



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA**

**AMÉRICO TOMAS SOUZA**

**USO DE IMAGEM DE SATÉLITE PARA DETERMINAR  
EXTENSÃO DA ZONA DE MISTURA ESTUARINA NO ESTADO  
DA BAHIA, BRASIL**

**Salvador  
2016**

**AMÉRICO TOMAS SOUZA**

**USO DE IMAGEM DE SATÉLITE PARA DETERMINAR  
EXTENSÃO DA ZONA DE MISTURA ESTUARINA NO ESTADO  
DA BAHIA, BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Oceanografia, Departamento de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Marcelo Pereira Lima

Salvador  
2016

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, presente em toda minha caminhada me dando força para superar todas as dificuldades.

A minha mãe Célia e seu esposo Emanuel Tadeu, que sempre me apoiaram e incentivaram a ter disciplina, buscar o conhecimento e persistir para alcançar o objetivo, mostrando que as dificuldades podem ser superadas com esforço e dedicação, assim como meu pai Everaldo que procurou me passar boas orientações para lidar com o mundo.

Agradeço a minha família representados por meu irmão Maurício, sua mulher Amanda e meu primo Irismar os quais tem estado ao meu lado e tenho partilhado minhas alegrias, entusiasmos e também minhas dificuldades onde procuram ajuda no que lhes cabem; bem como a meus tios Soares, Siélia, Vera, Nivaldo, a meus padrinhos Rita e Frank, e a “Tonha” por seu zelo.

Não poderia deixar de citar meus irmãos Emanuel, Manuela, Talita, Lucila, e a querida Clarice que mesmo não estando tão próximos no meu dia-dia torcem pelo meu sucesso, assim como meus sobrinhos, Maria Ely, Miguel e Lucas.

Aos colegas da turma de 2009 nos quais serão representados por Jéssica, Lucas, Luanna, Geraldo, Renato, Mário, Márcio, Marihane, Cibele, Ramon, Laila, Lílian, Adriane, Ciço, Igor, aos veteranos Caetano, Quinze, Karina, Nara, Luquinhas, Leo, Fabrício, Adães, Amana, Liza, Larissa, Marcão e aos calouros do curso, Anita, Adriano, Carlinha, Rafael, Rodrigo, Naiala, Daniela, Lize Larissa, Laila e todos outros colegas da oceanografia da UFBA com os qual partilhei muitas horas de estudos, aflições pré e pós provas, risadas, brincadeiras, conversas de corredor, festas e toda convivência que tornou a vida universitária mais leve.

Agradeço ao meu orientador Geraldo Marcelo Pereira Lima, por todo o tempo que dedicou a me ajudar durante o processo de realização deste trabalho. A todos amigos que assim como Ana Carolina, Mariana, Talita, Paula me incentivaram e contribuíram de alguma forma para que o presente trabalho fosse concluído.

Por fim, dedico essa monografia a minha avó Dudu, meu primo Nivaldo, e tio Valmir onde quer que estejam!

## RESUMO

O objetivo desse estudo foi identificar as zonas inframareais, intermareais (manguezais), extensão da zona de mistura e classificar geomorfológicamente os estuários da costa da Bahia, utilizando como ferramenta o sensoriamento remoto. Foram objetos desse estudo, os estuários dos rios Real, Itapicuru, Inhambupe, Subaúma, Pojuca, Jacuípe, Subaé (BTS), Paraguaçu (BTS), Jaguaripe (BTS), Jiquiriçá, Una (Tinharé), das Almas (Tinharé), Cachoeira Grande (Camamu), de Contas, Almada, Cachoeira, Pardo, Jequitinhonha, Buranhém, dos Frades, Jucuruçu, Itanhém, Peruíbe e Mucuri. A extensão da zona de mistura estuarina foi considerada desde a foz do estuário até o limite máximo a montante, onde foi possível observar manguezais. Para elaboração dos mapas foram utilizadas imagens do LANDSAT 5, tratadas com o software ENVI 4.8. A composição de bandas foi RGB 4,5,3, que permitiu a melhor identificação das zonas de manguezais. A demarcação das zonas e cálculo das áreas foram realizados no software ARCGIS 10.1. A classificação geomorfológica dos estuários foi realizada com base nos modelos estabelecidos por Pritchard (1952) e Perillo (1995). Os dados de vazão fluvial foram obtidos da Agência Nacional de Águas (ANA). Esse estudo possibilitou o levantamento de informações em grande parte dos estuários da costa da Bahia. A maior concentração de manguezais do Estado foi verificada na Baía de Camamu, com 179,5 km<sup>2</sup>, seguida da Baía de Todos os Santos, com 144,8 km<sup>2</sup> e sistema estuarino de Tinharé-Boipeba, com 139,2 km<sup>2</sup>. Os resultados da extensão da zona de mistura estuarina, utilizando os manguezais como parâmetro, foram semelhantes aos valores de alcance da maré salina encontrados *in situ*. O avanço da zona de mistura, em muitos locais, foi controlado por variações topográficas acentuadas, geralmente relacionadas ao contato entre as planícies costeiras e o embasamento, o principal exemplo foi a Costa de Riftes Mesozoicos e dos estuários do rio Real e Pojuca na Costa do Litoral Norte, e no sistema estuarino de Caravelas, no sul do Estado, que é limitado pela Formação Barreiras. Nos demais estuários, diversos fatores podem influenciar o avanço da zona de mistura, a exemplo dos efeitos de amplificação e amortecimento da onda de maré relacionados a geomorfologia do estuário, descargas fluviais, gradiente topográfico dos vales fluviais, entre outros. Via de regra, os estuários aqui apresentados foram classificados com estuários de planície costeira ou vale fluvial afogado e construídos por barra. De modo geral, o sensoriamento remoto mostrou-se uma ferramenta eficiente para a concretização dos objetivos do presente estudo.

## ABSTRACT

The aim of this study was identify the infratidal zones, intertidal (mangrove), extension of the mixing zone and classify geomorphologically estuaries of the coast of Bahia, using geotechnologies. It were objects of this study, the estuaries of the Real rivers, Itapicuru, Inhambupe, Subaúma, Pojuca, Jacuípe, Subaé (BTS), Paraguaçu (BTS), Jaguaripe (BTS), Jiquiriçá, Una (Tinharé), Almas (Tinharé), Waterfall Grande (Camamu), Accounts, Almada, Cachoeira, Pardo, Jequitinhonha, Buranhém, dos Frades, Jucuruçu, Itanhém, Peruibe and Mucuri. The extension of the estuarine mixing zone was considered from the mouth of the estuary to the maximum upstream, where it was possible to observe mangroves. For preparation of maps were used the Landsat 5 images, treated with ENVI 4.8 software. The composition of bands was RGB 4,5,3, which allowed better identification of mangrove areas. The areas demarcation and calculation were performed in ArcGIS 10.1 software. The geomorphological classification of estuaries was based on models established by Pritchard (1952) and Perillo (1995). The river flow data were obtained from the National Water Agency (ANA). This study enabled the collection of information in most of the Bahia coast estuaries. The highest concentration of state mangroves was found in the Camamu Bay, with 179.5 km<sup>2</sup>, then the Bay of All Saints, with 144.8 km<sup>2</sup> and estuarine system of Tinharé-Boipeba, with 139.2 km<sup>2</sup>. The results of the extent of estuarine mixing zone, using mangrove as parameters were similar to those of saline tidal range values found in situ. The advance of the mixing zone, in many places, was controlled by sharp topographical variations, usually related to the contact between the coastal plains and the bedrock, the main example was the Coast Rift Mesozoic and estuaries of the Real river and Pojuca in Coast North coast, and the estuarine system Caravelas, in the southern state, which is limited by Barreiras. In the other estuaries, many factors can influence the progress of the mixing zone, the example of the effects of amplification and damping of the tidal wave related geomorphology of the estuary, river discharges, topographic gradient of the river valleys, among others. Generally, estuaries presented here were classified as coastal plain estuaries or drowned river valley and built bar. In general, remote sensing and GIS were effective tools for achieving the objectives of this study.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	10
2.2 Objetivo geral .....	10
2.2 Objetivos específicos.....	10
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3.1 Definição de estuário.....	11
3.2 Classificação dos estuários .....	13
3.3 Manguezais.....	16
3.4 Sistema de Informações Geográficas – SIG.....	18
3.5 Aspectos geológicos da zona costeira do Estado da Bahia.....	19
3.6 Variações do nível do mar na costa da Bahia.....	24
3.7 Marés .....	25
3.8 Pluviosidade, clima, ventos e ondas.....	25
4. ÁREA DE ESTUDO .....	26
4.1 Rio Real .....	27
4.2 Rio Itapicuru .....	28
4.3 Rio Inhambupe.....	28
4.4 Rio Subaúma .....	28
4.5 Rio Pojuca.....	29
4.6 Rio Jacuípe .....	29
4.7 Rio Subaé (Sistema estuarino da Baía de Todos os Santos) .....	32
4.8 Rio Paraguaçu (Sistema estuarino da Baía de Todos os Santos) .....	32
4.9 Rio Jaguaripe (Sistema estuarino da Baía de Todos os Santos) .....	33
4.10 Rio Jiquiriçá.....	33
4.11 Rio Una (Sistema estuarino Tinharé-Boipeba).....	33
4.12 Rio das Almas (Sistema estuarino Tinharé-Boipeba).....	33
4.13 Rio Cachoeira Grande - Sistema Estuarino da Baía de Camamu.....	34
4.14 Rio de Contas.....	34
4.15 Rio da Almada.....	35
4.16 Rio Cachoeira.....	35
4.17 Rio Pardo .....	36

4.19 Rio Buranhém .....	37
4.20 Rio dos Frades.....	37
4.21 Rio Jucuruçu .....	37
4.22 Rio Itanhém.....	38
4.23 Rio Peruípe .....	38
4.24 Rio Mucuri .....	38
5. METODOLOGIA .....	39
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	40
6.1 Costa do Litoral Norte.....	42
6.1.1 Estuário Real .....	42
6.1.2 Estuário Itapicuru.....	43
6.1.3 Estuário Inhambupe.....	44
6.1.4 Estuário Subaúma .....	45
6.1.5 Estuário Pojuca.....	46
6.1.6 Estuário Jacuípe .....	47
6.2 Costa e Rifts Mesozóicos .....	48
6.2.1 Sistema Baía de Todos os Santos .....	49
6.2.2 Estuário Jiquiriçá.....	51
6.2.3 Sistema Estuarino de Tinharé-Boipeba.....	52
6.2.4 Sistema Estuarino da Baía de Camamu.....	54
6.2.5 Estuário de Contas .....	55
6.2.6 Estuário Almada.....	56
6.2.7 Estuário Cachoeira .....	57
6.3 Costa deltaica do Jequitinhonha-Pardo .....	58
6.3.1 Estuário Pardo.....	58
6.3.2 Estuário Jequitinhonha.....	59
6.4 Costa Faminta do Sul Da Bahia .....	60
6.4.1 Estuário Buranhém .....	61
6.4.2 Estuário dos Frades.....	61
6.4.3 Estuário Jucuruçu .....	62
6.4.4 Estuário Itanhém .....	63
6.4.5 Sistema Estuarino de Caravelas .....	64
6.4.6 Estuário Mucuri.....	65
6.5 Classificação Geomorfológica dos Estuários.....	69
7. CONCLUSÕES.....	70
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72

## 1. INTRODUÇÃO

Os estuários são feições costeiras de curta duração na escala de tempo geológico (KJERFVE; MAGILL, 1987). São ambientes transicionais entre o rio e o mar, portanto possuem grande variabilidade em suas propriedades físicas, químicas e biológicas, sendo que as marés e fluxos de água doce são os dois principais mecanismos que atuam e controlam a dinâmica e os processos nesse ambiente (CHAPMAM e WANG, 2001).

Os estuários possuem uma grande importância econômica, social, ecológica e ambiental para as zonas costeiras. Suas características permitem o desenvolvimento de diversas atividades humanas, das quais destacam-se a pesca, o turismo, a navegação, as indústrias e os portos (ASMUS, 1996). São eficientes barreiras naturais, atenuando os efeitos dinâmicos das marés e ondas formadas pelos oceanos (MORBEG; RONNBACK, 2003).

Diversas pesquisas foram desenvolvidas para definir os ambientes estuarinos (PRITCHARD, 1952, 1967; KJERFVE, 1989; DALRYMPLE et al., 1992; PERILLO, 1995), levando em consideração características geológicas, oceanográficas, sedimentares, biológicas, dentre outras, que auxiliaram nos diferentes conceitos estabelecidos. Kjerfve, (1989) dividiu o estuário em três zonas, uma fluvial, que sofre os efeitos apenas da maré dinâmica, a zona de mistura, com forte gradiente de salinidade, entre 1 e 35 e por último a zona de turbidez máxima.

A zona de mistura estuarina é caracterizada pelo desenvolvimento de ecossistemas de manguezais, localizados nas planícies intermareais dos estuários. Entretanto, devido ao acelerado crescimento demográfico nas zonas costeiras, os ambientes estuarinos vêm sofrendo diversos impactos antrópicos, afetando diretamente esses ecossistemas, e conseqüentemente a conservação da biodiversidade. A ocupação desordenada urbana por exemplo, apresenta impacto direto na supressão dos manguezais (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000). Deste modo, é extremamente relevante o levantamento de informações atualizadas e sistematizadas sobre os estuários e da mesma forma, da zona de mistura, tendo em vista a sua importância, ambiental, social e econômica.

Dentre as ferramentas para aquisição de dados geoambientais, as imagens de satélites e as fotografias aéreas permitem uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (de dinâmica) de extensas áreas da superfície terrestre. Através da sua visualização podemos observar os ambientes e as mudanças sofridas pelos impactos naturais e pelas ações dos homens, alterando a paisagem através do uso e ocupação do espaço geográfico. Esses recursos permitem uma boa visualização da água, da vegetação, do relevo e do uso da terra.



Aliados ao sensoriamento remoto, os sistemas geográficos digitais dinâmicos, a exemplo do Sistema de Informação Geográfica (SIG), são ferramentas fundamentais para a resolução de problemas como os citados, ao possibilitarem o armazenamento, a integração, a manipulação e a análise de diversos tipos de dados, assumindo um papel importante no monitoramento e previsão de cenários ambientais, além de permitir a quantificação de indicadores de vulnerabilidade e de risco, em especial em zonas costeiras de elevada dinâmica (BARBOSA et al., 2006; MENESES e ALMEIDA, 2012).

O fato de manguezais estarem geralmente associados a zona de mistura estuarina, pode permitir a identificação do avanço da maré salina continente adentro apenas com a utilização de geotecnologias como o sensoriamento remoto e o SIG, sem a necessidade de coleta de dados in situ. Além disso, mesmo apresentando o mais extenso litoral da costa do Brasil, muitos estuários da Bahia ainda não possuem informações de suas características oceanográficas, ecológicas e geomorfológicas, o que vai dificultar, por exemplo, a preservação e, até mesmo, a compreensão da vulnerabilidade e resiliência desses ambientes a alterações ambientais. Dessa forma, este estudo propõe o levantamento de informações dos principais estuários ao longo da costa da Bahia, utilizando geotecnologias de modo a determinar a extensão da zona de mistura estuarina.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.2 Objetivo geral**

O objetivo desse estudo foi identificar as zonas inframareais, intermareais (manguezais), extensão da zona de mistura e classificar geomorfológicamente os estuários Real, Itapicuru, Inhambupe, Subaúma, Pojuca, Jacuípe, Subaé (BTS), Paraguaçu (BTS), Jaguaripe (BTS), Jiquiriçá, Una (Tinharé), das Almas (Tinharé), Cachoeira Grande (Camamu), de Contas, Almada, Cachoeira, Pardo, Jequitinhonha, Buranhém, dos Frades, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe (sistema estuarino de Caravelas) e Mucuri, localizados na costa da Bahia, utilizando como ferramentas o sensoriamento remoto e o SIG.

### **2.2 Objetivos específicos**

- ✓ Identificar e delimitar as zonas infra e intermareais desses estuários a partir das imagens de satélites;
- ✓ Delimitar extensão das zonas de mistura a partir da distribuição dos manguezais ao longo dos estuários;
- ✓ Classificar os estuários da zona costeira da Bahia com base nas imagens de satélite e bibliografia.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Definição de estuário

Desde o início das pesquisas, os estuários foram definidos diversas vezes em diferentes ramos da ciência, abrangendo aspectos geomorfológicos, oceanográficos, biológicos, sedimentológico, geológicos, dentre outros. Seus conceitos evoluíram em busca de uma definição que englobasse os mais variados tipos de estuários. A seguir serão apresentados alguns conceitos importantes para o desenvolvimento deste trabalho com foco nos aspectos oceanográficos e geomorfológicos de estuário.

A mais conhecida definição científica de estuário diz que “estuário é um corpo de água costeiro, semifechado, o qual possui uma ligação livre com o mar aberto e no interior do qual a água do mar se dilui de forma mensurável, com água doce proveniente da drenagem terrestre” (PRITCHARD, 1952, 1967). Esta definição de estuário, entretanto, torna-se limitada por não reconhecer a variabilidade temporal da descarga fluvial e as possíveis alterações morfológicas que ocorrem na grande maioria das embocaduras estuarinas (FARIAS, 2014).

Kjerfve em 1989, reconhecendo as limitações da definição acima, propôs que o “sistema estuarino” “é uma reentrância costeira com conexão restrita com o oceano, permanecendo aberta pelo menos de forma intermitente, e subdividida em 3 regiões: 1) uma zona fluvial, caracterizada por ausência de salinidade na água (maré salina) mas submetida à subida e descida da maré (maré dinâmica); 2) uma zona de mistura, caracterizada pela mistura de água doce e salgada e apresentando gradientes químicos, físicos e bióticos e, 3) uma zona marinha, à jusante da embocadura, estendendo-se tão longe quanto for observada a pluma de maré vazante no momento de descarga máxima” (FIGURA 1).

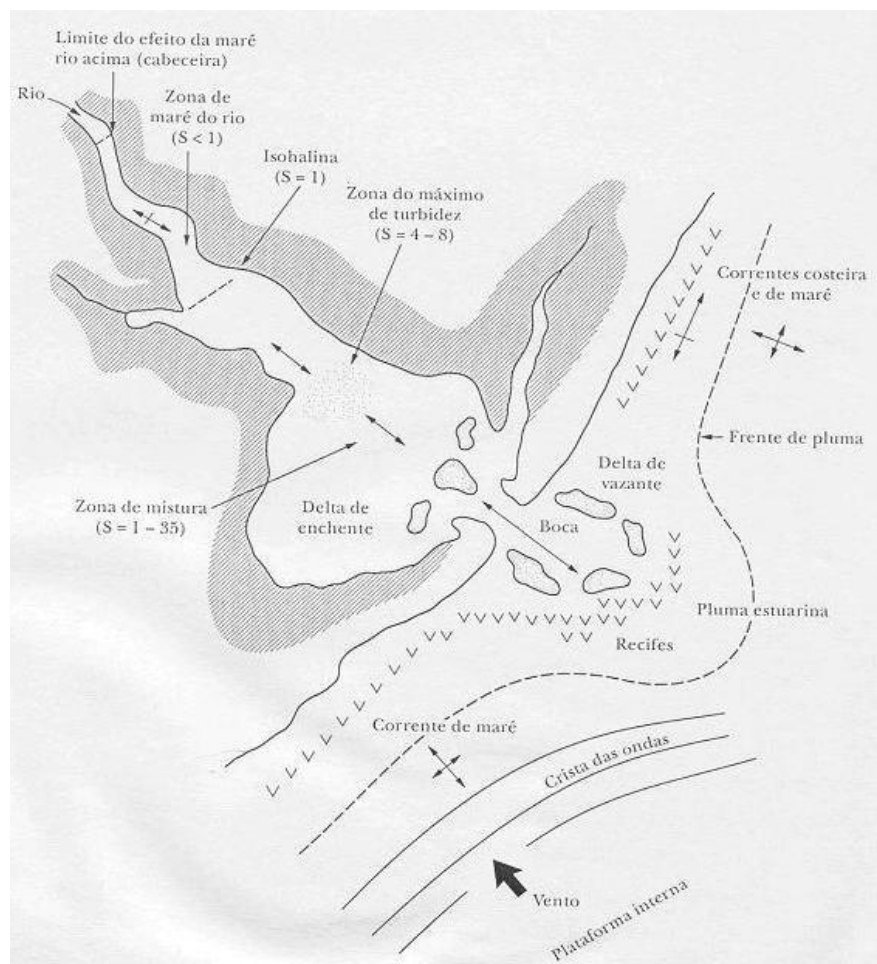
Esta definição baseia-se na influência das marés sob o estuário. A maré salina, ou de salinidade como é conhecida, é definida pela penetração das águas do mar (salgada) nos estuários, que se diferencia da maré dinâmica formada pela propagação de ondas de maré rio acima, sem invasão da água salgada (SUGUIO, 2003).

Na zona de mistura, está presente a zona de turbidez máxima, que se desenvolve como um resultado da flocculação de material particulado de origem fluvial provocada pelo aumento da carga iônica em direção ao mar (ZABAWA, 1978), e pela circulação da cunha salina (MEADE, 1972; PETERSON et al., 1975). Possibilitando a remoção de vários elementos devido à alta reatividade química (SHOLKOVITZ et al., 1978).

Miranda et al. (2002), indicam que os limites entre as diferentes zonas estuarinas são dinâmicos, apresentando variabilidade espacial e temporal, sempre em busca do equilíbrio em respostas à intensidade das diferentes forçantes como descarga fluvial, altura de maré, vento e circulação da região costeira adjacente.

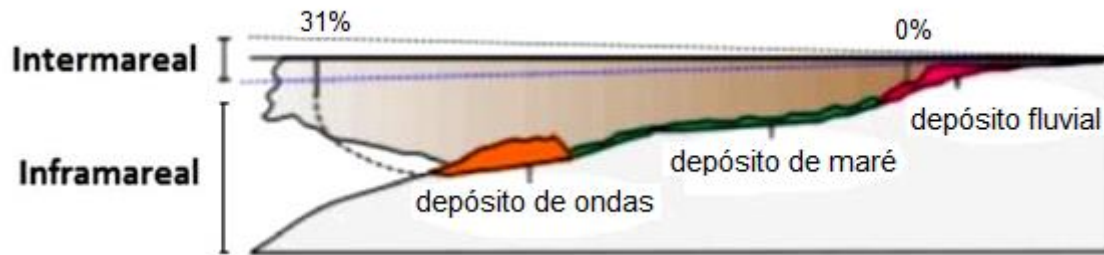
Do ponto de vista geológico a definição de Kjerfve (1989) pode levar a interpretações errôneas de estuário. Neste sentido, uma definição de cunho mais geológico foi proposta por Dalrymple et al. (1992). Essa sugere que um estuário é “o limite mais à jusante de um vale afogado que recebe sedimentos fluviais e marinhos e que contém fácies sedimentares influenciadas pela maré, pelas ondas e pelos processos fluviais. O estuário compreende toda a extensão do vale afogado que se estende do limite à montante das fácies de maré até o limite à jusante das fácies costeiras próximo à embocadura” (FIGURA 1 e 2). Neste mesmo trabalho, Dalrymple et al. (1992), divide os estuários em três zonas tais quais: zona interna, zona central e zona externa, onde os processos fluviais prevalecem na parte superior do estuário e sofrem uma progressiva redução em direção à foz do estuário.

**Figura 1:** Zonas estuarinas a partir da definição estabelecida por Kjerfve em 1989.



Fonte: Miranda et al., 2002

**Figura 2:** Influência da maré nos estuários. Diferença dos domínios intermareal e inframareal que compõem os estuários



Fonte: Farias, 2014

### 3.2 Classificação dos estuários

Por muitos anos os estuários foram tratados puramente como fenômenos locais, em função da grande diversidade de condicionantes que atuam na evolução dos mesmos, que dificultaram generalizações oceanográficas destes ambientes (MIRANDA et al., 2002). Com a ampliação nas últimas seis décadas das pesquisas nos ambientes estuarinos, estabeleceu-se a necessidade de comparação entre diferentes estuários, para tanto, critérios de classificação foram sendo estabelecidos.

O primeiro sistema de classificação foi proposto por Arens e Stommel em 1951, baseado nas características físicas predominantes dos movimentos e da mistura de água nos estuários, sendo estes a maré, o vento e a descarga fluvial. Outro sistema de classificação foi desenvolvido por Pritchard em 1952, baseado em suas características morfológicas, com mostrado abaixo (FIGURA 3):

- i) Planície costeira ou vales fluviais afogados - aqueles que foram formados como resultado do aumento do nível do mar durante o Pleistoceno, a partir de ~ 15.000 anos atrás. O processo de inundação foi muito mais intenso do que o de sedimentação. Sua forma lembra a de rios atuais, embora muito mais amplo. Estão em geral localizados em regiões tropicais e subtropicais;
- ii) Fiorde - formaram-se devido a escavação profunda de vales fluviais pela pressão dos glaciares e pelos efeitos erosivos durante o descongelamento, tornando-os profundos. Localizam-se em altas latitudes;
- iii) Estuários lagunares ou construídos por barra - originados pela inundação de vales primitivos durante a transgressão marinha, com a presença de bancos de areia, formados pela deriva litorânea e pelo retrabalhamento das ondas. Localizam-se geralmente em regiões tropicais;
- iv) Estuários de origem tectônica - Originados por movimentos tectônicos como falhas ou subsidência local. Com canal de ligação ao mar e estuário de planície costeira no interior.

Stommel em 1953, estabeleceu um sistema de classificação baseado nas diferenças da distribuição da salinidade nos estuários, em relação a mistura da água da descarga fluvial com a do mar, aprimorado por Pritchard (1955) e Cameron e Pritchard (1963), incluindo aspectos relacionados à estratificação vertical da salinidade, balanço de sal e circulação estacionária (MIRANDA et al., 2002). Sendo os seguintes estuários:

- i) Cunha salina - a água do mar penetra em cunha sob a água do rio. São estuários altamente estratificados, dominados pela descarga fluvial e pelo processo de entranhamento, que é responsável pelo aumento da salinidade da camada superficial, e a mistura de difusão turbulenta é desprezível;
- ii) Moderadamente ou parcialmente misturado - Com a co-oscilação da maré, todo volume de água no interior do estuário é agitado periodicamente, que através da difusão turbulenta diminui a intensidade da estratificação da salinidade. Passa a haver escoamento em duas camadas (em sentidos contrários) e a fonte principal da turbulência que determina os processos de mistura passa a ser o atrito no fundo do estuário. Variações entre a quadratura e sizígia, submete os estuários a processos cíclicos de intensificação e relaxamento da estratificação vertical da salinidade;
- iii) Verticalmente bem misturado - formam-se normalmente em canais rasos e estreitos forçados por descarga fluvial pequena. As velocidades induzidas pelas marés são maiores que as do rio e a coluna d'água é verticalmente homogeneizada pelos efeitos do atrito com o fundo, não havendo escoamento em duas camadas. Podem ser dos tipos, lateralmente estratificados ou bem misturado.

Os estuários podem ser classificados, também, segundo o alcance da maré, sendo este um dos fatores de maior influência a todos os níveis nos estuários. Sua avaliação é baseada na altura da maré, em:

- (i) micro-maré – altura de maré < 2 metros;
- (ii) meso-maré – 2 metros < altura de maré < 4 metros;
- (iii) macro-maré – 4 metros < altura de maré < 6 metros;
- (iv) hiper-maré – altura de maré > 6 metros.

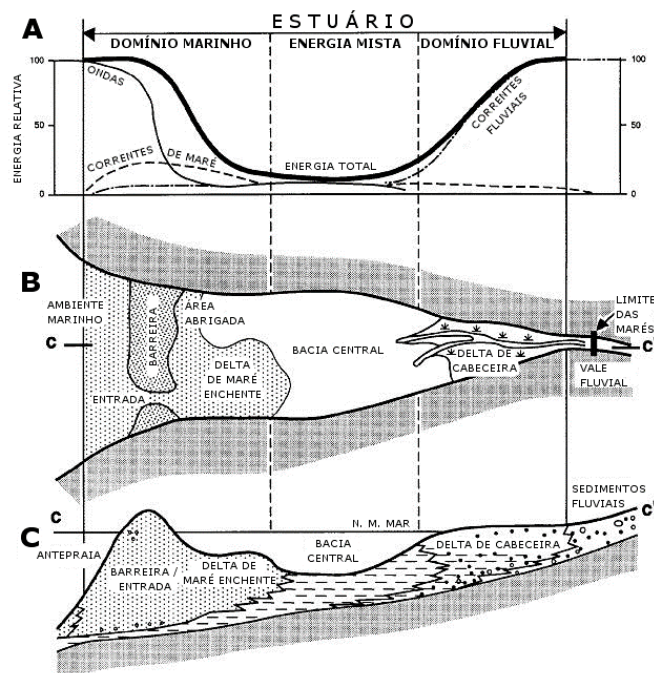
Outra classificação que será utilizada no presente estudo foi definida por Dalrymple et al. (1992), citado anteriormente, baseada na geomorfologia, que caracteriza o estuário como um sistema de vale inciso afogado, delimitado de um lado pelo rio e do outro pelo mar, que recebe sedimentos das duas fontes e possui a presença de fáceis influenciadas pela maré, ondas e processos fluviais.

Os vales incisos, são definidos como regiões canalizadas, alongadas e com formações erosivas originadas devido à ação dos rios durante a descida relativa do nível do mar, sendo preenchidos por sedimentos durante esse período e na subsequente subida

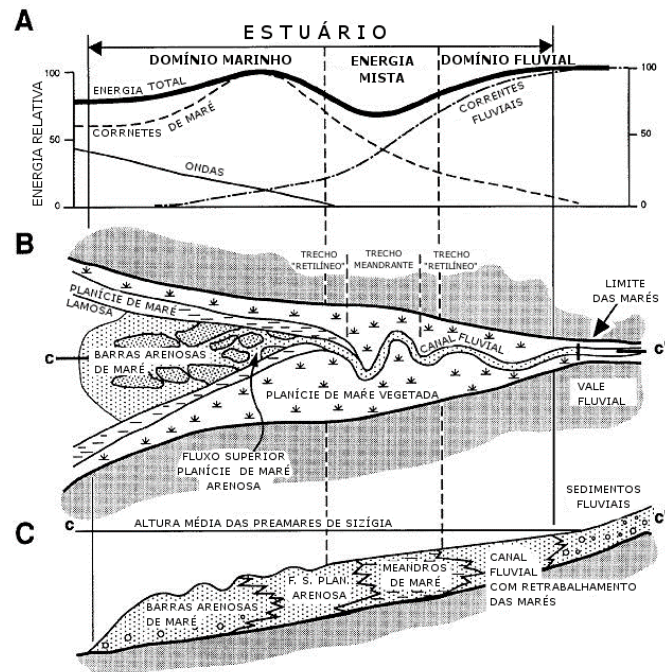
desse nível (DALRYMPLE et al., 1994). Nos estuários dominados por onda (FIGURA 3), a distribuição de energia é marcada pela presença de dois pontos máximos, um causado pela alta energia de ondas em sua entrada e outro produzido pelas correntes do rio na cabeceira do estuário. Essas duas forças favorecem a formação de barras arenosas, perpendiculares ao canal estuarino, deltas de maré enchente que sofre influência direta da maré, acúmulo de sedimento lamoso na região central de baixa energia e delta de cabeceira que é constituído de areias provenientes do rio (DALRYMPLE et al. 1992).

Nos estuários dominados por maré a energia das correntes de maré aumenta progressivamente em direção ao estuário, devido à sua geometria em forma de funil (FIGURA 4), decrescendo posteriormente até alcançar o zero, onde há a predominância da energia fluvial. Deste modo, haverá a predominância de areia fina ao longo do canal de maré, e sedimentos lamosos na planície de maré e nas margens do estuário. São estuários caracterizados pela presença de barras arenosas longitudinais ao fluxo fluvial e canais meandranes na porção intermediária (DALRYMPLE et al. 1992).

**Figura 3:** Representação do estuário dominado por onda com A) Tipos de energias, B) Componentes morfológicos C) Fácies sedimentares em seção longitudinal (Adaptado de Dalrymple et al. 1992).



**Figura 4:** Representação do estuário dominado por maré com A) Tipos de energias, B) Componentes morfológicos C) Fácies sedimentares em seção longitudinal (Adaptado de Dalrymple et al. 1992).



### 3.3 Manguezais

Os manguezais são definidos como um “ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés” (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). São constituídos por comunidades vegetais típicas de ambientes alagados, resistentes à alta salinidade da água e do solo e estão inseridos nos ambientes estuarinos, onde estas condições são ideais ao seu estabelecimento (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000).

As florestas de mangue estão atreladas a ocorrência de depósitos de sedimento fino, daí os manguezais estarem sempre associados à lama. É um ecossistema altamente produtivo, principalmente devido ao grande aporte de nutrientes vindos dos rios que se depositam em seu sedimento (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000). Desempenham papel fundamental na estabilidade da geomorfologia costeira, na conservação da biodiversidade e na manutenção de amplos recursos pesqueiros, geralmente utilizados pela população local (MARINS et al., 2003).

Entre os serviços gerados por este ecossistema, podemos citar: proteção contra inundações, redução de linha de praia e erosão de margens de rios, manutenção da biodiversidade e funções-chave que sustentam atividades econômicas em áreas costeiras (MORBEG; RONNBACK, 2003).



As características do meio físico no interior do estuário vão determinar a distribuição das espécies e o desenvolvimento das florestas de mangue, sendo a salinidade um dos principais fatores (DUKE et al, 1998). Em termos de desenvolvimento, os manguezais atingem o seu maior porte onde os subsídios de pluviosidade e as amplitudes de maré são superiores a 2000 mm e a 2 m, respectivamente (SCHAEFFER-NOVELLI; CITRON, 1986). Sob condições ambientais mais rigorosas podem apresentar estruturas mais simplificada e de menor porte, sugerindo uma zonação da vegetação de manguezal em função da salinidade. No entanto, a zonação está diretamente relacionada às características adaptativas de cada espécie, podendo variar de salinidade zero até valores superiores a 50 para espécies mais resistentes (DUKE et al, 1998).

Os manguezais são ecossistemas recentes sob aspecto geológico-geomorfológico. Estão presentes nas planícies costeiras atuais, resultado de flutuações do nível do mar e alterações paleoclimáticas. Até cerca de 5.150 anos A.P., grande parte da costa brasileira encontrava-se submersa devido à Última Transgressão que foi seguida por uma regressão de ~4,5 m, que formou terraços marinhos e transformou lagunas em lagoas e, posteriormente, lagoas em pântanos salobros (manguezais) (SUGUIO et al., 1985).

O mapeamento do Ministério do Meio Ambiente em 1999, definiu a abrangência das zonas de manguezais no litoral do Brasil, que vai desde o Amapá até Santa Catarina, constituindo cerca de 1.225.444 hectares de zonas de elevada produtividade biológica, uma vez que acolhem representantes de todos os elos da cadeia alimentar (PRATES et al. 2012).

A costa da Bahia possui uma extensão de aproximadamente 1.100 km distribuídos em 39 municípios, abrigando importantes estuários ao longo de 40 bacias hidrográficas. Estima-se quase 100.000 hectares de manguezais e uma população humana diretamente envolvida com esse ecossistema em torno de 95.000 habitantes, abrangendo ambientes, regiões de grande diversidade cultural e produtividade de bens e serviços bastante significativos (RAMOS, 2002).

Considerando o alto valor ecológico e econômico dos manguezais, a legislação brasileira considera as áreas de manguezal como áreas de preservação permanente (APP), segundo o Art. 2º da lei 4771/65. Entretanto, apesar dos esforços para sua conservação, os manguezais encontram-se permanentemente ameaçados por diversas atividades humanas desenvolvidas tanto no litoral, quanto no interior. Os principais vetores potenciais geradores de impactos sobre os manguezais incluem a barragem de rios, a agropecuária, incluindo a aquicultura, e a urbanização, que resultam em pressões sobre o balanço de sedimentos e águas em estuários, fluxo de nutrientes e poluentes, além do desmatamento direto das florestas (LACERDA, 2002).

### 3.4 Sistema de Informações Geográficas – SIG

O desenvolvimento e aplicação de ferramentas adequadas à gestão ambiental têm sido alvo de inúmeros estudos e pesquisas, com destaque para a aplicação das chamadas geotecnologias, que incluem os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) e o Sensoriamento Remoto. Estas ferramentas apresentam tecnologias bastante avançadas e permitem grande acessibilidade de recursos e custos relativamente baixos, tornando-se ainda mais atrativos.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um "*conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas (usuários), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação*" (TEIXEIRA et al., 1995). Portanto, um SIG pode ser utilizado em estudos relativos ao meio ambiente e recursos naturais, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo do mundo real (BURROUGH, 1986).

Os dados tratados em SIG's incluem: imagens de satélite, modelos numéricos de terreno, mapas temáticos, redes e dados tabulares.

O sensoriamento remoto tem sido uma das mais bem-sucedidas tecnologias de coleta automática de dados para o levantamento e monitoramento dos recursos terrestres em escala global. Muito em função da qualidade dos dados adquiridos, com imageadores que ultrapassam centenas de bandas e alta resolução de imagens, possibilitando aplicações nas áreas de levantamentos de recursos naturais e mapeamentos temáticos, monitoramento ambiental, detecção de desastres naturais, desmatamentos florestais, previsões de safras, cartografia de precisão, defesa e vigilância, entre outras (MENESES; ALMEIDA, 2012).

O sucesso do sensoriamento remoto está diretamente ligado à capacidade dos sensores de imagem dos satélites de imagear em curto espaço de tempo toda superfície do planeta, de maneira sistemática, de modo que, a obtenção de imagens periódicas de qualquer área do planeta propicia detectar e monitorar mudanças que acontecem na superfície da terra. Sendo esta, a principal razão pela qual as imagens de satélites passaram a ser a mais eficiente ferramenta para uso nas aplicações que envolvem análises ambientais dos diversos ecossistemas terrestres.

O sensoriamento é cientificamente definido como "uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres".

Portanto, o sensoriamento remoto e os SIG's são potentes ferramentas para a gestão de territorial, especialmente no que diz respeito à caracterização das paisagens e na análise de escalas, padrões e processos relacionados com fenômenos ambientais (BUTLER; WALSH, 1998). Além de seu rápido desenvolvimento, tornando-se cada vez mais acessíveis e baratos, havendo um grande número de softwares, imagens de satélites e bases cartográficas digitais, que são distribuídos livremente, aumentando a eficiência e a redução de custo de trabalhos voltados para esta área.

### **3.5 Aspectos geológicos da zona costeira do Estado da Bahia**

A zona costeira pode ser definida como uma região de interação entre o continente o oceano e a atmosfera. Esta pode ser limitada pelo alcance máximo das marés em direção ao continente e pela profundidade média de interação das ondas com assoalho da plataforma continental adjacente. Em termos de extensão, a Bahia possui a maior faixa litorânea do Brasil, estendendo-se por 1.181 km. O litoral baiano é limitado pelo estado de Sergipe a norte, e pelo Espírito Santo a sul.

As características geológicas e geomorfológicas da zona costeira da Bahia são resultadas da interação entre a herança geológica da região, aporte sedimentar, clima, variações do nível do mar e fatores oceanográficos como as marés, incidência de ondas e correntes litorâneas (DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2012). A partir desse conjunto de características, a costa da Bahia foi segmentada em quatro trechos: o primeiro, Costa do Litoral Norte, se estende de Mangue Seco até Salvador, essa região é caracterizada pela ocorrência de terraços arenosos e dunas costeiras quaternárias (Figura 5); O segundo vai de Salvador a Ilhéus, denominada Costa de Riftes Mesozóicos, onde as baías e estuários costeiros estão encaixados nas bacias sedimentares mesozóicas (Figura 6); O terceiro é representado pela Costa Deltaica do Jequitinhonha, região entre Ilhéus e Santo André (Figura 7); por último a Costa Faminta do Sul da Bahia, partindo de Santo André até o limite com o Espírito Santo, caracterizada pelo baixo aporte sedimentar e ocorrência de falésias ativas da Formação Barreiras, bordejadas pela face de praia (Figura 8) (DOMINGUEZ, 2009).

A formação da zona costeira da Bahia se iniciou com o processo de rifteamento do super-continente Pangea durante o Mesozóico e consequente abertura no oceano Atlântico. As principais unidades geológicas do embasamento cristalino na região costeira da Bahia são o Cráton do São Francisco, que se estende da divisa Sergipe/Bahia até o Jequitinhonha e a Faixa de Dobramentos Araçuaí, na porção sul (DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2012).

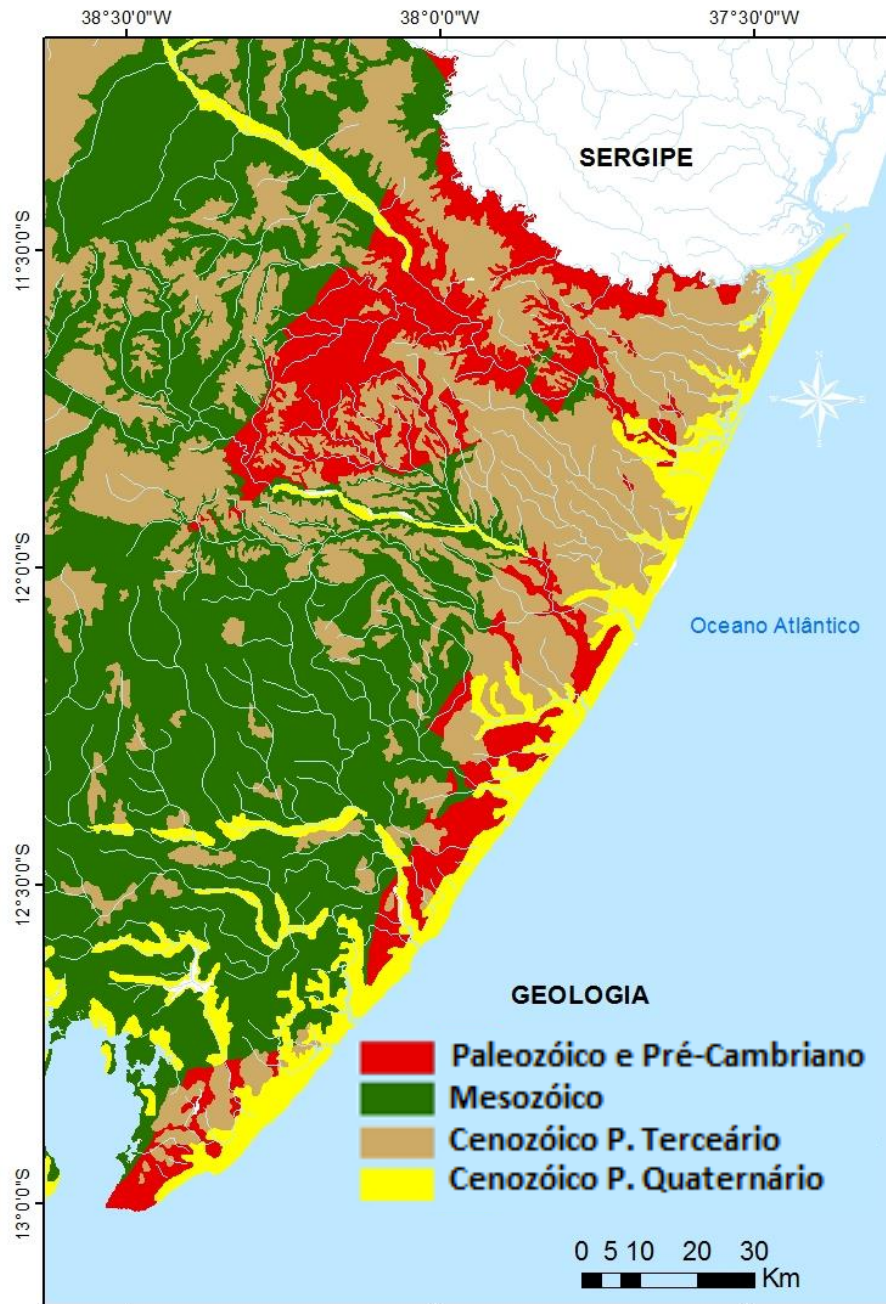
Na região costeira da Bahia, o embasamento é recoberto em grande parte por proeminentes depósitos sedimentares da Formação Barreiras, formando platôs, os chamados Tabuleiros Costeiros. A Formação Barreiras é formada por maciços arenosos e conglomeráticos, mal selecionados, argilitos, arenitos, depositados em ambientes fluviais e marinhos-transicionais durante no Mioceno (ROSSETTI; DOMINGUEZ, 2012). A distribuição da Formação Barreiras é mais expressiva nas regiões norte e sul do Estado, nesta última os Tabuleiros Costeiros chegam a 120 km de largura. Já na região central, bacias mesozoicas Camamu-Almada e Recôncavo, os afloramentos são menos frequentes (DOMINGUEZ et al. 2009). Em alguns locais do sul da Bahia, esses tabuleiros alcançam a linha de costa, formando falésias ativas.

Os depósitos mais amplamente distribuídas ao longo da linha de costa da Bahia são os Terraços Marinheiros Quaternários, pleistocênicos e holocênicos, posicionados na porção mais oriental da costa. Os Terraços Marinheiros Pleistocênico são depósitos arenosos adjacentes a Formação Barreiras que estão relacionados a períodos de nível do mar alto durante o Pleistoceno. Enquanto os Terraços Marinheiros Holocênicos são as feições que bordejam praticamente toda a linha de costa do Estado, associadas ao último nível de mar alto, durante o Holoceno (DOMINGUEZ; BITENCOURT, 2012). As principais características geológicas das subdivisões da costa da Bahia são apresentadas a seguir, de acordo com o apresentado por Dominguez e Bitencourt, (2012).

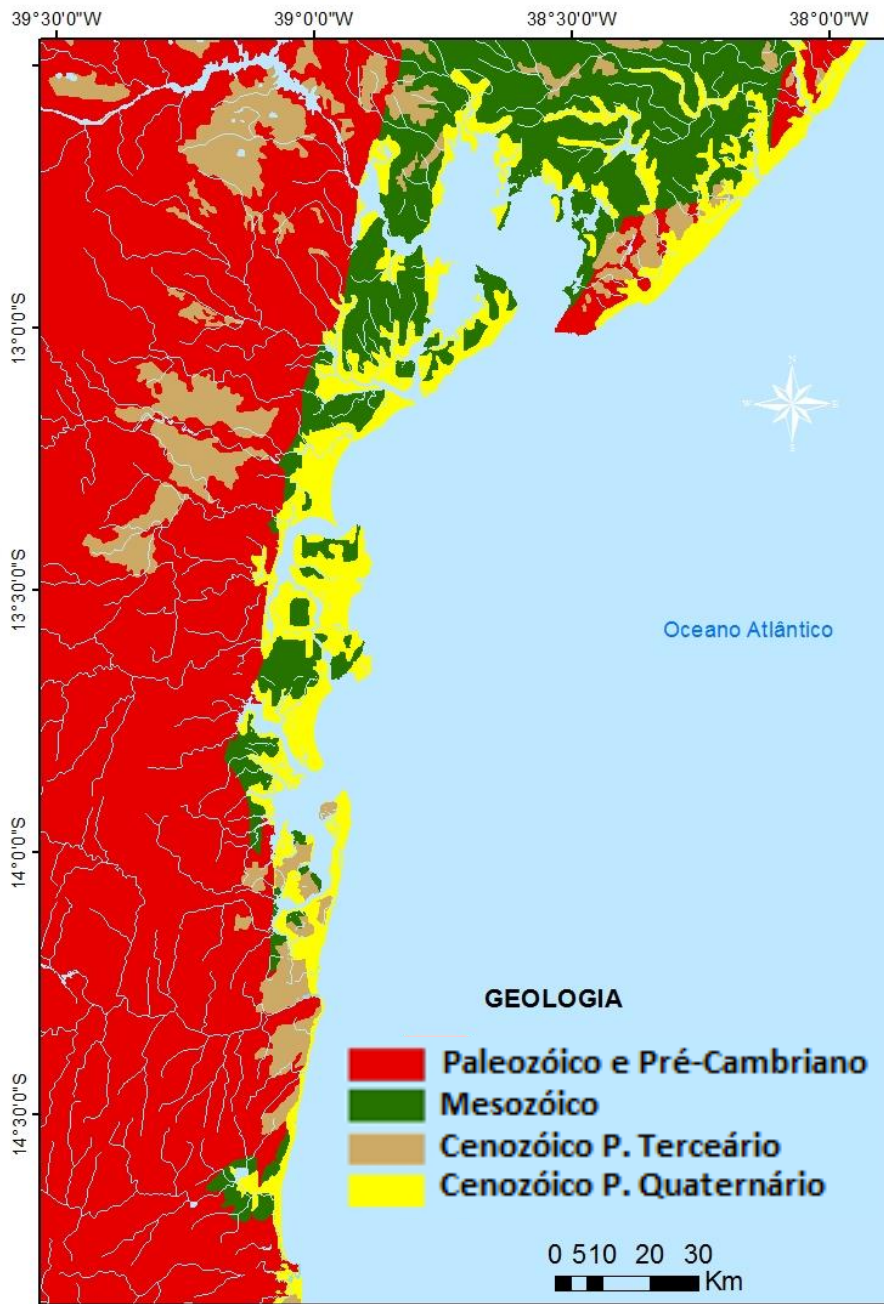
A Costa do Litoral Norte, apresenta afloramentos do embasamento próximos a linha de costa. Essa região é caracterizada por tabuleiros costeiros da Formação Barreiras na parte mais interna, bordejados por uma sequência de terraços quaternários Primeiro os Terraços Marinheiros Pleistocênicos, seguidos pelos Terraços Marinheiros Holocênicos. A região norte possui, ainda, depósitos eólicos pleistocênicos e holocênicos, que são restritos a esse trecho da costa (Figura 5).

A zona costeira da Costa de Riftes Mesozóicos, na porção central do Estado, está disposta sobre rochas sedimentares das bacias do Recôncavo, Camamu e Almada, formadas durante o Mesozóico. Também são encontrados depósitos arenosos pleistocênicos e holocênicos bem desenvolvidos, sobretudo nas planícies costeiras de Guaibim e Pratigi. Em função do processo de erosão diferencial, as rochas sedimentares mesozóicas encontram-se rebaixadas em relação ao embasamento cristalino a oeste. Exemplo disso, são as baías de Todos os Santos e Camamu, resultantes da inundação de regiões mais baixas da costa em períodos transgressivos. Além disso, o contato entre zonas de baixa altitude costeira e o embasamento cristalino, via de regra, age como um limitante topográfico da extensão dos estuários (Figura 6).

**Figura 5:** Geologia da zona costeira da Costa do Litoral Norte do Estado da Bahia



**Figura 6:** Geologia da zona costeira da Costa de Riftes Mesozóicos, na porção central do Estado da Bahia

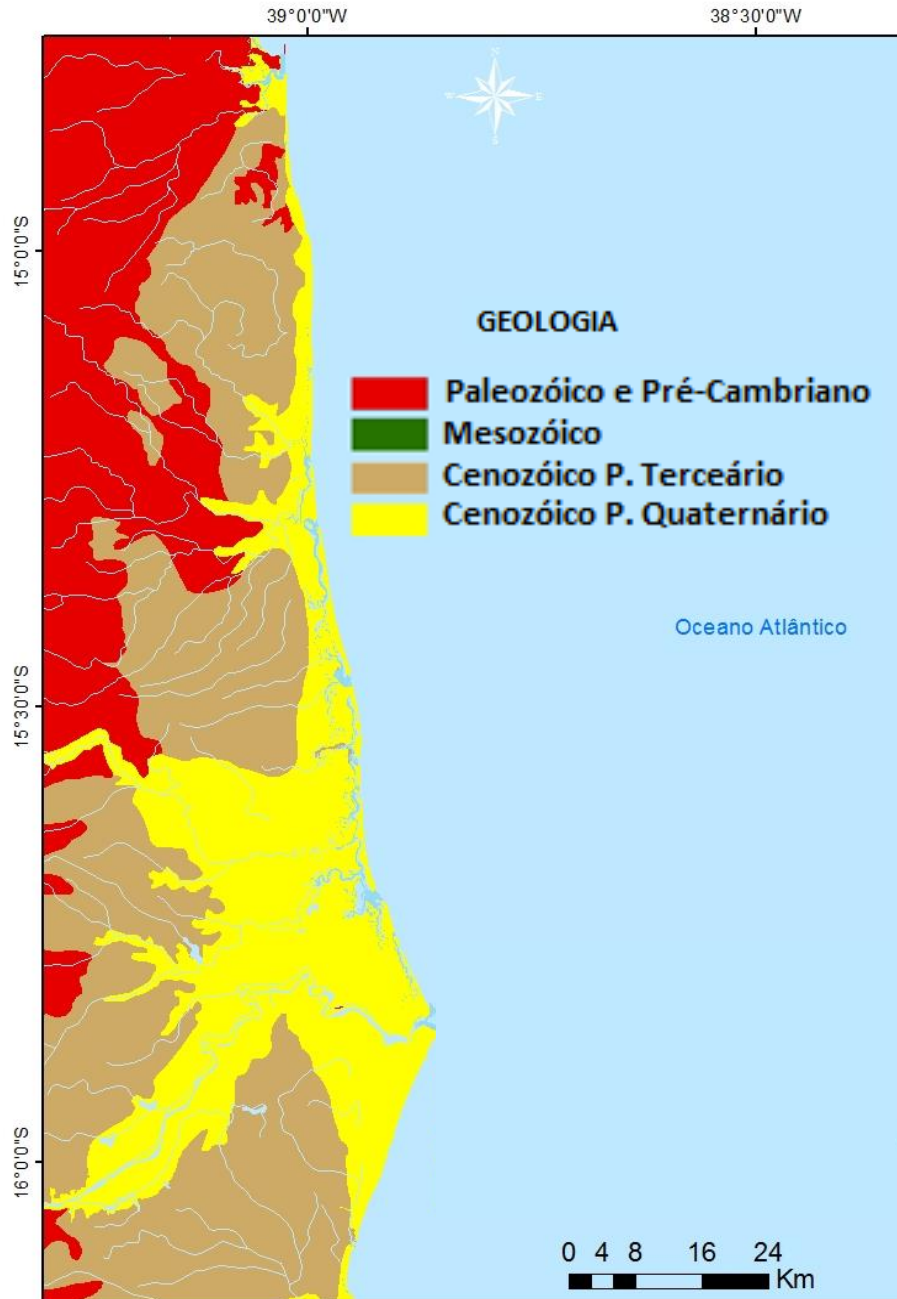


A principal feição da Costa deltaica do Jequitinhonha é o próprio delta do Jequitinhonha, um terraço quaternário resultante da progradação da linha de costa, sobretudo durante o Holoceno. Essa região apresenta grande aporte sedimentar em função dos rios Pardo e Jequitinhonha (Figura 7). Ao sul do delta, no extremo sul do Estado, a zona costeira é caracterizada pela presença de amplas faixas da Formação Barreiras que atingem a linha de costa, formando falésias ativas resultantes da erosão costeira. Essas falésias são reflexo do baixo aporte sedimentar para essa região, que, por isso, recebeu a classificação de Costa Faminta do Sul da Bahia. Esse cenário só é alterado na planície de Caravelas, onde

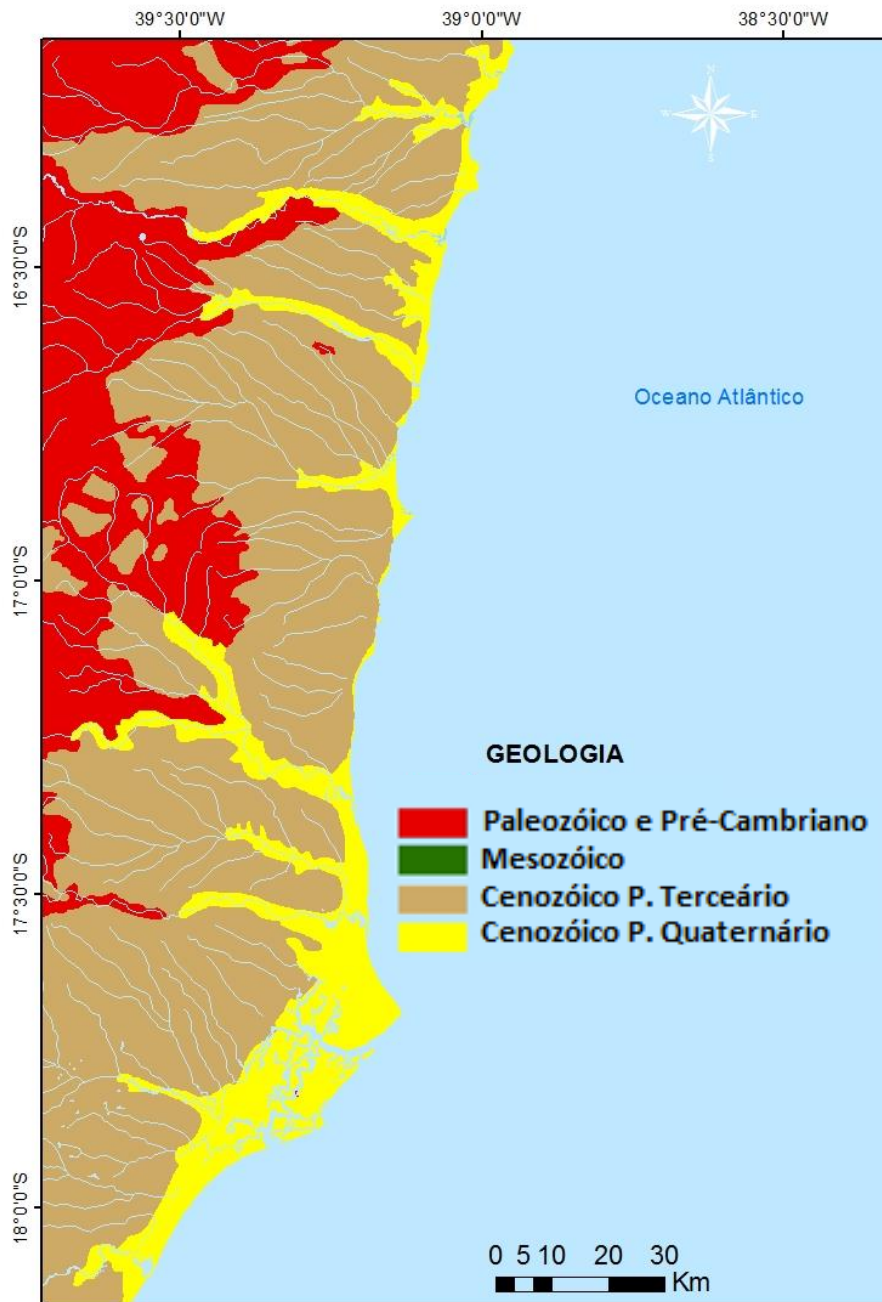


são encontrados Terraços Marinheiros Pleistocênicos e Holocênicos bem desenvolvidos (Figura 8).

**Figura 7:** Geologia da zona costeira da Costa deltaica do Jequitinhonha do Estado da Bahia



**Figura 8:** Geologia da Zona Costeira da Costa Faminta do Sul do Estado da Bahia



### 3.6 Variações do nível do mar na costa da Bahia

O posicionamento atual dos estuários existentes na zona costeira da Bahia são, em grande parte, reflexo das variações do nível do mar no Quaternário. No ápice do último máximo glacial (19.000 anos) o nível do mar estava aproximadamente 120 metros abaixo do atual. Assim, os rios escavaram vales sobre a plataforma continental exposta. Durante a Transgressão Holocênica que durou até aproximadamente 8.000 anos AP (antes do presente), os vales fluviais foram rapidamente inundados, resultando na formação de inúmeros estuários e o nível do mar atingiu 4-5 m acima do atual. Por fim, nos últimos 5.700



anos, o nível do mar na costa do Bahia experimentou uma queda até a atual configuração (MARTIN et al. 2003; DOMIGUEZ et al. 2009).

### **3.7 Marés**

As marés na costa da Bahia variam entre regimes de micro-marés e meso-marés semi-diurnas, com amplitudes entre 1,18 e 2,94 metros. As maiores amplitudes são encontradas no interior da BTS, mais especificamente, no estuário do rio Paraguaçu, associada à amplificação da onda de maré no interior do estuário (CIRANO; LESSA, 2007), e na região de Caravelas, no extremo sul do Estado, onde efeitos da amplificação da onda de maré também são observados (BARROSO, 2009; SANTOS, 2009).

### **3.8 Pluviosidade, clima, ventos e ondas**

Via de regra, a pluviosidade anual na costa da Bahia varia entre 1400 a 2600 mm. Na região Norte, a precipitação vai de 1400 mm em Mangue Seco até 1800 mm Salvador. Entre Salvador e Ilhéus, os valores de precipitação são superiores a 2000 mm ano<sup>-1</sup>, alcançando aproximadamente 2600 mm na região de Valença. Entre Ilhéus e o limite sul do Estado, a precipitação volta a variar entre 1400 e 2000 mm (SEI, 1998). De acordo com a tipologia climática de Thornthwaite & Matther, a região apresenta clima úmido, com exceção de duas faixas, uma na região Norte até a divisa com Sergipe e outra na porção Sul, entre Porto Seguro e o a divisa com o Espírito Sando, ambas com clima úmido a subúmido (SEI, 1998).

A costa da Bahia apresenta um regime de ventos constante, influenciado pelos alísios. Durante a primavera e verão predominam ventos de nordeste e leste, enquanto no outono e inverno os ventos são de sul e sudeste (DOMINGUEZ, 2009; CIRANO; LESSA, 2007). A disposição dos ventos vai ter influência direta na incidência de ondas ao longo da costa, então, da mesma forma, na primavera e verão predominam ondas de nordeste e leste com altura em torno de 1 m, enquanto no outono e inverno as ondas são de sudeste, com altura de 1,5 a 2 m (DOMINGUEZ, 2009).

#### 4. ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado na zona costeira do litoral da Bahia, nas localidades dos estuários dos rios: Real, Itapicuru, Inhambupe, Subaúma, Pojuca, Jacuípe, Subaé (BTS), Paraguaçu (BTS), Jaguaripe (BTS), Jiquiriçá, Una (Tinharé), das Almas (Tinharé), Cachoeira Grande (Camamu), de Contas, Almada, Cachoeira, Pardo, Jequitinhonha, Buranhém, dos Frades, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe (sistema estuarino de Caravelas) e Mucuri.

As áreas de estudo podem ser visualizadas nas Figuras 9 e 10, ordenadas de norte a sul ao longo da costa da Bahia.

A Tabela 1 mostra os municípios onde estão inseridos os estuários estudados.

**Tabela 1:** Municípios onde se localizam os estuários dos rios estudados.

<b>Estuário</b>	<b>Município</b>
1 - Real	Jandaíra
2 - Itapicurú	Conde
3 - Inhambupe	Esplanada
4 - Subauma	Entre Rios
5 - Pojuca	Divisa entre Mata de São João e Camaçari
6 - Jacuípe	Camaçari
7 - Subaé (BTS)	São Francisco do Conde (BTS)
8 - Paraguaçu (BTS)	Divisa entre Maragogipe e Saubara
9 - Jaguaripe (BTS)	Nazaré (BTS)
10 - Jiquiriçá	Valença
11 - Una (Tinharé)	Cairu
12 - Das Almas (Tinharé)	Cairu
13 - Rio Cachoeira Grande (Camamu)	Península de Maraú
14 - De Contas	Itacaré
15 - Almada	Ilhéus
16 - Cachoeira	Ilhéus
17 - Pardo	Canavieiras
18 - Jequitinhonha	Belmonte
19 - Buranhem	Porto Seguro
20 - Frades	Porto Seguro
21 - Jucuruçu	Prado
22 - Itanhém	Alcobaça
23 - Peruípe	Caravelas
24 - Mucuri	Mucuri

Segundo o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) (ANA, 2016), todos os estuários estudados encontram-se na Região Hidrográfica do Atlântico Leste. Esta região compreende parte dos estados do ES, MG, SE e BA.

As bacias hidrográficas do Atlântico Leste, localizadas na Bahia, têm em comum a marcante presença das atividades turísticas no litoral, a expansão da pecuária, que ocupa, prioritariamente, as cabeceiras e a parte mediana desses espaços territoriais, destacando-

se o grande potencial para a mineração. Cabe registrar que no caso das bacias hidrográficas do Pardo, Jequitinhonha, Mucuri, bem como dos demais rios do extremo sul da Bahia (Buranhém, Jucuruçu, Itanhém e Peruíbe), as atividades de mineração avança por MG, estado onde nascem os referidos cursos d'água (BAHIA, 2004).

Outros rios importantes da Bahia, como o Paraguaçu, Inhambupe, Itapicuru, Real e Vaza Barris, cujas nascentes estão localizadas em zonas de clima semiárido, são intermitentes, o que dificulta o abastecimento humano e a pecuária. A partir do médio curso dos rios até o litoral, ou, em algumas situações, apenas nas faixas litorâneas, verifica-se a ocorrência de áreas de policultivos, superando, maciçamente, a pecuária (BAHIA, 2004).

A atividade econômica no litoral da Bahia e em sua área de influência é bastante diversificada, desde o extrativismo à indústria química e energética pesada, além da pecuária extensiva e o turismo. As atividades com alto potencial de impacto estão nos ramos de celulose, petróleo, gás natural, petroquímica, turismo intenso, exploração de calcário marinho, pesca predatória e extração de madeira (BAHIA, 2004).

Nesse contexto, os rios, bem como os estuários da costa da Bahia, estão submetidos às interferências no meio onde estão localizados. Uma breve descrição de cada área de estudo é apresentada a seguir, com características particulares de suas bacias hidrográficas, clima, vegetação, geologia local dos estuários, dentre outras informações relevantes para o estudo.

#### **4.1 Rio Real**

A bacia hidrográfica do rio real nasce no município do Poço Verde, no estado de Sergipe. Está limitada ao sul pela bacia do Itapicuru e ao norte pela bacia do Vaza barris, possui uma área de 4.972 km<sup>2</sup> e percorre 246 km, passando pelos municípios de Cícero Dantas, Fátima, Heliópolis, Rio Real e Jandaíra, e nas vilas de Simbaíba e Mangue Seco, alcançando o oceano Atlântico na Vila de Mangue Seco no município de Jandaíra na Bahia. Tem como principais afluentes os rios Mucambo e Baixa do Tubarão (FARIAS, 2014).

De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é tropical chuvoso, com estações chuvosas e secas, as maiores precipitações ocorrem nos meses de abril a junho e as menores nos meses de outubro a março. As temperaturas variam entre 20°C e 30°C, onde as mínimas ocorrem nos meses de junho e agosto e as máximas em março e dezembro (FARIAS, 2014). Na cidade de Conde, a pluviosidade média anual é de 1.427 mm e temperatura média anual de 24,2°C na faixa mais próxima do litoral, indo em direção ao interior do continente o clima é mais seco, com precipitação inferior a 60 mm (RIBEIRO, 2006).

## **4.2 Rio Itapicuru**

A Bacia Hidrográfica do Rio Itapicuru nasce no Piemonte da Chapada Diamantina, a 766 m de altitude, percorrendo 534 km até desaguar no oceano Atlântico no município do Conde. Apresenta área de 36.440 km<sup>2</sup>, equivalente a 6,51% do território baiano, composta por 45 municípios, sendo que cerca de 90% da superfície se localiza no polígono das secas (FARIAS, 2014). É uma das maiores bacias hidrográficas com rio de domínio estadual do país. Seus mais importantes tributários são os rios Itapicuru-mirim, Itapicuru-açu e Peixe (CRA, 2001).

O clima da região, conforme disposto no Comitê das Bacias Hidrográficas (CBH/BAHIA, 2016), é semiárido em 81% da sua área, ocupando a parte central da Região de Planejamento e Gestão das Águas - RPGA, com chuvas anuais inferiores a 700 mm. Na parte superior da bacia, já na Chapada da Diamantina, o clima torna-se mais ameno mudando para o tipo subúmido a seco, com os totais pluviométricos atingindo até 900 mm. No trecho inferior da bacia do Rio Itapicuru o clima muda para o tipo úmido a subúmido com precipitações variando de 1000 até 1400 mm (SEI, 2006).

## **4.3 Rio Inhambupe**

O rio Inhambupe nasce no município de Teofilândia e deságua no Oceano Atlântico, na região de Baixios, município de Esplanada, sendo ele o segundo menor rio da região norte do Estado (CBH/BAHIA, 2016). Ocupa uma região com clima típico semiárido, possuindo afluentes intermitentes perto de suas cabeceiras. A Bacia Hidrográfica do Rio Inhambupe abrange os seguintes municípios: Teofilândia, Serrinha, Biritinga, Água Fria, Sátiro Dias, Inhambupe, Aporá, Cardeal da Silva, Entre Rios e Esplanada (CBH/BAHIA, 2016).

A bacia hidrográfica do rio Inhambupe possui clima tipo tropical chuvoso na região do litoral e clima semiárido no norte da região de Biritinga e Sátiro Dias. A estrutura pluvial modela-se de sul para norte e de leste para oeste, com intensidade das chuvas decrescendo do litoral (cerca de 1.450 mm/ano) para o centro da região (Sátiro Dias – 680 mm/ano). A temperatura média anual oscila entre 25°C e 24°C, apresentando pouca variação térmica. A umidade relativa Média para a bacia é de 74%, sendo o mês menos úmido janeiro, com 69%. Os meses mais úmidos são maio e junho, quando a umidade ultrapassa 80% (CBH/BAHIA, 2016).

## **4.4 Rio Subaúma**

O rio Subaúma nasce entre os municípios de Alagoinhas e Aramari, no semiárido baiano. Sua bacia tem cerca de 1.400 km<sup>2</sup>. Os principais afluentes são os rios Gravatá, Riacho Sauipe e dos Negros (CBH/BAHIA, 2016).

O clima da bacia hidrográfica é úmido em 37% de sua área próxima ao litoral, seguido de uma estreita faixa de clima úmido a subúmido e do clima subúmido a seco, que se estende até o limite oeste da Região de Planejamento e Gestão das Águas - RPGA (CBH/BAHIA, 2016). Na parte superior da bacia do rio Inhambupe o clima é semiárido, com precipitações anuais entre 700 e 900 mm. Na grande maioria da área (cerca de 77%) as precipitações são superiores a 900 mm, podendo atingir mais de 2.000 mm no litoral (ANA, 2016).

#### **4.5 Rio Pojuca**

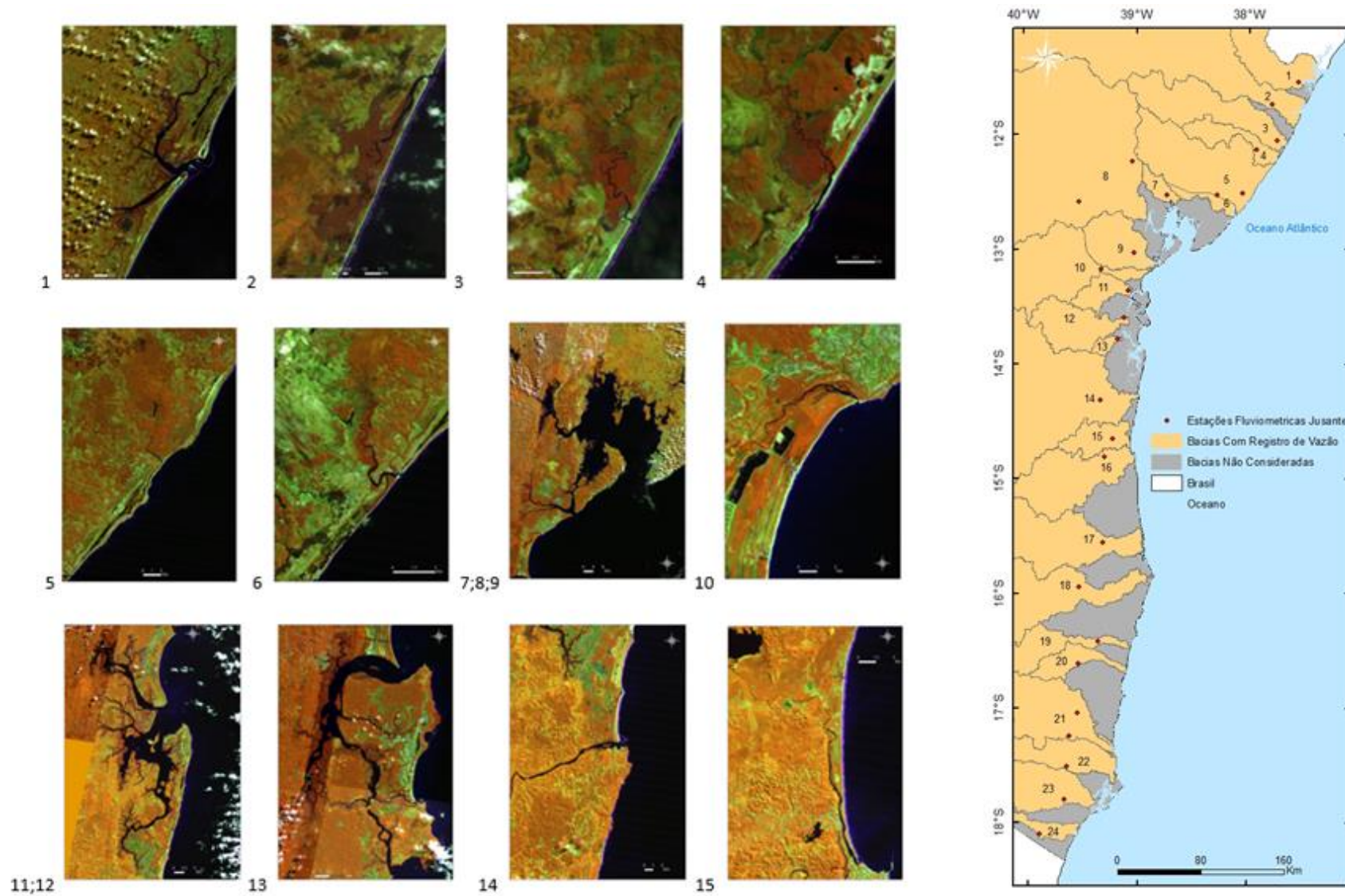
O rio Pojuca nasce no município de Santa Bárbara/BA, na Serra da Mombaça, sua desembocadura é no Oceano Atlântico entre a Vila de Praia do Forte e Itacimirim, separando os municípios de Mata de São João e Camaçari (SEMARH/CRA/GERCO, 2005). A bacia do rio Pojuca possui uma área de aproximadamente 5.000 km<sup>2</sup>, abrange parte da zona rural de Feira de Santana e os municípios de Irará, Coração de Maria, Terra Nova, Teodoro Sampaio, Alagoinhas, Catu, Pojuca, Mata de São João e Camaçari (SEMARH/CRA/GERCO, 2005). Seus principais afluentes são os rios São José, Cabuçu, Juruaba, Itapecerica, Salgado, Paramirim, Camarajipe, Pitanga, Uma, Catu, Quirocó Pequeno e Papucu Grande (SEMARH/CRA/GERCO, 2005). Seu clima possui as mesmas características já mencionadas para a bacia do Subaúma.

#### **4.6 Rio Jacuípe**

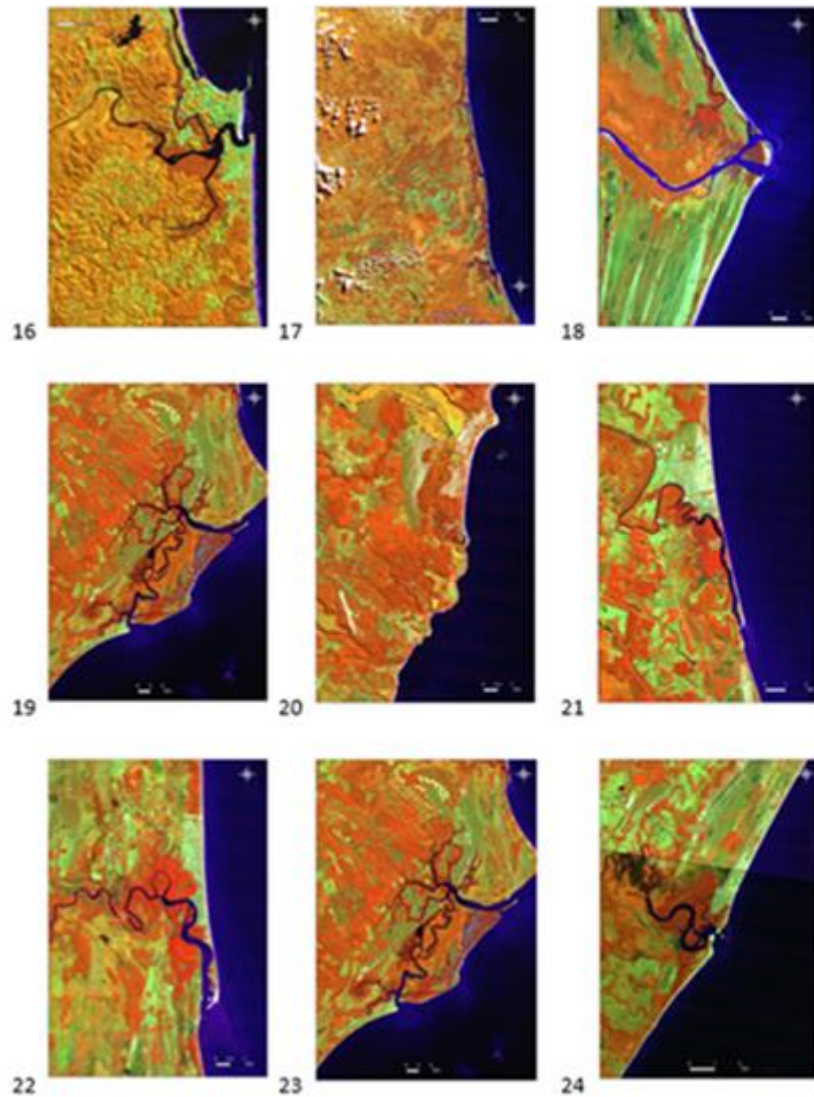
A bacia do Rio Jacuípe possui área de 1.275 km<sup>2</sup>, umas das bacias de menor extensão neste litoral. Seu fluxo é controlado pela barragem de Santa Helena, próximo a sua foz (LIMA, 2007). Sua nascente localiza-se entre os municípios de Conceição do Jacuípe e Amélia Rodriguez e percorre cerca de 140 km entre a nascente até a foz. O trecho final do rio pertence ao município de Camaçari (LIMA, 2007). Seus principais afluentes são os rios Capivara Pequeno e o Capivara Grande.

Segundo a classificação Köppen, a bacia do Rio Jacuípe apresenta características de clima do tipo tropical chuvoso, com alto gradiente de redução da precipitação da faixa litorânea para o interior do Continente, com alta pluviosidade em relação à cabeceira da bacia. Sendo assim, seus tributários permanecem perenes a maior parte do ano. A precipitação média acumulada (isoietas) na bacia do rio Jacuípe varia entre 1.900 mm/ano - próximo ao litoral, e 1.100 mm/ano - na cabeceira (ACCIOLY, 1997).

**Figura 9:** Mapa de localização das áreas de estudo ao longo da zona costeira do estado da Bahia, ordenadas de norte para sul.







Localização das Estações  
Fluviométricas Mais a Jusante

- 1 - Bacia Rio Real
- 2 - Bacia Rio Itapicuru
- 3 - Bacia Rio Inhambupe
- 4 - Bacia Rio Subeuma
- 5 - Bacia Rio Pojuca
- 6 - Bacia Rio Jacuipe
- 7 - Bacia Subaé (BTS)
- 8 - Bacia Rio Paraguai/Jacuipe (BTS)
- 9 - Bacia Rio Jaguaripe (BTS)
- 10 - Bacia Rio Jequirica
- 11 - Bacia Rio Una (Tinaré)
- 12 - Bacia Rio das Almas (Tinaré)
- 13 - Bacia Rio Cachoeira Grande (Camamú)
- 14 - Bacia Rio de Contas
- 15 - Bacia Rio Almada
- 16 - Bacia Rio Cachoeira
- 17 - Bacia Rio Pardo
- 18 - Bacia Rio Jequitinhonha
- 19 - Bacia Rio Buranhem
- 20 - Bacia Rio Frades
- 21 - Bacia Rio Jucuruçu
- 22 - Bacia Rio Itanhém
- 23 - Bacia Rio Peruipe
- 24 - Bacia Rio Mucuri



#### **4.7 Rio Subaé (Sistema estuarino da Baía de Todos os Santos)**

A bacia do rio Subaé drena uma área em torno de 560 km<sup>2</sup> da região do Recôncavo Baiano Norte, desaguando na Baía de Todos os Santos, no município de São Francisco do Conde. A bacia hidrográfica do rio Subaé é formada parcialmente por sete municípios: Feira de Santana, Conceição do Jacuípe e São Gonçalo dos Campos, no alto curso; Amélia Rodrigues e Santo Amaro, no médio curso; São Francisco do Conde e São Sebastião do Passé, no baixo curso. O rio Subaé origina-se nas nascentes da Lagoa do Subaé, às margens da cidade de Feira de Santana, possui extensão de 655 km até sua foz, envolvendo zonas Rurais, Urbanas e Industriais. Seus principais afluentes são os rios Sergi, Pirauna, Serra, Serji-Mirim, Traripe e rio do Macaco.

Sua nascente apresenta clima caracterizado como tropical úmido a subúmido (Koppën), com precipitações médias de 1000mm de chuva. No médio curso há uma maior umidade e distribuição de chuva durante todo o ano, com média anual de 1.600 mm de chuva. Entretanto, seu exutório é predominado por precipitações médias anuais de 1.800 mm de chuva, período chuvoso entre os meses de abril a julho (BAHIA/SRH/ HYDROS, 1996). A temperatura média anual varia de 24°C a 26°C na bacia.

#### **4.8 Rio Paraguaçu (Sistema estuarino da Baía de Todos os Santos)**

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu possui nascentes na Serra do Sincorá nas proximidades da localidade de Farinha Molhada, no município de Barra da Estiva, e desemboca na Baía de Todos os Santos entre os municípios de Maragogipe e Saubara, possuindo 600 km de curso (CBH/BAHIA, 2016). Os principais afluentes são, à margem esquerda, os rios Alpercata, Santo Antônio, Utinga, riachos Canoa Brava, Grande e Tupim, Santa Isabel, Capivari, do Peixe, Paratigi e Jacuípe; e à margem direita, são os rios Una, Pau-a-Pique, Caatinga do Miranda, Santo Antônio e Fundo (INGÁ, 2009). A área drenada por sua bacia hidrográfica é de 55.317 km<sup>2</sup>, ocupando cerca de 10% do território baiano. Trata-se do sistema fluvial de domínio estadual mais importante da Bahia (BAHIA/SRH/HYDROS, 1996).

Esta bacia tem uma grande variedade geo-ambiental e fisiográfica (BAHIA/SRH/HYDROS, 1996). O clima semiárido predomina em 67% da área, ocupando a parte central da Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA) do Paraguaçu, com chuvas anuais inferiores a 700 mm. Na parte superior da Região, já na Chapada da Diamantina, o clima torna-se mais ameno mudando para o tipo sub úmido a seco, com algumas pequenas áreas na nascente do Rio Paraguaçu apresentando um clima úmido a sub úmido (CBH/BAHIA, 2016). Os totais pluviométricos aumentam, atingindo até 1200 mm.



No terço inferior da bacia do Rio Paraguaçu as precipitações variam de 1000 até 1400 mm e o clima predominante é o úmido a sub úmido (CBH/BAHIA, 2016).

#### **4.9 Rio Jaguaripe (Sistema estuarino da Baía de Todos os Santos)**

O rio Jaguaripe faz parte da Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul - BHRS (CBH/BAHIA, 2016). Ele nasce no município de Castro Alves e desagua na contra costa da ilha de Itaparica, sendo sua foz o limite sul da Baía de Todos os Santos. O rio Jaguaripe tem extensão aproximada de 107 km e sua bacia possui área de drenagem de cerca de 2.200 km<sup>2</sup> (CBH/BAHIA, 2016).

O clima da BHRS é tropical chuvoso, com breve período de estiagem. Os índices pluviométricos na faixa litorânea chegam a superar 2000 mm, sendo a média regional de cerca de 1400 mm. Possui distribuição mensal de chuvas bastante regular, principalmente no litoral, sendo a umidade relativa do ar, ao longo do ano, superior a 82% (ANA, 2016). A média da temperatura gira em torno de 22° C (ANA, 2016).

#### **4.10 Rio Jiquiriçá**

A bacia hidrográfica do Jiquiriçá também pertence à Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul – BHRS, sendo a sua maior sub-bacia, ocupando uma área de 6.900 km<sup>2</sup>, equivalente a 39,6% da área total desta bacia hidrográfica. Possui extensão de 150 km, desembocando ao norte da cidade de Valença (FERNANDES, 2010). Trata-se de uma bacia intensamente antropizada, abrangendo terras de 19 municípios total ou parcialmente inseridos na bacia hidrográfica (FERNANDES, 2010). O clima da região apresenta características semelhantes ao do rio Jaguaripe.

#### **4.11 Rio Una (Sistema estuarino Tinharé-Boipeba)**

O rio Una é mais um dos rios pertencentes à Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul (CBH/BAHIA, 2016). O rio Una tem 93 km e sua bacia drena área de 1.280 km<sup>2</sup> (FISCHER et al., 2007). O rio possui um importante significado econômico para a Valença, tanto em termos turísticos como na produção de pescado, sendo navegável por canoas, escunas e lanchas (FISCHER et al., 2007). Suas características climáticas são semelhantes aos demais rios pertencentes à Bacia do Recôncavo Sul, com temperatura média anual variando entre 19° C e mais de 24° C (ANA, 2016).

#### **4.12 Rio das Almas (Sistema estuarino Tinharé-Boipeba)**

Também pertencente à Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul (BHRS) (CBH/BAHIA, 2016), o rio das Almas drena uma área de 780 km<sup>2</sup> e possui uma extensão de 63,3 km de sua nascente até a sua foz, no município de Cairú. O rio das Almas ou Jequié, possui vários afluentes, entre os principais os rios Gandu e Água Comprida. Apresenta grande importância para região de Nilo Peçanha por suas condições de navegabilidade (de pequeno porte) e pela pesca (FISCHER et al., 2007). Pertencente à BHRS, seu clima possui as mesmas características já mencionadas para a área.

#### **4.13 Rio Cachoeira Grande - Sistema Estuarino da Baía de Camamu**

A região que compreende o sistema estuário da Baía de Camamu possui uma carência de registros hidrológicos, com poucas informações das bacias hidrográficas que constituem esse sistema. O rio Cachoeira Grande é um dos maiores rios que desaguam na Baía de Camamu (AMORIM, 2005). Faz parte da bacia hidrográfica do Recôncavo Sul (CBH/BAHIA, 2016). Localiza-se na porção central do litoral do estado da Bahia, ocupando uma área total de 310 km<sup>2</sup>, desaguando na Baía de Camamu (AMORIM, 2005). A Baía de Camamu (BC), contém uma área superficial de aproximadamente 384 km<sup>2</sup>, abrigando em seu interior um rico ecossistema estuarino, com manguezais de grande potencial pesqueiro, restingas na borda litorânea, remanescente da Mata Atlântica e inúmeras ilhas, dentre as quais as mais importantes são as ilhas Grande, Pequena e Âmbar (AMORIM, 2005). Os principais rios, cujas descargas fluviais tornam a BC um sistema estuarino, são o Sirinhaém, Cachoeira Grande, Orojó e da Serra, com suas bacias de drenagem localizadas na porção norte, central e sul da baía, respectivamente (AMORIM, 2005).

#### **4.14 Rio de Contas**

A bacia do rio de Contas pertence às bacias do Atlântico Leste e possui uma área total de 55.000 km<sup>2</sup> (DE PAULA, 2010). É a maior bacia hidrográfica inteiramente contida no Estado da Bahia, estendendo-se de forma alongada no sentido leste-oeste por aproximadamente 700 km, conectando três biomas: o Cerrado na Chapada Diamantina (região de cabeceiras), a Caatinga em seu trecho médio e a Mata Atlântica na bacia inferior. Sua foz está localizada na cidade de Itacaré (DE PAULA, 2010). O Rio de Contas apresenta caráter eminentemente torrencial e, com exceção do canal principal, todos os afluentes dos trechos médio e superior são intermitentes (DE PAULA, 2010).

A pluviometria de sua faixa litorânea é em torno de 2000 mm, com média regional de 1000 mm. Na parte alta da bacia os índices pluviométricos são bem menores, devido ao clima semiárido. No litoral, a distribuição mensal de chuvas é regular, com umidade relativa

média superando a 80%. Dessa forma o gradiente de chuva decresce de leste para oeste. Os gradientes de temperatura também decrescem de leste para oeste: enquanto no litoral os índices médios anuais são em torno de 22°C, nas cabeceiras esses valores são inferiores a 19° C (ANA, 2016).

#### **4.15 Rio da Almada**

Bacia Hidrográfica do Rio Almada – BHRA - localiza-se na Região Sul do Estado da Bahia, englobando área dos municípios de Almadina, Coaraci, Ibicaraí, Lomanto Júnior, Itajuípe, Itabuna, Ilhéus e Uruçuca, totalizando 1572 km<sup>2</sup> (GOMES et al., 2012). Está limitado ao norte e oeste pela bacia hidrográfica do rio de Contas e ao sul pela bacia hidrográfica do rio Cachoeira. O rio Almada nasce a aproximadamente 600 m de altitude na Serra do Chuchu no município de Almadina e percorre 188 km até desaguar ao norte da cidade de Ilhéus (GOMES et al., 2012). Os principais afluentes do rio Almada em sua margem direita são o rio do Braço, o ribeirão do Boqueirão e o riacho Sete Voltas. Já na margem esquerda o rio São José e os ribeirões de Jussara e Braço Norte (GOMES et al., 2012).

O rio Almada encontra-se inserido em faixa litorânea com índices pluviométricos de médias anuais de 1780 mm, diminuindo gradativamente para o interior. A maior incidência de chuvas ocorre no período de março a abril. A temperatura anual apresenta média de 22,9°C, com valores mínimos em julho e agosto e máximos em janeiro e fevereiro. A umidade relativa do ar atinge valores elevados nos meses de maio, junho e julho, coincidindo com os períodos de baixas temperaturas e baixo número de horas de insolação, levando a menores valores de evaporação (GOMES et al., 2012). Segundo a Classificação de Köppen (1936) o clima na BHRA é definido como do tipo Tropical Chuvoso.

#### **4.16 Rio Cachoeira**

A Bacia hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC), está inserida na região hidrográfica da área da Bacia do Leste, Sul do estado da Bahia, origina-se nas nascentes do Rio Colônia, em uma altitude de 800 metros, na Serra da Ouricana, no município de Itororó, e atinge seu patamar mais baixo na superfície litorânea do município de Ilhéus. Sua área de drenagem é de 5.561 km<sup>2</sup>, formado pela união dos Rios Salgado e Colônia e banha três municípios, Itapé, Itabuna e Ilhéus (NACIF, 2003).

Segundo a classificação Köppen, a BHRC apresenta três espaços distintos: uma zona úmida litorânea (clima Af) e uma zona transicional com os climas úmidos (Am) e subúmido (Aw). Quanto a precipitações, atingem valores de 2.000 mm anuais no litoral da bacia (ilhéus), descendo até atingir valores de 800 mm nos municípios de Itapetinga e Itaju

do Colônia (BAHIA, 1995). A temperatura média anual é em torno de 23°C ao longo da bacia. A umidade relativa anual da BHRC decresce do Oceano Atlântico em direção ao interior do continente. Assim, os municípios próximos à faixa da costa apresentam umidade acima de 85%, alcançando 76% na estação meteorológica de Itapetinga (BAHIA, 1995).

#### **4.17 Rio Pardo**

A Bacia hidrográfica do rio Pardo corta os estados de Minas Gerais e Bahia, com uma área correspondente a 32.050 km<sup>2</sup>, onde 59,5 % encontram-se no Estado da Bahia (59,5%). Limita-se ao norte com a Bacia do rio de Contas e ao sul com a do rio Jequitinhonha. O rio Pardo possui uma extensão de 565 km e nasce no município de Rio Pardo de Minas, a uma altitude de 750 m, no Estado de Minas Gerais e conclui seu curso no município de Canavieiras no Estado da Bahia (BAHIA, 2004).

A bacia hidrográfica do rio Pardo compreende clima semiárido e subúmido no alto e médio curso do rio, e clima quente e úmido no baixo curso. A temperaturas mensal média é de 23°C. A pluviosidade apresenta um gradiente decrescente do litoral para o interior, com totais anuais superiores a 600 mm, chegando a alcançar 1.600 mm em alguns locais. O regime pluviométrico é regular, com chuvas abundantes, distribuídas durante o ano (CAR, 1997).

#### **4.18 Rio Jequitinhonha**

A bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha abrange uma área de 70.315 km<sup>2</sup>, sendo parte no nordeste do Estado de Minas Gerais, compreendendo 66.319 km<sup>2</sup> e pequeno setor do sudeste da Bahia, correspondente a 3.996 km<sup>2</sup>. Limita-se a norte com a bacia do rio Pardo, a oeste com a bacia do rio São Francisco, ao sul com a bacia do rio Doce, a sudeste com a bacia do rio (GONÇALVES, 1997). Com uma extensão de 920 km, o rio Jequitinhonha nasce na Serra do Espinhaço, a sul da cidade de Diamantina, em Minas Gerais, a uma altitude de cerca de 1.200 m, e deságua no Oceano Atlântico, no município de Belmonte, no litoral sul da Bahia. Os principais afluentes são os rios Itacambiruçu, Salinas, São Pedro e São Francisco pela margem esquerda, e Araçuai, Piauí e São Miguel, pela margem direita (BAHIA, 1997).

A bacia do rio Jequitinhonha passa por clima semiárido a úmido, com totais pluviométricos anuais compreendidos entre 600 e mais de 1.600 mm, irregularmente distribuídos ao longo do ano (GONÇALVES, 1997). As chuvas são mais intensas nos meses de março a julho e taxas pluviométricas acima de 1600 mm anuais. A média das temperaturas máximas é superior a 24°C e a média das mínimas de 21°C. Possui umidade relativa acima de 85%, que decresce para o interior (BAHIA, 1997).

#### **4.19 Rio Buranhém**

O rio Buranhém nasce na Serra dos Aimorés, no Estado de Minas Gerais. Conhecido também como rio do Peixe ou Porto Seguro, percorre vinte quilômetros em Minas Gerais e 128 quilômetros na Bahia, até sua foz no Oceano Atlântico, no município de Porto Seguro, Bahia. Sua área total de drenagem é de 2.820 km<sup>2</sup> dos quais 88% pertencem ao Estado da Bahia e 12% ao Estado de Minas Gerais (EUCLYDES et al. 2011). Sua rede hidrográfica intermitente é relativamente densa, refletindo os fatores climáticos, e geralmente apresenta regime fluvial perene (SANTOS, 2013). Seus principais tributários são os Córregos Sete Ranchos, Manoel Santos, São João do Sul, Itu e da Torre (SARMENTO-SOARES et al., 2009).

A região possui clima úmido a subúmido, com temperaturas médias de 24,4°C. O índice pluviométrico médio inferior a 2000mm/ano (CBH/BAHIA, 2016)

#### **4.20 Rio dos Frades**

A bacia do rio dos frades ocupa uma área total de 2.251 km<sup>2</sup>. Seus limites são as bacias dos rios Caraíva ao sul, Jucuruçu a sudoeste, Buranhém ao norte e o Oceano Atlântico a leste. Nasce no município de Guaratinga na Bahia, estendendo-se por 115 km até desaguar no município de Porto Seguro. Suas nascentes estão localizadas no contraforte oriental das serras da Vista alegre e do Pão Dourado, com altitudes entre 400 e 500 m. Seus principais afluentes são os rios Braço do Norte, Barriguda, Água Branca e São Gonçalo (SARMENTO-SOARES et al. 2009 apud MMA/SRH, 1997).

A bacia hidrográfica do rio dos Frades pertence a mesma Região de Planejamento e Gestão das Águas que o rio Buranhém e, portanto, apresentam clima semelhantes.

#### **4.21 Rio Jucuruçu**

A bacia do rio Jucuruçu tem área de 5.284 km<sup>2</sup> (SARMENTO-SOARES et al. 2009 apud MMA/SRH, 1997). Ele nasce com o nome de Córrego da Prata no contraforte ocidental da Serra dos Aimorés-MG, a cerca de 1000 m de altitude, cruza o extremo sul da Bahia, no sentido oeste-leste, percorrendo a extensão de 241 km. O terço superior da bacia do Jucuruçu foi considerada como a área desde as nascentes até o encontro com o Ribeirão Dois de Abril no povoado de Dois de Abril. O médio Jucuruçu vai até o encontro com o córrego Jundiari, próximo a Itamarajú. O baixo Jucuruçu segue de Itamarajú até a foz, na cidade do Prado (SARMENTO-SOARES et al. 2009). O clima da bacia é classificado por Köppen como AF, tropical, quente e úmido, com temperaturas médias anuais elevadas, em

torno de 21,5 a 24,5 °C e precipitações mensais sempre acima de 60 mm (CBH/BAHIA, 2016).

#### **4.22 Rio Itanhém**

O rio Itanhém tem nascente no município de Fronteira dos Vales no Estado de Minas Gerais, e encontra o mar em sua foz no município de Alcobaça na Bahia (SARMENTO-SOARES et al, 2010). A nascente principal recebe o nome de córrego Alcobaça até a confluência com córregos Jacutinga e Encerado, quando passa a ser denominado como Rio Itanhém. Entre os rios do extremo sul da Bahia este rio é o que possui maior extensão dentre os formadores de bacia drenando até 20% da área da região (SARMENTO-SOARES et al, 2010). A bacia do Rio Itanhém ocupa uma área de 6.163 Km<sup>2</sup> e 248 km de extensão. Suas cabeceiras localizam-se sobre os Planaltos Cristalinos Rebaixados, de elevações na faixa de 600 a 800 m, sendo que a Serra dos Aimorés separa as águas das bacias do Itanhém, Mucuri e Jequitinhonha, e também separa as cabeceiras dos rios Itanhém e Jucuruçu (SARMENTO-SOARES et al. 2010). Visto que a bacia pertence a mesma Região de Planejamento e Gestão das Águas que o rio Jucuruçu, apresentam clima semelhantes.

#### **4.23 Rio Peruípe**

A área da bacia hidrográfica do Rio Peruípe está limitada ao norte pela Bacia do Rio Itanhém, ao sul e oeste pela Bacia do Rio Mucuri, e a leste pelo Oceano Atlântico (SOARES et al. 2007). O rio Peruípe com nascente no município de Nanuque, em Minas Gerais, e desagua no município de Nova Viçosa, na Bahia, onde encontra o mar. É o principal afluente do sistema estuarino de Caravelas. Sua área é de 4.780 km<sup>2</sup> e se estendendo por 58 km, apresentando densa malha de drenagem com forma de leque. Entre seus tributários destacam-se os rios Peruípe Sul e Peruípe Norte, que recebe este nome após a confluência desses rios (SOARES et al. 2007). O clima da bacia é classificado por Köppen como AF, tropical, quente e úmido, com temperaturas médias anuais elevadas, em torno de 21,5 a 24,5 °C

#### **4.24 Rio Mucuri**

O rio Mucuri é formado pela junção dos rios Mucuri do Sul e Mucuri do Norte, com nascentes nos municípios de Malacacheta-MG e Ladainha-MG, respectivamente. Sua área total é 15.100 km<sup>2</sup>, dos quais 95% pertencem ao Estado de Minas Gerais e 5% ao Estado da Bahia. Seus principais afluentes são os rios Todos os Santos - margem direita, e Pampã - margem esquerda (CEMIG, 2016). O clima da região é semelhante ao do rio Peruípe que já foi apresentado.

## 5. METODOLOGIA

A metodologia aqui apresentada foi sistematicamente aplicada para todos os estuários estudados. Os estuários foram escolhidos com base nos dados das séries temporais de vazão, sendo escolhidos os rios com vazão mais expressivas e que possuíam série temporal mais longas.

Para realização deste trabalho foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT 5, disponíveis no endereço eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE). As imagens estão situadas na órbita 215 englobando as zonas 67,68,69,70,71,72 e 73, e na órbita 216 abrangendo apenas a zona 69. As coordenadas utilizadas foram planas UTM - Projeção Universal Transversal de Mercator/WGS/84. A região visualizada nas imagens corresponde ao setor costeiro da Bahia, onde é possível observar o encontro dos rios com o oceano Atlântico.

As imagens citadas foram primeiramente tratadas com o Software de processamento de imagem ENVI 4.8, visando obter a melhor fusão com a composição de bandas RGB 4,5,3. A composição escolhida permitiu a visualização e delimitação da vegetação de manguezal presente nas margens dos estuários, que foi identificada como zona de intermaré.

Para a delimitação das zonas de interesse foi utilizado o Software ARCGIS 10.1. Todas as imagens foram sobrepostas e ajustadas, sendo obtidas imagens contínuas para todos os estuários estudados. Sobre a imagem integrada foram criados polígonos para delimitar cada uma das zonas de interesse áreas inter e inframaré.

A extensão da zona de mistura, foi delimitada após a identificação do canal de maiores dimensões e em função do alcance da vegetação de manguezal da foz em direção ao interior do estuário ou seja a a montante da foz. A classificação dos estuários foi realizada com base nos modelos estabelecidos por Pritchard (1960) e Perillo (1995). Além das imagens de satélite, mapas geomorfológicos e litológicos da região auxiliaram na classificação.

Os dados de descarga fluvial foram obtidos através de séries históricas das estações fluviométricas mais próxima do estuário de interesse, e são disponibilizadas pela ANA – Agência Nacional das Águas (ANA, 2016) (Apêndice). O tratamento dos dados foi feito com o software o HIDRO 1.2.1, também disponibilizado pela ANA. O Programa permite o gerenciamento de uma base de informações e calcular funções hidrometeorológicas básicas, armazenada em um banco de dados, além de visualizar dados como gráficos, imagens. Após tratamento dos dados foram gerados gráficos para posterior análise (apêndice).

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A extensão da zona de mistura e manguezais dos estuários da Bahia (Tabela 2) apresentaram diferentes características em resposta as combinações dos fatores geológicos, oceanográficos, geomorfológicos e hidrológicos de cada ambiente. Os resultados de cada estuário são descritos de norte em direção a sul, e apresentados em setores, a partir da classificação da zona costeira da Bahia proposta por Dominguez, (2009). Quando necessário, ambientes estuarinos formados por inúmeros canais de maré foram agrupados em complexos, e dessa forma, os dados foram apresentados somados para todo o sistema.

**Tabela 2:** Extensão da zona de mistura, dos estuários da Bahia, avaliado neste estudo.

<b>Estuário</b>	<b>Extensão (Km)</b>
1 - Real	30,5
2 - Itapicurú	11,3
3 - Inhambupe	8,9
4 - Sumaúma	8,2
5 - Pojuca	6,8
6 - Jacuípe	14,8
7 - Subaé (BTS)	11,1
8 - Paraguaçu (BTS)	79
9 - Jaguaripe (BTS)	19,9
10 - Jequiçá	9,6
11 - Una (Tinharé)	15,9
12 - Das Almas (Tinharé)	38,9
13 - Cachoeira Grande (Camamú)	33
14 - De Contas	0,5
15 - Almada	14
16 - Cachoeira	12,7
17 - Pardo	10,4
18 - Jequitinhonha	3,1
19 - Buranhém	9,7
20 - Frades	2,2
21 - Jucuruçu	11,6
22 - Alcobaça	10,2
23 - Peruíbe	32,2
24 - Mucurí	4,5



**Tabela 3:** Área inframareal e intermareais (manguezais) dos estuários da Bahia, avaliado neste estudo.

Estuário	Área Inframareal (km <sup>2</sup> )	Área Intermareal (km <sup>2</sup> )	Área Total (km <sup>2</sup> )
1 - Real	31,13	20,96	52,1
2 - Itapicurú	2,15	13,66	15,82
3 - Inhambupe	0,42	3,19	3,61
4 - Subauma	0,19	2,13	2,33
5 - Pojuca	0,28	0,12	0,41
6 - Jacuípe	2,79	3,92	6,72
7 - Subaé (BTS)	1131,33	144,8	1276,13
8 - Paraguaçu (BTS)			
9 - Jaguaripe (BTS)			
10 - Jequiriçá	0,91	1,44	2,35
11 - Una (Tinharé)	100,96	139,17	240,13
12 - Das Almas (Tinharé)			
13 - Rio Cachoeira Grande (Camamú)	220,58	179,48	400,07
14 - De Contas	2,42	1,17	3,6
15 - Almada	1,87	2,05	3,92
16 - Cachoeira	6,31	8,73	15,05
17 - Pardo	10,79	72,67	83,47
18 - Jequitinhonha	3,31	3,95	7,26
19 - Buranhém	3,1	6,94	10,04
20 - Frades	0,21	0,21	0,43
21 - Jucuruçu	1,5	4,56	6,06
22 - Alcobaça	1,71	5,85	7,57
23 - Peruíbe	46,25	121,6	167,85
24 - Mucurí	2,34	4,00	6,34

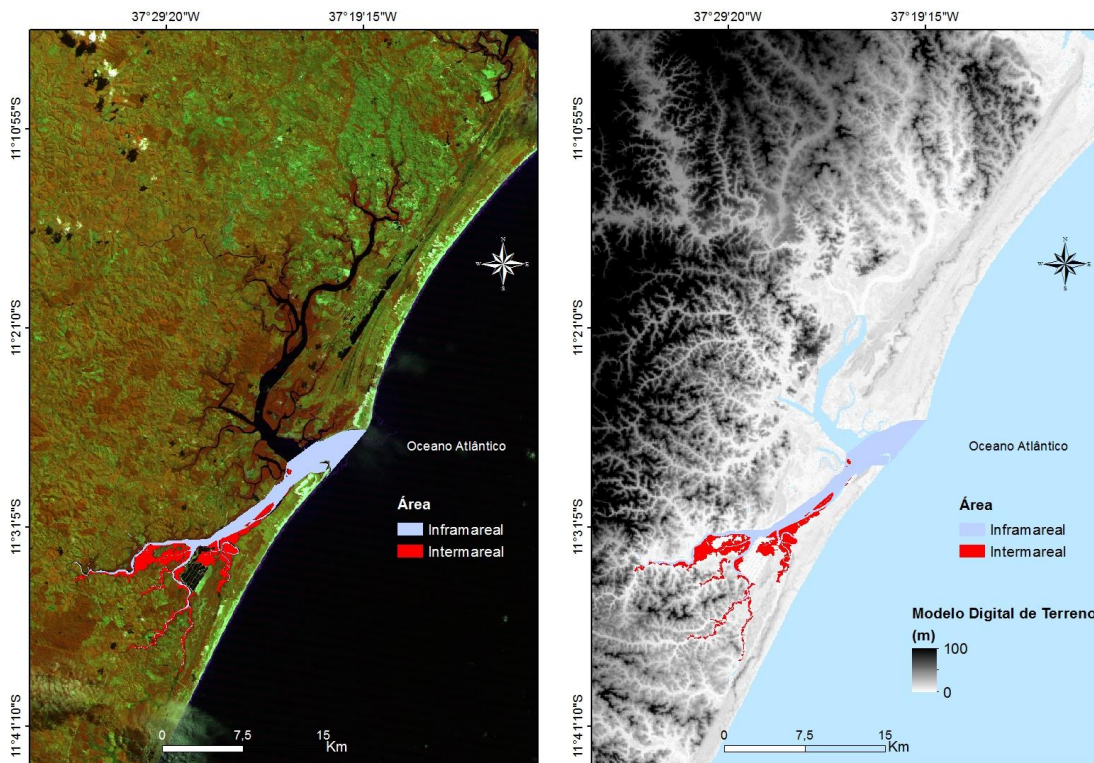
## 6.1 Costa do Litoral Norte

Essa região é caracterizada pela presença de Terraços Marinheiros Pleistocênicos e Holocênicos, Tabuleiros Costeiros da Formação Barreiras, sobretudo na porção mais a norte, além do embasamento cristalino, aflorando próximo à linha de costa.

### 6.1.1 Estuário do rio Real

Na região Norte da Bahia, este estuário é o que apresenta maior extensão da zona de mistura, com cerca de 30,5 km e domínio inframareal e intermareal com área de 31,1 km<sup>2</sup> e 20,9 km<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 2). Anteriormente, Farias (2014), calculou a área inframareal desse estuário em 34,5 km<sup>2</sup>. Notavelmente, o estuário Real é o que possui as maiores dimensões da região, com canal estuarino bastante largo, além das maiores florestas de manguezais. Próximo a foz, este estuário se une com o estuário Piauí, que não foi adicionado no estudo pois já se encontra no Estado de Sergipe (Figura 11a).

**Figura 11:** Mapa do estuário do rio Real com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



A descarga fluvial compreende uma série histórica entre 1966 e 2014, apresentando valores médios de 4,65 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> e pico de descarga máxima de 584,00 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Dessa forma,

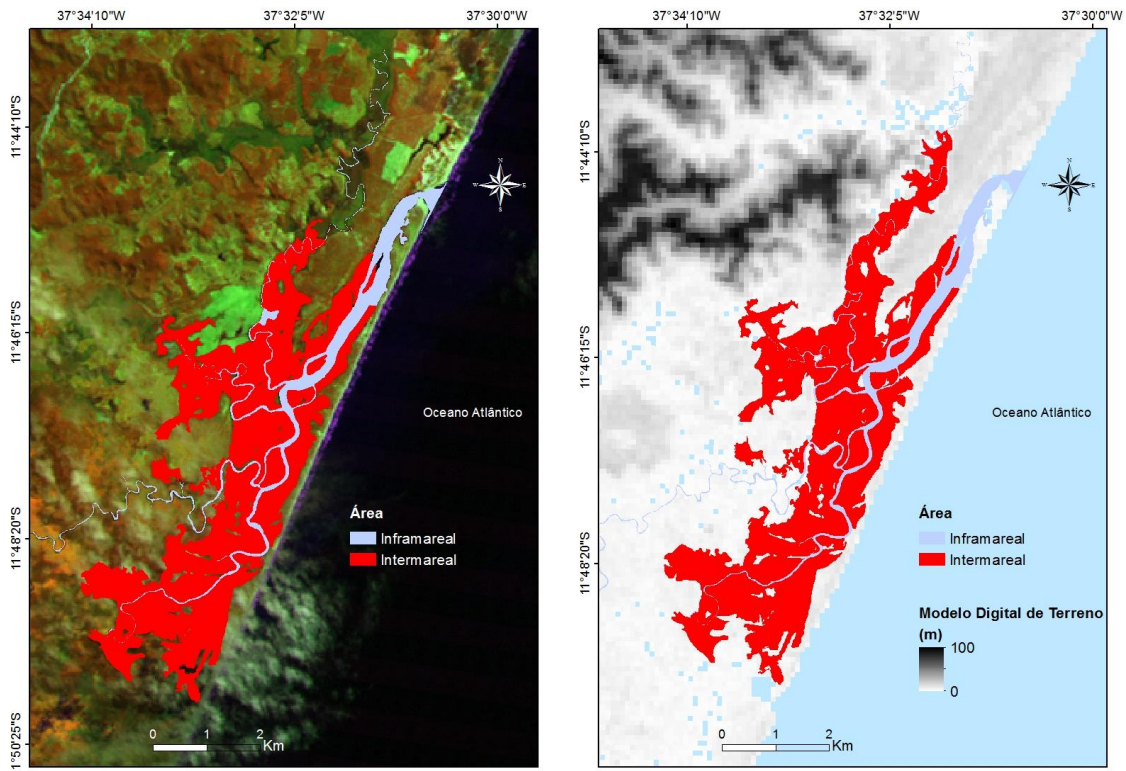
devido à baixa vazão média, esta não se impõe como a principal barreira para a penetração da maré salina ao longo do estuário, permitindo que a salinidade marinha possa alcançar até aproximadamente 30 km estuário a dentro, juntamente com a vegetação de manguezal (Figura 11a). Soma-se a isso, as dimensões do canal estuarino que permitem esse avanço. De fato, a maré seria livre para ter uma maior penetração caso não houvesse o efeito da topografia (Figura 11b). Assim, a excursão da maré neste estuário é limitada na altura da Ba-099 pela presença do embasamento cristalino, formando uma cascata e conseqüentemente, provocando um desnível no curso do rio, impedindo o avanço da maré salina, o que também foi verificado por Farias, (2014). O embasamento cristalino, que na Costa Norte, se mantém próximo à linha de costa (DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2012), mostra sua influência no controle da dinâmica desse estuário.

### 6.1.2 Estuário do rio Itapicuru

Ao longo do baixo curso, esse estuário é posicionado paralelamente a costa, internamente a uma feição em barra, também estão presentes pequenos canais meandantes, possivelmente controlados pelas variações da maré. A onda de maré avança pelo estuário sobre a planície costeira quaternária, com a zona de mistura alcançando 11,3 km a montante da foz (Figura 12a). A região inframareal tem área de 2,1 km<sup>2</sup> (Tabela 2). Para o mesmo estuário, a extensão da zona de mistura e inframareal foram calculadas em 10 km e 1,6 km<sup>2</sup>, respectivamente (FARIAS, 2014). A área de manguezal foi calculada em 13,6 km<sup>2</sup>, inferior apenas aos manguezais do rio Real, quando comparado com outros estuários da Costa Norte da Bahia.

A vazão média encontrada foi de 13,66 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> e o pico máximo foi de 656,76 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (1964 a 2014). A região estuarina, assim como a região a montante, ao longo do curso do rio, possui um relevo suave. Contudo, o estuário não alcança o contato com o embasamento nem com o relevo mais proeminente da Formação Barreiras, assim não há um gradiente topográfico abrupto ao longo do leito fluvial impedindo que a maré salina se propague (Figura 12b). O canal principal é afunilado de modo que diminui sua largura cerca de oito vezes após afastar-se dos primeiros 5 km da sua desembocadura, o que poderia favorecer amplificação da onda de maré (DYER, 1995). Por outro lado, a ampla zona intermareal com relação a largura do canal, pode provocar o amortecimento da onda de maré (FRIEDRICH; AUBREY, 1988). Deste modo, os principais fatores de limitação da maré salina podem estar associados ao fluxo fluvial juntamente com a ampla zona intermareal nas margens.

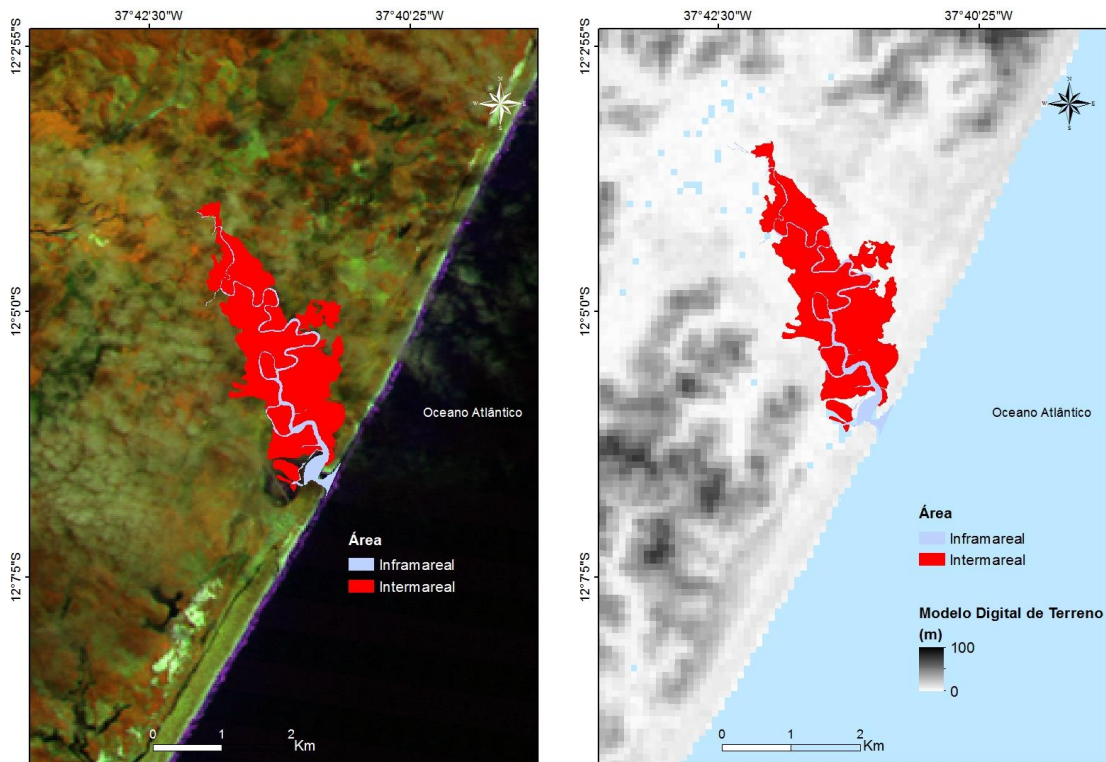
**Figura 12:** Mapa do estuário do rio Itapicurú com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



### 6.1.3 Estuário do rio Inhambupe

O canal estuarino do rio Inhambupe é marcado por não possuir grandes variações em sua largura (Figura 13a). A zona de mistura estende-se por 8,9 km na planície quaternária e com regiões inframareal e intermareal possuindo áreas respectivas de 0,42 km<sup>2</sup> e 3,1 km<sup>2</sup>. A região não apresenta gradientes topográficos expressivos, com relevo aplainado ao longo do baixo curso do rio (Figura 13b). A vazão média encontrada para o intervalo 1966 a 2014 foi de 7,04 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> com máxima de 292,00 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Mesmo não possuindo uma vazão média elevada, essa provavelmente controla a extensão da zona de mistura que, associado a extensão das áreas intermareais, pode provocar o amortecimento da onda de maré. Além disso, mesmo não havendo um componente geomorfológico abrupto para limitar o fluxo de maré, o leve gradiente topográfico do vale fluvial pode ser determinante.

**Figura 13:** Mapa do estuário do rio Inhambupe com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



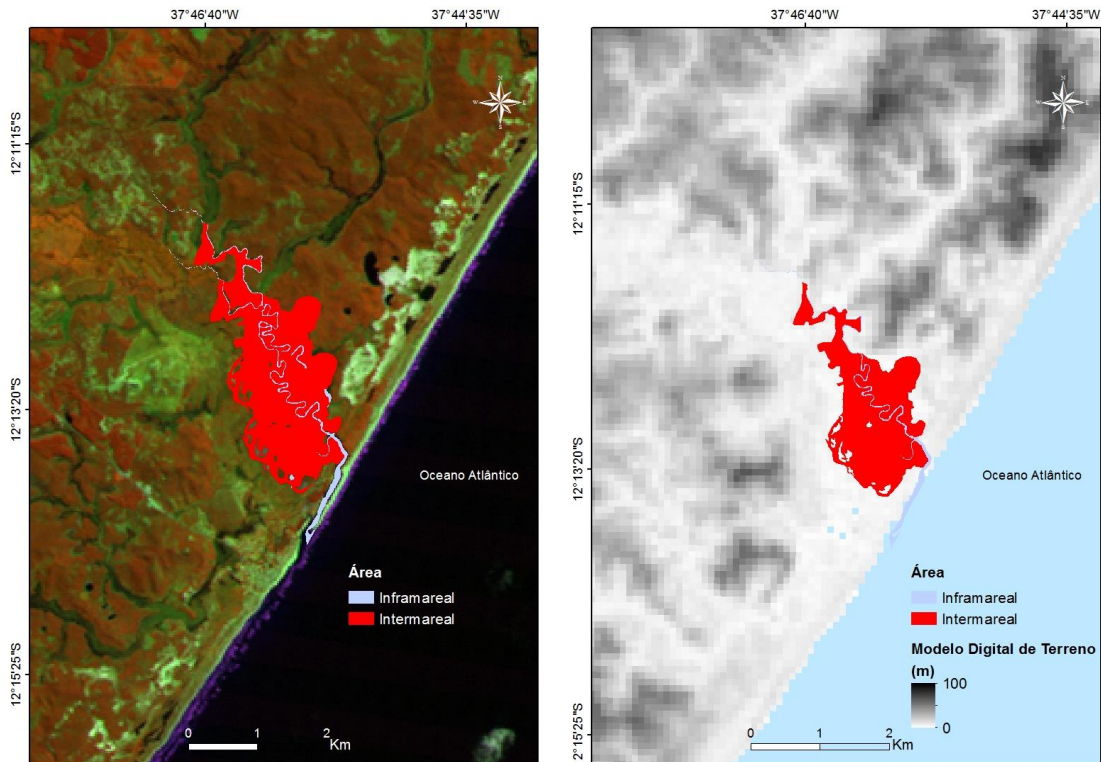
#### 6.1.4 Estuário do rio Subaúma

A foz do estuário Subaúma é deslocada para sul, tendo em vista a formação de um pontal arenoso na linha de costa. Nesse estuário, os manguezais tornam-se mais abundantes quando o canal estuário deixa de ser paralelo e passa a se orientar de forma perpendicular à linha de costa (Figura 14a). Com exceção do pontal arenoso, o estuário do rio Subaúma apresenta características semelhantes ao do rio Inhambupe, avançando sobre a planície quaternária. O canal estuarino é estreito e composto por meandros com uma extensão total de 8,2 km e área inframareal de 0,19 km<sup>2</sup> e os manguezais correspondem a 2,1 km<sup>2</sup> (Tabela 2).

A vazão média encontrada entre os anos de 1995 a 2014 é de 3,07 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, com pico máximo de 55,81 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Isto demonstra que a descarga fluvial que chega até a região estuarina não é suficiente para exercer controle dominante na incursão da maré. O estuário também não apresenta gradientes topográficos expressivos (Figura 14b). Diante disso, a penetração na onda de maré é provavelmente condicionada pelos mesmos fatores sugeridos para o rio Inhambupe.



**Figura 14:** Mapa do estuário do rio Subaúma com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



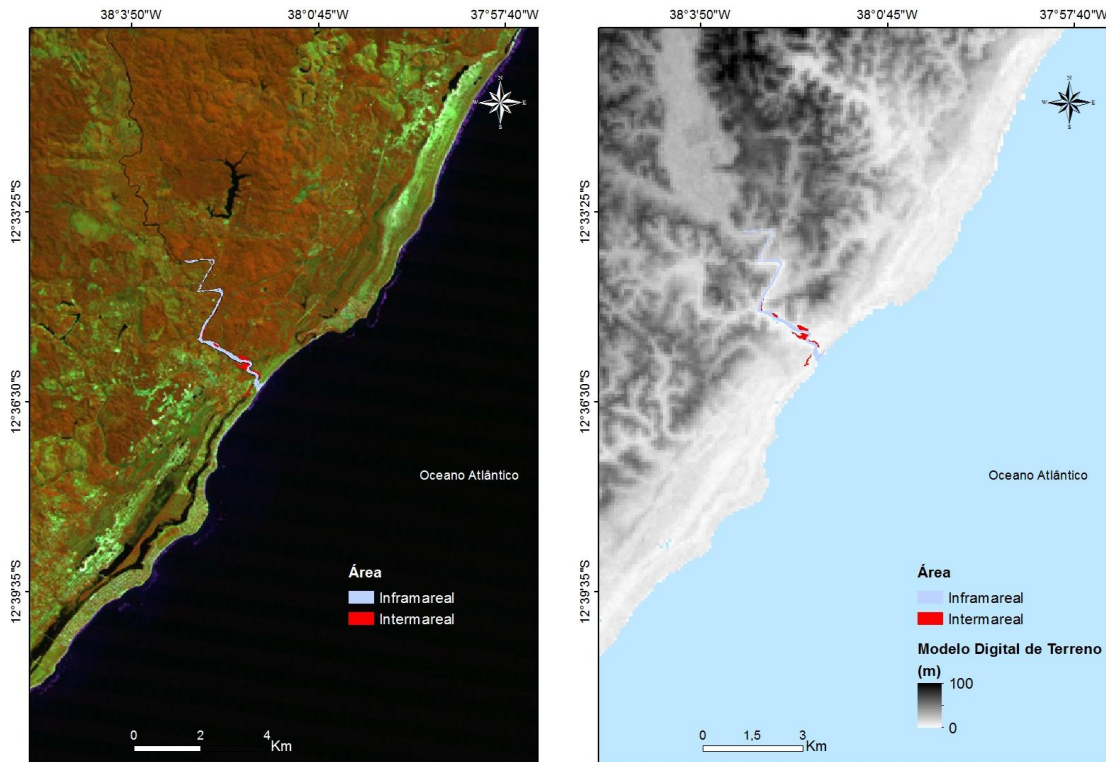
### 6.1.5 Estuário do rio Pojuca

Na região estuarina do rio Pojuca o embasamento cristalino aflora a poucos quilômetros da linha de costa. A zona de mistura estuarina se estende por apenas 6,8 km e seu curso é alternado entre reto e anguloso perpendicularmente a costa até sua ligação com o mar (Figura 15a). Medidas de salinidade realizadas no estuário encontraram valores menores que 1 UPS já na altura da ponte da Ba 001, em condição de preamar, contudo essas medidas foram realizadas sob condições de elevada precipitação na região, o que pode não retratar as condições médias desse estuário (CRA, 2005). Ao longo da zona de mistura observa-se que as margens do canal são elevadas, dessa forma a geomorfologia não favoreceu o desenvolvimento de uma ampla área intermareal e consequentemente, manguezais (Figura 15b). As regiões inframareal e intermareal desse estuário possuem áreas de 0,28 km<sup>2</sup> e 0,12 km<sup>2</sup>, respectivamente, sendo as menores encontradas nessa porção do litoral (Tabela 2).

A vazão média que chega até a zona de mistura de acordo com os dados da série histórica (1963 a 2014) foi de 16,54 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> com pico máximo de 1142,00 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (ANA, 2016). Aqui, o controle da penetração da maré salina ocorre pela vazão fluvial, estando também associada com a topografia do terreno (Figura 15b). Ao longo do canal, afloramentos do embasamento provocam degraus topográficos impedindo o avanço da onda de maré,

semelhante ao que ocorre no rio Real. Assim, mesmo em uma situação em que a vazão média seja reduzida por um longo período, a zona de mistura é impedida de se prolongar em função da barreira topográfica. O relevo mais acidentado da região pode ser observado em maior detalhe na Figura 15b.

**Figura 15:** Mapa do estuário do rio Pojuca com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



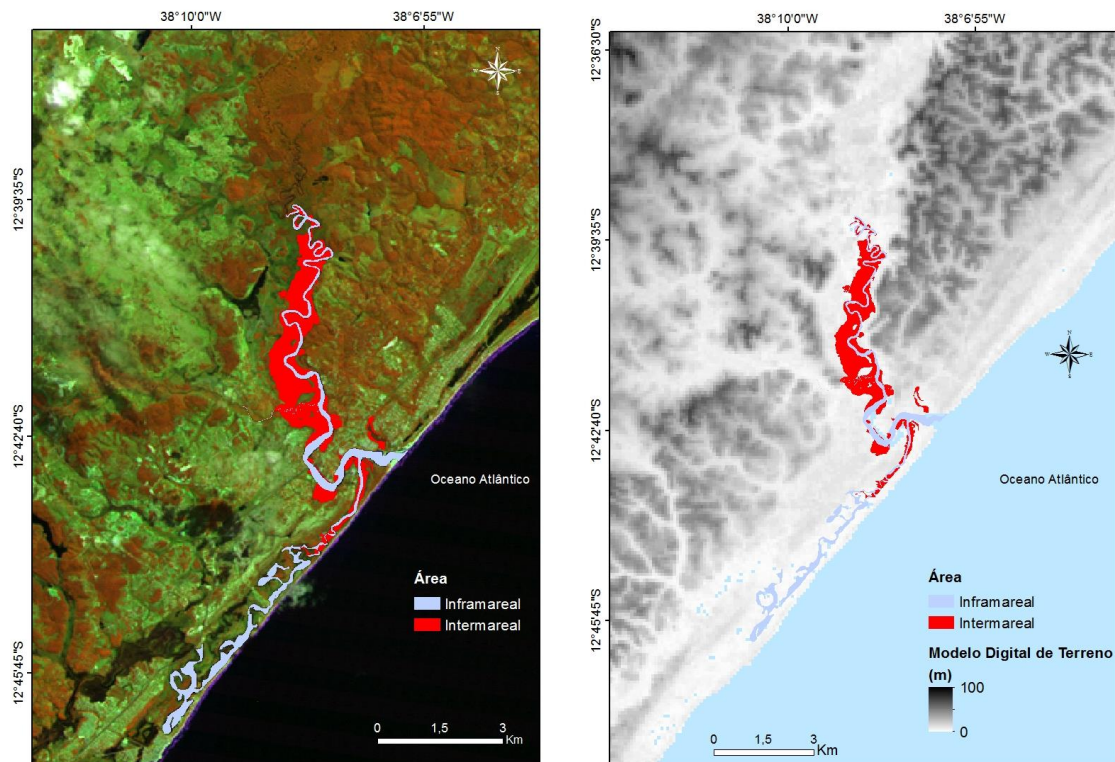
### 6.1.6 Estuário rio Jacuípe

O canal estuarino do rio Jacuípe está disposto perpendicular à linha de costa, com dimensões de aproximadamente 200 m de largura em alguns trechos. A sua zona de mistura, possui extensão de 14,8 km, disposta em meandros que se afunila, tal qual sua região intermareal até a cabeceira do estuário (Figura 16a). Lima (2007) identificou a salinidade penetrando 16 km a partir da foz, em situação de maré de sizígia e com vazão de  $3,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , que é próximo do valor médio de  $3,51 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  reportado pela série histórica entre 1955 a 2009 (ANA, 2016). Contudo, a distância média de penetração da salinidade para toda a coluna d'água, foi calculado em 13 km (LIMA, 2007). Mostrando que os resultados estimados no presente estudo estão de acordo com os valores encontrados *in situ*.

Em sua composição tem-se  $2,7 \text{ km}^2$  e  $3,9 \text{ km}^2$  de área inframareal e intermareal, respectivamente (Tabela 2). A ocupação urbana próxima a foz parece ser responsável pela

supressão da vegetação de manguezal nessa área. A baixa vazão encontrada permite que a excursão da maré ocorra livremente. Além disso, o relevo é pouco pronunciado, apresentando um desnível suave continente adentro (Figura 16b). Dessa forma, o controle da excursão da maré salina, ocorre de forma gradual, na medida em que esta avança pelo vale fluvial.

**Figura 16:** Mapa do estuário do rio Jacuípe com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



## 6.2 Costa e Rifts Mesozóicos

A característica marcante dessa região é o desenvolvimento da zona costeira sobre rochas sedimentares das bacias mesozóicas do Recôncavo, Camamu e Almada, que se encontram rebaixadas pela erosão, sendo limitadas a oeste pelo embasamento cristalino mais elevado, marcando assim, um gradiente topográfico abrupto. Também são desenvolvidas Terraços Marinheiros Pleistocênicos e Holocênicos ao longo da linha de costa, com poucos afloramentos da Formação Barreiras.



### 6.2.1 Sistema Baía de Todos os Santos

A BTS vai ser apresentada como um sistema estuarino, tendo em vista que comporta uma série de estuários menores no seu interior, semelhante ao proposto por Pritchard, (1952). No sistema BTS enfatizou-se os principais tributários, dessa forma são apresentados os resultados de extensão da zona de mistura para os estuários dos rios Paraguaçu, Jaguaripe e Subaé. As áreas de manguezais, ou seja, zonas intermareais e a zona inframareal foram calculadas em conjunto para todo o sistema.

- **Rio Paraguaçu**

O seu canal vem do Oeste, escavado sobre o embasamento cristalino. A vazão média do rio Paraguaçu é de  $39,4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (1950 a 2014) (ANA, 2016), contudo, próximo a BTS é represado pela barragem de Pedra do Cavalo, alterando seu regime natural de vazão a jusante da barragem. Conseqüentemente, essa interrupção alterou o campo de salinidade natural do estuário (GENZ et al. 2008). De modo geral, a salinidade alcança o baixo curso do rio Paraguaçu, a montante da baía de Iguape, o que é confirmado pela presença de manguezais (Figura 17a). Nesse estuário, a maré salina não alcança a cidade de Cachoeira, diferente da maré dinâmica que avança, sendo interrompida pelo gradiente topográfico gerado pelo embasamento um pouco a montante da cidade (Figura 17b). Esse avanço da maré dinâmica é explicado pela amplificação da onda de maré no interior da BTS em relação ao oceano, chegando a 1 m de diferença no interior do estuário do Paraguaçu (CIRANO; LESSA, 2007). A zona de mistura do interior do estuário até a entrada da BTS foi calculada em 79,0 km (Figura 17a).

- **Rio Subaé**

Este canal está localizado na porção norte da BTS, sobre rochas sedimentares da bacia do Recôncavo, enquanto suas zonas de manguezais são formadas sobre depósitos silto-argilosos quaternários. O canal estuarino meandra e se divide, até alcançar a BTS em dois pontos. A partir das imagens de satélite, pode-se observar que a maré salina percorre o estuário até cidade de Santo Amaro da Purificação (Figura 17a). De fato, isso fica evidenciado pela presença de manguezais nos arredores do município, indicando até mesmo, que a urbanização foi responsável por supressão de manguezais e da mesma forma, limita o seu avanço. Considerando essa situação, esse método de análise, utilizando as florestas de manguezais para definição da zona de mistura, pode estar subestimando o

resultado para o estuário do rio Subaé, uma vez que a salinidade pode avançar, sem que haja a presença de manguezais.

A vazão média do estuário do rio Subaé é de apenas  $1,6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (1989 à 2014) (ANA, 2016), comportando-se praticamente como um canal de maré. A onda de maré avança neste estuário também sob efeito de amplificação (LESSA et al. 2009), sendo provavelmente amortecida pelo gradiente topográfico do vale fluvial ao longo das rochas sedimentares da bacia do recôncavo (Figura 17b). Esse estuário possui extensão de zona de mistura com 11,1 km até a linha de costa.

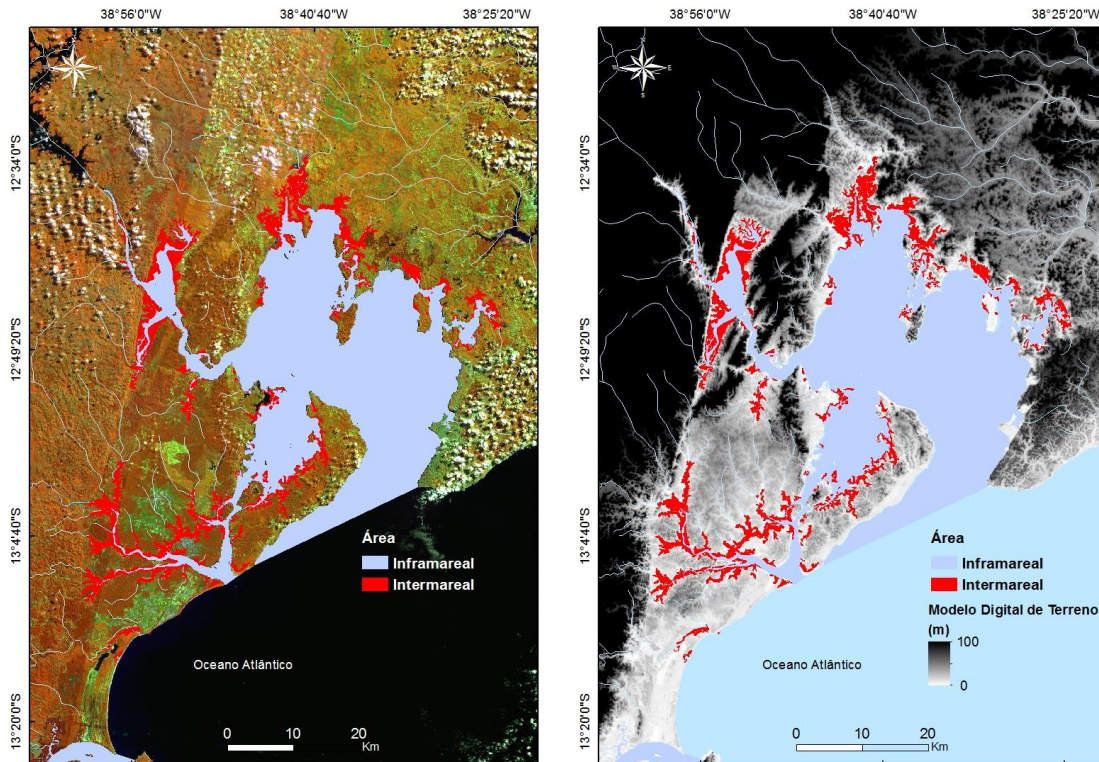
- **Rio Jaguaripe**

O estuário do rio Jaguaripe estende-se sobre as rochas sedimentares mesozoicas, com suas planícies intermareais formadas por depósitos quaternários. Apesar de possuir alguns meandros, predomina em direções lineares. A vazão fluvial média do Jaguaripe é de  $6,6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (1949 a 2014) (ANA, 2016), contudo, o principal controle da excursão da onda de maré continente a dentro é o contato entre as rochas sedimentares com o embasamento cristalino o que provoca uma elevação abrupta da topografia (Figura 17b).

Na altura da cidade de Nazaré é possível observar afloramentos do embasamento na calha do rio, impedido a progressão da maré salina e dinâmica. Nessa situação, diferente do que ocorre no rio Subaé, onde a cidade pode estar mascarando o avanço da salinidade, a onda de maré é limitada pelo embasamento que se destaca no meio da cidade, na calha do rio, portanto, mesmo que não houvesse a urbanização a zona de mistura não mais avançaria. A extensão da zona de mistura deste estuário é de 19,9 km, do limite do canal principal do sistema com a linha de costa.

O sistema Bahia de Todos os Santos possui a maior área inframareal dentre todas as outras do Estado, com  $1131,3 \text{ km}^2$ . A zona intermareal da BTS foi calculada em  $144,8 \text{ km}^2$ , enquanto Hadlich et al. (2009), também utilizando sensoriamento remoto, calculou as áreas de manguezais da BTS em  $177,6 \text{ km}^2$ , mostrando resultados com ordem de grandeza semelhante. Também foi observado que os estuários do sistema BTS são cercados por gradientes topográficos mais elevados das rochas sedimentares mesozoicas da bacia do Recôncavo.

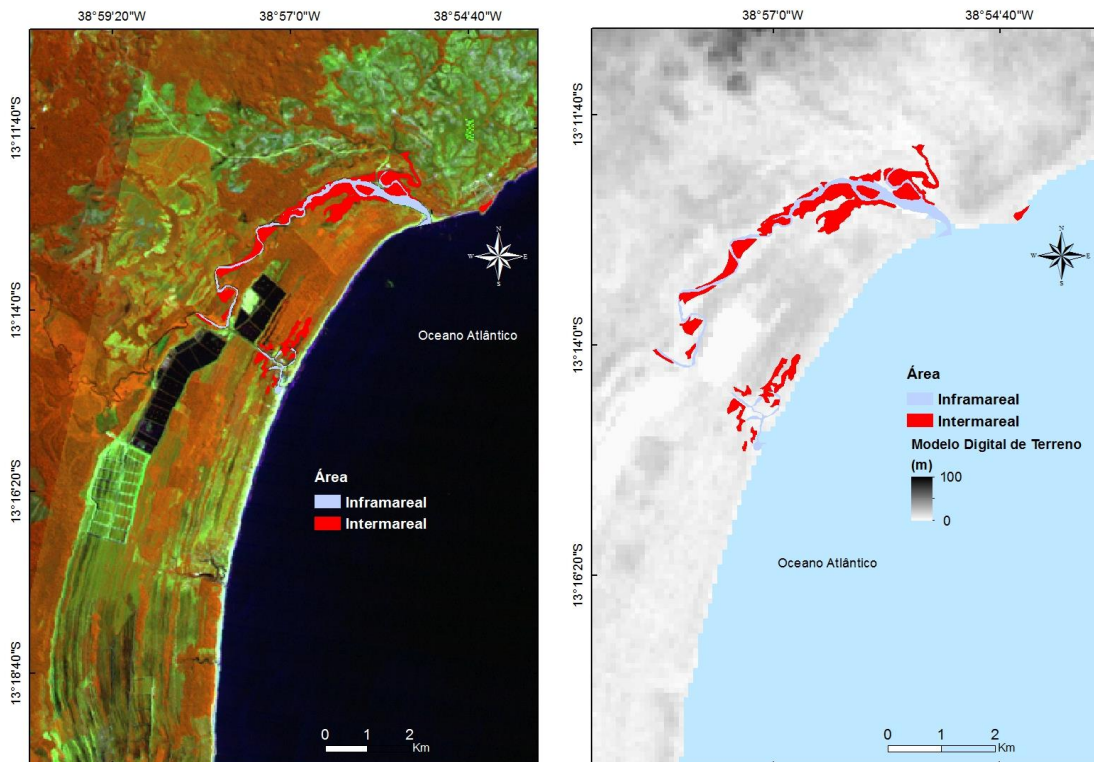
**Figura 17:** Mapa do sistema estuarino da Baía de Todos os Santos com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



### 6.2.2 Estuário do rio Jiquiriçá

O canal estuarino do rio Jiquiriçá se desenvolve em forma de arco sobre as planícies quaternárias da região de Guaibim, se afinilando continente a dentro (Figura 18a). Nas adjacências se desenvolvem algumas elevações suaves (Figura 18b). O estuário possui uma zona de mistura com 9,6 km de extensão, os manguezais que acompanham sua extensão têm área de 1,4 km<sup>2</sup> e a inframareal tem 0,91 km<sup>2</sup> (Tabela 2). Sua vazão média (1954 a 2014) é de 6,59 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, com pico de máxima de até 167,43 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> (ANA, 2016). Dessa forma, a onda de maré avança estuário acima sobre a extensa planície costeira. Embora a presença do embasamento seja marcante a oeste, a salinidade não alcança esse contato. Possivelmente, em função da morfologia do canal, da inclinação gradual do vale fluvial, somado a vazão fluvial, que embora pequena, torna-se mais significativa a medida aumenta a distância da linha de costa e, portanto, o gradual amortecimento da onda de maré, limitando o avanço da salinidade.

**Figura 18:** Mapa do estuário do rio Jiquiriçá com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



### 6.2.3 Sistema Estuarino de Tinharé-Boipeba

Essa região possui uma das maiores áreas intermareais e inframareais da costa da Bahia, medindo respectivamente 139,1 km<sup>2</sup> e 100,9 km<sup>2</sup> (Tabela 2). Esse sistema é formado por uma série de canais meandantes com três conexões com o mar (Figura 19a). A principal, à norte, na região de Morro de São Paulo, e outras duas menores, uma em Boipeba no centro e outra em Barra do Carvalho ao sul do sistema. As imagens de satélite mostram claramente que este sistema é limitado pelo embasamento cristalino a oeste (Figura 19b). Os dois principais afluentes para este sistema são o rio Una e rio das Almas, apresentados a seguir:

- **Estuário do rio Una**

O canal estuarino se desenvolveu sob terrenos quaternário cobertos por densa vegetação de manguezais. A onda de maré se estende até o município de Valença, sendo impedida de avançar pela presença do embasamento cristalino. O limite do embasamento é bem marcado pela cachoeira do Candengo, separando abruptamente o curso fluvial da zona estuarina. A extensão do estuário, entre o embasamento e a foz, é de 15,9 km (Figura 19a). Considera-se que o seu encontro com a linha de costa ocorra onde está a maior conexão do sistema com o mar, ou seja, na saída norte.

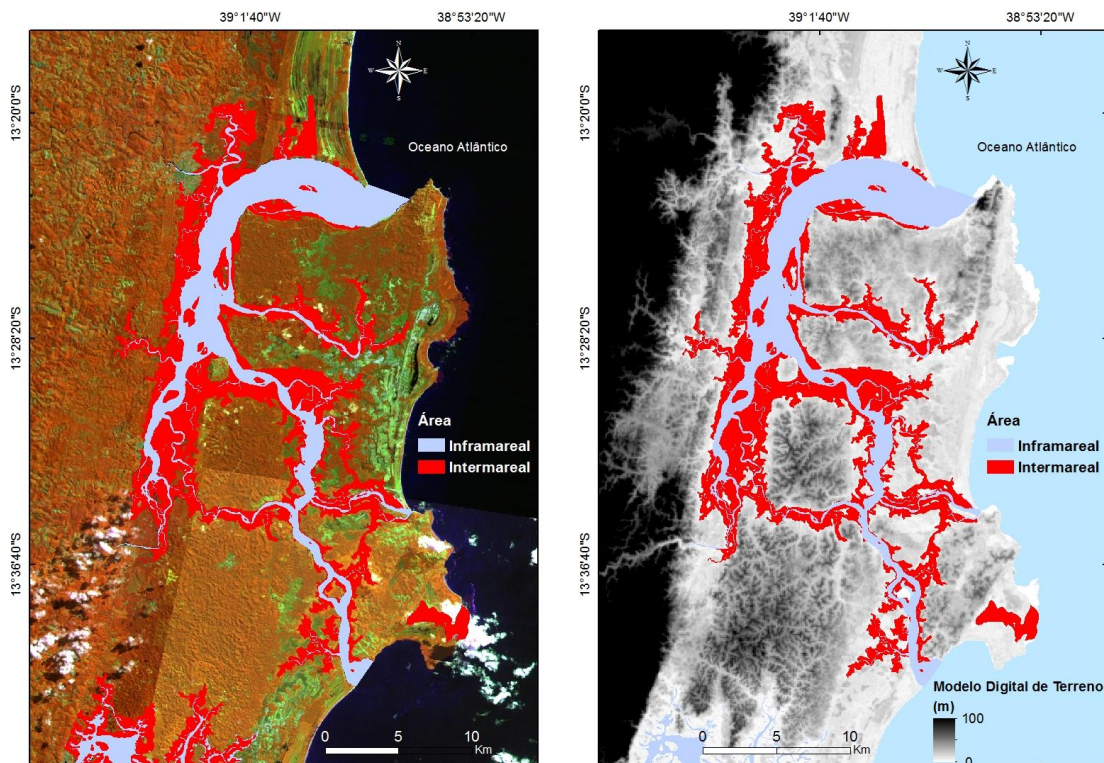


A vazão média para o canal do Una obtido para o intervalo de 1969 à 2013 é de  $15,43 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  com pico máximo de até  $189,00 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (ANA, 2016). Contudo, via de regra, a extensão da zona de mistura, assim como o avanço da maré dinâmica, é limitada pela topografia (Figura 19b).

- **Estuário do rio das Almas**

Este canal é o mais longo e mais largo do sistema, possuindo 38,9 km de extensão até a foz principal do sistema, além de possuir a maior média de vazão ( $33,4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , entre 1957 e 2011) (ANA, 2016). Em seu curso são formados uma série de canais secundários. Ao olharmos sua inserção na área, é notado que o canal está sobre o terreno quaternário aplainado e de baixa altitude, provavelmente formados por sedimento argiloso siltsos, onde se desenvolvem os manguezais.

**Figura 19:** Mapa do sistema estuarino de Tinaré-Boipeba com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



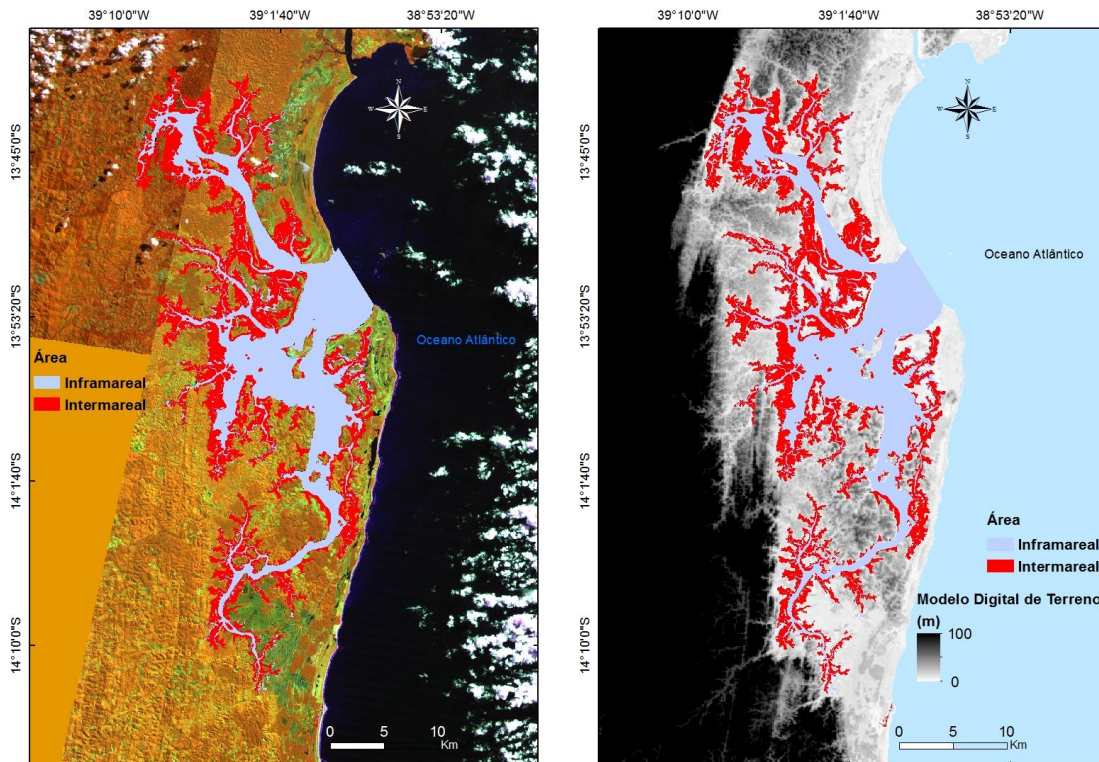
O rio apresenta uma vazão relativamente alta se comparado a outros apresentados nesse trabalho, o que poderia ser um fator relevante no controle do avanço da zona de mistura estuarina. Através das imagens é possível identificar mangues até cidade de Nilo Peçanha. Na verdade, o limite da excursão da maré é marcado por cascatas presentes no

leito do canal, poucos metros a montante da cidade, evidenciando o contato com embasamento cristalino aflorante na calha do rio.

#### 6.2.4 Sistema Estuarino da Baía de Camamu

A baía de Camamu, semelhante a BTS, é resultado da erosão de rochas sedimentares mesozoicas (DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2012). Esse sistema é composto de uma série de canais que convergem em direção a uma única e grande ligação com o mar (Figura 20a). Os principais tributários para esse sistema são os rios Santarém e Cachoeira Grande ao norte, Orojó ao centro e rio da Serra na parte Sul. As zonas mais baixas da região são compostas por terrenos quaternários, os quais bordejam as rochas da bacia sedimentar de Camamu.

**Figura 20:** Mapa do sistema estuarino da baía de Camamu com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



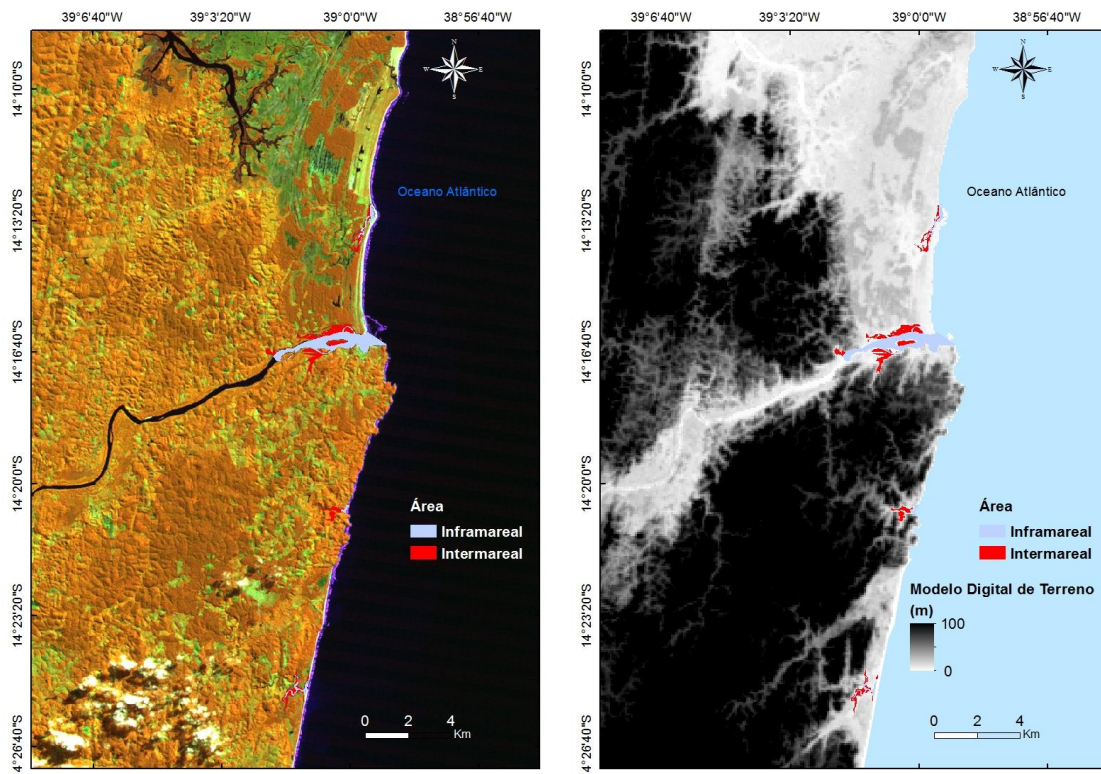
Nesse sistema, assim como para o sistema estuarino de Tinharé-Boipeba, os dados de zona inframareal e intermareal são apresentados em conjunto, somando as áreas de todos os estuários menores. As planícies alagáveis intermareais da região somam a maior área dentre os estuários do Estado com 179,4 km<sup>2</sup> de superfície. Enquanto a zona de mistura, se considerada toda a baía, possui uma área inframareal de 220,5 km<sup>2</sup> (Tabela 2). A onda de maré neste sistema, além de inundar uma grade área superficial, também tem o

potencial de superar os fluxos fluviais que alimentam o sistema, sendo barrada apenas pelo embasamento cristalino a oeste, o que pode ser observada pelo destaque no relevo (Figura 20b). A exemplo temos o fluxo que chega no sistema através do canal do componente Cachoeira Grande com  $4,94 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (1969 à 2014) de vazão média (ANA, 2016). Contudo, a extensão da zona de mistura, com 33,0 km, vai do contato com o embasamento até a linha de costa.

### 6.2.5 Estuário do rio de Contas

A bacia do rio de Contas é uma das mais importantes do Estado da Bahia. A vazão média desse rio é de  $61,68 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (1988 à 2014) (ANA, 2016), embora já tenham sido observados picos de  $4670 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . Próximo a foz, sua margem esquerda é marcada pela presença do embasamento cristalino, mais elevado, aflorando até a linha de costa, em sua margem direita, que é mais rebaixada e plana, onde estão presentes depósitos quaternários (Figura 21a e 21b).

**Figura 21:** Mapa do estuário do rio de Contas com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



A sua área inframareal possui  $2,4 \text{ km}^2$ , enquanto a zona intermareal, mais desenvolvida na margem direita em função do relevo, possui apenas  $1,1 \text{ km}^2$ . A partir das imagens de satélite, a extensão de sua zona de mistura foi calculada em 5 km (Figura 21a),



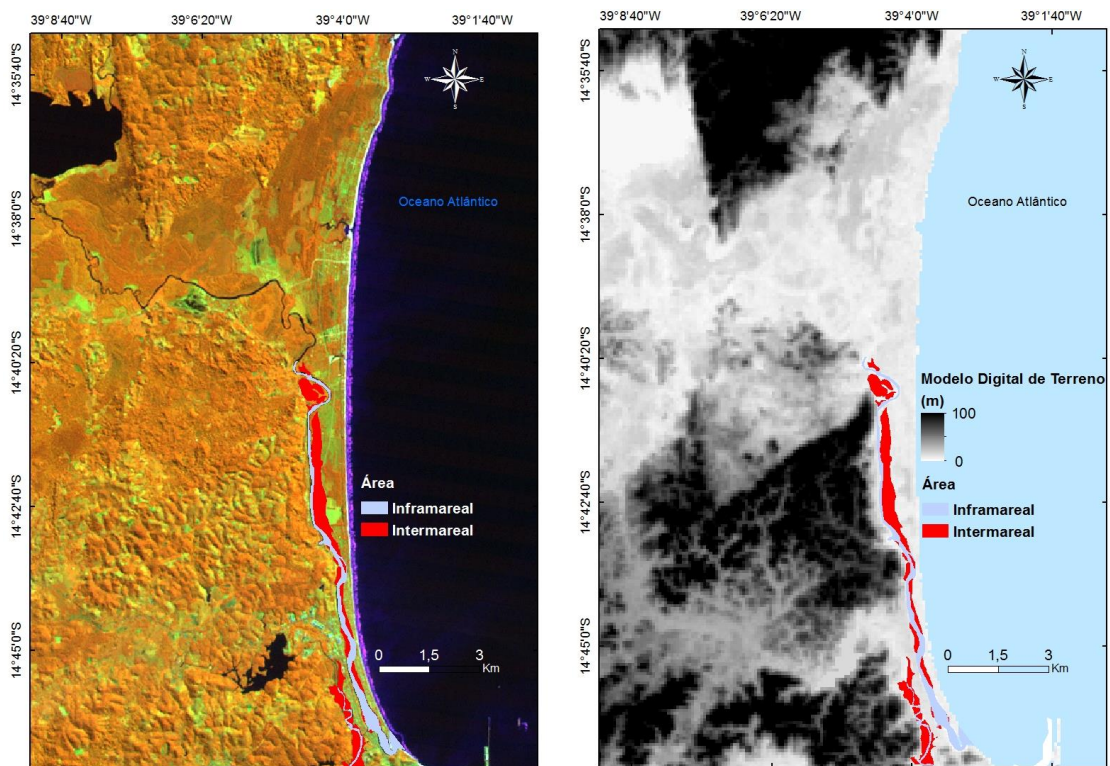
a partir da foz, até onde foi possível observar vegetação de manguezal. Por sua vez, Campos, (2002), utilizando dados de foraminíferos, encontrou uma zona de mistura com apenas 3 km de extensão.

Considerando-se eventos de vazões elevadas, devido a sua magnitude, podem facilmente desaguar diretamente na costa, lançando água doce diretamente no oceano. Apesar da presença do embasamento aflorando a linha de costa na margem sul, o rio está encaixado em um vale com baixa altitude (Figura 21b), o que permitiria o avanço da maré salina. Dessa forma, a excursão da maré salina nesse estuário é controlada principalmente pela vazão fluvial.

### 6.2.6 Estuário do rio Almada

O canal estuarino do rio Almada está sobre a planície quaternária costeira e seu canal segue paralelamente entre a linha de costa (Figura 22a). A zona de mistura deste estuário estende-se até as imediações da ocorrência de terreno cretáceo da bacia sedimentar Almada, distando 14,0 km da foz, essa zona possui uma área superficial de 1,8 km<sup>2</sup>. A região intermareal que se formou ao longo de sua extensão tem área de 2,0 km<sup>2</sup> (Tabela 2).

**Figura 22:** Mapa do estuário do rio Almada com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região





A vazão média observada para um intervalo compreendido entre 1976 a 2014 é de  $11,45 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  com pico de máxima de até  $634,00 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (ANA, 2016). A atual configuração da geomorfologia permitiria que a maré tivesse uma maior penetração, em função da planície sobre a qual avança o canal estuarino (Figura 22b). Contudo, a extensão da zona de mistura pode ser consequência da vazão média atual e do amortecimento da onda de maré, limitando sua excursão rio acima.

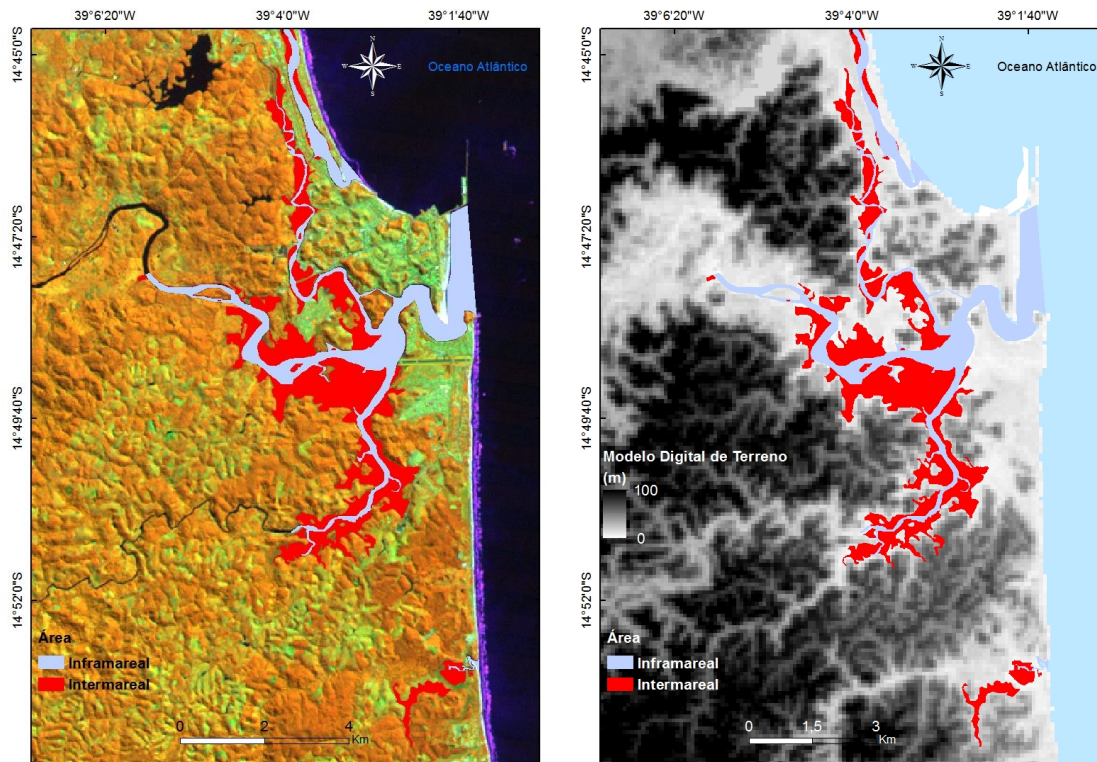
### 6.2.7 Estuário do rio Cachoeira

O estuário do rio Cachoeira está no limite entre a Costa de Riftes Mesozoicos e a Costa Deltaica do Jequitinhonha-Pardo. Nessa região já não são encontrados afloramentos das bacias sedimentares mesozoicas. Por outro lado, o embasamento aflora na linha de costa na margem norte do estuário, além de limitar toda a região estuarina a oeste. A parte sul, é formada por planícies quaternárias. Esse estuário pode ser classificado como um sistema de pequeno porte, visto que é formado por pelo menos dois canais estuarinos, contudo, o rio Cachoeira é sem dúvida, o afluente mais importante do sistema.

O estuário do rio Cachoeira possui zona de mistura com uma extensão de 12,7 km, de acordo com o observado pelas imagens de satélite (Figura 23a). Medidas de salinidade *in situ* verificaram a salinidade avançando aproximadamente 14 km a partir da foz do estuário do rio Cachoeira (GUIMARÃES, 2006; SOUZA et al. 2009). De modo geral, os dois resultados apresentam uma ordem de grandeza semelhante, demonstrando que o sensoriamento remoto mostrou ser uma ferramenta eficiente na identificação da zona de mistura.

As áreas inframareal e intermareal possuem dimensão de  $6,3 \text{ km}^2$  e  $8,7 \text{ km}^2$ , respectivamente (Figura 23a). Suas regiões intermareais desenvolveram-se sobre terreno quaternário com geomorfologias suaves de planície costeira. Contudo, o embasamento cristalino próximo à linha de costa não favorece a continuidade da área inundável. A Figura 23b mostra que estuário está sob o controle da geomorfologia, em função da presença do embasamento. Portanto, a topografia da região costeira determina a posição da zona de mistura atual, impedindo o avanço da maré salina, assim como da maré dinâmica. A vazão fluvial só apresenta controle na extensão da zona de mistura durante períodos chuvosos da bacia (GUIMARÃES, 2006).

**Figura 23:** Mapa do estuário do rio Cachoeira com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



### 6.3 Costa deltaica do Jequitinhonha-Pardo

Marcada pelos maiores Terraços Marinheiros Quaternários da costa da Bahia, essa região é reflexo do aporte sedimentos dos rios Pardo e Jequitinhonha e redução do nível do mar durante o Holoceno, resultando na rápida progradação da linha de costa nos últimos 5.000 anos, configurando a planície deltaica do Jequitinhonha (DOMINGUEZ; BITTENCOURT, 2012).

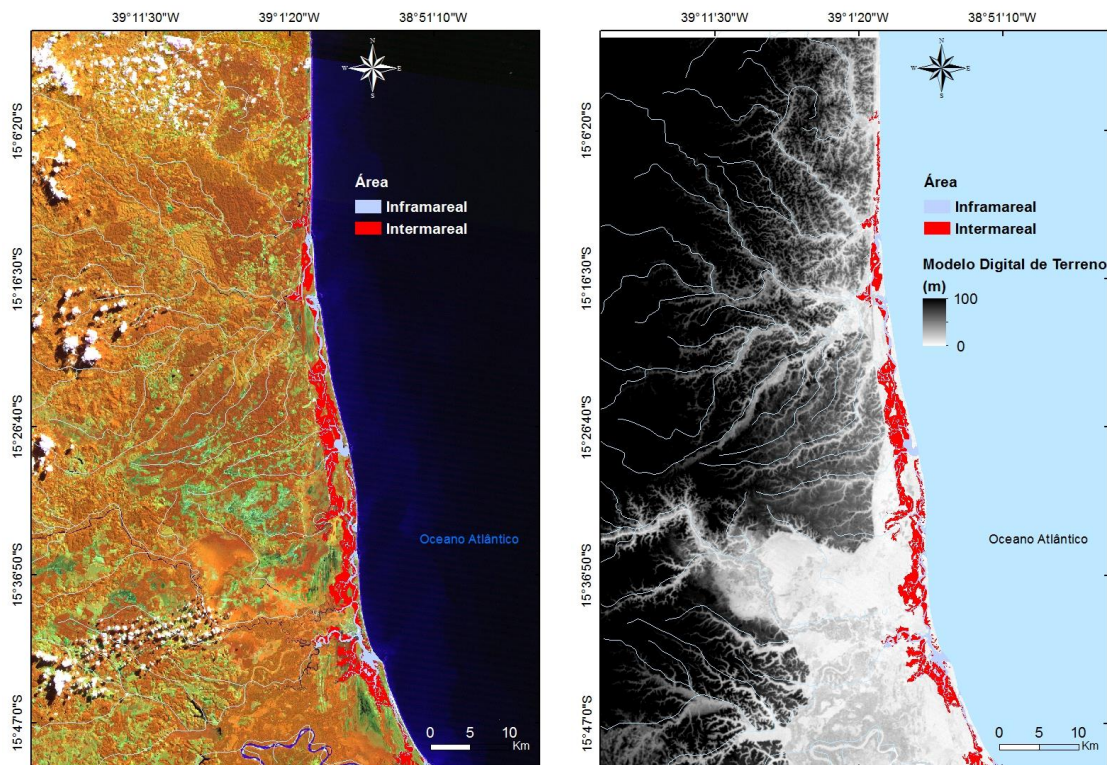
#### 6.3.1 Estuário do rio Pardo

O estuário do rio Pardo se estende sobre a planície deltaica do Jequitinhonha, formado por terraços pleistocênicos e holocênicos. A zona de mistura apenas do canal principal do estuário do rio Pardo tem 13,3 km de extensão (Figura 24a). Valor de salinidade acima de 1 foi verificado a aproximadamente 10 km da foz deste estuário, contudo, em maré baixa (ESCOBAR, 2013), sugerindo que a zona de mistura neste estuário pode avançar ainda mais, como indica o resultado do presente estudo. A região estuarina do rio Pardo está inserida em um sistema de canais meandantes, que bordejam aproximadamente 60 km da linha de costa incluindo-se a região de Comandatuba (Figura 24a). Todo esse sistema desenvolveu um total de 72,6 km<sup>2</sup> de florestas de manguezais, frente a um total de

10,7 km<sup>2</sup> de área inframareal (Tabela 2). A norte, essas áreas estão localizadas sobre a planície quaternária estreita, que está em contato com a Formação Barreiras.

O Pardo produz uma vazão média de 48,62 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> com pico de máxima de até 1498,20 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> (1936 a 2014) (ANA, 2016). Nesse estuário, sobre a planície costeira, a excursão da maré não é limitada pela topografia (Figura 24b). Assim, supõe-se que seja a vazão fluvial o principal fator atuante no controle do avanço da zona de mistura, associado ao amortecimento da onda de maré, em função das planícies de inundação intermareias (DYER, 1995).

**Figura 24:** Mapa do estuário do rio Pardo e sistema lagunar costeiro ao norte com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



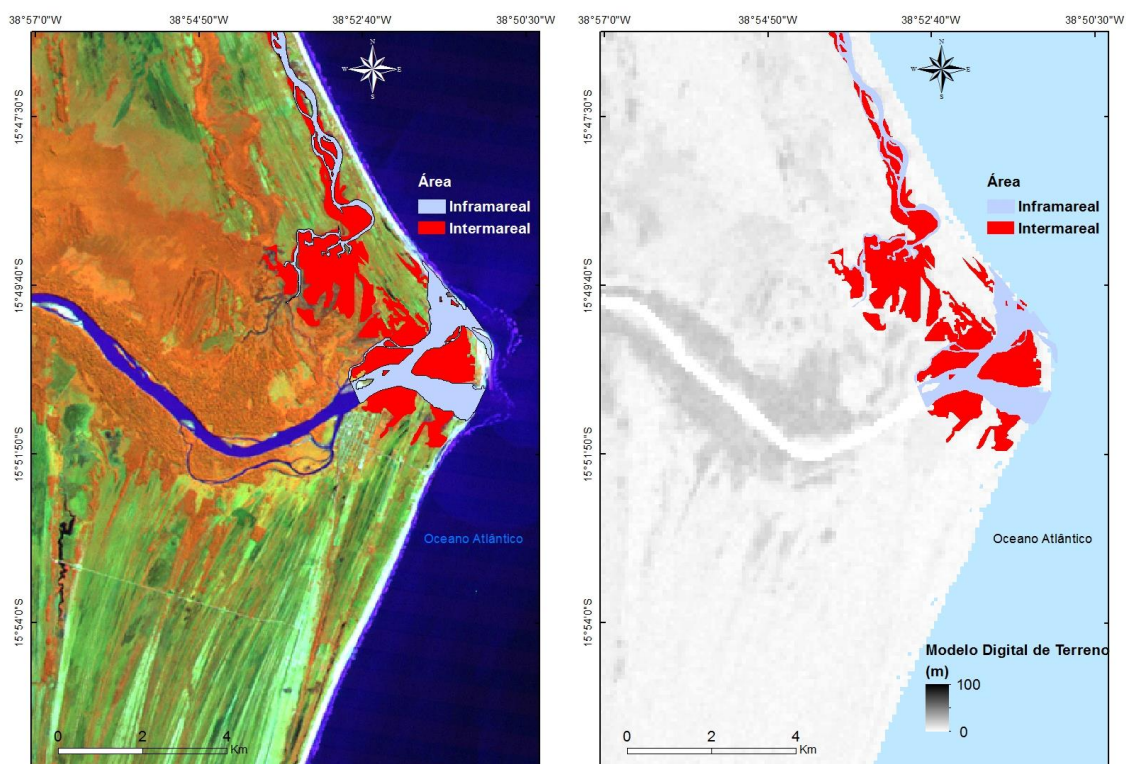
### 6.3.2 Estuário do rio Jequitinhonha

O fim do curso do rio Jequitinhonha é marcado pela mais larga planície quaternária da costa da Bahia, o delta do Jequitinhonha (DOMINGUEZ, 2009) (Figura 25a e 25b). A foz do Jequitinhonha é geologicamente classificada como um delta, contudo, o conceito de diluição de água marinha na água doce fluvial dá a esse ambiente um cunho estuarino, sobretudo do ponto de vista oceanográfico (PERILLO, 1995). Apesar das grandes dimensões desse rio e da planície sobre a qual se desenvolve, a extensão de sua zona de mistura é de apenas 3,1 km associada a áreas inframareal e intermareal de 3,3 km<sup>2</sup> e 3,9 km<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 2).



A pouca penetração da maré salina no canal do Jequitinhonha é explicada pelos valores médios de vazão. De fato, a vazão média entre 1936 a 2009, foi de  $290,00 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , com a máxima vazão atingindo  $7000,00 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (ANA, 2016). Portanto, fica claro que a mistura é fortemente controlada pela vazão fluvial. Mas, apesar desse fluxo, as largas conexões com o mar permitem que a água marinha penetre a costa de modo que a mistura ocorra nessa área, o que ocorre sobretudo em condições de maré alta. Em baixa mar, a penetração da salinidade é pouco significativa (ESCOBAR, 2013).

**Figura 25:** Mapa do estuário do rio Jequitinhonha com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



#### 6.4 Costa Faminta do Sul Da Bahia

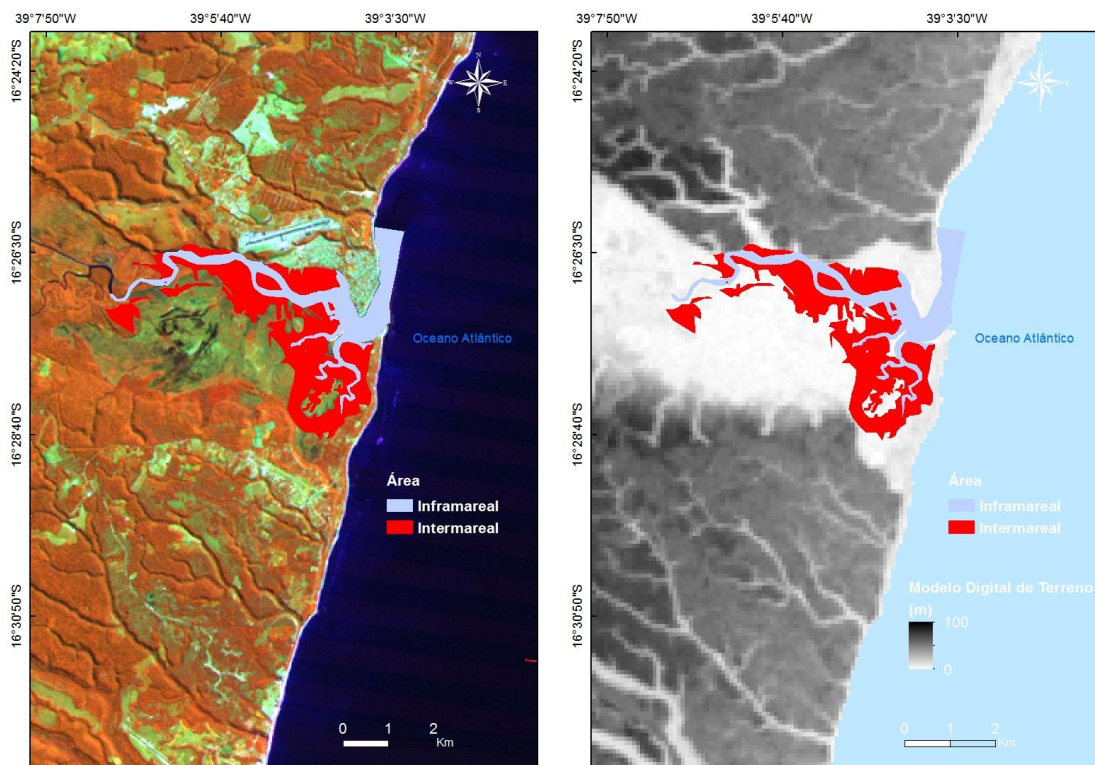
Em função do baixo aporte sedimentar, os Tabuleiros Costeiros, predominantes da região, bordejam a linha de costa, formando falésias ativas, característica da costa do Sul da Bahia. Somente na planície de Caravelas no extremo sul são encontrados Terraços Quaternários mais expressivos.

O contexto geológico dos baixos cursos dos rios Buranhém, Frades e Jucuruçu, são bem semelhantes. Via de regra, esses rios correm em vales sobre depósitos quaternários encaixados entre os Tabuleiros Costeiros da Formação Barreiras. Diferenças mais expressivas são somente visualizadas próximo à linha de costa e serão mostradas individualmente para cada estuário.

#### 6.4.1 Estuário do rio Buranhém

A zona de mistura deste estuário estende-se por 9,7 km com áreas inframareal de 3,1 km<sup>2</sup> e intermareal de 6,9 km<sup>2</sup> (Figura 26a) (Tabela 2). O fluxo fluvial que chega até este estuário é caracterizado por uma vazão média de 17,78 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (1971 a 2014) e pico máximo de 185,90 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (ANA, 2016). A maré, ao percorrer o canal desse estuário, encontra resistência na vazão fluvial, e pelo suave gradiente topográfico do vale fluvial, sendo estes os principais fatores que dificultam o avanço da maré, e portanto, controlam a zona de mistura (Figura 26b).

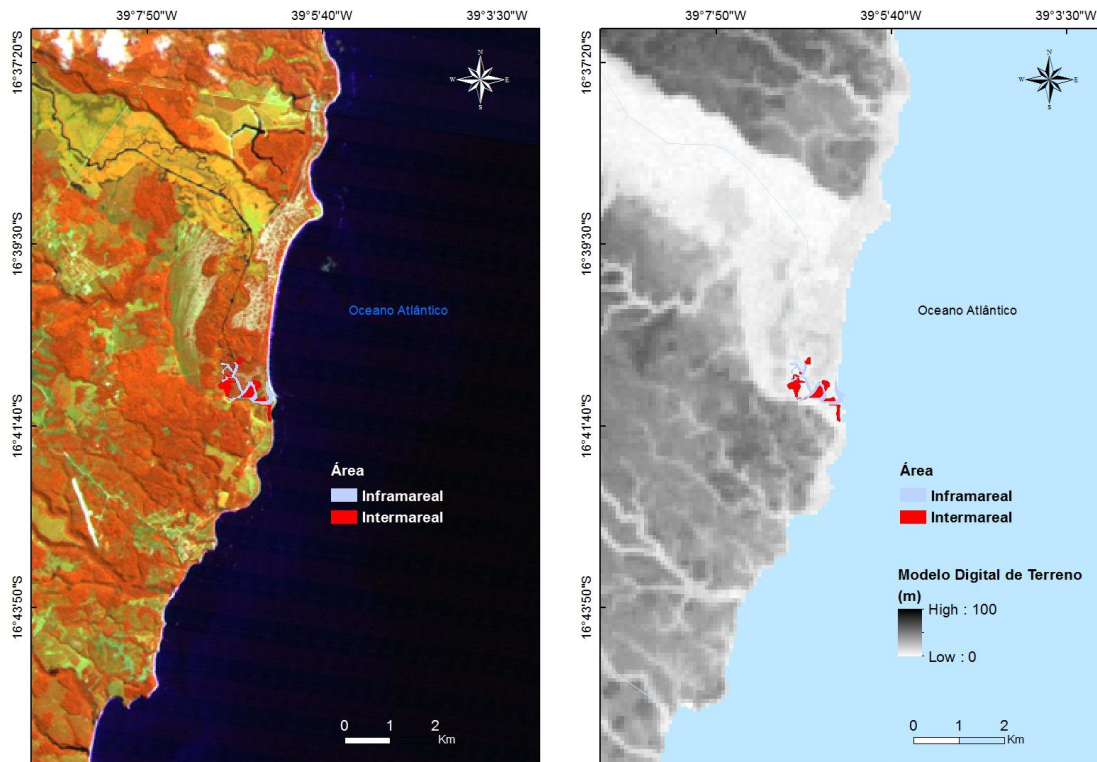
**Figura 26:** Mapa do estuário do rio Buranhém com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



#### 6.4.2 Estuário do rio dos Frades

A sua zona de mistura do estuário do rio dos Frades estende-se por 2,2 km com uma área superficial de 0,21 km<sup>2</sup>, e zona de manguezal com 2,2 km<sup>2</sup> (Figura 27a) (Tabela 2). O fluxo fluvial que alimenta o estuário tem sua vazão média de 3,58 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> com pico máximo de 106,52 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (1969 – 2004) (ANA, 2016). A pouca extensão da zona de mistura pode ser função da morfologia do canal estuarino, que de maneira geral, é bastante estreito, além de ter sua conexão com o mar dificultada pela presença de barras arenosas (Figura 27b).

**Figura 27:** Mapa do estuário do rio dos Frades com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



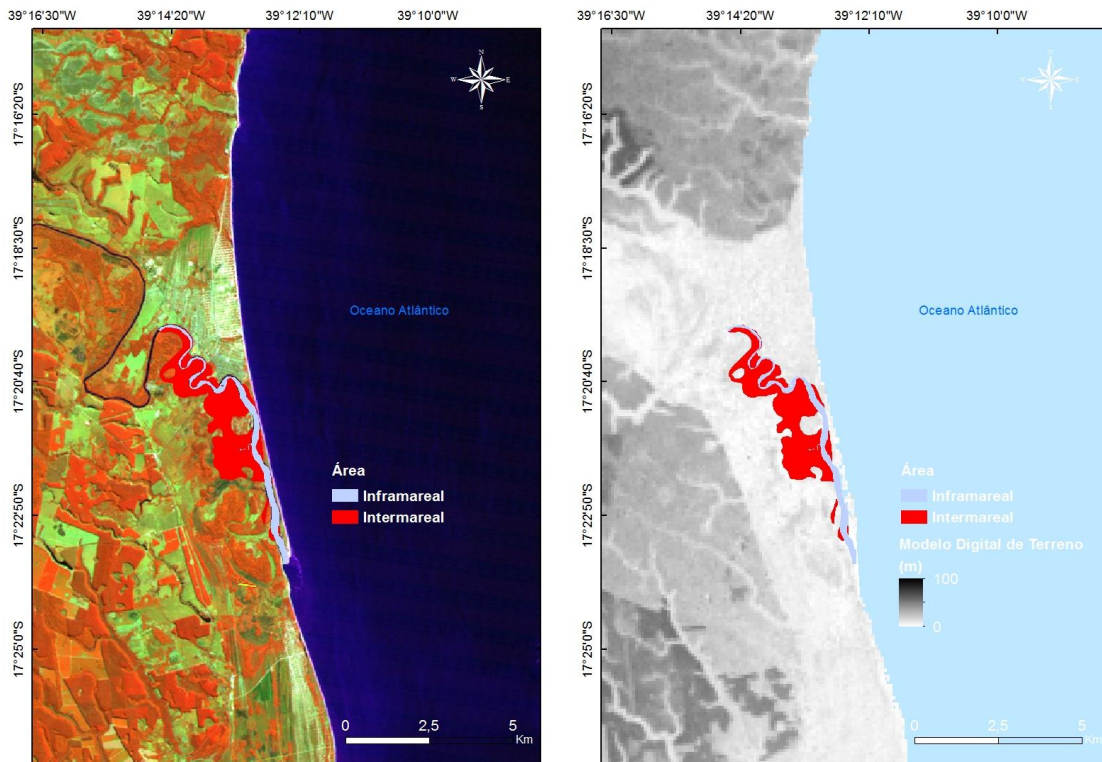
### 6.4.3 Estuário do rio Jucuruçu

Na parte norte deste estuário os Tabuleiros costeiros ainda alcançam a linha de costa, enquanto na parte sul desse estuário, as planícies quaternárias passam a ser mais desenvolvidas, marcando o início da planície costeira de Caravelas. A foz deste estuário apresenta um esporão arenoso, deslocando sua desembocadura 6 km para sul. Continente a dentro, o canal assume direção transversal a linha de costa, onde se verificam meandros (Figura 28a e 28b).

O limite da extensão da zona de mistura é alcançado a 11,6 km da foz, com uma área inframareal de 1,5 km<sup>2</sup> (Tabela 2). Assim como o canal deste estuário, a sua área intermareal de 4,5 km<sup>2</sup>, ocorrem sobre planície quaternária. A vazão fluvial média obtida entre os anos de 1954 a 2014 é de 24,51 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> e o pico de vazão máxima de 414,00 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> (ANA, 2016). Assim, esse é, provavelmente, o principal fator no controle da zona de mistura estuarina.



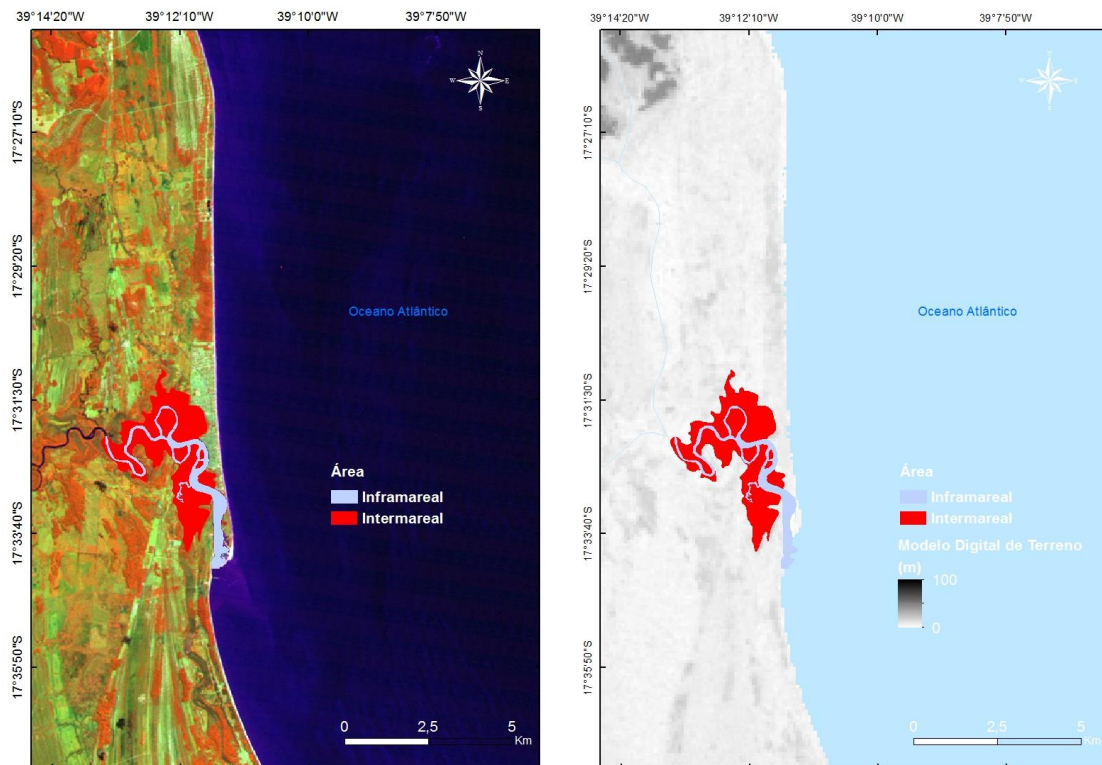
**Figura 28:** Mapa do estuário do rio Jucuruçu com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



#### 6.4.4 Estuário do rio Itanhém

Na região do estuário do rio Itanhém, os tabuleiros costeiros da Formação Barreiras não mais alcançam a linha de costa, sendo limitados pela presença de planícies quaternárias que fazem parte da planície de Caravelas, em sua parte norte. Sobre essa planície interposta entre tabuleiros elevados estão as drenagens que convergem para formar este estuário (Figura 29a e 29b). A foz do estuário exibe um pontal arenoso deslocando-a para sul (CUSSIOLI, 2010). A extensão de sua zona de mistura é de 10,2 km com área inframareal de 1,7 km<sup>2</sup> e manguezais cobrindo 5,8 km<sup>2</sup> (Tabela 2). Tendo em vista o fluxo médio obtido para um intervalo entre 1970 e 2014, a vazão média indicada é de 26,85 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> com pico de máxima vazão de 459,21 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> (ANA, 2016). Dessa forma, presume-se que a descarga fluvial seja um fator de destaque sobre a posição atual da zona de mistura.

**Figura 29:** Mapa do estuário do rio Itanhém com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



#### 6.4.5 Sistema Estuarino de Caravelas

O sistema estuarino de Caravelas, sobre a planície costeira quaternária de mesmo nome, apresenta duas conexões com o oceano. A primeira à norte, próxima a cidade de Caravelas, é formada pelo encontro dos estuários dos pequenos rios, a exemplo dos rios Macaco e Cupido, que apresentam vazões bastante restritas, com média de  $4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , ao final esses rios convergem para um canal principal (PEREIRA et al. 2010; SPANO et al. 2014). Nessa região, ocorre uma amplificação da onda de maré, que atinge 2,84 m (SANTOS, 2009), dessa forma, esse estuário é basicamente dominado por maré (PEREIRA et al. 2010). A segunda, posicionada a sul, próximo a Nova Viçosa, apesar de menor, recebe água doce do rio Peruípe, principal contribuinte fluvial para o sistema. Contudo, nessa região, a onda de maré sofre amortecimento, diferente do que foi verificado para a porção norte do sistema estuarino (SANTOS, 2009). Internamente, esses dois canais principais são interconectados por uma série de pequenos canais de maré meandantes sobre a planície, formando a ilha da Caçumba (PEREIRA et al. 2010) (Figuras 30a e 30b).

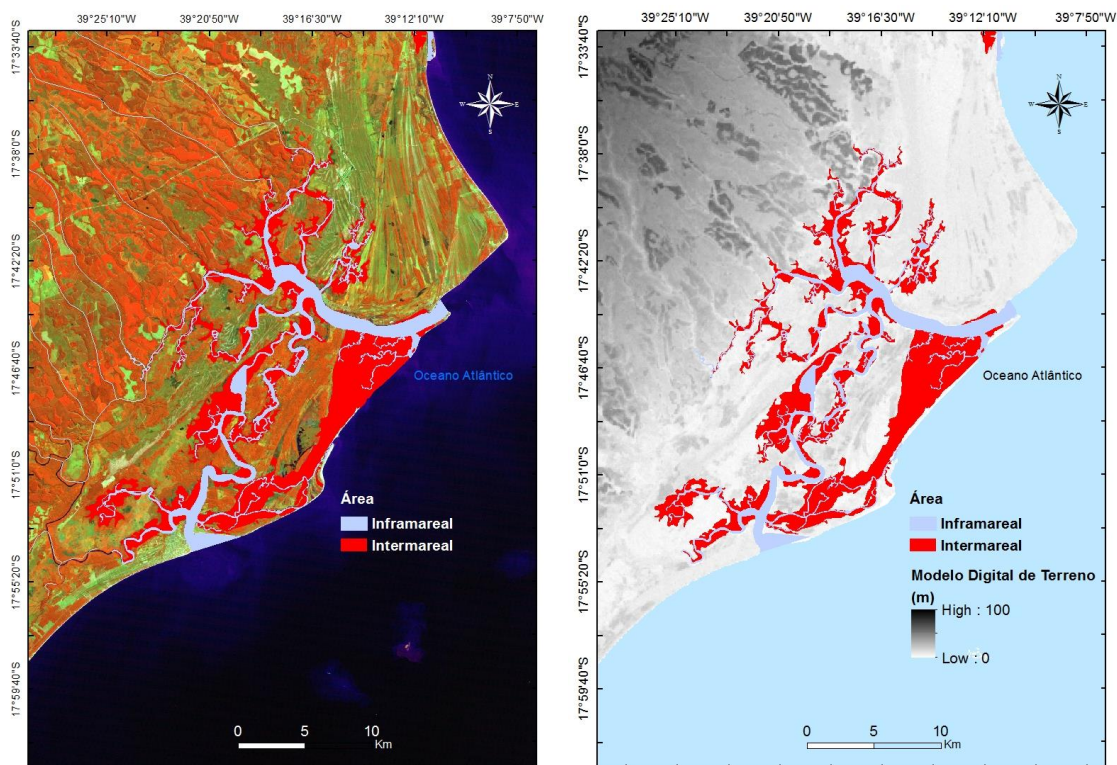
A extensão da intrusão salina, medida apenas para o rio Peruípe, por ser o mais importante, foi de 32,2 km. As áreas inframareais e intermareais são apresentadas somadas, com um único valor para todo o sistema com 46,2 km<sup>2</sup> e 121,6 km<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 2). Essas zonas, de modo geral, encerram-se em oposição no



sopé dos tabuleiros costeiros, que se destacam pela altura em relação a planície quaternária.

A vazão média do fluxo que chega através do componente Peruípe para o sistema, no intervalo entre 1975 a 2014, é de  $15,98 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  e pico máximo de  $108,14 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (ANA, 2016). Além disso, esse sistema estuarino recebe aporte de água doce de outros canais menores. Contudo, o principal fator no controle da zona de mistura nesse sistema está provavelmente associado a geomorfologia local, devido ao contido das planícies quaternárias com a Formação Barreiras, topograficamente mais elevada (Figura 30b).

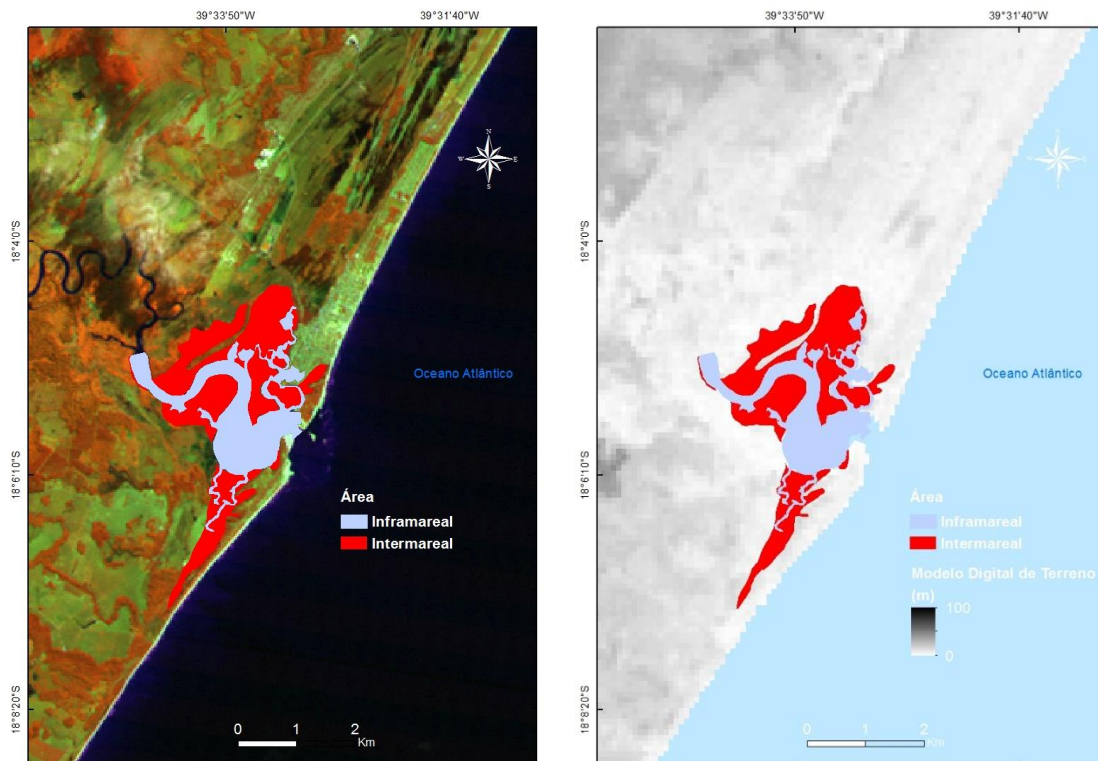
**Figura 30:** Mapa do Sistema Estuarino de Caravelas com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



#### 6.4.6 Estuário do rio Mucuri

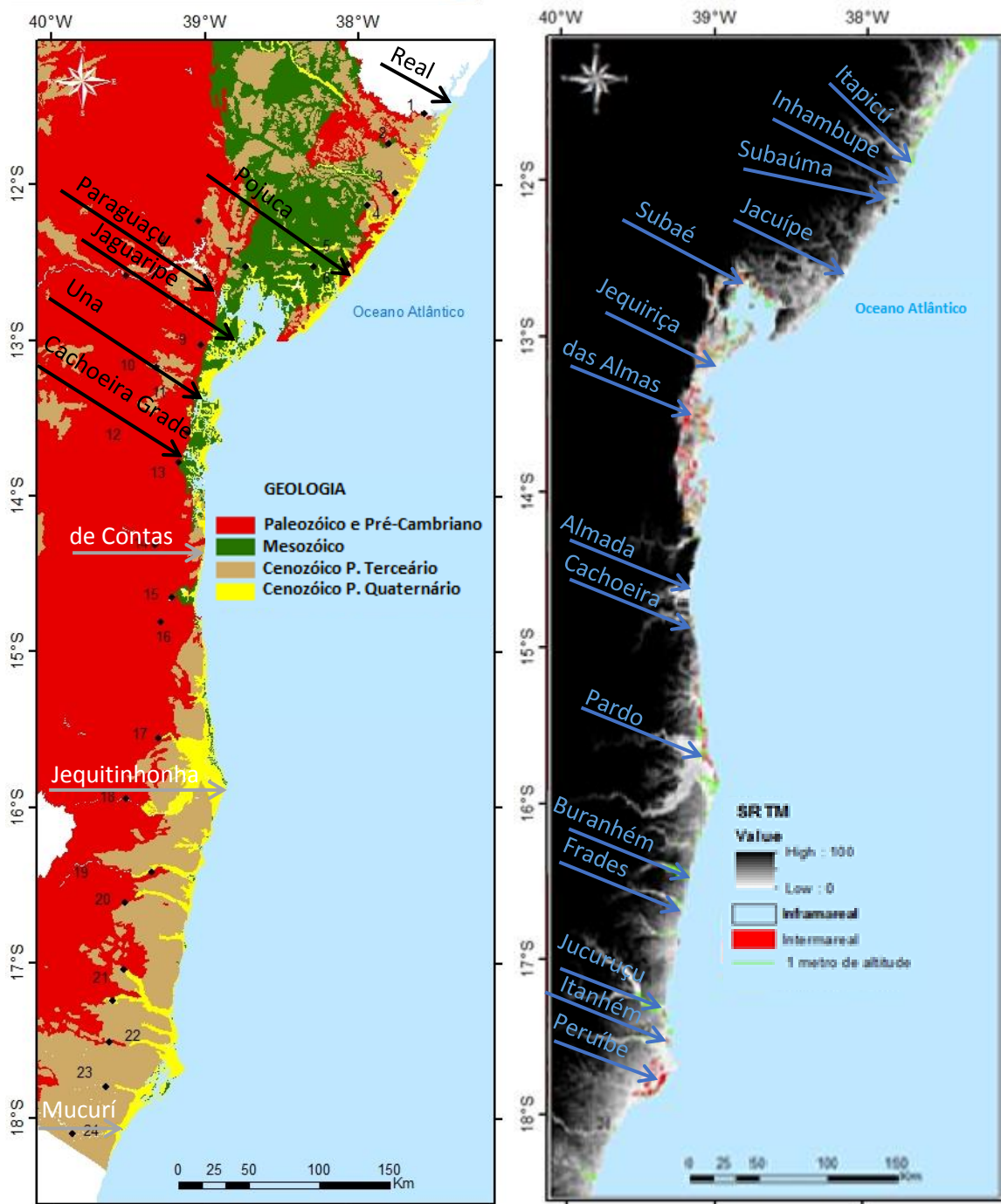
No extremo sul da planície de Caravelas e do Estado da Bahia, a extensão da zona de mistura desse estuário alcança 4,5 km, acompanhado de suas áreas inframareais e intermareais com respectivamente  $2,3 \text{ km}^2$  e  $4,0 \text{ km}^2$  (Figura 31a 31b) (Tabela 2). O Mucuri recebe um aporte médio de água doce no intervalo entre 1969 a 2007 de  $75,50 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  e registra pico máximo de  $912,34 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  (ANA, 2016). Seu fluxo médio é elevado de modo que pode dificultar a penetração da maré salina e controlar a zona de mistura em sua posição média atual, no entanto, isso não impede o avanço da maré dinâmica pela zona fluvial.

**Figura 31:** Mapa do estuário do rio Mucuri com a) delimitações das zonas inframareal e intermareal e b) gradiente topográfico da região



A figura 32a e 32b, apresentam o mapa de gradiente topográfico de toda a costa da Bahia. As regiões que apresentam um abrupto gradiente topográfico próximo a zona costeira, de modo geral, possuem sua zona de mistura limitada por essas variações de altitude, a exemplo da Costa de Riftes Mesozoicos. A extensão total das áreas de manguezais, somando todos os estuários avaliados no presente estudo foram de 740,7 km<sup>2</sup>. Estes resultados, por sua vez, representam a maior parte dos estuários da costa da Bahia e, conseqüentemente, grande parte das áreas de manguezais do Estado.

**Figura 32:** Mapas geológico e do gradiente topográfico da zona costeira da Bahia com as demarcações das zonas intermareais e inframareais, regiões adjacentes com altitude de até 1 metro; em preto estuários controlados pelo embasamento, em branco pela vazão e em azul pela geomorfologia.



De acordo com as considerações anteriormente feitas para cada estuário, foi sugerido o fator que estaria sendo o mais influente, o de maior atuação, para barrar a incursão da maré de cada um deles. Portanto os fatores considerados que exercem o controle nos estuários foi o embasamento ou vazão fluvial ou pela geomorfologia como pode ser visto nas figuras 32 e 33.

**Figura 33:** Modelo de representação do tipo de controle que provavelmente está atuando para determinar o limite da incursão de maré nos estuários estudados barrando a sua progressão.

**a) Controlado pelo embasamento (●)**



**b) Controlado por Vazão (→)**



**c) Controlado por Morfologia (—)**



	Estuário	Extensão (Km)
●	1 - Real	30,5
■	2 - Itapicurú	11,3
■	3 - Inhambupe	8,9
■	4 - Sumaúma	8,2
●	5 - Pojuca	6,8
■	6 - Jacuípe	14,8
■	7 - Subaé (BTS)	11,1
●	8 - Paraguaçu (BTS)	7,9
●	9 - Jaguaripe (BTS)	19,9
■	10 - Jequiçá	9,6
●	11 - Una (Tinharé)	15,9
■	12 - Das Almas (Tinharé)	38,9
●	13 - Cachoeira Grande (Camamú)	33
→	14 - De Contas	0,5
■	15 - Almada	14
■	16 - Cachoeira	12,7
■	17 - Pardo	10,4
→	18 - Jequitinhonha	3,1
■	19 - Buranhém	9,7
■	20 - Frades	2,2
■	21 - Jucuruçu	11,6
■	22 - Alcobaça	10,2
■	23 - Peruíbe	32,2
→	24 - Mucuri	4,5

## 6.5 Classificação dos Estuários

A classificação geomorfológica dos estuários foi realizada com base nos tipos de estuário definidos por Pritchard (1952). Nessa classificação os estuários são divididos em: i) vale fluvial afogado ou estuário de planície costeira; ii) vale fluvial afogado ou estuário de planície costeira construídos por barra arenosa; iii) estuários tectônicos. Para o caso específico do rio Jequitinhonha, foi utilizada a classificação de Perillo, (1995) que define deltas afetados pela dinâmica de maré ou intrusão salina como estuário de frente deltaica. Para essa classificação, foram utilizadas as imagens de satélite.

Na Costa Norte do Estado da Bahia, a maior parte dos estuários foram, classificados como de planícies costeira, também chamados de vale fluvial afogado. Somente os estuários do Itapicurú e Subáuma, foram classificados como estuários de planícies costeira construídos por barra. Na região da Costa de Riftes Mesozoicos, com exceção do estuário do Almada, todos os estuários foram classificados como estuários de planície costeira sem presença de barra. Nessa região, a zona costeira está encaixada nas rochas sedimentares mesozoicas.

Durante o quaternário o nível do mar esteve abaixo do atual na maior parte do tempo, formando regiões escavadas pelas drenagens continentais. Durante a transgressão holocênica, as regiões mais baixas, a exemplo dos vales incisos, foram inundadas (DOMINGUEZ et al. 2009; DOMINGUEZ; BITENCOURT, 2012). Dois exemplos típicos desse processo são a baía de Todos os Santos e de Camamu e seus estuários internos, resultantes do afogamento dos vales fluviais.

O estuário do Pardo, na Costa Deltaica do Jequitinhonha, foi classificado como estuário construído por barra. Na região do rio Pardo, são desenvolvidos sistemas costeiros paralelos a linha de costa, limitados por barras arenosas. Mas a sul, o Jequitinhonha apresenta uma característica peculiar. Devido a regressão marinha nos últimos 5.700 anos, e o aporte sedimentar de origem fluvial, na foz do Jequitinhonha foi desenvolvida uma feição deltaica típica, porém nesse estudo foi adotada a definição de Perillo que leva em conta a mistura de água estuarina como elemento definidor. Dessa forma, esse componente foi classificado com um estuário de frente deltaica, como sugerido por Perillo, (1995).

Na Costa Faminta do Sul da Bahia, os estuários do Buranhém, Jucuruçu e Itanhém foram classificados como estuários de planícies costeira construídos por barra. Essas barras arenosas são resultado da dinâmica sedimentar costeira, e provocam o deslocamento da foz do estuário por até mesmo alguns quilômetros, fazendo com que grande parte do estuário se desenvolva paralelo a linha de costa. Os estuários dos Frades, Mucuri e sistema estuarino de Caravelas-Nova Viçosa foram classificados como estuários de planície costeira sem presença de barra.

## 7. CONCLUSÕES

O presente estudo utilizou o sensoriamento remoto e o SIG como ferramentas para demarcação das zonas intermareal, inframareal, extensão média da zona de mistura estuarina, assim como, para classificar geomorfológicamente os estuários. Os resultados de extensão da zona de mistura encontrados mostraram valores semelhantes aos verificados com dados de salinidade *in situ* por outros autores. Contudo, alguns estuários não possuíam dados prévios para possíveis comparações, dessa forma, este estudo possibilitou o levantamento de informações inéditas para alguns estuários da costa da Bahia.

Os locais, onde o avanço da zona de mistura foi controlado por variações acentuadas da topografia, foram próximos aos limites internos da zona de mistura encontrados através das imagens de satélite. Essa situação ocorreu principalmente na Costa de Riftes Mesozoicos, onde grande parte dos estuários são limitados pela diferença topográfica entre a zona costeira e o embasamento. Variações abruptas da topografia também foram limitantes para os estuários do Real e Pojuca na Costa do Litoral Norte, e no sistema estuarino de Caravelas, no Sul do Estado, que é limitado pela Formação Barreiras.

A região da costa que apresentou as maiores extensões de zona intermareal ou de manguezais, foi o sistema estuarino da Baía de Camamu, localizado na Costa de Riftes Mesozoicos (179,49 km<sup>2</sup>), seguido da Baía de Todos os Santos, com 144,8 km<sup>2</sup> e sistema estuarino de Tinharé-Boipeba, com 139,2 km<sup>2</sup>. Na Costa do Litoral Norte, o estuário do Real possui os manguezais mais extensos (20,97 km<sup>2</sup>). Na Costa Deltaica do Jequitinhonha, as principais zonas de manguezais estão na região do estuário do Pardo (72,67 km<sup>2</sup>), enquanto a porção sul, chamada de Costa Faminta do Sul da Bahia, o sistema estuarino de Caravelas - Nova Viçosa apresenta as mais amplas zonas de mangue (121,60 km<sup>2</sup>).

Via de regra, os estuários da costa da Bahia foram classificados como estuários de planície costeira e construídos por barra. O estuário do Jequitinhonha foi classificado como estuário de frente deltaica, situação em que um delta pode ser afetado pela dinâmica de maré ou intrusão salina.

O controles da excursão da maré nos estuários, Real, Pojuca, Paraguaçu (BTS), Jaguaripe (BTS), Una (Tinharé), das Almas (Tinharé) e Cachoeira Grande (Camamú) ocorreu devido ao embasamento; para os estuários Itapicurú, Inhambupe, Subauma, Jacuípe, Subaé (BTS), Jequiriça, Almada, Cachoeira, Pardo, Buranhem, Frades, Jucuruçu, Alcobaça e Peruíbe foi determinado pela morfologia/geomorfologia; enquanto que os estuários de Contas, Jequitinhonha e Mucurí o fator determinante foi a vazão fluvial.

Dessa forma, os resultados aqui apresentados mostraram a capacidade do sensoriamento remoto e do SIG como eficientes ferramentas de aquisição e tratamento de dados para ambientes costeiros e estuarinos. Tornando possível o levantamento e

tratamento de informações geomorfológicas, geológicas, ecológicas e oceanográficas de toda a costa da Bahia.



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCIOLLY P.C.V. **Evolução Quaternária e Dinâmica Atual da Planície Costeira de Arembepe, Litoral Norte do Estado da Bahia**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, p. 105, 1997.
- AMORIM, F.N. **Caracterização oceanográfica da Baía de Camamu e adjacências e mapeamento das áreas de risco à derrames de óleo**. Dissertação de mestrado. UFBA, Salvador, Ba. 2005.
- ANA – Agência Nacional de Águas. **Sistema de informações hidrológicas**. Disponível em: <hidroweb.ana.gov.br/default.asp>. Acesso em: 20 de maio de 2016.
- ASMUS, M. L. **Análise e Usos do Sistema Estuário da Lagoa dos Patos**. In: Reunião Especial da SBPC: Ecossistemas Costeiros, do Conhecimento a Gestão, 3, 1996, Florianópolis. Anais. Florianópolis, p.105-108, 1996.
- ARENS, A.B.; STOMMEL, H. A mixing-length Theory of tidal flushing. **Transactions, American Geophysical Union**, v. 32, n.3, p. 419-421, 1951.
- BAHIA. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (SEMARH). **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia**. Salvador: [s.n.], 2004.
- BAHIA/SRH/HYDROS. **Plano diretor de recursos hídricos da Bacia do Médio e Baixo Paraguaçu**. Salvador: SRH; HYDROS. v. 6. 195 p. (Documento síntese), 1996.
- BAHIA. **Plano Diretor de Recursos Hídricos: Bacias da Região Leste**. Superintendência de Recursos Hídricos. Salvador: Latin Consult., p. 242 . 1997.
- BAHIA. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Plano Diretos dos recursos hídricos do Leste**. Salvador, Secretaria de Recursos Hídricos, v.1, p. 198, 1995
- BARROSO, C. P. **Dinâmica de bancos e pontais arenoso associados a desembocadura do estuário de Caravelas, BA**. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. p. 134, 2009.
- BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford, Clarendon Press, p. 193, 1986.
- BUTLER, D.; WALSH, S. The application of remote sensing and geographic information systems in the study of geomorphology: an introduction. **Geomorphology**, v. 21, n. 3, p.179-181, 1998.
- CAMERON, W.M.;PRITCHARD, D.W. Estuaries. In: HILL MN (Ed.). The sea: ideas and observations on progress in the study of the seas. **Interscience**, New York, p. 306-324. 1963.
- CAMPOS, E. V. M. **O assoreamento do baixo curso do rio de Contas: uma abordagem hidráulica e sedimentológica**. Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia. p. 77, 2002.
- CAR -COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL (BA). **Programa de Desenvolvimento Regional Sustentável - PDRS: Sul da Bahia - Salvador**, 1997.



CBH/BAHIA, Comitê de Bacias Hidrográficas. **Bacias Hidrográficas do Estado da Bahia**. Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/DataGrid/GridBahia.aspx>>, acessado em: setembro de 2016.

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. **Bacias do Leste**. Disponível em: <[www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br)> Acessado em: setembro de 2016.

CIRANO, M.; LESSA, G. C. Oceanographic characteristics os Baía de Todos os Santos, Brazil. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 25, p. 363-387, 2009.

CHAPMAN, P.M.; WANG, F. Assessing sediment contamination in estuaries. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 20, p. 3–22. 2001.

CRA – Centro de Recursos Ambientais da Bahia. **Bacia Hidrográfica do Rio Itapicuru**. Salvador: 2001

CUSSIOLI, M. C. **Dinâmica da desembocadura do rio Itanhém, Alcobaça, BA**. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto oceanográfico da Universidade de São Paulo. p. 98, 2010.

DA LUZ, J.A.G.; SANTOS, C.B.; LIMA, O.A.L. **Potencial hidrogeológica do alto trecho da Bacia do Rio Jiquiriçá**: Região semiárida do Estado da Bahia. XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, São Paulo, 2006.

DALRYMPLE R.W., ZAITLIN B. A., BOYD R. Estuarine Facies Models: Conceptual Basis and Stratigraphic Implications. **Journ. Sedim. Petrol.** v. 62, n. 6, p. 1130-1146. 1992.

DALRYMPLE, R.W.; ZAITLIN, B.A. High-resolution sequence stratigraphy of a complex, incised valley succession, Cobequid Bay–Salmon River estuary, Bay of Fundy, Canada: **Sedimentology**, v. 44, p. 1069–1091, 1994.

DE PAULA, F.C.F.; LACERDA, L. D.; MARINS, R. V.; AGUIAR, J. E.; OVALLE, A. R. C.; FALCÃO FILHO, C. A. T. Emissões naturais e antrópicas de metais e nutrientes para a Bacia inferior do rio de Contas, Bahia. **Química Nova**, v. 33, n. 1, p. 70-75, 2010.

DOMINGUEZ, J. M. L.; ANDRADE, A. C. S.; BITTENCOURT, A. C. S. P. The Holocene barrier strand plains of the state of Bahia. In: DILLENBURG, S. P.; HESP, P. (Ed.). **Geology and geomorphology of Holocene Coastal Barrier of Brazil**. Berlin: Springer Verlag, v. 107, p. 253-285, 2009.

DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Zona Costeira do Estado da Bahia. In: Barbosa, J. F. S. **Geologia da Bahia: Pesquisa e Atualização**, v. 2, p. 644, 2012.

DUKE, N.C, BALL, M.C., ELLISON, J.C. Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. **Global Ecology and Biogeography Letters**, v. 7, p. 27-47, 1998.

DYER, K. R. Sediment transport processes in estuarie, In: PERILLO, G. M. E. **Goemorphology and sedimentology of estuaries**. Devenlopments in sedimetology 53, Ed. Elsevier, p. 471, 1995.

ESCOBAR, N. F. C. **Geoquímica da água superficial e do sedimento de fundo nos baixos cursos dos rios Una, Pardo e Jequitinhonha, sul da Bahia, Brasil**. Dissertação

de mestrado apresentada a Pós-graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente da Universidade Federal da Bahia. p. 120, 2013.

FARIAS, F.F. **Condições de sedimentação e preenchimento dos estuários Itapicuru e Real, Litoral Norte do Estado da Bahia, Brasil**. Tese de doutorado. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

FERNANDES, N.B.; MOREAU, M.S.; MOREAU, A.M.S.S.; COSTA, L.M. Capacidade de uso das terras na Bacia hidrográfica do Jiquiriçá, Recôncavo Sul da Bahia. **Revista Caminhos de Geográfica**. v. 11, n.34, p. 105-122, 2010.

FISCHER, F.; NASCIMENTO, A.; PIERINE, C.; FISCHER, C.; FISCHER, F.; ROCHA, L.; MATOS, L.B.; SANTANA, L. VINHAES, L.; SANTOS, M.E.P.; BRITO, M.R.; SANTOS FILHO, N.G. (2007). **Baixo Sul da Bahia: uma proposta de desenvolvimento territorial**. Salvador: Ciags/Ufba, p. 224, 2007.

FRIEDRITCHS, C. T.; AUBREY, D. G. Non-linear tidal distortion, in: shallow weel-mixed estuaries: a synthesis. **Estuarine, costal and shelf Science**, v. 27, p. 521-545, 1988.

GENZ, F.; LESSA, G. C.; CIRANO, M. Vazão mínima para estuários: um estudo de caso no rio Paraguaçu/BA. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, p. 73-82, 2008.

GOMES, R.L.; MORAES, M.E.B.; MOREAU, A.M.S.; MOREAU, M.S.; FRANCO, G.B.; MARQUES, E.A.G. **Aspectos físico-ambientais e de uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Almada-BA**. Boletim Geográfico. Maringá, v. 30, n.2, p. 45-57, 2012.

GONÇALVES, R. do N. **Diagnóstico ambiental da Bacia do rio Jequitinhonha**. Diretrizes gerais para a ordenação territorial. IBGE. Salvador, BA, 1997.

GUIMARÃES, A. G. **Tempo de residência e estado trófico da porção interna do estuário do rio Cachoeira, Ilheus-BA**. Dissertação de mestrado apresentada a Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Estadual de Santa Cruz. p. 118, 2006.

HADLICH, G. M.; UCHA, J. M.; OLIVEIRA, T. L. **Distribuição de apicuns e de manguezais na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil**. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil. p. 4607-4614, 2009.

INGÁ. INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS E CLIMA. **Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas** – Rede de Amostragem, Resultados e Considerações Finais, Vol. 3, Salvador: INGÁ, 2009.

KJERFVE, B. (1989). Estuarine geomorphology and physical oceanography. In: Day Jr., J. W.; Hall, C. A.S.; Kemp, W. M.; Yañes-Arancibia, A. (Eds.) **Estuarine Ecology**. New York, John Wiley and Sons, 1989.

KJERFVE, B.; MAGILL, K. E. Geographic and hydrodynamic characteristics of shal-low coastal lagoons. **Marine Geology**, v. 88, n. 3-4, p. 187-199. 1989.

KÖPPEN, W. **Climatología: con un studio de los climas de la Tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, p.172, 1948.

LACERDA, L. D.; MAIA, L. P.; MONTEIRO, L. H. U.; SOUZA, G. M.; BEZERRA, L. J. C. Manguezais no nordeste e mudanças ambientais. **Ciência Hoje**, V.39, n.229, p. 24-29. 2006.

LACERDA, L.D. **Mangrove Ecosystems: Function and Management**. Springer Verlag, Berlin, p. 332, 2002.

LIMA, G. M. P. 2007. **Caracterização sedimentológica e dos padrões de circulação e mistura do Estuário do Rio Jacuípe** - Litoral Norte do Estado da Bahia. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. 149 p.

MARINS, R.V.; LACERDA, L.D.; ABREU, I.M.; DIAS, F.J.S. Efeitos da açudagem no Rio Jaguaribe. **Ciências hoje**, v. 33, n. 197, p. 66-70, 2003.

MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. da S. P. Fluctuating Holocene sea levels in eastern and southeastern Brazil: evidence from multiple fossil and geometric indicators. **Journal of Coastal Research**, v. 19, p. 101-124, 2003.

MEADE, R.H. Transport and deposition of sediments in estuaries. **Geological Society of America**, Memoire, v. 33, p. 91-120, 1972.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de (Org.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília, 2012.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. Edusp, São Paulo, 2002.

MOBERG, F.; RONNBACK, P. Ecosystem services of the tropical seascape: interactions, substitutions and restoration. **Ocean & costal Management**, v. 46, p. 27-46, 2003.

NACIF, P.G.S.; COSTA, L.M.; SAADI, A.; FERNANDES FILHO, E.I.; KER, O.V.; MOREAU, M.S. **Ambientes naturais da bacia Hidrográfica do rio Cachoeira**. Escola de Agronomia da UFBA, Instituto de Estudos Socioambientais do Sul da Bahia. Cruz das Almas, 2003.

PERH-BA. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia**. Relatório Final da Etapa 1 – Diagnóstico e Regionalização. Governo do Estado da Bahia. 56

PERILLO, G. M. E. Definitions and geomorphologic classifications of estuaries, In: PERILLO, G. M. E. **Geomorphology and sedimentology of estuaries**. Devenlopments in sedimentology 53, Ed. Elsevier, p. 471, 1995.

PETERSON, D.H.; CONOMOS, T.J.; BROENKOW, W.W.; DOHERTY, P.C. Location of the non-tidal current null zone in northern San Francisco Bay. **Estuarine Coastal Marine Science**. V. 36, p. 1250-1255, 1979.

PRATES, A. P. L.; GONÇALVES, M. A.; ROSA, M. R. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA. p.152, 2012.

PRITCHARD D.W. **What is an Estuary: Physical Viewpoint**. In: G.H. Lauff (ed.) **Estuaries**. American Association for the Advancement of Science, Publication 83, Washington D.C., p 3-5. 1967.

- PRITCHARD DW. **Estuarine Circulation Patterns**. Proc. Amer. Soc. Civil Eng., V. 81, p. 1-11, 1955.
- PRITCHARD, D.W. **Estuarine Hydrography**. In: Advances in Geophysics, Vol 1, Academic press, New York, pp.: 243-280, 1952.
- RAMOS, Sérgio. **Manguezais da Bahia**: breves considerações. Ilhéus: Editus, 2002.
- RIBEIRO, C. A. O. **Participação social e a gestão de recursos hídricos na Bahia: estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Itapicuru**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. p.163. 2006.
- ROSSETTI, D. F.; DOMINGUEZ, J. M. L. Tabuleiros Costeiros. Paleoambientes da Formação Barreiras. In: Barbosa, J. F. S. **Geologia da Bahia**: Pesquisa e Atualização, v. 2, p. 644, 2012.
- SANTOS, A. S. **Concentração de clorofila-a fracionada e nutrientes inorgânicos dissolvidos na plataforma continental da Bahia**/Adriana Souza Santos. – Ilhéus, BA: UESC, 2013.
- SARMENTO-SOARES, Luisa M.; MARTINS-PINHEIRO, Ronaldo F. A fauna de peixes na bacia do rio dos Frades e microbacias vizinhas, extremo sul da Bahia, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 26, p. 25-46, 2009.
- SARMENTO-SOARES, LUISA MARIA; MAZZONI, ROSANA; MARTINS-PINHEIRO, R. F. A fauna de peixes na bacia do Rio Itanhém, leste de Minas Gerais e extremo Sul da Bahia. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, n. 1, p. 47-61, 2010.
- SARMENTO-SOARES, Luisa Maria; MAZZONI, Rosana; MARTINS-PINHEIRO, Ronaldo Fernando. A fauna de peixes na bacia do Rio Peruípe, extremo Sul da Bahia. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 291-308, 2007.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Grupo de ecossistemas**: manguezal, marisma e apicum. São Paulo, 1999. 119 p. (Programa Nacional da Diversidade Biológica – Pronabio. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – Probio. Subprojeto Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha.). Disponível em: Acesso em 03.abr.2006.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal Ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo, 1995.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. Guia para estudo de áreas de manguezal. Estrutura, função e flora. **Caribbean Ecological Research**, São Paulo, p. 150, 1986.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, A. G.; SOARES, M.L.G. E DE-ROSA, T. Brazilian Mangroves. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, v.3, p. 561- 570, 2000.
- SANTOS, L. A. S. **Modelagem numérica da dinâmica do sistema estuarino Caravelas-Peruípe, BA**. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 100, 2009.

SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Uso atual das terras:** bacias dos rios Itapicuru, Vaza-Barris e Real. Série Estudos e Pesquisas. Salvador: SEI, 2006.

SEI- Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Tipologia climática Thrnthwaite e Matther.:** Estado da Bahia 1 mapa. Escala 1:2.000.000, 1998.

SEMARH/CRA/GERCO. SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (SEMARH); CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS (CRA); GERENCIAMENTO COSTEIRO (GERCO). **Relatório de Monitoramento das Águas do Estuário do Rio Pojuca Salvador**, BAHIA 2005.

SHOLKOVITZ, E.R.; BOYLE, E.A.; PRICE, N.B. The removal of dissolved humic acids and iron during estuarine mixing. **Earth Planet. Sci. Lett.**, V. 40, p. 130—136, 1978.

SOUZA, M. F. L.; EÇA, G. F.; SILVA, M. A. M.; AMORIM, F. A. C.; LÔBO, I. P. Distribuição de nutrientes dissolvidos e clorofila-a no estuário do rio Cachoeira, Nordeste do Brasil. **Atlântica, Rio Grande**. v. 31, p. 107-121, 2009.

STOMMEL, H. **Computation of pollution in a vertically mixed estuary**. Sewage and Industrial Wastes, V. 25, p. 1065-1071, 1953.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P; DOMINGUEZ, J.M.L.; FLEXOR. Flutuações no nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 15, n. 4: p. 273-286, 1985.

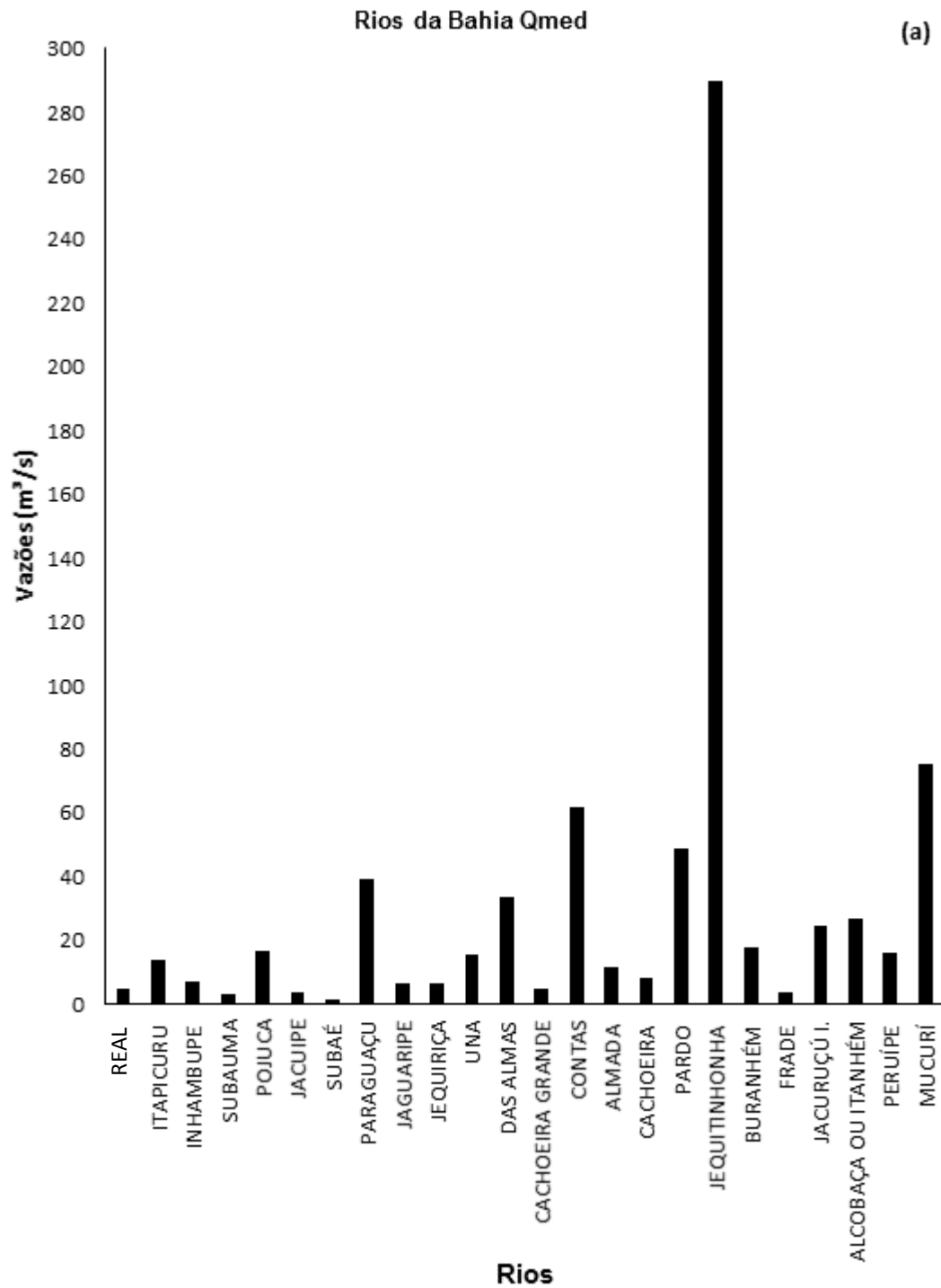
SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. 1ª edição. editora Blucher, São Paulo-SP. página da citação 262. p. 400, 2003.

TEIXEIRA, A.A.; MATIAS, L.F.; NOAL, M.E. Qual a melhor definição de SIG, Fator GIS. **A Revista de Geoprocessamento**, n. 11, p.20-24, 1995.

ZABAWA, C.F. Microstructure of agglomerated suspended sediments in Northern Chesapeake Bay Estuary. **Science**, N.Y. v. 20, p. 49-51, 1978.

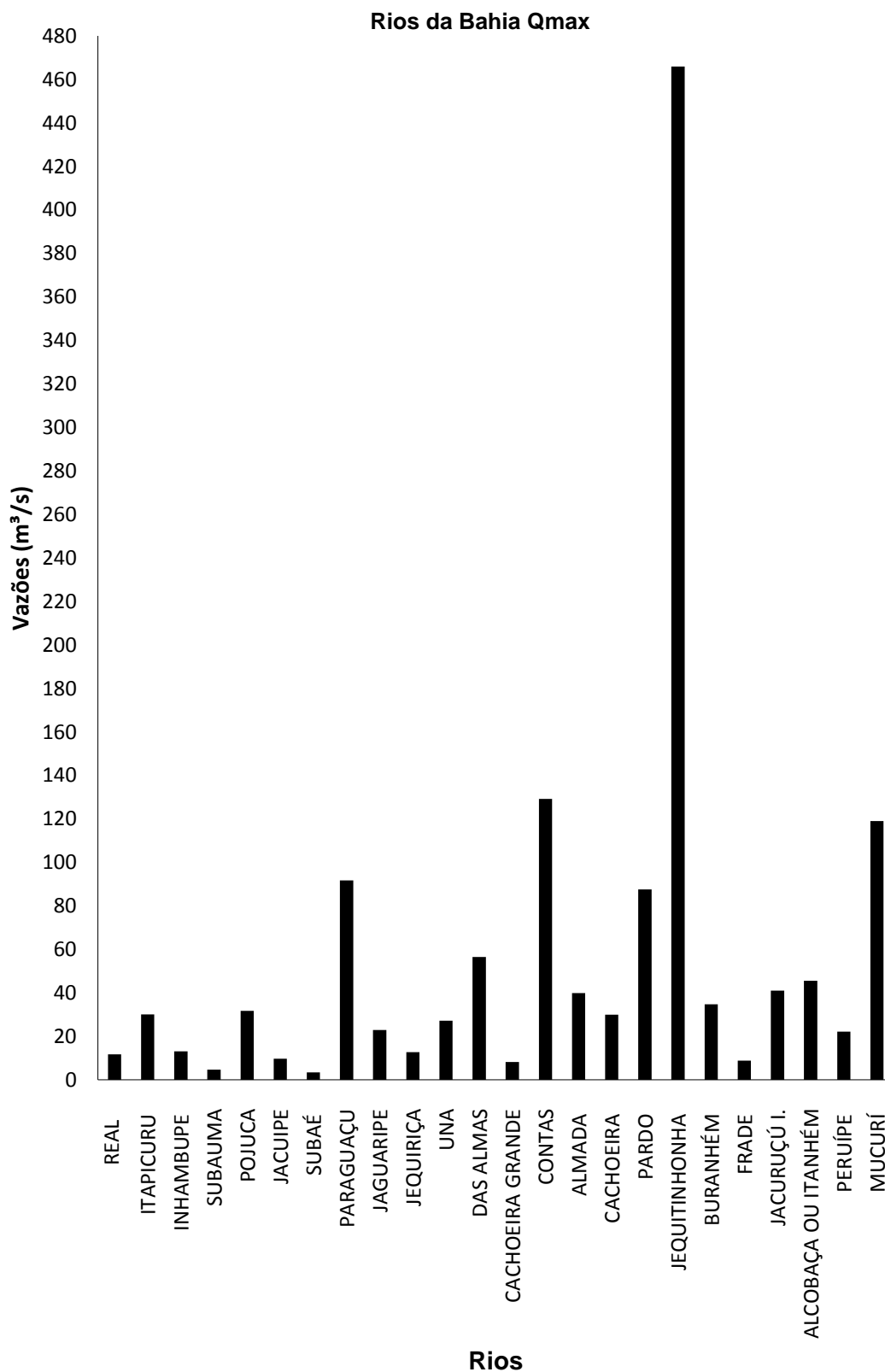
## APÊNDICE

### 1. Hidrogramas das descargas médias totais das séries dos rios

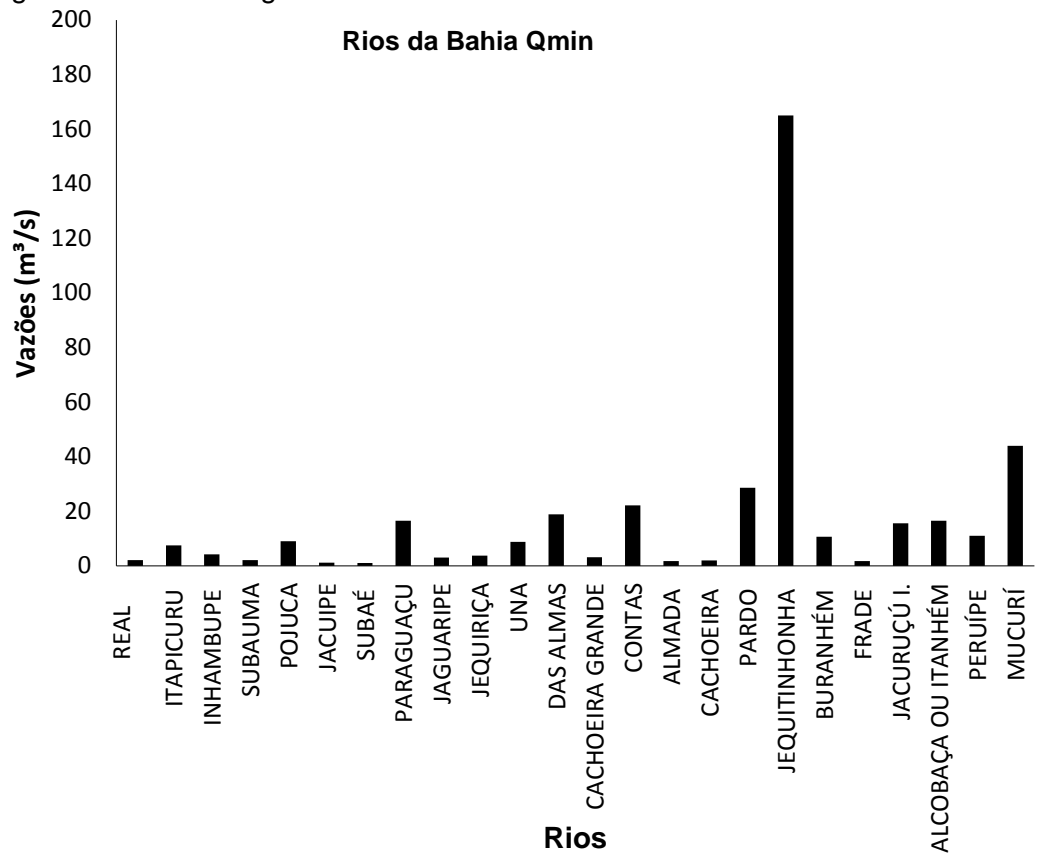




## 2. Hidrogramas das descargas máximas totais das séries dos rios



3. Hidrogramas das descargas mínimas totais das séries dos rios



4. Tabela de dados hidrográficos das estações fluviométricas mais próximas aos respectivos estuários.

Rio	Estação	Início	Final	Q Média	QMed MIN	QMed MAX	Q Máxima	QMax MIN	QMax MAX	D. Q Médio	D. Q Máxima
1 - Rio Real	Itanhy (50290000)	01/06/1966	01/08/2014	4,650595	0,0546	187,2	11,72604	0,2495	584	19,43002	77,23705
2 - Rio Itapicurú	Usina Altamira (50595000)	01/04/1964	01/04/1964	13,6669	0,3245	340,86	30,14307	0,9416	656,769	36,99468	98,43386
3 - Rio Inhambupe	Corte Grande (50660000)	01/10/1966	01/07/2014	7,04	0,064	92,7	13,1	0,723	292	11,34158	33,83731
4 - Rio Subauma	Jangado (50700000)	01/11/1995	01/07/2014	3,074475	0,7735	13,777	4,6497	0,4682	55,819	2,329609	9,875129
5 - Rio Pojuca	Tiririca (50795000)	01/04/1963	01/08/2014	16,54997	1,7773	178	31,77402	2,1056	1142	24,79168	87,28634
6 - Rio Jacuípe	Mata De São João (50840000)	01/07/1955	01/07/2009	3,511939	0,098	57,6	9,73419	0,108	192	8,001203	25,55193
7 - Rio Subaé (BTS)	Subae II (51060100)	01/07/1989	01/08/2014	1,6425	0,3321	12,013	3,4	0,4075	636,85	1,913133	40,86443
8 - Rio Paraguaçu	Argoin (51350000)	01/01/1950	01/07/2014	39,49097	0,792	1220,2	91,76	2,3319	3668,6	125,6382	376,7621
9 - Rio Jaguaripe (BTS)	Nazaré (51560000)	01/01/1949	01/08/2014	6,6785	0,381	33	23	1,2401	363	8,695779	47,41207
10 - Rio Jequiriça	Rio Jequiriça (51650000)	01/07/1954	01/07/2014	6,59	0,038	54,5	12,78514	0,444	167,43	5,698857	18,08059
11 - Rio Una (Tinharé)	Valença(51795000)	01/05/1969	01/10/2013	15,43494	0,362	60,7	27,2	1,41	189	10,73964	28,85634
12 - Rio das Almas	Nilo Peçanha (51890000)	01/01/1957	01/06/2011	33,4	3,92	177	56,50871	5,74	540	23,48994	55,46273
13 - Rio Cachoeira	Ituberá (51940000)	01/01/1969	01/08/2014	4,94	0,89	23,2	8,23	1,58	59,3	2,901154	6,629601
14 - Rio de Contas	Ubaira Jusante (52831000)	01/01/1988	01/08/2014	61,682	12,218	2007,8	129,1873	27,84	4670,3	159,2183	528,187

15 - Rio Almada	Provisão II (53091000)	01/06/1976	01/08/2014	11,45274	0,002	169,42	39,94	0,018	634	18,12693	87,46906
16 - Rio Cachoeira	Contono Br 101 (53180000)	01/01/1973	01/07/2014	8,351871	0,0016	333,3	29,98	0,01	2673,1	41,24847	311,1792
16 - Rio Pardo	Mascote (53950000)	01/05/1936	01/08/2014	48,6263	2,5237	502,9	87,5997	5,8546	1498,2	74,14224	226,5935
18 - Rio Jequitinhonha	Itapebi (54950000)	01/04/1936	01/01/2009	290	37,284	2627	466	46,11	7000	392,631	1084,954
19 - Rio Buranhem	Faz. Limoeiro (55170000)	01/01/1971	01/07/2014	17,78015	4,1932	185,9	34,78215	6,6402	502,64	22,04348	88,04693
20 - Rio Frades	Ponte_Br (55241000)	01/01/1969	01/07/2014	3,580133	0,0933	31,874	8,884428	0,3005	106,52	5,052268	16,98131
21 - Rio Jucuruçu	Itamaraju (55340000)	01/06/1954	01/07/2014	24,51877	4,9344	110,54	41,1	5,77	414	15,81113	37,04981
22 - Rio Alcobaça ou	Faz. Cascata (55490000)	01/11/1970	01/07/2014	26,85116	2,0522	189,62	45,6	4,2094	459,21	24,96711	68,36377
23 - Rio Peruíbe	Helvecia (55510000)	01/01/1975	01/06/2014	15,98216	1,9409	81,875	22,16355	2,836	108,14	11,24913	18,84772
24 - Rio Mucurí	Martinica (55740000)	01/05/1969	01/03/2007	75,5	6,9323	519	119	11,002	912,34	80,82944	175,628