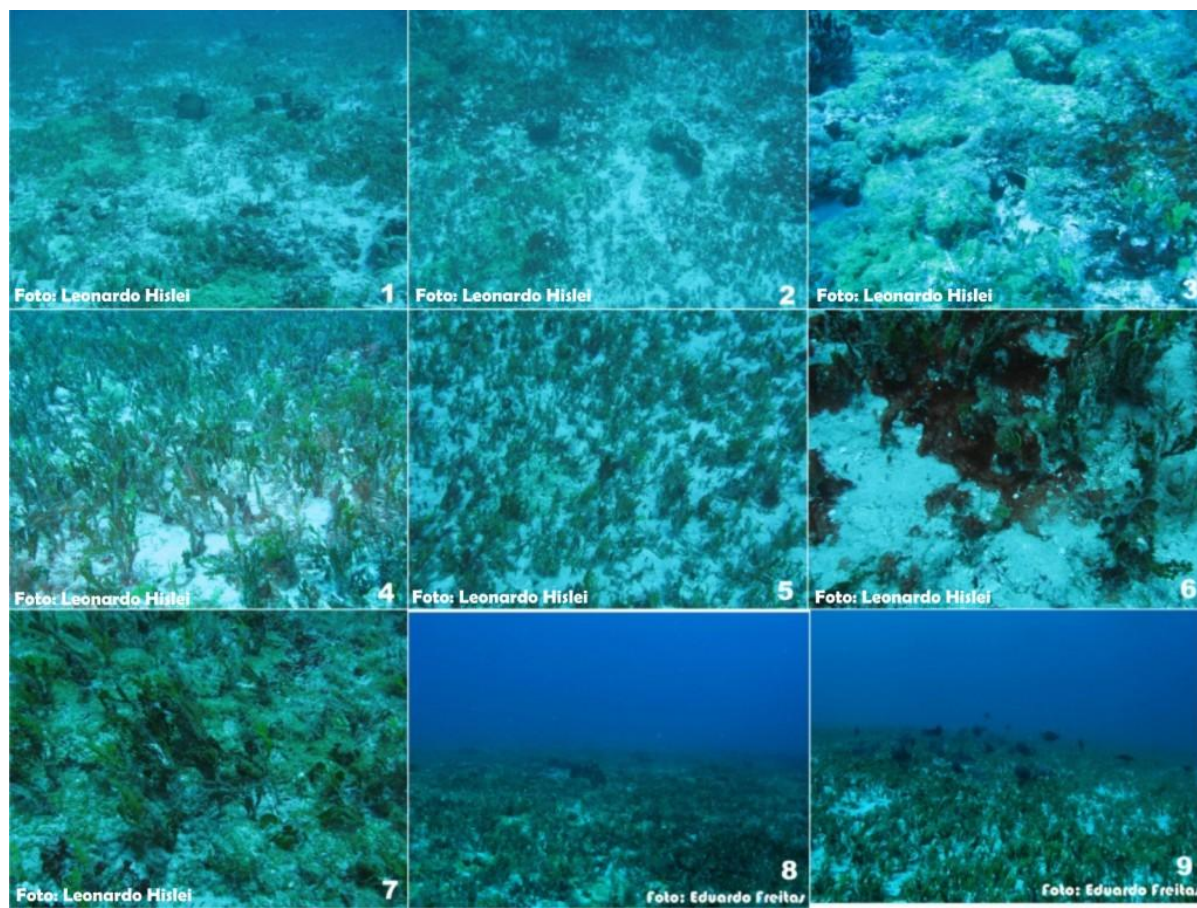


**Figura 42** - Gráfico da distribuição do tipo de sedimento da amostra do Ponto 7.



**Figura 43** - Foto da amostra de sedimento do Ponto 7.

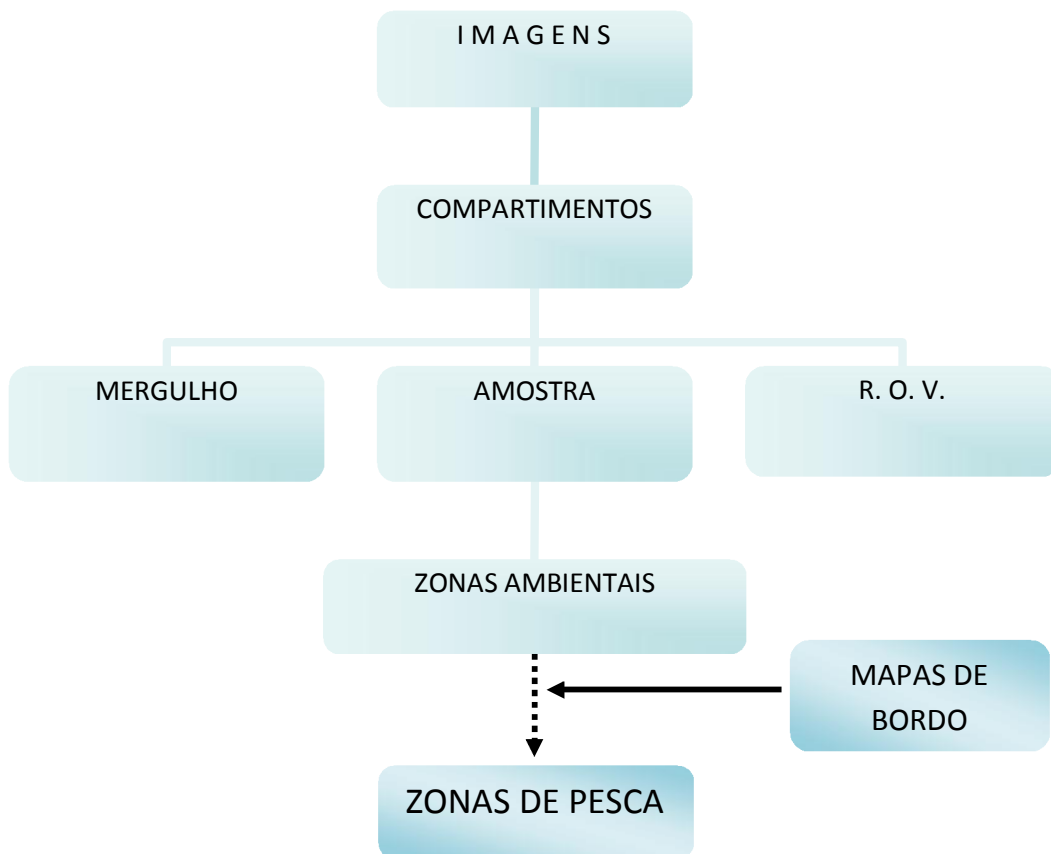
Esse ponto foi documentado por mergulho e filmagem sub com câmera (Figura 44). Por ser já muito longe da costa, o ponto apresenta características diferentes das apresentadas aqui até agora. A presença de algas também é marcante e o fundo oceânico é muito mais calcáreo que nos demais pontos, podendo também ser observado a presença de locas de crustáceos. A fauna é riquíssima, com muitos cardumes de passagem e peixes ornamentais locais também.



**Figura 44** – Fotos do ponto 7 – Plataforma Continental do Litoral Leste – CE

#### 5.4. Estrutura do trabalho proposto

O fluxograma abaixo mostra as etapas de desenvolvimento desse trabalho para um melhor entendimento (Figura 45).



**Figura 45** – Fluxograma do desenvolvimento do trabalho proposto na Plataforma Continental do Litoral Leste do Ceará.

De acordo com a metodologia especificada e aplicada, o cruzamento de informações adquiridas por imagem de satélite com as informações in situ dos pontos de pesca de lagosta caracterizados foi exposto em forma de mapas temáticos, relacionados com os padrões de feições do substrato da Plataforma Continental Leste, obtendo-se através de mergulhos pontuais, amostragem de sedimento e principalmente, filmagem feitas pelo R. O. V., a comparação desses métodos isoladamente e em conjunto descrevendo assim, o fundo oceânico de pesca de lagosta na Plataforma Continental submersa do Estado do Ceará.

Chegamos dessa forma a uma transformação dos “compartimentos”, que são as formas reconhecidas através da imagem adquirida via satélite, em “zonas ambientais”, incluindo as áreas de pesca, caracterizadas utilizando as ferramentas e metodologia propostas (Figura 46)

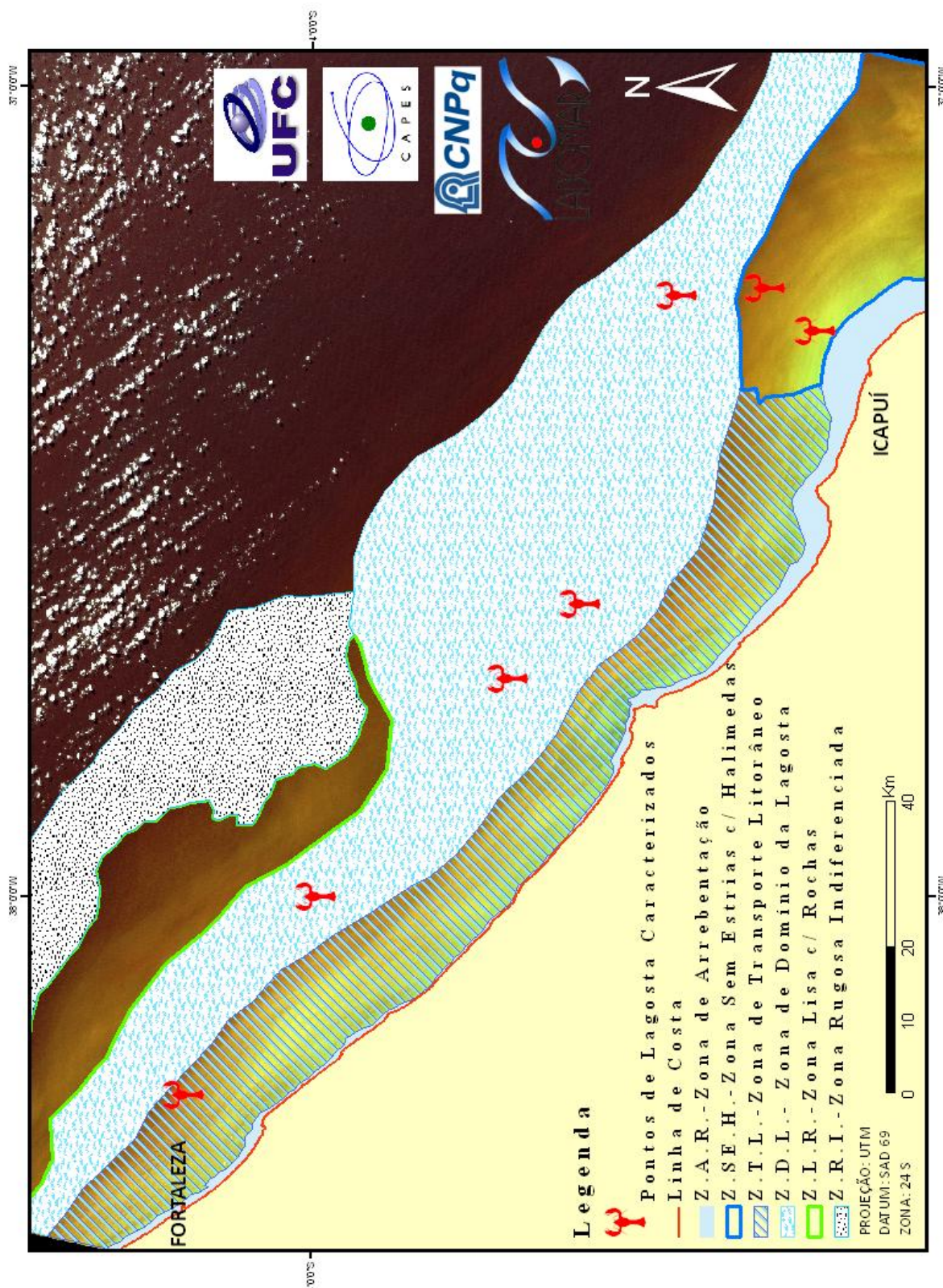


Figura 46 – Mapa Temático das Zonas Ambientais do Litoral Leste do Estado do Ceará.

O equipamento R.O.V. demonstrou completa eficiência e acurácia na sua função de caracterizar as áreas de pesca de lagosta através de filmagens e fotos, apresentando resultados

totalmente legíveis e com grau de confiabilidade indiscutíveis, já que os dados gravados contém legenda do próprio equipamento em cada ponto de mergulho e através do equipamento podemos observar o tipo de sedimento, a fauna e flora do ambiente e o padrão de corrente no momento da filmagem.

Infelizmente não foi possível integrar aqui os dados referentes à “zona de pesca de lagosta” propriamente dita, pois o sistema de mapa de bordo dos barcos de pesca é uma informação falha, no sentido de que embarques são realizados num posto de pesca, a pesca é feita em outra localização e os resultados do desembarque no mesmo posto de embarque. As anotações de bordo são descuidadas, às vezes sem veracidade, por falta de educação do pescador que deveria ter a consciência de que esses dados são de uma importância máxima, inclusive para ele mesmo. Dessa forma a estatística pesqueira não tem o grau de confiabilidade necessário para integração de dados por locais de pesca de lagosta. Sendo assim, essa informação não foi analisada (Figura 47).

SISTEMA DE MAPA DE BORDO					
<b>A) IDENTIFICAÇÃO</b>			ESPÉCIE ALVO: LAGOSTA		
			BARCO A MOTOR		
NOME DA EMBARCAÇÃO: <i>Francisco Wilsom</i>			EMPRESA/ARMADOR: NADGER		
PORTO DE SAÍDA: CAMOCIM			PORTO DE CHEGADA: CAMOCIM		
DATA DE SAÍDA: 20/10/2008			DATA DE CHEGADA: 09/11/2008		
<b>B) DADOS DE ESFORÇO</b>					
DISCRIMINAÇÃO	LANÇE Nº 01	LANÇE Nº 02	LANÇE Nº 03	LANÇE Nº 04	LANÇE Nº 05
Data do Lançamento(dia/mês)	20/10	21/10	22/10	23/10	24/10
LATITUDE( inicial) NS	02° 17"	02° 17"	02° 17"	02° 17"	02° 17"
LONGITUDE(inicial) W	40° 30"	40° 30"	40° 30"	40° 30"	40° 30"
Nome do Pesqueiro	MAR DO SERROTE				
Hora (lançamento)	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00
Nº de armadilhas(lançamento)	220	220	220	220	220
Data do Recolhimento(dia/mês)	21/10	22/10	23/10	24/10	25/10
Hora (Recolhimento)	05:00h	05:00h	05:00h	05:00h	05:00h
Nº de armadilhas(recolhimento)	220	220	220	220	220
Profundidade(m)	25m	25m	25m	25m	25m
Tipo de Fundo	Cascalho	Cascalho	Cascalho	Cascalho	Cascalho
Tipo de Isca	PIRAMUTABA	PIRAMUTABA	PIRAMUTABA	PIRAMUTABA	PIRAMUTABA
Tipo de armadilhas	MANZUÁ	MANZUÁ	MANZUÁ	MANZUÁ	MANZUÁ
<b>C) DADOS DA CAPTURA</b>					
ESPÉCIES	LANÇE Nº 01	LANÇE Nº 02	LANÇE Nº 03	LANÇE Nº 04	LANÇE Nº 05
	PESO(Kg)	PESO(Kg)	PESO(Kg)	PESO(Kg)	PESO(Kg)
ARIACÓ			1		2
BIQUARA		2		3	
CARAPITANGA					
CIOBA					
GAROUPA					
GUAIÚBAS					
GUARAJUBA					
LAGOSTA VERDE	4	4	4	5	5
LAGOSTA VERMELHA	5	7	7	7	7
LAGOSTA PINTADA					
LAGOSTA SAPATEIRA					
MARIQUITA					
PARGO VERDADEIRO					
PARGO-OLHO-DE-VIDRO					
PIRAÚNA					
POLVO					
SARAMUNETE					

Figura 47 – Mapa de Bordo do IBAMA para pesca da Lagosta, exemplo do Litoral Oeste do Ceará.

A elaboração do mapa temático mostrado aqui, integrando todas as informações levantadas cumpre os objetivos dispostos no início desse trabalho (Figura 48).

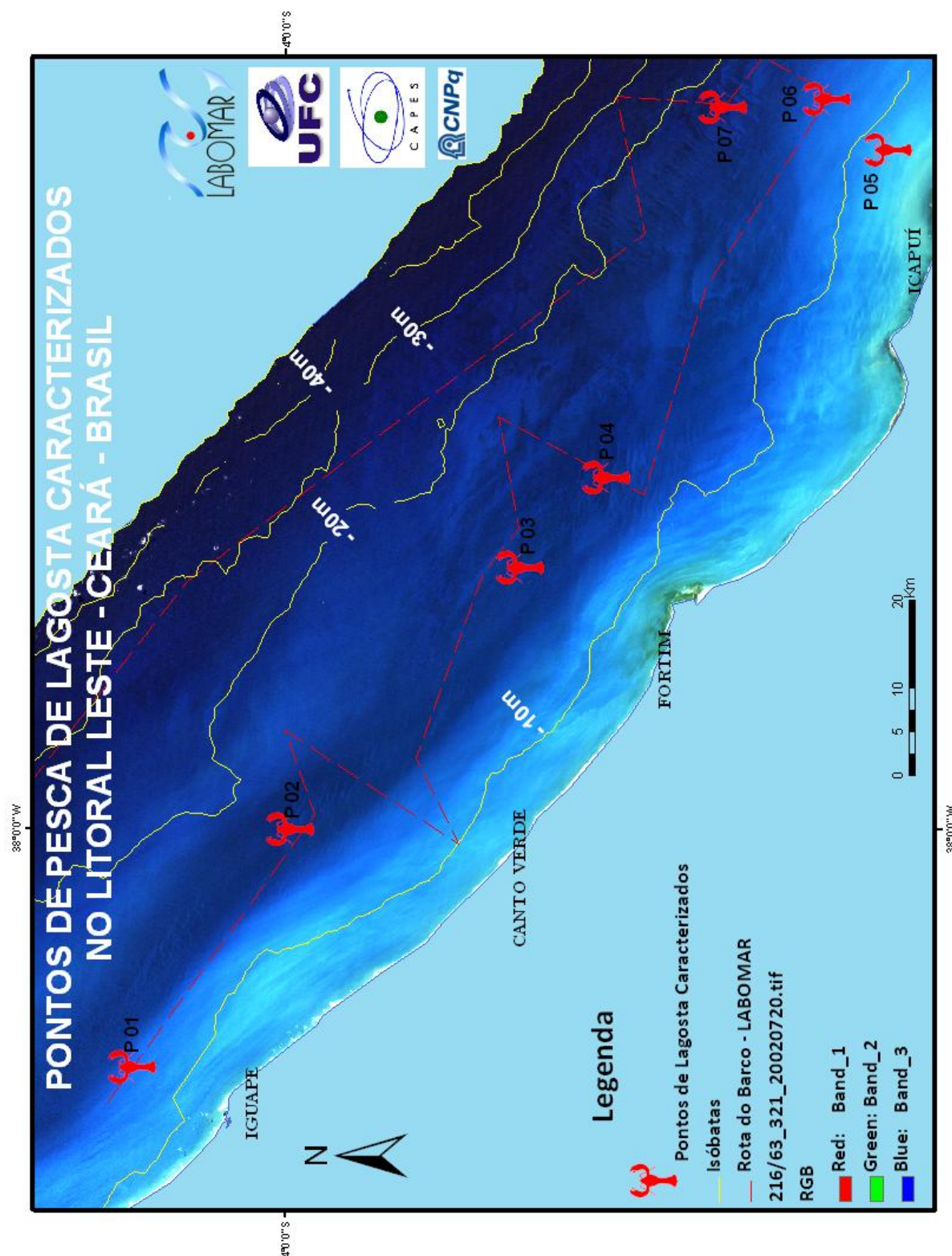


Figura 48 – Mapa dos pontos de pesca caracterizados na Plataforma Continental Leste – CE.

## 6. CONCLUSÕES

A metodologia utilizada nessa dissertação para caracterizar as áreas de pesca de lagosta mostrou-se bastante eficiente. O litoral leste do Estado do Ceará pode ser compartimentado em 6 (seis) zonas ambientais distintas a saber:

Z. A. R. – Zona de Arrebentação ou Compartimento Liso Perto da Costa: apresenta profundidade de 0 a 5m; composta por areia média; com muita turbulência; pouca visibilidade provocada por arrebentação de ondas e sem pontos de pesca de lagosta.

Z. T. L. – Zona de Transporte Litorâneo ou Compartimento Com Estrias: apresenta profundidade de 5 a 10m; composta por areia fina, areia média e cascalho; área de pesca costeira artesanal; dos pontos caracterizados aqui, apenas um se encontra nessa zona.

Z. SE. H. – Zona Sem Estrias com Halimeda ou Compartimento Sem Estrias: apresenta profundidade de 5 a 10m; composta por areia média e areia grossa, com predominância de cascalho; densa vegetação de Halimeda nos pontos de pesca de lagosta inserido nessa zona.

Z. D. L. – Zona de Domínio da Lagosta ou Compartimento Rugoso: apresenta profundidade de 10 a 20m; composta por areia fina, média, grossa e cascalho; presença de Halimeda e outras algas; área onde se localizam a maioria dos pontos de pesca de lagosta caracterizados aqui e onde há uma predominância da pesca desse recurso pesqueiro.

Z. L. R. – Zona Lisa com Rochas ou Compartimento Liso Longe da Costa: apresenta profundidade de 20 a 30m; composto por sedimentos variando de areia fina a areia grossa; área de mergulho autônomo com presença de naufrágios e formações naturais de pedra.

Z. R. I. – Zona Rugosa Indiferenciada ou Compartimento Rugoso longe da Costa: apresenta profundidade de 30 a 50m; de acordo com dados do REVIZEE, apresenta sedimentos bio-litoclásticos, areia fina, areia média, cascalho, areia grossa e com grânulos.

Com relação ao R.O.V. (Remotely Operated Vehicle), observou-se que o sistema é muito dinâmico, fácil de utilizar e cujos resultados são bastante relevantes, podendo a partir de sua aplicação em um trecho do litoral extrair as seguintes informações: fácies e textura sedimentar; estruturas sedimentares (unidirecional ou bidirecional); tipo de transporte (tração, rolamento ou suspensão); velocidade das correntes de fundo; influência das ondas no leito



submarino; extrair amostras (biológicas, físicas ou sedimentares) através da sua garra. Além dessas informações o uso do R. O. V. diminui o risco de acidentes por dispensar o mergulho autônomo sujeito às altas pressões hiperbáricas. No nosso caso, ele alcança profundidades de até 150m, sem necessidade de descompressão e podendo trabalhar ininterruptamente por vários dias inclusive à noite, devido ao seu sistema de iluminação autônoma.

Dos nossos objetivos, a única meta não alcançada foi a definição de uma Zona de Pesca, devido aos problemas detectados nos mapas de bordo de pesca de lagosta.

Adicionalmente queremos ressaltar que o R. O. V., de acordo com suas características citadas acima, pode ser aplicado em outras linhas de pesquisa da Engenharia de Pesca, tais como: ecologia de espécies comerciais, estudos comportamentais, definição de tipos de malha ou seletividade do petrecho de pesca e estudos de impactos ambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENSI, M. (2006). **Aplicação do correntometro acústico ADCP em ambientes marinhos e estuarinos do Ceará e Paraíba - Nordeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR, Universidade Federal do Ceará. 128p.
- CARANNANTE ET AL. Carbonate litofácies as paleolatitude indicators: problems and limitations. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, v. 60, p. 333-346, 1988.
- CEPENE-ICMBIOS. **Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil, Resultados - Ceará**, 2,9 - 25p. 2006. <http://www.icmbio.gov.br/cepene>.
- COUTINHO, P. N., 1996.- **Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil - Oceanografia Geológica**. Programa Revizee-SECIRM, 80p.
- COUTINHO, P. N. & MORAIS, J.O. 1970. Distribucion de los sedimentos en la plataforma continental norte y nordeste del Brasil. **Arqui. Ciênc. do Mar**. Fortaleza. 10(1): 79-90.
- COUTINHO, P. N. Sedimentos carbonáticos da Plataforma Continental Brasileira. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v.6, p. 65-73, 1995
- DIAS NETO, J.; CHAGAS, L. D.; MARUL F.º, S., 1997. **Diretrizes ambientais para o setor pesqueiro: diagnóstico e diretrizes para a pesca marítima**. Brasília, MMA, 124 p.
- FARIAS, E.G.G. (2008). **Aplicação de técnicas de geoprocessamento para a análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do Estado do Ceará**. Dissertação de Mestrado em Ciência Marinhas Tropicais - Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR, Universidade Federal do Ceará. 123p.
- FILHO W.F.S. **Domínios Morfoestruturais da Plataforma Continental do Estado do Ceará**. 2004, 300f. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS - Brasil, 2004.
- Florenzano, 2002. Tereza Gallotti - **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. Oficina deTextos, São Paulo, 2002.
- FONTELES-FILHO, A. A., Síntese sobre a lagosta-vermelha (*Panulirus argus*) e a lagosta-verde (*Panulirus laevicauda*). In: Manuel Haimovici. (Org.). A prospecção pesqueira e abundância de estoques marinhos no Brasil nas décadas de 1960 a 1990: levantamento de dados e avaliação crítica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007, p. 257-265.
- FONTELES-FILHO, A.A., 1992. Population dynamics of spiny lobsters (Crustacea:Palinuridae) in Norhteast Brazil. **Ciência e Cultura**, 44:192-196.

FREITAS NETO, J. P. **Esforço de pesca aplicado pelas embarcações lagosteiras do Estado do Ceará, no período de 1999 a 2002.** Monografia do Departamento de Engenharia de Pesca da UFC - Universidade Federal do Ceará. 45p, 2005.

HEEZEN, M. C., THARP, M. & EWING, M.-1959- The floors of the oceans. I - The North Atlantic. **The Geological Society of America.** Special Paper 65, 122 pp.

[http://www.fiec.org.br/portaly2/sites/revista/home.php?st=internal&conteudo\\_id=12403](http://www.fiec.org.br/portaly2/sites/revista/home.php?st=internal&conteudo_id=12403)

Revista fiec, on line, publicada 29/08/2007. Reportagem de Luis Henrique Campos, matéria da capa. "crise na pesca cearense".

IVO, C. T. C.; PEREIRA, J. Sinopse das principais observações sobre as lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, capturadas em águas costeiras do Brasil, entre os estados do Amapá e do Espírito Santo. Bol. Téc. Cien. do CEPENE, Tamandaré, v. 4, n. 1, p. 7-95, 1996.

IVO, C.T.C. & PEREIRA, J.A. Sinopse das principais observações sobre as lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laevicauda* (Latreille), capturadas em águas costeiras do Brasil, entre os estados do Amapá e do Espírito Santo. Boletim Técnico Científico do CEPENE, 1996.

KENNETT, J.P. 1982. **Marine Geology.** Prentice Hall Inc. , New Jersey, 752 p.

LANA, P. C. et al. **O bentos da costa brasileira. Avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858-1996).** Rio de Janeiro: FEMAR, 1996. 432p.

LESSA, R. P. , BEZERRA JR. , J. L. , & NOBREGA, M. F., **Dinâmica das frotas pesqueiras da região Nordeste do Brasil (análise das principais pescarias)- PROGRAMA REVIZEE, SUB-COMITÊ REGIONAL NORDESTE , SCORE - NE.Vol.01,UFRPE - DIMAR, 153p.**

MAIA, L.P. **Procesos costeros y balance sedimentário a lo largo de Fortaleza (NE-Brasil): Implicaciones para una gestión adecuada de la zona litoral.** 1998. 269f. Tese (Doutorado) - Programa Doctorado de Ciencias del Mar, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, Barcelona, 1998.

MORAES, E. C. Fundamentos de sensoriamento remoto. In: RUDORFF, Bernardo Friedrich Theodor; MORAES, Elisabete Caria; PONZONI, Flávio Jorge; CAMARGO JÚNIOR, Hélio; CONFORTE, Jorge Conrado; MOREIRA, José Carlos; EPIPHANIO, José Carlos Neves; MOREIRA, Maurício Alves; KAMPEL, Milton; ALBUQUERQUE, Paulo Cesar Gurgel de; MARTINI, Paulo Roberto; FERREIRA, Sérgio Henrique; TAVARES JÚNIOR, Stélio Soares; SANTOS, Vânia Maria Nunes dos (Ed.). **Curso de uso de sensoriamento remoto no estudo do meio ambiente.** São José dos Campos: INPE, 2002. p. 22. Capítulo 1. (INPE-8984-PUD/62). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.12.18>>.

PAIVA, M. P.; BEZERRA, R. C. F.; FONTELES-FILHO, A. A. Tentativa de avaliação dos recursos pesqueiros do Nordeste brasileiro. **Arq. Cien. Mar,** Fortaleza, v. 11, n. 1, p. 1-43, 1971.

SCHMIEGELOW, J.M.M. (2004). **O planeta azul: uma introdução as ciências marinhas**. Rio de Janeiro: Editora Interciência , 2004. 202p.

SOUSA, M.J.B., 1987. **Distribuição espacial e relação interespecífica das lagostas *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda* no Nordeste do Brasil**. Monografia de Graduação apresentada ao Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 33 p., Fortaleza, orientada pelo Professor Antonio Aduino Fonteles Filho.

SOUZA, R.B. (Org.). Vários Autores. **Oceanografia por Satélites**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

SUGUIO, K. **Introdução a Sedimentologia**. São Paulo. Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1973. pg. 38 - 312.

SUMMERHAYES ET AL. Upper continental margin sedimentation off Brazil. Part III: Salvador to Fortaleza, Northeastern Brazil. **Contributions to Sedimentology**, Stuttgart, v.4, p. 44-78, 1975.

TESTA, V. **Quaternary sediments of the shelf, Rio Grande do Norte, NE Brazil**. London: 411 p. Thesis dissertation in geology - royal holloway university of london, 1996.

VIANNA, M. L. Contribuição do INPE no Levantamento da Geomorfologia da Plataforma Continental Nordestina e Atol das Rocas Através de Dados de Satélites e Validação por Mergulho (Projeto TOPSUB). **Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE, p. 803-805.

VIANNA, M. L.; Solewicz, R.; Cabral, A. P.; Testa, V. Sandstream on the Northeast brazilian shelf. **Continental Shelf Research**, v. 11, n. 6, p. 509-524, 1991.