



# **LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO E PLANIALTIMÉTRICO NO RIO E NAS MARGENS DO RIO PIAUÍ**

**POVOADO CRASTO - SANTA LUZIA DO ITANHY -SE**

**RELATÓRIO FINAL**

**BATIMETRIA E NAVEGABILIDADE E LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO DAS  
MARGENS**

**DO POVOADO CRASTO**

FEVEREIRO DE 2019  
ARACAJU - SERGIPE

| ÍNDICE DE REVISÕES |                                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| REV.               | DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 0                  | EMISSÃO INICIAL                 |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                    | REV. 0                          | REV. A | REV. B | REV. C | REV. D | REV. E | REV. F | REV. G | REV. H |
| DATA               | 21/02/2019                      |        |        |        |        |        |        |        |        |
| PROJETO            | GEOTERRA                        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| EXECUÇÃO           | JONAS                           |        |        |        |        |        |        |        |        |
| VERIFICAÇÃO        | MILENA                          |        |        |        |        |        |        |        |        |
| APROVAÇÃO          | MILENA                          |        |        |        |        |        |        |        |        |

---

## REALIZAÇÃO

---

### COBRAPE-CIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS LTDA

CNPJ/MF: 58.645.219/0001-28

Endereço: Rua Capitão Antônio Rosa, nº 406 – Jardim Paulistano – São Paulo/SP

---

## EXECUÇÃO

---

### GEOTERRA CONSULTORIA EM GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE LTDA

CNPJ/MF: 28.775.663/0001-05

Endereço: Rua José Ribeiro Bonfim, 275 – Pereira Lobo – Aracaju/SE Brasil CEP: 49052-300

E-mail: geoterra.diretoria@gmail.com

---

## Direção Técnica

---

### Milena Prado Fontes

Doutoranda em Geologia Ambiental. Mestre em Geociências. Geóloga. Sanitarista Ambiental.

CREA: 2710651661/SE

CTF - IBAMA Nº. 2059327– Válido até 11/05/2019.

---

## Equipe Técnica

---

### Jonas Ricardo dos Santos (Elaboração)

Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Mestre em Geodinâmica e Geofísica.  
Oceanógrafo

### Geraldo dos Anjos Rios Filho (Apoio técnico)

Mestrando em Dinâmica da Terra e dos Oceanos. Oceanógrafo

### Cezar Henrique Barreto (Apoio técnico)

Estagiário em Geologia

## SUMÁRIO

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                                               | 8  |
| 2. OBJETIVOS .....                                                | 9  |
| 3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....                            | 9  |
| 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....                         | 11 |
| 4.1. Precipitação Pluviométrica .....                             | 12 |
| 4.2. Marés.....                                                   | 14 |
| 4.3. Caracterização Geológica e Geomorfológica .....              | 16 |
| 4.4. Bacia Hidrográfica do Rio Piauí.....                         | 20 |
| 5. METODOLOGIA .....                                              | 20 |
| 5.1. Levantamento de dados secundários previamente ao campo ..... | 21 |
| 5.2. Levantamento de dados de campo .....                         | 21 |
| 5.2.1. Levantamentos Batimétricos.....                            | 21 |
| 5.2.2. Dados das Marés.....                                       | 24 |
| 5.2.3. Levantamento Planialtimétrico.....                         | 27 |
| 5.3. Processamento dos Dados .....                                | 27 |
| 5.4. Equipamentos Utilizados.....                                 | 29 |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....                                  | 31 |
| 6.1. Variações das Marés .....                                    | 31 |
| 6.2. Batimetria do Rio Piauí .....                                | 32 |
| 6.2.1. Batimetria da Preamar de Sízigia .....                     | 32 |
| 6.2.2. Batimetria da Baixamar de Sízigia .....                    | 34 |
| 6.2.3. Perfis Batimétricos.....                                   | 36 |
| 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....                               | 40 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                | 41 |
| 9. ANEXOS.....                                                    | 42 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Localização da área de estudo, região sul do estado de Sergipe. O quadrado em vermelho é a localidade de estudo localizada no estuário do rio Piauí. ....               | 10 |
| Figura 2 - Localização das locais realizados os levantamentos batimétricos na região do estuário do rios Piauí, povoados Castro.....                                               | 11 |
| Figura 3 - A bacia hidrográfica do rio Piauí no contexto das bacias hidrográficas de Sergipe. Fonte: SRH/SEMARH/Governo de Sergipe.....                                            | 12 |
| Figura 4 - Precipitação média mensal (mm) na bacia do rio Piauí.....                                                                                                               | 13 |
| Figura 5 - Precipitação média anual (mm) na bacia do rio Piauí (1985-2004). ....                                                                                                   | 13 |
| Figura 6 - Precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas dos rios Real e Piauí.....                                                                                          | 15 |
| Figura 7 - Geologia das bacias hidrográficas do rio Piauí e Real.....                                                                                                              | 18 |
| Figura 8 - Geomorfologia das bacias hidrográficas do Rio Piauí e Real.....                                                                                                         | 19 |
| Figura 9 – Rotas de levantamentos de dados batimétrico realizados no povoado Crasto...22                                                                                           |    |
| Figura 10 – Esquema de funcionamento do ecobatímetro utilizado nos levantamentos. ....                                                                                             | 23 |
| Figura 11 - Equipamentos utilizados: tela de visualização da Ecossonda; GPS (branco); Sonar da ecossonda (preto).....                                                              | 23 |
| Figura 12 - Esquema do funcionamento do ecobatímetro monofeixe. As linhas indicam o sinal emitido e o seu retorno ao equipamento. – Fonte: Adaptado de PENROSE et al. (2005). .... | 24 |
| Figura 13. Equipamentos utilizados em campo. ....                                                                                                                                  | 30 |
| Figura 14 – Mapa batimétrico do rio Piauí na condição de Preamar média de sizígia em frente ao povoado Crasto.....                                                                 | 33 |
| Figura 15 - Mapa batimétrico do rio Piauí na preamar de sizígia com destaque para o canal principal entre 9 e 12 m.....                                                            | 34 |
| Figura 16 - Mapa batimétrico do rio Piauí na condição de maré mínima de sizígia. Em amarelo são indicados os bancos emersos. ....                                                  | 36 |
| Figura 17 - Localização dos perfis batimétricos transversais do estuário do Rio Piauí. ....                                                                                        | 38 |
| Figura 18 - Perfis batimétricos em frente ao povoado Crasto ilustrando a morfologia de fundo. ....                                                                                 | 39 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Valores de altura da maré para o período do levantamento em cm. ....  | 25 |
| Tabela 2. Dados de maré do Rio Piauí no Povoado Crasto, levantados in loco. .... | 26 |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| ANEXO 1. Relatório da Diretoria de Hidrografia e Navegação ..... | 43 |
| ANEXO 2. Dados de vértices Intervisíveis .....                   | 44 |
| ANEXO 3. Planta Planialtimétrica.....                            | 45 |
| ANEXO 4. Planta Batimétrica.....                                 | 46 |
| ANEXO 5. Planta Planialtimétrica e Batimétrica .....             | 47 |
| ANEXO 6. Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).....         | 48 |

## APRESENTAÇÃO

O presente documento constitui o Levantamento Batimétrico cumprindo o preconizado na categoria b, conforme normam-25, portaria nº 159 /DHN, de 24 de agosto de 2017. Levantamento Topográfico planialtimétrico georreferenciado cadastral com perfilagem topográfica das margens e assoalho marinho das orlas estuarinas do povoado de Crasto, em Santa Luzia do Itanhhy (SE).

Os estudos batimétricos têm por base realizar as medições de profundidades associadas a uma posição da embarcação na superfície da água, necessárias em áreas marítimas, fluviais, em lagoas e em canais naturais ou artificiais, navegáveis ou não, visando à representação destas áreas em uma carta.

O levantamento planialtimétrico das margens apresenta a realidade em local, considerando a posição georreferenciada (latitude e longitude), as dimensões horizontais, perímetros e dimensões das margens, considerando a maré mais baixa de sizígia.

Os estudos foram realizados num período de maré mais baixa de sizígia, com uma fase de lua cheia, conforme normam-25, portaria nº 159 /DHN, de 24 de agosto de 2017. Os serviços de campo foram realizados nos dias 18, 19, 23, 14 e 25 de janeiro.

## 1. INTRODUÇÃO

Os rios do Estado de Sergipe apresentam amplos estuários e se caracterizam pelo desenvolvimento de barras de desembocaduras arenosas em uma zona costeira com o predomínio da ação de ondas e correntes litorâneas. As desembocaduras fluviais apresentam uma grande mobilidade lateral promovendo a erosão das margens e a porção externa das barras representa um sério obstáculo à navegação, restringindo o acesso de embarcações de maior calado.

Este trabalho tem por objetivo caracterizar um pequeno trecho dos rios Real e Piauí, ambos localizados no extremo sul do Estado de Sergipe e que se unem nas imediações da linha de costa formando uma única foz. Este estudo consistiu em desenvolver um estudo batimétrico, a partir do levantamento de dados em campo para análise das condições de navegabilidade e, do levantamento planialtimétrico das margens de um trecho do trecho no Rio Piauí no Povoado Castro, município de Santa Luzia do Itanhy.

O estudo abrangeu o detalhamento batimétrico e planialtimétrico destas duas áreas previamente selecionadas para análise da profundidade do leito do rio e de suas margens respectivamente.

Com relação aos estudos batimétricos foram realizadas análises da profundidade destes dois locais, tendo como resultado da batimetria as profundidades reduzidas à média das baixa-mares de sizígia, que é a condição de pior navegabilidade, bem como para as preamares de sizígia, que significa as melhores condições de navegabilidade. Desta forma, o levantamento batimétrico foi reduzido à média das baixa-mares de sizígia e também as preamares de sizígia para uma melhor avaliação das profundidades destas áreas.

O levantamento planialtimétrico pode caracterizar as cotas e coordenadas geográficas (latitude/longitude) das margens com a finalidade de complementar as cotas batimétricas, consistindo em acompanhar e entender a dinâmica de aporte sedimentar das margens ao rio e vice-versa.

## 2. OBJETIVOS

---

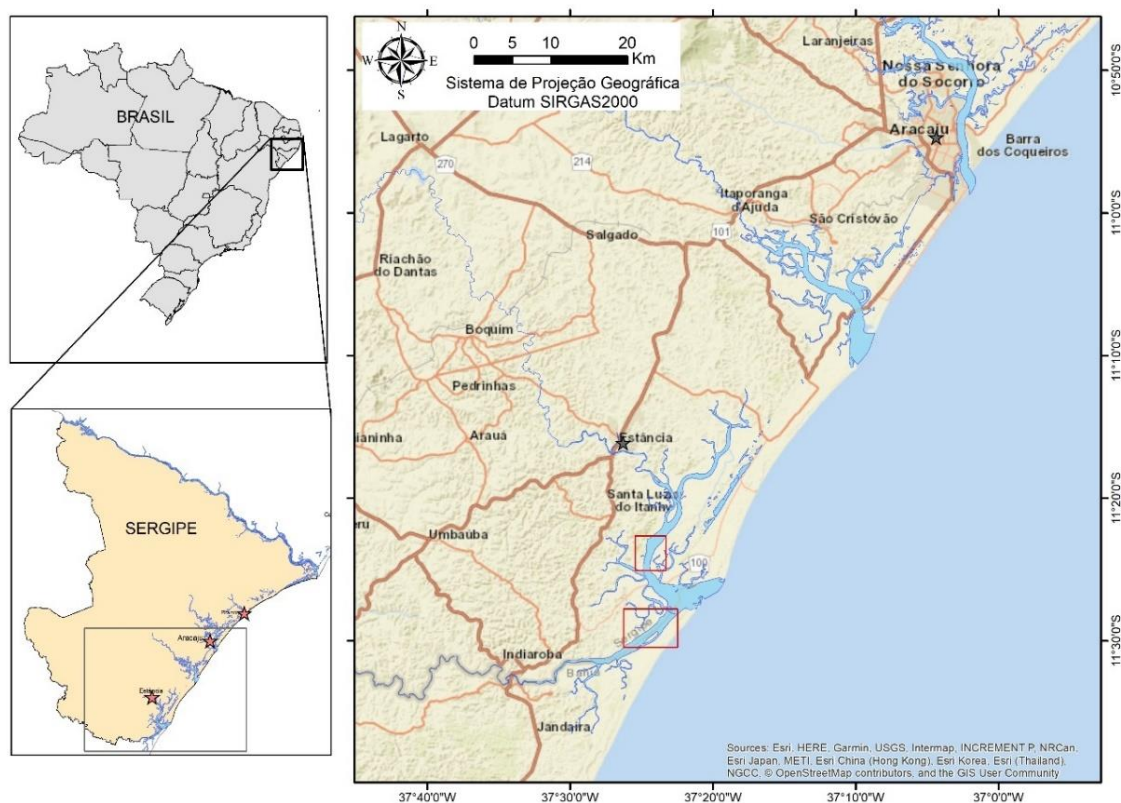
O trabalho objetivou realizar o levantamento batimétrico do canal do rio Piauí, em frente ao povoado Crasto (Área Total - 110.650,55 m<sup>2</sup>), bem como realizar o levantamento planialtimétrico das margens dessas mesmas áreas. Os objetivos específicos podem ser descritos abaixo:

- Realizar levantamento batimétrico de um trecho do rio Piauí;
- Realizar o levantamento planialtimétrico das margens do rio no povoado Crasto;
- Elaborar mapas da batimetria para o nível de maré alta e baixa de sizígia;
- Identificar o canal de navegação para a preamar de sizígia;
- Identificar o canal de navegação para baixa-mar de sizígia;
- Unir informações batimétricas e planialtimétricas e relacionar o aporte sedimentar do rio às margens e vice-versa.

## 3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

---

A região estudada localiza-se na região costeira do extremo Sul do Estado de Sergipe, no trecho do canal (estuário) do rio Piauí (Figura 1). Abrange o povoado Crasto (Município de Santa Luzia de Itanhy - SE). O acesso a região a partir de Aracaju pode ser realizado pela BR-101, em seguida pela SE-368 até Santa Luzia do Itanhy, que após segue pela Rua Floriano Peixoto até a orla do Povoado Crasto. O Rio Piauí objeto do estudo delimita a sul os Estados de Sergipe e Bahia (Figura 2).



**Figura 1 - Localização da área de estudo, região sul do estado de Sergipe. O quadrado em vermelho é a localidade de estudo localizada no estuário do rio Piauí.**

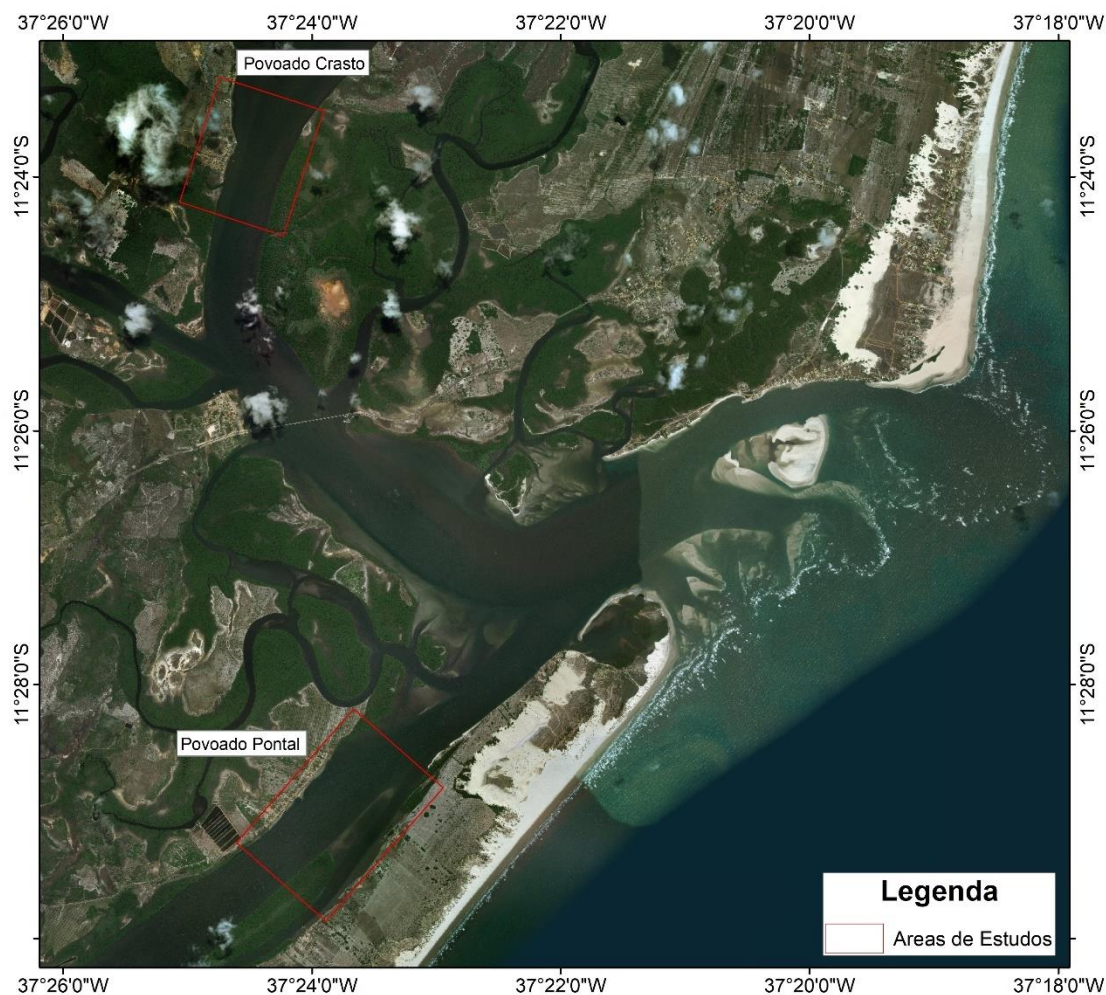
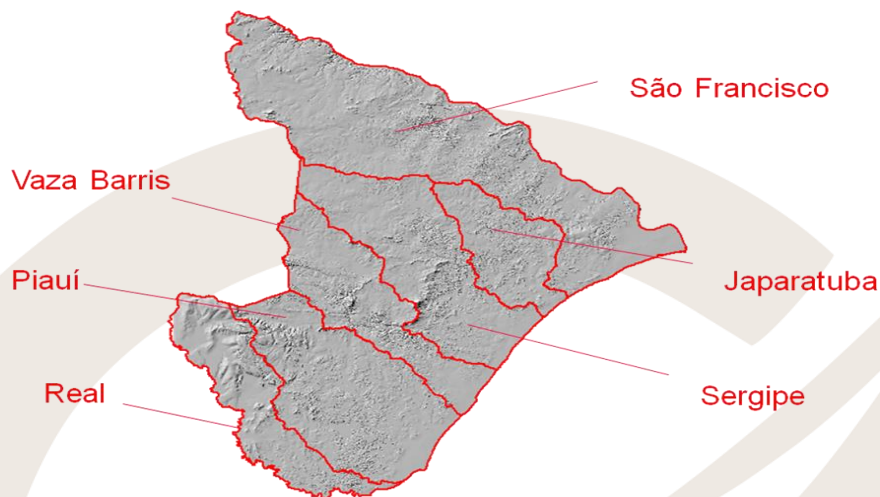


Figura 2 - Localização das locais realizados os levantamentos batimétricos na região do estuário do rios Piauí, povoados Castro.

#### 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Estado de Sergipe possui 6 bacias hidrográficas e a bacia do rio Piauí ocupa a porção sul do Estado, na divisa com o Estado da Bahia (Figura 3). O estuário do rio Piauí encontra-se inserido na planície costeira do estado de Sergipe.

Os rios do Estado de Sergipe apresentam amplos estuários e se caracterizam pelo desenvolvimento de barras de desembocaduras arenosas em uma zona costeira com o predomínio da ação de ondas e das correntes litorâneas. As desembocaduras fluviais apresentam uma grande mobilidade lateral promovendo a erosão das margens e das linhas de costas adjacentes. Os rios Piauí e Real se unem nas imediações da linha de costa formam uma única foz, com desenvolvimento de uma ampla barra de desembocadura.



*Figura 3 - A bacia hidrográfica do rio Piauí no contexto das bacias hidrográficas de Sergipe.  
Fonte: SRH/SEMARH/Governo de Sergipe.*

#### **4.1. Precipitação Pluviométrica**

O regime pluviométrico da referida bacia hidrográfica é do tipo Mediterrâneo, definido por um período de estiagem de primavera-verão com moderada deficiência hídrica, e um período chuvoso de outono-inverno tendo as máximas pluviométricas nesse período (Figura 04) (INMET, 2019).

Na análise da sequência ininterrupta de 20 anos, entre 1985 e 2004 (Figura 05), pode-se verificar uma média pluviométrica de 1.546,50 mm/ano para os municípios das bacias do Rio Piauí (INMET, 2019).

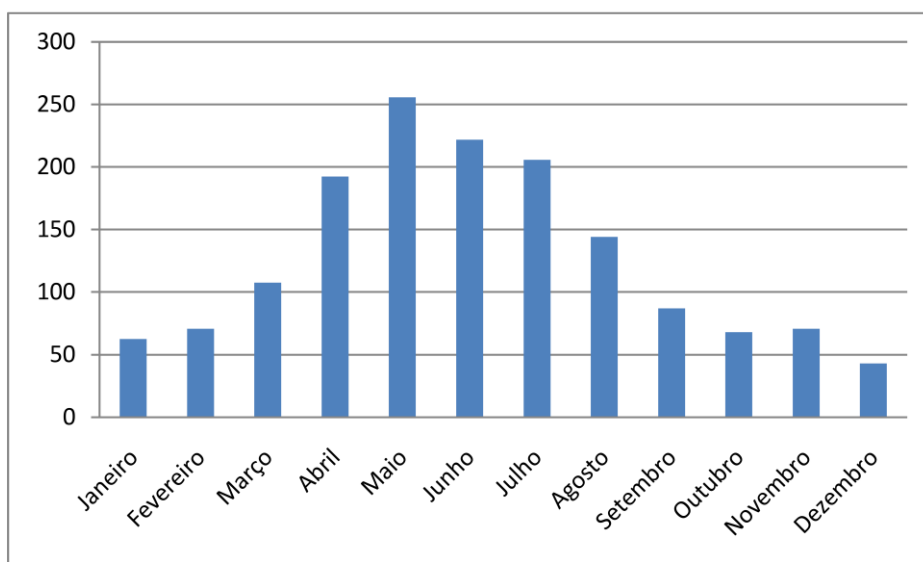


Figura 4 - Precipitação média mensal (mm) na bacia do rio Piauí (1985-2004).  
Fonte INMET (2019).

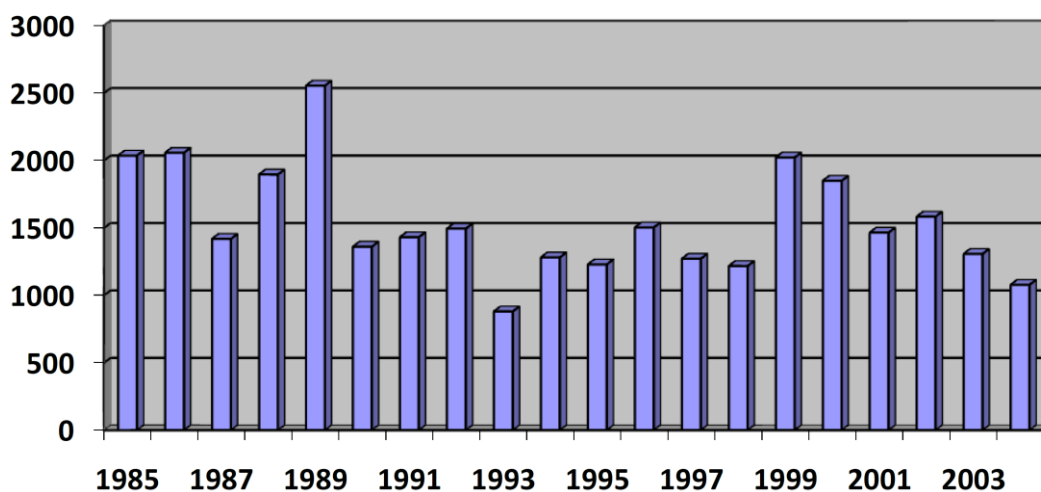


Figura 5 - Precipitação média anual (mm) na bacia do rio Piauí (1985-2004).  
Fonte INMET (2019).

A regularidade das precipitações é assegurada pela atuação dos sistemas meteorológicos: o Anticiclone Tropical do Atlântico Sul, a propagação da Frente Polar Atlântica e as Correntes Perturbadas de Leste ou Ondas de Leste, atuantes no litoral no período de maio a agosto, responsáveis pela intensidade das chuvas no outono-inverno. Ocasionalmente, nos meses mais quentes, podem ocorrer chuvas de “trovoadas”, resultantes das linhas de instabilidade que atuam de Oeste para Leste, como

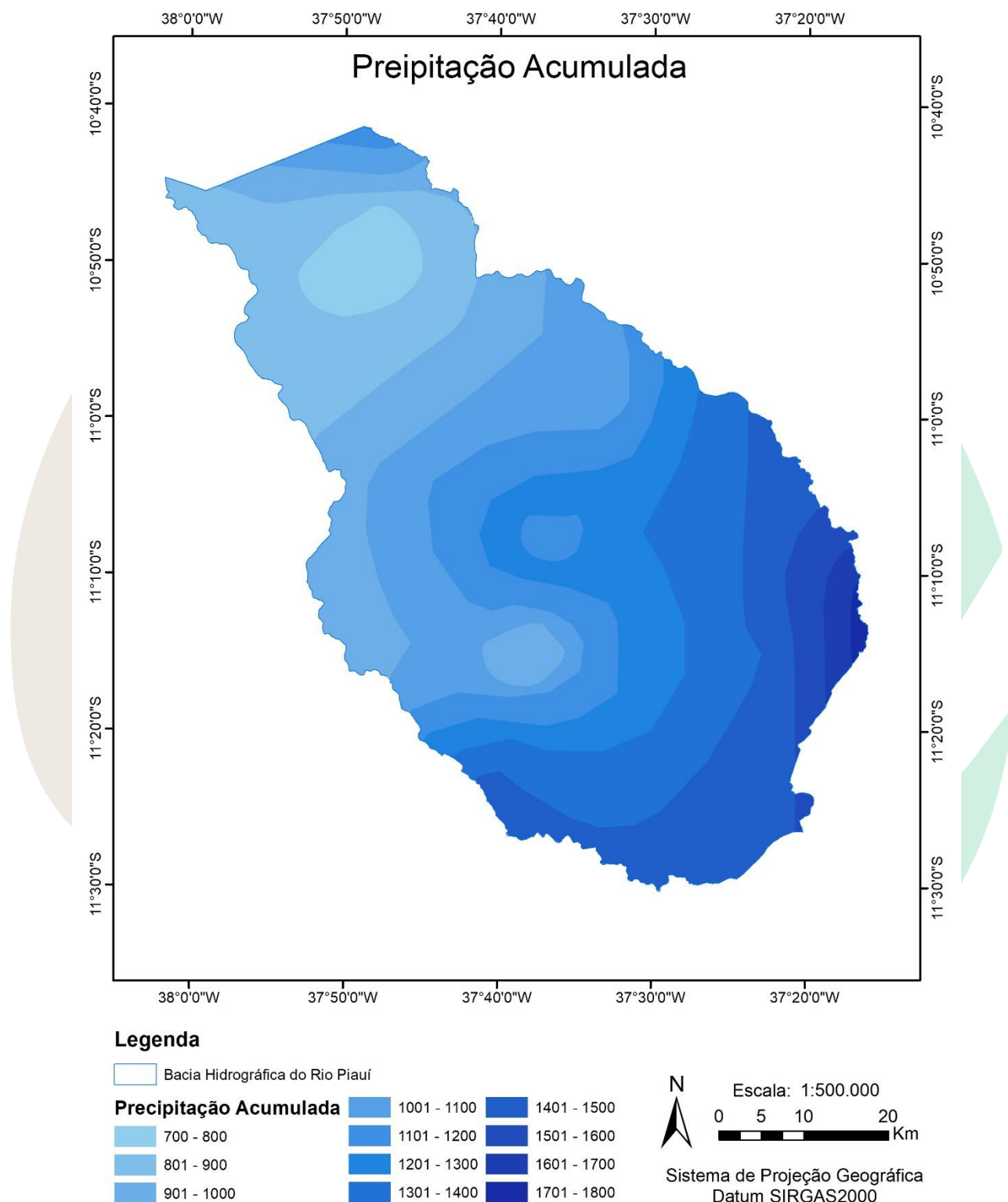
consequência do avanço da massa Equatorial continental (m.E.c.) pelo Sertão brasileiro (FERREIRA e MELLO, 2005).

A precipitação pluviométrica da bacia do rio Piauí é apresentada na Figura 6. O clima da região é caracterizado por altas médias termométricas e por forte evaporação (GÓIS et al., 2005; SILVA et al., 2011).

#### **4.2. Marés**

As marés que são observadas nas zonas costeiras resultam do empilhamento e amplificação das marés oceânicas, à medida que estas se movem sobre a plataforma continental e para o interior dos estuários e baías.

As marés do litoral de Sergipe são semidiurnas, com dois picos de marés altas e baixas em um período de 24 horas e 50 minutos, e com amplitude entre 1,0 a 3 m, e segundo Davies (1972) pode ser classificada como uma costa de micro a meso-marés e as máximas amplitudes ocorrem nos equinócios de março e setembro podendo chegar a amplitude máxima de sizígia de 2.6m.



*Figura 6 - Precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Piauí.  
Fonte: SRH/SEMARH/Governo de Sergipe.*

### 4.3. Caracterização Geológica e Geomorfológica

As formações superficiais cenozóicas que ocorre na bacia do rio Piauí, corresponde ao Grupo Barreiras e as coberturas quaternárias (pleistocênicas e holocênicas). A geologia e geomorfologia da bacia do rio Piauí estão exibidas nas Figuras 7 e 8, respectivamente.

#### 4.3.1. Grupo Barreiras (Tb)

O Grupo Barreiras é a unidade mais frequente na área. Compreende clásticos continentais pouco ou não consolidados. Apresenta estratificações quase horizontais constituídas por litologia de natureza variada, nela se encontrando desde areias até argilas de coloração diversificada, predominando do amarelo-ocre ao vermelho-acastanhado; há ainda camadas de siltito e, por vezes, leito de seixos e concreções ferruginosas. Os clásticos desse Grupo recobrem os terrenos Cambrianos da formação Estância e pré-Cambrianos do Complexo Cristalino (FONTES, 2010; SANTOS, 2013).

Os sedimentos do Grupo Barreiras estão distribuídos amplamente pelas bacias, sendo dominante no médio curso e são separados na linha de costa pelas coberturas continentais pleistocênicas e holocênicas. O Grupo ocorre formando superfícies colinosas, ligeiramente inclinadas em direção à costa (FONTES, 2010; SANTOS, 2013).

#### 4.3.2. Coberturas Pleistocênicas

As coberturas pleistocênicas da bacia do rio Piauí englobam os depósitos costeiros quaternários, diferenciados em depósitos eólicos continentais (QPe1) e terraços marinhos (QPa).

**Depósitos eólicos continentais (QPe1):** chamados de dunas de segunda geração, são parabólicos e estão fixos ou semi-fixos pela vegetação. As suas areias são bem selecionadas e os grãos subarredondados. Eles estão sobrepostos aos terraços marinhos pleistocênicos e bem desenvolvidos no baixo curso da bacia do rio Piauí (SANTOS, 2015).

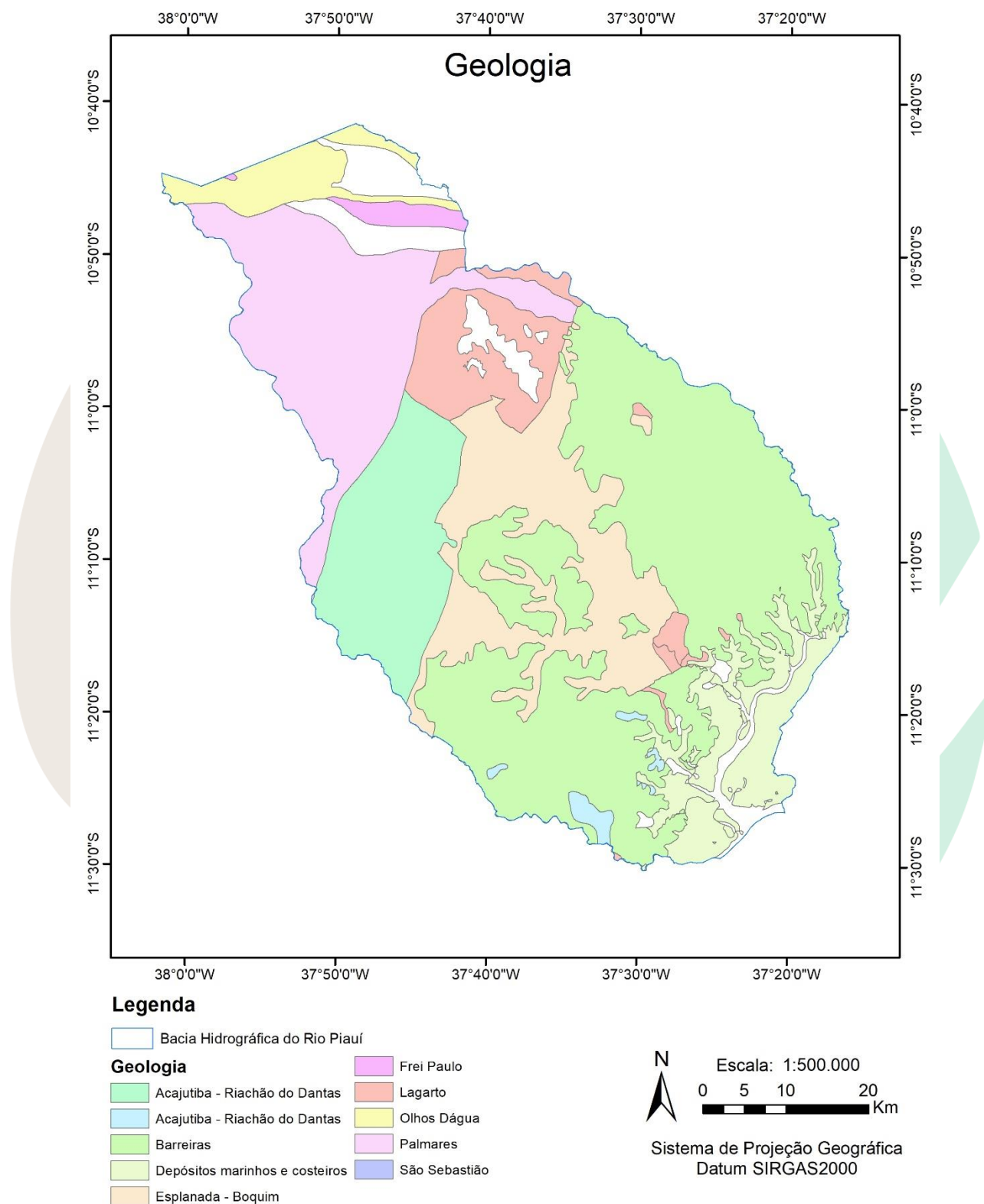
**Terraços marinhos (QPa):** os terraços marinhos pleistocênicos estão distribuídos no baixo curso das bacias dos rios Piauí e Real numa linha paralela às lagoas costeiras de restinga, servindo como interflúvio. A altitude de seu topo varia de 8 a 10 metros acima da preamar. São depósitos constituídos por areias bem selecionadas com tubos do fóssil Callianassa (FONTES, 2010).

#### 4.3.3. Coberturas Holocênicas

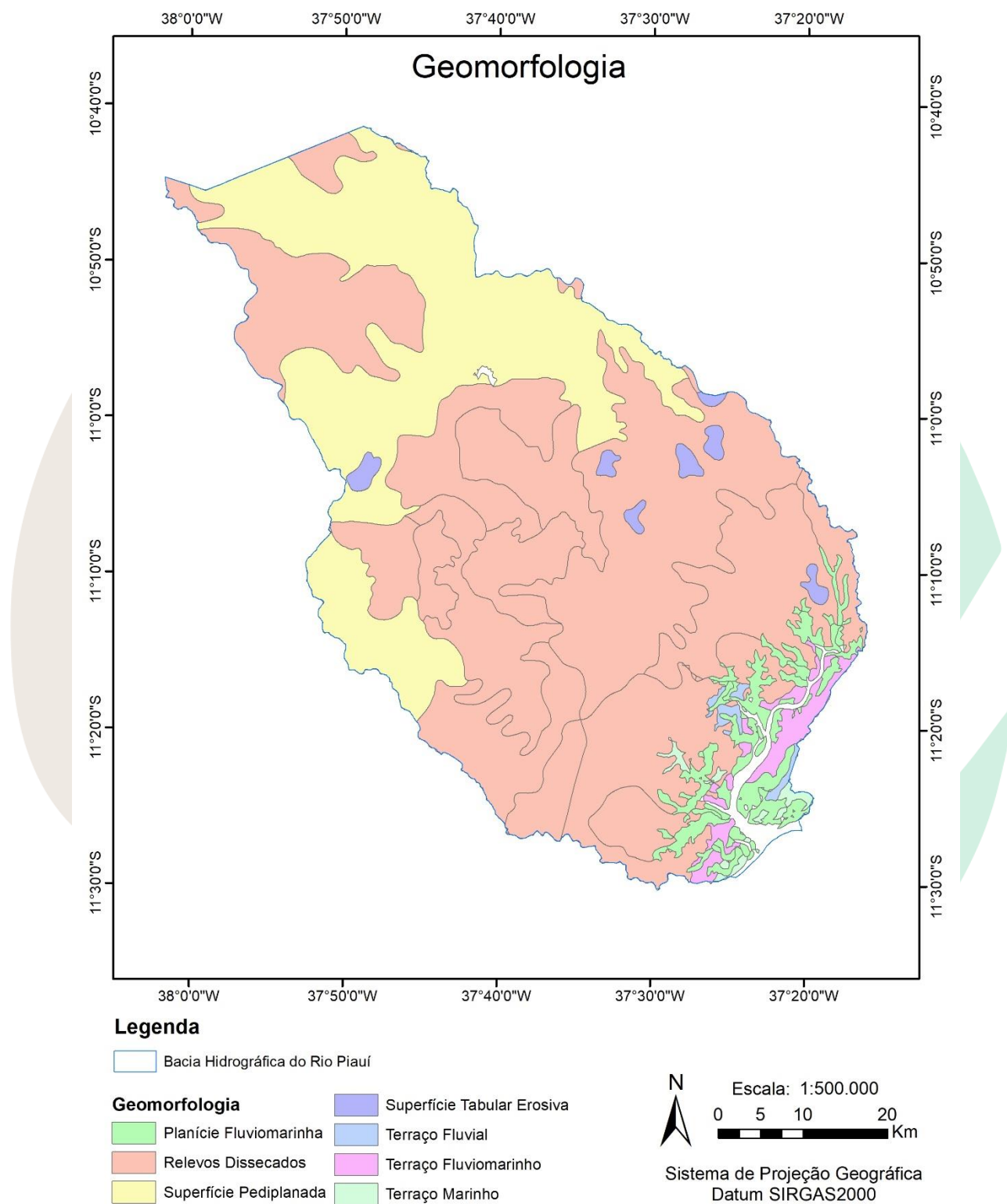
As coberturas holocênicas das bacias dos rios Piauí e Real englobam os depósitos quaternários, diferenciados em depósitos flúvio-lagunares (QHf) e depósitos de pântanos e mangues (QHp).

**Depósitos flúvio-lagunares (QHf):** esses depósitos, na faixa costeira quaternária, ocupam a rede de drenagem instalada sobre os terraços marinhos pleistocênicos, as regiões baixas entre os terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos e a parte inferior das bacias dos rios Piauí e Real e seus tributários. Litologicamente são constituídos por areias e siltes argilosos, ricos em matéria orgânica (SANTOS, 2015).

**Depósitos de pântano e mangues (QHp):** são encontrados ao longo do baixo curso das bacias dos rios Piauí e Real e tributários em regiões baixas entre os terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos. Essas regiões estão protegidas e sob influência das marés, com desenvolvimento de manguezais. São depósitos atuais, constituídos predominantemente de sedimentos argilo-siltosos, ricos em material orgânico (BITTENCOURT *et al.*, 1983; SANTOS, 2015).



*Figura 7 - Geologia da área da bacia hidrográfica do rio Piauí.  
Fonte: SRH/SEMARH/Governo de Sergipe.*



*Figura 8 - Geomorfologia da região da bacia hidrográfica do Rio Piauí.  
Fonte: SRH/SEMARH/Governo de Sergipe.*

#### **4.4. Bacia Hidrográfica do Rio Piauí**

A Bacia Hidrográfica do Rio Piauí possui uma área de drenagem de 4.262 km<sup>2</sup>, equivalentes a 19% do território estadual e uma bacia exclusivamente estadual. O rio Piauí nasce na Serra de Palmares, entre os municípios de Riachão do Dantas e Simão Dias. Tem 150 km de extensão, atravessa o território de Sergipe, no sentido oeste-leste e desemboca no Oceano Atlântico juntamente com o rio Real. Os tributários da margem direita são: rio da Areia, rio Arauá, rio Piauitinga, rio Guararema, rio Indiaroba e outros de menor porte. Os tributários da margem esquerda são: rio Jacaré, rio do Machado, rio Piauitinga, rio Fundo, rio Paripueira, além de outros rios e riachos de pequeno porte.

Esta bacia hidrográfica é delimitada ao norte com a bacia do rio Vaza Barris; a oeste com o Estado da Bahia e com a bacia do rio Real; ao sul com a bacia do rio Real; e, a leste, com o Oceano Atlântico, onde tem a sua desembocadura em terras dos municípios de Estância e Indiaroba, no complexo hídrico denominado Barra da Estância.

O rio Piauí apresenta-se como um dos mais importantes componentes da rede hidrográfica do estado de Sergipe. O sistema hidrográfico é bastante desenvolvido, sendo constituído pelo curso d'água principal do rio Piauí, e por diversos afluentes de grande porte, como o rio Fundo, próximo à desembocadura. A vazão média observada para o posto de Estância (1949-1999) foi de 5,7m<sup>3</sup>/s, a vazão máxima registrada foi de 323 m<sup>3</sup>/s e a vazão mínima foi 0,2 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2019).

### **5. METODOLOGIA**

Para alcançar o objetivo estabelecido estão sendo seguidos os seguintes procedimentos metodológicos: levantamento bibliográfico e de base de dados fornecidos pela Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe, manutenção do aparelhos de campo; levantamentos de dados primários em campo, organização do banco de dados, geração de mapas temáticos e modelos (perfis batimétricos) em softwares Fugawi Marine ENC Ver 4.5 e ArcGis 10.1 para a confecção dos mapas tanto na geração de dados quanto no layout.

## **5.1. Levantamento de dados secundários previamente ao campo**

O levantamento bibliográfico foi realizado antes e após a campanha de campo, tendo focos diferentes ao longo das etapas distintas. Foram revistos temas a respeito da hidrografia regional e local, geologia regional e local, estudos batimétricos regionais, também houve o levantamento do banco de dados no Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe (SEMARH/SE) e dados de maré na Capitania dos Portos de Sergipe-Marinha do Brasil.

Nesta etapa foi planejado os mapas para uso nos trabalhos de coleta de dados para a realização dos perfis batimétricos. Além disso, foi escolhido o período propício ao desenvolvimento do trabalho de campo, coincidindo com um período próximo a maré de sizígia, através da análise da tábua de marés da Capitânia dos Portos de Sergipe.

## **5.2. Levantamento de dados de campo**

O levantamento de campo foi realizado no período de 18, 19, 22, 23, 24 e 25 de janeiro com o objetivo de identificar a batimetria do Rio Piauí, bem como o relevo planialtimétrico de suas margens no trecho de 1,5 km. Os perfis batimétricos foram realizados em uma área de 1 km<sup>2</sup>. Para desta forma processar esses dados na etapa pós campo em campo.

O estudo foi desenvolvido por uma equipe composta por 01 (um) geólogo, 02 (dois) oceanógrafos e 01 (um) estagiário de geologia da Universidade Federal de Sergipe (UFS), e considerou que a área está no momento sem nenhuma obra sendo realizada.

### **5.2.1. Levantamentos Batimétricos**

Os dados batimétricos foram obtidos por meio de seções transversais e longitudinais, conforme se observa na Figura 9 que exhibe os trajetos realizado em campo. Os perfis batimétricos foram distribuídos em 462 pontos batimétricos coletados.

A batimetria foi realizada com uma ecossonda monofeixe modelo Furuno GP1650F na frequência de 200 kHz, acoplada a um Sistema de Posicionamento Global (GPS) também da marca Furuno. Os dados obtidos eram processados e transferidos

para o computador conectado, onde através do software Fugawi 5.0 os dados eram visualizados e armazenados, e posteriormente salvar os dados em planilhas tabulares (Figuras 10 e 11).



Figura 9 – Rotas de levantamentos de dados batimétrico realizados no povoado Crasto.

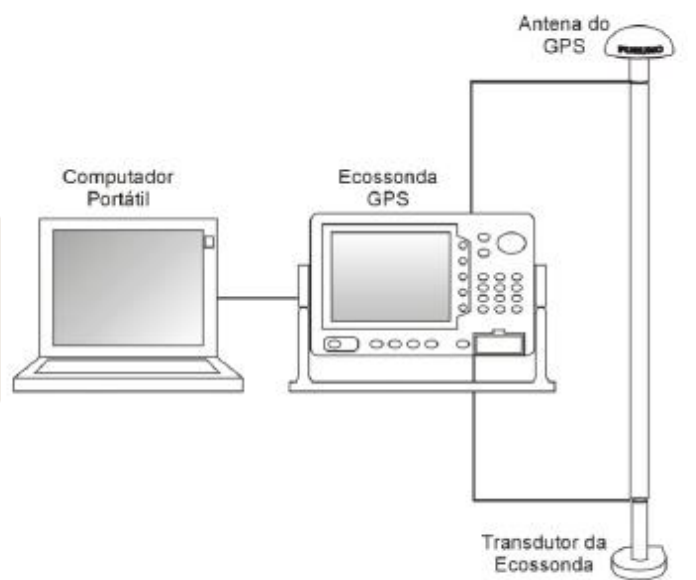


Figura 10 – Esquema de funcionamento do ecobatímetro utilizado nos levantamentos.



Figura 11 - Equipamentos utilizados: tela de visualização da Ecossonda; GPS (branco); Sonar da ecossonda (preto).

A ecossonda funciona através da emissão de um pulso sonoro com velocidade de 1.500 m/s em uma frequência de 50 ou 200 kHz que é refletido pelo leito e retorna ao instrumento, permitindo a determinação da distância entre o transdutor e o assoalho submerso (Figura 12). Isso é feito através do cálculo de diferença de tempo entre o momento inicial de transmissão de um pulso até o fundo e o seu retorno ao transdutor. A aquisição dos dados foi realizada com intervalos de 10 metros entre os pontos e as medidas de profundidade em unidades métricas.

O GPS acoplado a ecossonda registra e transmite ao computador (notebook) a posição, velocidade e rumo do barco. As coordenadas geográficas, obtidas pelo GPS foram do sistema UTM e geográfico, Datum horizontal WGS 1984, zona 24.

Os dados da ecossonda foi executado com o software Fugawi 5.0, que possibilita a visualização simultânea do deslocamento e dos dados adquiridos, propiciando o planejamento de uma rota pré-definida com pontos de partida e chegada, o que facilita o lineamento dos transectos.

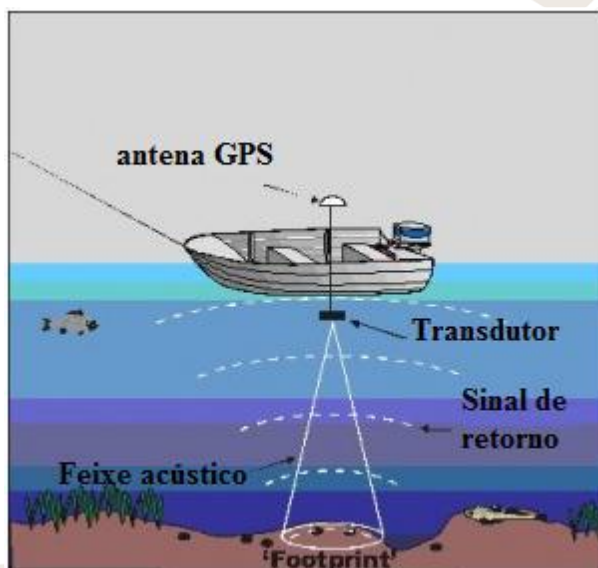


Figura 12 - Esquema do funcionamento do ecobatímetro monofeixe. As linhas indicam o sinal emitido e o seu retorno ao equipamento. – Fonte: Adaptado de PENROSE et al. (2005).

#### 5.2.2. Dados das Marés

As variações do nível de maré durante o período de realização dos levantamentos batimétricos, nos dias 18 e 19 de janeiro de 2019, foram obtidos do Centro de Hidrografia e Navegação – DHN da Marinha do Brasil e dos dias 22, 23 e 24 foram medidos in loco na região do Crasto.

Os dados obtidos foram no intervalo de horas da estação da CAPITANIA DOS PORTOS DE SERGIPE, com base na previsão de constantes harmônicas obtidas para o período de análise supracitado. A Tabela 1 apresenta as alturas das marés de hora em hora durante o levantamento batimétrico na estação da Capitania dos Portos de Sergipe (Rio Sergipe). A tabela 2 as alturas de marés medidas em campo na região do Crasto.

A leitura de marés em campo foi realizada no dia 24 de janeiro de 2019, a fim de complementar os levantamentos batimétricos. Esta leitura é importante que seja realizado em complemento com a batimetria uma leitura da maré local, para que seja descontado o valor mais próximo da maré da região do levantamento, uma vez que a tábua de marés mais próxima divulgada pela Marinha do Brasil seria a de Aracaju. O método utilizado foi o da Leitura Invertida. Primeiramente foram escolhidos pontos de leitura, e com o auxílio de um topógrafo utilizando de um GPS L1/L2 foram definidas as cotas dos tais pontos.

A partir desses pontos com cotas pré-estabelecidas foram realizadas medições do nível da água a cada 10 minutos, essas medições foram realizadas tanto na preamar quanto na baixa-mar, assim como entre as mesmas a fim de se obter as taxas de variação da maré. As medições foram realizadas utilizando um prumo com fita métrica e após as medições terem sido feitas, os valores das cotas foram descontados e então obtivemos os valores reais da maré a cada 10 minutos durante os dias de levantamento.

*Tabela 1 - Valores de altura da maré para o período do levantamento em cm.*

| DATA-HORA    | 18/01/2019 | 19/01/2019 |
|--------------|------------|------------|
| <b>0 hs</b>  | 161 cm     | 132 cm     |
| <b>1 hs</b>  | 183 cm     | 172 cm     |
| <b>2 hs</b>  | 189 cm     | 196 cm     |
| <b>3 hs</b>  | 179 cm     | 200 cm     |
| <b>4 hs</b>  | 155 cm     | 186 cm     |
| <b>5 hs</b>  | 121cm      | 157 cm     |
| <b>6 hs</b>  | 85cm       | 116 cm     |
| <b>7 hs</b>  | 54 cm      | 74 cm      |
| <b>8 hs</b>  | 39 cm      | 40 cm      |
| <b>9 hs</b>  | 46 cm      | 28 cm      |
| <b>10 hs</b> | 73 cm      | 41 cm      |
| <b>11 hs</b> | 114 cm     | 77 cm      |
| <b>12 hs</b> | 154 cm     | 124 cm     |
| <b>13 hs</b> | 183 cm     | 168 cm     |
| <b>14 hs</b> | 196        | 198 cm     |
| <b>15 hs</b> | 190 cm     | 208 cm     |
| <b>16 hs</b> | 167 cm     | 198 cm     |
| <b>17 hs</b> | 132 cm     | 169 cm     |
| <b>18 hs</b> | 91 cm      | 126 cm     |
| <b>19 hs</b> | 52 cm      | 77 cm      |
| <b>20 hs</b> | 26 cm      | 34 cm      |

|              |       |       |
|--------------|-------|-------|
| <b>21 hs</b> | 23 cm | 9 cm  |
| <b>22 hs</b> | 45 cm | 12 cm |
| <b>23 hs</b> | 85 cm | 42 cm |

Fonte: Marinha (2019).

*Tabela 2. Dados de maré do Rio Piauí no Povoado Crasto, levantados in loco.*

| Hora  | Leitura | Ponto Leitura | Maré  |
|-------|---------|---------------|-------|
| 06:30 | 1,220   | 3,603         | 2,383 |
| 06:40 | 1,202   | 3,603         | 2,401 |
| 06:50 | 1,194   | 3,603         | 2,409 |
| 07:00 | 1,182   | 3,603         | 2,421 |
| 07:10 | 1,176   | 3,603         | 2,427 |
| 07:20 | 1,184   | 3,603         | 2,419 |
| 07:30 | 1,200   | 3,603         | 2,403 |
| 07:40 | 1,228   | 3,603         | 2,375 |
| 07:50 | 1,268   | 3,603         | 2,335 |
| 08:00 | 1,300   | 3,603         | 2,303 |
| 08:10 | 1,358   | 3,603         | 2,245 |
| 08:20 | 1,398   | 3,603         | 2,205 |
| 08:30 | 1,450   | 3,603         | 2,153 |
| 08:40 | 1,520   | 3,603         | 2,083 |
| 08:50 | 1,566   | 3,603         | 2,037 |
| 09:00 | 1,628   | 3,603         | 1,975 |
| 09:10 | 1,686   | 3,603         | 1,917 |
| 09:20 | 1,754   | 3,603         | 1,849 |
| 09:30 | 1,832   | 3,603         | 1,771 |
| 09:40 | 1,898   | 3,603         | 1,705 |
| 09:50 | 1,956   | 3,603         | 1,647 |
| 10:00 | 2,036   | 3,603         | 1,567 |
| 10:15 | 2,116   | 3,603         | 1,487 |
| 10:20 | 2,188   | 3,603         | 1,415 |
| 10:30 | 2,286   | 3,603         | 1,317 |
| 10:40 | 2,366   | 3,603         | 1,237 |
| 10:50 | 2,448   | 3,603         | 1,155 |
| 11:00 | 2,514   | 3,603         | 1,089 |
| 11:10 | 2,618   | 3,603         | 0,985 |
| 11:20 | 2,674   | 3,603         | 0,929 |
| 11:30 | 2,742   | 3,603         | 0,861 |
| 11:40 | 2,828   | 3,603         | 0,775 |
| 11:50 | 2,870   | 3,603         | 0,733 |
| 12:00 | 2,918   | 3,603         | 0,685 |
| 12:10 | 2,972   | 3,603         | 0,631 |
| 12:20 | 3,004   | 3,603         | 0,599 |

| Hora  | Leitura | Ponto Leitura | Maré  |
|-------|---------|---------------|-------|
| 12:30 | 3,060   | 3,603         | 0,543 |
| 12:40 | 3,090   | 3,603         | 0,513 |
| 12:50 | 3,110   | 3,603         | 0,493 |
| 13:00 | 3,134   | 3,603         | 0,469 |
| 13:10 | 3,134   | 3,603         | 0,469 |
| 13:20 | 3,118   | 3,603         | 0,485 |
| 13:30 | 3,100   | 3,603         | 0,503 |
| 13:40 | 3,056   | 3,603         | 0,547 |
| 13:50 | 3,020   | 3,603         | 0,583 |
| 14:00 | 2,976   | 3,603         | 0,627 |
| 14:10 | 2,920   | 3,603         | 0,683 |
| 14:20 | 2,844   | 3,603         | 0,759 |
| 14:30 | 2,800   | 3,603         | 0,803 |
| 14:40 | 2,726   | 3,603         | 0,877 |
| 14:50 | 2,640   | 3,603         | 0,963 |
| 15:00 | 2,522   | 3,603         | 1,081 |
| 15:10 | 2,450   | 3,603         | 1,153 |
| 15:20 | 2,390   | 3,603         | 1,213 |
| 15:30 | 2,272   | 3,603         | 1,331 |
| 15:40 | 2,210   | 3,603         | 1,393 |
| 15:50 | 2,112   | 3,603         | 1,491 |
| 16:00 | 2,044   | 3,603         | 1,559 |

Fonte: Geoterra (2019)

### 5.2.3. Levantamento Planialtimétrico

O levantamento Planialtimétrico foi realizado nos dias 22, 23, 24 e 25 e que consistiu em medir as margens do trecho da orla do Crasto e, pode-se obter os dados de coordenadas, cotas e curvas de nível desta região de trabalho.

O equipamento utilizado foi o GPS L1/L2, e foi utilizado como marco um Marco de concreto, de formato cilíndrico, medindo 10x30cm, com ferro no centro, de coordenadas. Os vértices intervisíveis são o AST-01 e AST-02. Seus dados constam no ANEXO 2.

## 5.3. Processamento dos Dados

Os dados batimétricos e de localização obtidos pelo GPS (X, Y, Z) foram armazenados em forma de tabelas e exportados do software Fugawi 5.0 (www.fugawi.com), em extensão “txt”, contendo dados de coordenadas geográficas, distância percorrida nos transectos e profundidades.

Como a profundidade nas regiões estuarinas variam continuamente em função do tempo, por conta dos efeitos de maré e para que os dados tenham coerência, foi preciso eliminar esta variável, apresentando como resultado da batimetria as profundidades reduzidas à média das baixa-mares de sizígia, que é a condição de pior navegabilidade, bem como para as preamares de sizígia, que é a condição de melhor navegabilidade. Desta forma, o levantamento batimétrico foi reduzido à média das baixa-mares de sizígia e também as preamares de sizígia.

Para elaboração dos modelos batimétricos e perfis batimétricos, foram processados 642 pontos batimétricos do povoado pontal e 462 pontos do povoado Castro, com a utilização do programa de edição de dados Excel.

Os dados foram corrigidos primeiramente retirando o efeito das mares, ajustando os dados ao nível zero, de acordo com a variação do nível da maré no momento do registro e posteriormente ajustados a dois níveis diferentes: média das máximas de sizígia (213 cm) e média das mínimas de sizígia (19 cm), conforme dados fornecidos pela Diretoria de Hidrografia e Navegação para a Estação Capitania dos Portos de Sergipe (ANEXO 1).

A partir da correção e ajuste, foi possível a geração dos mapas batimétricos das duas áreas de estudo. Os pontos batimétricos foram importados ao ambiente SIG (software *ArcMAP 10*) e realizou-se uma avaliação da consistência dos dados

Os pontos cotados foram vetorizados para arquivo shapefile que, posteriormente, passou por uma série de testes de interpolação (IDW, Kriging, Spline, Natural Neighbor) procurando encontrar o melhor método de representação do relevo do rio da área estudada. Dentre os utilizados, o método de interpolação Vizinho Natural (ArcToolbox – Spatial Analyst Tools- Interpolation - Natural Neighbor), foi o que apresentou maior êxito na forma de representação, pois representou bem o leito do rio.

O interpolador “Vizinho Natural” é um método que não extrapola valores, resolvendo a interpolação somente para o interior do domínio dos dados. Esta técnica utiliza polígonos de Thiessen para avaliação de pesos para os pontos e faz a

interpolação através da média ponderada dos pontos vizinhos, onde os pesos são proporcionais às áreas (ANDRIOTTI, 2003; MAZZINI e SCHETTINI, 2009). O mapa batimétrico gerado utilizou como parâmetros, o tamanho da célula – 10 x 10 m e os parâmetros default do programa ARC MAP 10.

O relevo continental foi destacado através do mosaico de imagens da região continental a partir dos dados do próprio software *ArcMAP 10*, o que permitiu uma melhor visualização das margens do rio.

A obtenção dos mapas de profundidade permite uma maior segurança na tomada de decisões que visem o uso e a gestão sustentável e fornece subsídios para a elaboração de estudos de instalação de infraestruturas. Além disso, o conhecimento da batimetria auxilia na elaboração da modelagem hidrodinâmica, na qual se estima os impactos da inserção de empreendimentos na área.

#### 5.4. Equipamentos Utilizados

Os equipamentos utilizados foram Ecossonda multifeixe, Notebook, Inversor 110 volts, Bateria para carro, Embarcação com motor de rabeta, trena manual, Gps L1/L2, Mira, Máquina Fotográfica. A Figura 13 apresenta os equipamentos utilizados.



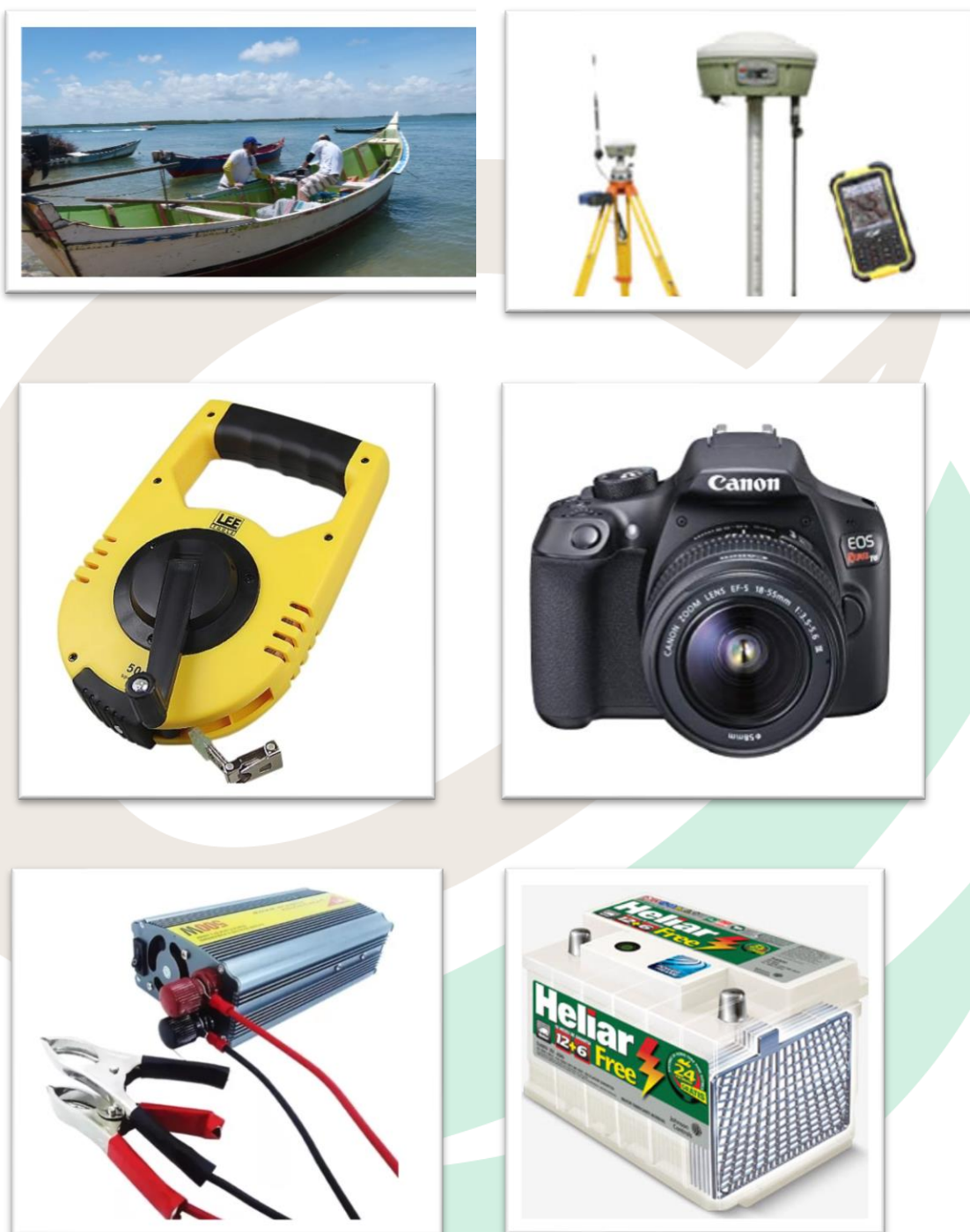


Figura 13. Equipamentos utilizados em campo.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados de batimetria coletados em campo foram analisados e realizados os ajustes e para elaborar os modelos batimétricos e identificar os canais principais dos dois rios analisados e identificar trechos com limitações para acesso de embarcações, durante os dois períodos de maré, na baixa-mar e preamar de sizígia.

Os resultados obtidos são apresentados nos itens a seguir e os produtos elaborados são os arquivos digitais com os dados obtidos nos levantamentos com ecosonda; elaboração dos mapas batimétricos dos trechos do canal principal dos rios Real e Piauí; Mapas das cotas batimétricas reduzidas à média das baixa-marés e preamares de sizígia e os perfis transversais aos canais com a morfologia de fundo.

### 6.1. Variações das Marés

O monitoramento da régua de maré demonstrou que as variações de maré não apresentam variações significativas com as previstas na tábua de maré da Estação da Capitania dos Portos de Sergipe fornecidas pela DHN. As diferenças observadas entre as leituras da régua implantada no povoado Pontal e Crasto e as previsões da tábua de maré de constantes harmônicas obtidas para o período de análise, oscilaram entre 1 e 9 cm, o que pode ser considerado insignificante para a escala de detalhamento do trabalho.

A análise dos dados de maré permitiu constatar que o nível das marés altas de sizígia permanece em torno de 2 metros durante aproximadamente 2 horas, podendo alcançar 2,5 horas, entre o processo de subida e a descida da maré na preamar de sizígia. Portanto, a utilização de um nível de correção de 2,13 m na elaboração dos mapas batimétricos garante uma margem de segurança de 2 horas para a navegação nas condições de profundidade indicada no mapa batimétrico.

Considerando a ocorrência do período marés de sizígia a cada intervalo de 14 dias e a permanência destas condições durante aproximadamente 10 dias por mês (5 dias na lua nova e 5 dias na lua cheia), tem-se uma garantia de utilização do canal de navegação para a atracação, manobras e desatracação de embarcações nas melhores condições de profundidade indicadas no mapa batimétrico elaborado com nível de

referência de 2,13 (média das marés altas de sizígia fornecidas pela DHN), bem como para a média das baixa-mares de sizígia, que é a condição de pior navegabilidade.

## **6.2. Batimetria do Rio Piauí**

Os mapas batimétricos do rio Piauí na região do povoado Crasto foram elaborados para os períodos de nível médio das preamares de sizígia e nível médio das baixa-mar de sizígia, de forma a permitir a análise das melhores e piores condições de navegabilidade do trecho estudado. Perfis batimétricos foram elaborados para visualizar as variações das profundidades do canal e da morfologia de fundo.

### **6.2.1. Batimetria da Preamar de Sizígia**

Nas melhores condições de maré, ou seja, na situação de preamar de sizígia (2,19 m), o rio Piauí no trecho estudado possui locais profundidades máximas de 12 metros. O trecho mais profundo do talvegue (canal principal) encontra-se bem em frente ao povoado Crasto (Figura 14). A margem direita do rio, a montante do povoado Crasto, apresenta uma ampla planície de maré e com suave gradiente de profundidade que fica submersa nos períodos de maré cheia.

O canal principal do estuário do rio Piauí, na situação de preamar média de sizígia, apresenta-se com larguras que variam de 300 a 400 metros para profundidades superiores a 9,5 metros (Figura 15). No período das preamares médias de sizíguas as profundidades atingem 12 m no canal principal.

Neste trecho do rio não foram observados bancos arenosos, com exceção das margens (planícies de maré), que na condição de maré cheia ficam submersas e podem representar um risco a navegação, pois são locais com baixa profundidade, que ficam entre um 1 e 2 m, que seria a amplitude de maré desta região.

O levantamento batimétrico do estuário do rio Piauí, no povoado Crasto revelou um canal principal entre as profundidades de 9,5 e 12 m na situação de preamar de sizígia (Figura 15). Nesta condição de maré cheia, a calha do rio apresenta boas condições de navegabilidade e o canal principal está localizado mais próxima do povoado Crasto e faz uma inflexão para a margem esquerda após o povoado com largura média de 150 metros.

Um píer existente que adentra o rio cerca de 30 m, e como é uma estrutura construída em pilares, não ocasiona a mudança da hidrodinâmica local em função de permitir o fluxo de água. No ponto de embarque, a profundidade se apresenta com boas condições de navegabilidade e atracação, principalmente nos períodos de maré cheia.

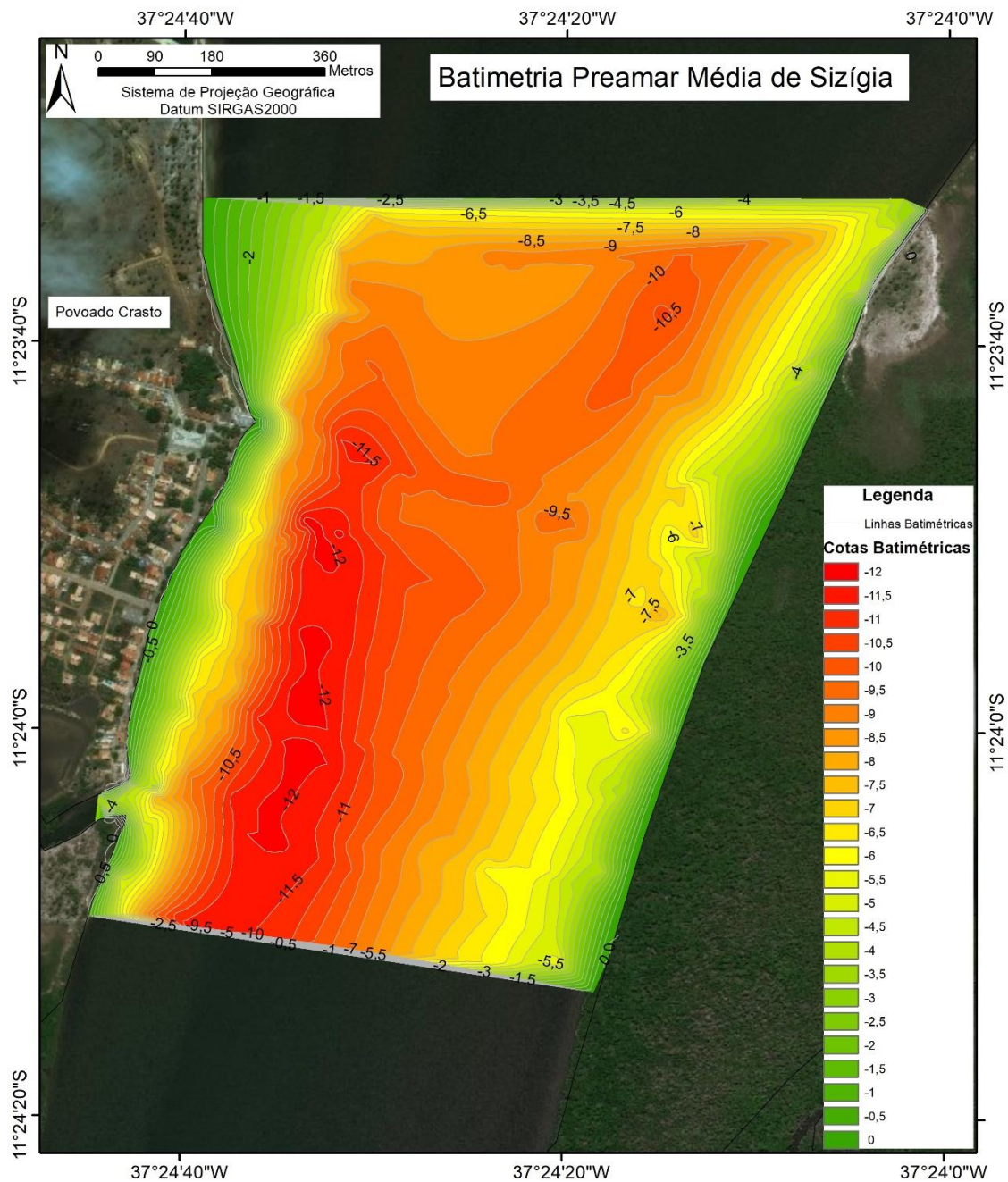


Figura 14 – Mapa batimétrico do rio Piauí na condição de Preamar média de sizígia em frente ao povoado Crasto.

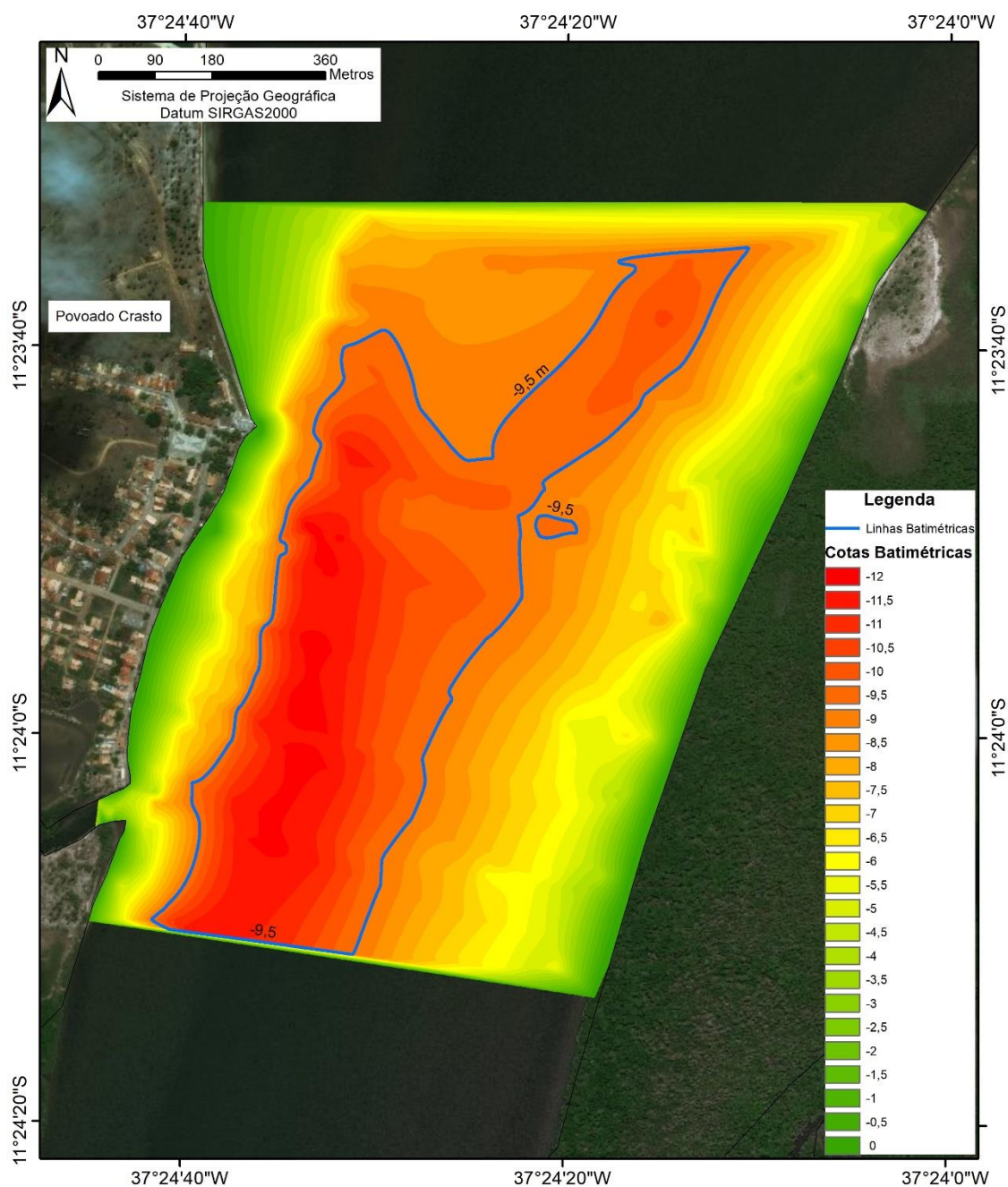


Figura 15 - Mapa batimétrico do rio Piauí na preamar de sizígia com destaque para o canal principal entre 9 e 12 m.

### 6.2.2. Batimetria da Baixamar de Sizígia

A batimetria no povoado Pontal durante as baixa-mar média de sizígia é representada na Figura 23. As profundidades do canal principal do rio Piauí no trecho do povoado Pontal variam de 7,5 a 10 metros (Figura 16), na condição de baixa-mar média de sizígia (0,19 m).

Durante estas condições de maré baixa, as planícies de maré na margem do rio Piauí ficam totalmente expostas, onde a linha d'água fica entre 20 e 40 m do máximo da linha de maré cheia. As planícies de maré são geralmente locais com ampla deposição de sedimentos lamosos e nestas condições toda a região em frente ao povoado Crasto mostra a ocorrência de ampla zona de lamas.

O talvegue do rio Piauí é bem delimitado e está posicionado na margem direita do trecho estudado. O Talvegue do canal principal se apresenta-se bem suavizado, sem a presença de bancos arenosos, exceto nas margens, onde têm-se as planícies de inundação da maré.

O canal principal é navegável em toda sua extensão, mesmo na condição de baixa-mar média de sizígia (Figura 16). Para a atracação na região do cais existente, no período de maré baixa, deve-se adotar precauções em função das baixas profundidades locais.

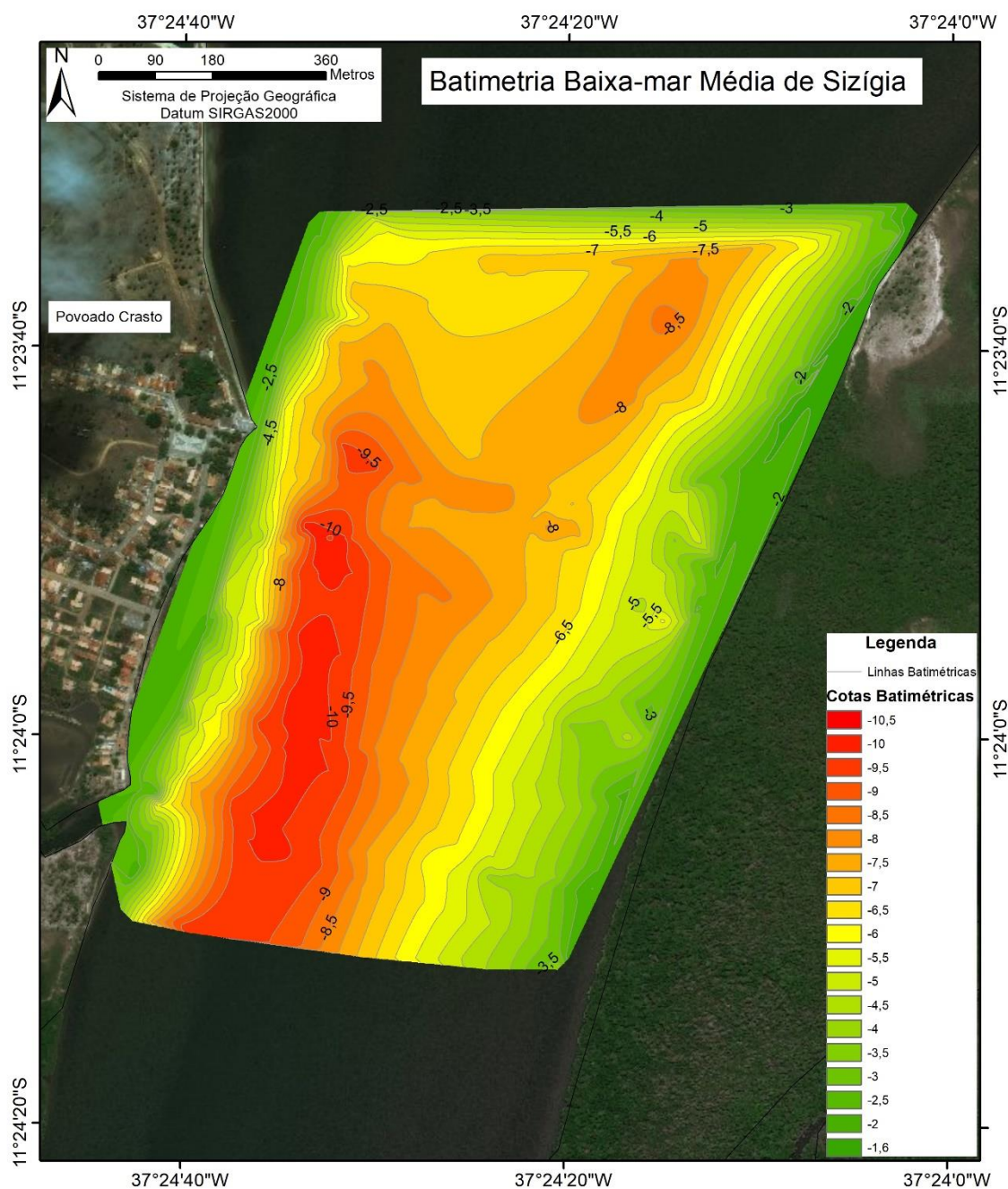


Figura 16 - Mapa batimétrico do rio Piauí na condição de maré mínima de sizígia. Em amarelo são indicados os bancos emersos.

### 6.2.3. Perfis Batimétricos

Perfis batimétricos foram elaborados para permitir visualizar as variações das profundidades do canal e da morfologia de fundo. Os perfis batimétricos transversais ao trecho estudado do povoado Crasto estão localizados na Figura 17. Foram elaborados

6 perfis batimétricos transversais ao rio Piauí. A sequência de perfis foi elaborada para permitir a visualização da variação da largura e morfologia do canal (Figura 17).

Os perfis mostram um canal assimétrico, em forma de U, deslocado para a margem direita do rio nos perfis 1 ao 4. Nos perfis 5 e 6 o talvegue se apresenta centralizado e tende a uma simetria do canal.

Os perfis estão representados na Figura 18 e demonstram o talvegue fluvial, com profundidades entre 5 e 12 metros. Nos perfis 5 e 6, na margem direita, há um gradiente suave que representa a planície de maré neste local.

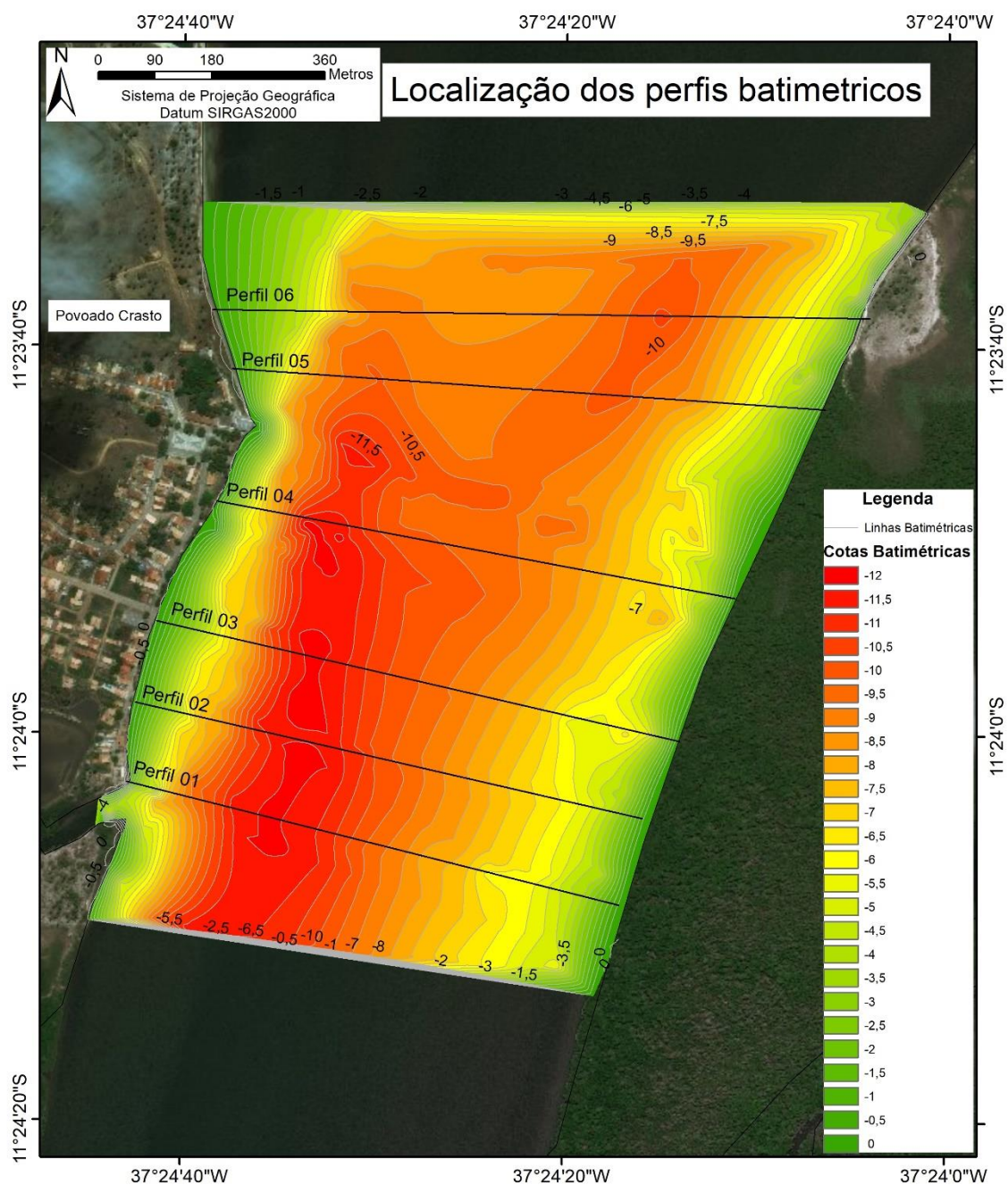


Figura 17 - Localização dos perfis batimétricos transversais do estuário do Rio Piauí.

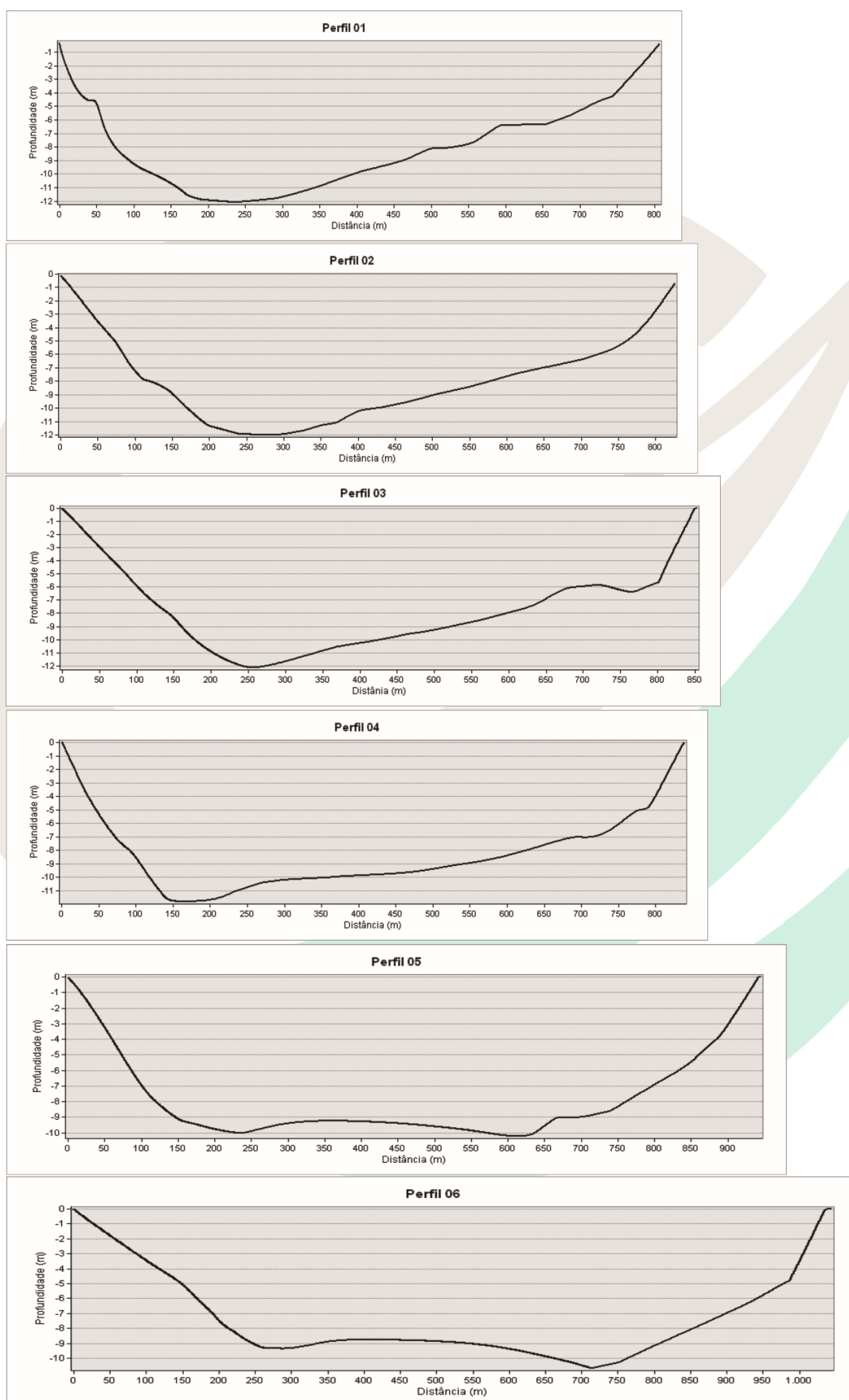


Figura 18 - Perfis batimétricos em frente ao povoado Crasto ilustrando a morfologia de fundo.

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo foi de elaborar os modelos batimétricos no trecho do rio Piauí, em frente ao povoado Crasto, Santa Luzia do Itanhy – SE.

Os dados de batimetria possibilitaram elaborar os modelos batimétricos e identificar os canais principais dos dois rios analisados e identificar os trechos com limitações para acesso de embarcações, as quais ficaram localizadas nas margens dos rios, durante o período de baixa-mar de sizígia, em função da baixa profundidade. Não foram encontrados obstáculos a navegação ao longo dos canais principais.

Os mapas gerados permitiram identificar que o canal principal rio Piauí possui um canal com profundidades de até 12 metros com cerca de 400 metros de largura.

Os perfis batimétricos elaborados permitiram visualizar as variações das profundidades do canal e a morfologia de fundo. Porém conforme o modelo batimétrico, não foram observadas grandes mudanças na variação da largura e morfologia do canal por estarem bem definidos e encaixados no leito do rio.

A navegação nos trechos dos estuários analisados do rio Piauí para as embarcações comumente utilizadas tanto para a prática da pesca (canoa de madeira com motor de rabeta) e recreativas (lancha de fibra), as profundidades locais não oferecem perigo por conta por não haver locais com mudança brusca na profundidade.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA - Agencia Nacional de Águas. Disponível em: [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br) . Acesso em janeiro de 2019.
- DAVIES, J. L. 1972. Geographical variations in coastal development. **New York: Longman Group**. 204p.
- FONTES, J. A. C. **CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIO FUNDO**. Dissertação de Mestrado (Mestre em Geografia). Pós-Graduação em Geografia -UFS. 2010.
- FERREIRA, A. G. E MELLO N. G. da S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, Vol. 1, n 1. 2005.
- GOIS, G.; SOUZA, J. L. de; SILVA, P. R. T. da e OLIVEIRA Júnior, J. F. Caracterização da desertificação no Estado de Alagoas utilizando variáveis climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.3, 301-314, 2005.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br) . Acesso em janeiro de 2019.
- OLIVEIRA, M.B., 2003. **Caracterização Integrada da Linha de Costa do Estado de Sergipe – Brasil**. Universidade Federal da Bahia, Dissertação de Mestrado, 102p.
- PENROSE J. D.; SIWABESSY P. J. W.; GAVRILOV A.; PARNUM I.; HAMILTON L. J.; BICKERS A.; BROOKE B.; RYAN D. A.; KENNEDY P. Acoustic techniques for seabed classification, September 2005, **Cooperative Research Centre for Coastal Zone Estuary and Waterway Management**, Technical Report 32.
- SANTOS, V. C. E. **EVIDÊNCIAS DE NEOTECTONISMO NO GRUPO BARREIRAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUÍ**. Monografia de Conclusão de Curso. Bacharel em Geologia. UFS. 2013.
- SANTOS, L. A. **Geomorfologia e Quaternário do rio Vaza-Barris, Nordeste, Brasil**. 82 p., Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. 2015.
- SEMARH – Secretaria de recursos Hídricos de Sergipe. Governo do Estado de Sergipe. **Atlas de recursos hídricos de Sergipe**. CD-ROM. 2014.
- SILVA, B.F.P.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V.; PERESETSHY, A., BRITO, B.M. Sistemas Sinóticos associados as precipitações intensas no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26,n.3, p. 323-338, 2011.

## 9. ANEXOS

---



## **ANEXO 1. Relatório da Diretoria de Hidrografia e Navegação**

MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO  
CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA

REDUÇÃO DE SONDAGEM

Página 1

**ESTAÇÃO: 30825 - CAPITANIA DOS PORTOS DE SERGIPE**

**PERÍODO: 20/04/2004 A 28/05/2004**

**NÍVEL MÉDIO (S0): 160.09**

**NÍVEL DE REDUÇÃO (Z0): 116.45**

**NÍVEL DE REDUÇÃO (NR): 43.64**

**CLASSIFICAÇÃO DA MARÉ: 0.09 (SEMIDIURNA)**

**ESTABELECIMENTO DO PORTO: 04 H 21 M**

**PREAMARES DE SIZIGIA: 213.24**

**PREAMARES DE QUADRATURA: 162.78**

**BAIXAMARES DE SIZIGIA: 19.65**

**BAIXAMARES DE QUADRATURA: 70.12**

## ANEXO 2. Dados de vértices (marcos topográficos)



### ANEXO 3. Planta Planialtimétrica



## ANEXO 4. Planta Batimétrica



## **ANEXO 5. Planta Planialtimétrica e Batimétrica**

---



## ANEXO 6. Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)



---

**ANEXO 7.Certificado de Regularidade-Cadastro Técnico Federal IBAMA.**

---

