UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
GEOLOGIA MARINHA, COSTEIRA E SEDIMENTAR

TESE DE DOUTORADO

A ZONA COSTEIRA DOS MUNICÍPIOS DO LITORAL NORTE E ENTORNO DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS – ESTADO DA BAHIA: IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO AMBIENTAL

MARCUS SANTOS ESQUIVEL

SALVADOR
2016

A ZONA COSTEIRA DOS MUNICÍPIOS DO LITORAL NORTE E ENTORNO DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS – ESTADO DA BAHIA: IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO AMBIENTAL

Marcus Santos Esquivel

Orientador: prof. Dr. José Maria Landim Dominguez

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do Título de Doutor em Geologia, Área de Concentração: Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar.

SALVADOR

2016

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca do Instituto de Geociências - UFBA

E779 Esquivel, Marcus Santos
A zona costeira dos municípios do Litoral Norte e entorno da Baía de Todos os Santos - Estado da Bahia: implicações para a gestão ambiental / Marcus Santos Esquivel.- Salvador, 2016.
141 f. : il. Color.

Orientador: Prof. José Maria Landim Dominguez
Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências, 2016.

1. Ecologia costeira. 2. Gestão ambiental. 3. Mudanças climáticas. I. Dominguez, José Maria Landim. II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.

CDU: 551.79(813.8)

Marcus Santos Esquivel

" A Zona Costeira dos Municípios do Litoral Norte e Entorno da Baía de Todos os Santos - Estado da Bahia: Implicações para a Gestão Ambiental "

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do Grau de Doutor em Geologia na área de concentração em Geologia Costeira e Sedimentar em 29/01/2016.

TESE APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:

Dr. José Maria Landim Dominguez
Orientador - UFBA

Drª. Dária Maria Cardoso Nascimento
Examinadora Externa - DGEO/UFBA

Dr. Lucas do Nascimento
Examinador Externo - UNIFACS/ Dep. Eng. Civil

Dr. Abílio Carlos da Silva P. Bittencourt
Examinador Interno - UFBA

Drª. Junia Kacenelenbogen Guimarães
Examinadora Externa - UFBA

Salvador - BA
2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a minha Família pelo apoio, amor e compreensão.

Ao professor e orientador Dr. José Maria Landim Dominguez, pelo grande apoio, paciência, incentivo e valiosas contribuições científicas e filosóficas para o desenvolvimento e finalização não só desta Tese como também em todo o meu trajeto de aprendizagem na pós-graduação em Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar no IGEO/UFBA.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Estudos Costeiros (LEC), em especial à Júnia, Juanito, Lucas, Adeylan, Juliana, Illa, Thaís, Rafael, Renato, Narayana, Ana Clara e Adriana, pelo auxílio em procedimentos metodológicos e tratamento de dados, revisão de texto, enriquecimento intelectual, apoio, incentivo, amizade e valiosas dicas no decorrer do curso e finalização dos trabalhos.

Aos queridos professores Abílio Bittencourt e Dária Cardoso, pelo conhecimento compartilhado e valiosas dicas, críticas e incentivos ao logo de toda a minha jornada de pós-graduação.

Ao Funcionário Joaquim, pelo sempre prestativo apoio e bom relacionamento.

Ao CNPQ e à CAPES, pela concessão da bolsa de DOUDORADO; ao INPE pela concessão de imagens CBERS, RESOURSESAT e LANDSAT; à *U.S. Geological Survey, The National Center for Earth Resources Observation and Science* (EROS) e ao JPL da NASA pela concessão gratuita de imagens SRTM para confecção do MDE e pelas imagens de satélite georreferenciadas do projeto *NASA's Geocover 2000 Landsat*; ao Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental, pelo fomento à realização do Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo das Bacias Marítimas da Bahia, do qual fiz parte como coordenador de cartografia, por proporcionar a realização de trabalhos de campo nos âmbitos: terrestre, aquático e aéreo, que também ajudaram na obtenção de dados e material fotográfico georrefenciados, de suporte para a realização deste trabalho à EMBRAPA-Prodetab, através do projeto "Evolução da Zona Costeira Associada à foz do Rio Itapicuru –Sistema de Informações Geográficas para a Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica e Zona Costeira" e ao inctAmbTropic (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ambientes Marinhos Tropicais), pelo apoio financeiro à aquisição de dados, trabalho de campo, realização de sobrevoos e suporte laboratorial e de tecnologia de informação.

RESUMO

A planície costeira dos municípios dos setores Litoral Norte (LN) e Entorno da Baía de Todos os Santos (BTS) - Estado da Bahia, integrantes da área de estudo, com cerca de 10.210 km^2 de extensão territorial, se caracteriza por apresentar uma variada gama de unidades geológico-geomorfológicas, constituídas por depósitos que datam do Terciário superior até o Recente. Estas unidades tiverem sua deposição associada a importantes períodos de oscilações climáticas e de eventos de transgressão e regressão marinha durante o Quaternário.

O mapeamento em escala de detalhamento de 1: 25000 do Quaternário costeiro desta planície foi realizado a partir de um banco de dados planimétricos georreferenciados; modelo digital de elevação (MDE), fotografias aéreas verticais digitalizadas; imagens de satélite Landsat, GEOCOVER/Landsat, CBERS, RESOURSESAT e Ikonos, além de informações coletadas em visitas de campo, resultando em mapas geológico-geomorfológicos para os setores Litoral Norte e Entorno da BTS. Este mapeamento serviu primeiramente como base para se determinar com bastante precisão os limites geográficos das áreas legalmente protegidas e que apresentam restrições ambientais relacionadas a fenômenos geológicos, resultando em mapas de restrições ambientais. Além disso, foi a base também para a realização de um zoneamento e quantificação espacial dos possíveis impactos das mudanças climáticas, resultando também em mapas de possíveis impactos destas mudanças. Tais resultados, oferecem assim, informações de grande importância no auxílio a programas de gerenciamento costeiro e atividades de licenciamento.

Os dados referentes a este estudo indicam primeiramente que uma porção pequena dos territórios dos dois setores da área de estudo, cerca de 5,3% para o do LN e 9% para o do Entorno da BTS, apresentam restrição à ocupação imposta pela legislação. Contudo, uma porção territorial bem mais significativa de sua planície quaternária, cerca de 34,6% para o setor LN e de 63,9% para o setor Entorno da BTS, apresentam restrições à ocupação impostas pelos fenômenos geológicos. Quanto aos possíveis impactos de Mudanças Climáticas, os dados do presente estudo revelam que, é provável que até o final deste século boa parte da sua planície Quaternária (em ambos os setores) seja impactada por inundações mais frequentes e/ou pela elevação do nível relativo do mar, assim como parte considerável de sua linha de costa, cerca de 153,1 km no LN e 155 km no Entorno da BTS, possivelmente serão impactados ou mais severamente impactados por erosão costeira. A remobilização de dunas, outro impacto passível de acontecer, afetará uma área quantificada em 77,6 km^2, no LN e 11 km^2, no Entorno da BTS. No total, a área afetada por estes possíveis impactos seria da ordem de 872,9 km^2, no setor LN e de 598,3 km^2, no setor Entorno da BTS. A grande potencialidade para o turismo, apresentada pela zona costeira da área de estudo deve, portanto, ser explorada com cautela, visando sempre o desenvolvimento sustentável, a preservação dos ambientes e o respeito às restrições impostas tanto pela legislação quanto pelas vulnerabilidades associadas a riscos geológicos e de possíveis impactos das mudanças climáticas.

ABSTRACT

The coastal plain of the municipalities of the Northern (LN) and Todos os Santos bay (BTS) sectors of the State of Bahia, with a total area of about 10,210 km^2, is characterized by a variety of geological and geomorphological units, consisting of deposits dating from the Tertiary to the Recent. These units have their deposition associated with important periods of climatic oscillations and marine transgressive and regressive events during the Quaternary.

The detailed mapping (1: 25,000) of the coastal Quaternary units of these two sectors was conducted using a database consisting of georeferenced planimetric data; digital elevation model (DEM), scanned vertical aerial photographs; satellite Landsat, GEOCOVER / Landsat, CBERS, RESOURSESAT and Ikonos images, as well as information collected from field visits. Geological and geomorphological maps were produced. This mapping primarily served as a basis to determine very accurately the geographical boundaries of legally protected areas and environmental restrictions related to geological phenomena, resulting in maps of environmental restrictions. Moreover, those maps were also used in the analysis and spatial quantification of possible impacts of climate change. A map of these possible impacts was also produced. These maps constitute an important source of information for coastal management and licensing activities programs.

Data for this study primarily indicate that a small portion of the territories of the two sectors of the study area, about 5.3% for the LN and 9% for the coast of BTS, present restriction to the occupation imposed by the law. However, a more significant percentage of the Quaternary plain, about 34.6% for LN sector and 63.9% for the BTS sector, have restricted to occupation imposed by geological phenomena. As for the possible impacts of climate change, the present study data shows that it is likely that by the end of this century part of the Quaternary plain (in both sectors) will be impacted by more frequent flood events and / or by inundation caused by relative sea level rise. Concerning the coastline, about 153.1 kilometers of LN sector and 155 km of the BTS sector will possibly be impacted or more severely impacted by coastal erosion. The remobilization of dunes, another likely impact to happen, can affect and area of 77.6 km^2, in the LN sector and 11 km^2 in the BTS sector. In total, the area affected by these potential impacts would be of the order of 872.9 km^2 in the LN sector and 598.3 km^2, the BTS sector. The great potential for tourism, presented by the coastal zone of the study area must therefore be explored with caution, always aiming at sustainable development, preservation of the environment and respect the restrictions imposed by both the legislation and the vulnerabilities associated with geological hazards and possible impacts of climate change.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO. 7

FIGURA 02 - MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (SRTM) PARA OS MUNICÍPIOS DO SETOR LITORAL NORTE, DA ÁREA DE ESTUDO. 11

FIGURA 03 - MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (SRTM) PARA OS MUNICÍPIOS DO SETOR ENTORNO DA BTS, DA ÁREA DE ESTUDO. 12

FIGURA 04 - CARTA DE DECLIVIDADE DO TERRENO PARA OS MUNICÍPIOS DO SETOR LITORAL NORTE, DA ÁREA DE ESTUDO, GERADA A PARTIR DO MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (MDE). 14

FIGURA 05 - CARTA DE DECLIVIDADE DO TERRENO PARA OS MUNICÍPIOS DO SETOR ENTORNO DA BTS, DA ÁREA DE ESTUDO, GERADA A PARTIR DO MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (MDE). 15

FIGURA 06 - MOSAICO COM DIVERSAS IMAGENS DE SATÉLITE E FOTOGRAFIAS AÉREAS, DIGITALIZADAS E GEORREFERENCIADAS, PARA O MAPEAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO. 17

FIGURA 07 - MAPA DE PLUVIOSIDADE MÉDIA ANUAL PARA O SETOR LESTE-NORDESTE DO ESTADO DA BAHIA, COM DESTAQUE PARA A ÁREA DE ESTUDO. PRODUZIDO A PARTIR DA INTERPOLAÇÃO LINEAR RADIAL DE DADOS EM MALHA REGULAR DE PLUVIOSIDADE MÉDIA ANUAL (PERÍODO DE 1961-1990), FORNECIDOS PELA *CLIMATE RESEARCH UNIT* (DADOS DISPONÍVEIS NO *DATA DISTRIBUTION CENTRE* DO IPCC). 23

FIGURA 08 - CURVA DE VARIAÇÃO DO NRM DURANTE O HOLOCENO PARA SALVADOR. (MODIFICADO DE MARTIN ET AL. 1979). 26

FIGURA 09 - GEOLOGIA (ASPECTOS GERAIS) PARA A ÁREA DE ESTUDO. 29

FIGURA 10 - A ÁREA DE ESTUDO E SUA INSERÇÃO NO CONTEXTO DA HIDROGRAFIA REGIONAL, SOBREPOSTA AO MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO. 32

FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO DA VEGETAÇÃO PARA OS DOIS SETORES DA ÁREA DE ESTUDO. 37

FIGURA 12 - MAPA (SIMPLIFICADO) DA GEOLOGIA-GEOMORFOLOGIA DOS MUNICÍPIOS DO SETOR LITORAL NORTE, PRODUZIDO A PARTIR DO MAPEAMENTO E ATUALIZAÇÃO DE MAPEAMENTOS PRETÉRITOS DE MARTIN TE AL. (1980), BARBOSA & DOMINGUEZ (1996) E DOMINGUEZ ET AL. (2012). ALGUMAS UNIDADES DO QUATERNÁRIO NÃO PUDERAM SER REPRESENTADAS NESTA FIGURA POR DIFICULDADES IMPOSTAS PELA SUA PEQUENA ESCALA. 64

FIGURA 13 - MAPA (SIMPLIFICADO) DA GEOLOGIA-GEOMORFOLOGIA DOS MUNICÍPIOS DO SETOR ENTORNO DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS (BTS), PRODUZIDO A PARTIR DO MAPEAMENTO, E ATUALIZAÇÃO DE MAPEAMENTOS PRETÉRITOS DE MARTIN TE AL. (1980), BARBOSA & DOMINGUEZ (1996) E DOMINGUEZ ET AL. (2012). ALGUMAS UNIDADES DO QUATERNÁRIO NÃO PUDERAM SER REPRESENTADAS NESTA FIGURA POR DIFICULDADES IMPOSTAS PELA SUA PEQUENA ESCALA. 65

FIGURA 14 - ÁREAS OCUPADAS PELAS UNIDADES GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICAS, NO SETOR LITORAL NORTE. 66

FIGURA 15 - ÁREAS OCUPADAS PELAS UNIDADES GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICAS, NO SETOR ENTORNO DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS (BTS). 67

FIGURA 16 - DISTRIBUIÇÃO EM ÁREAS PERCENTUAIS DAS ÁREAS PROTEGIDAS PARA O SETOR LITORAL NORTE (LN). 79

FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO EM ÁREAS PERCENTUAIS DAS ÁREAS PROTEGIDAS PARA O SETOR ENTORNO DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS (BTS). 80

FIGURA 18 - MAPA DE RESTRIÇÕES AMBIENTAIS RELACIONADAS A RISCOS GEOLÓGICOS PARA O SETOR LITORAL NORTE. 91

FIGURA 19 - MAPA DE RESTRIÇÕES AMBIENTAIS RELACIONADAS A RISCOS GEOLÓGICOS PARA O SETOR ENTORNO DA BTS. 92

FIGURA 20 - ÁREAS NO SETOR LITORAL NORTE COM RESTRIÇÕES AMBIENTAIS, RELACIONADAS A DIFERENTES TIPOS DE RISCOS GEOLÓGICOS E SEUS PERCENTUAIS EM RELAÇÃO À SUA ÁREA TOTAL E A DA SUA PLANÍCIE QUATERNÁRIA. 93

FIGURA 21 - ÁREAS NO SETOR ENTORNO DA BTS COM RESTRIÇÕES AMBIENTAIS, RELACIONADAS A DIFERENTES TIPOS DE RISCOS GEOLÓGICOS E SEUS PERCENTUAIS EM RELAÇÃO À SUA ÁREA TOTAL E A DA SUA PLANÍCIE QUATERNÁRIA. 94

FIGURA 22 - ÁREAS NO SETOR LITORAL NORTE, POR MUNICÍPIO, POTENCIALMENTE IMPACTADAS PELAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS PERCENTUAIS RELATIVOS À EXTENSÃO TOTAL DO MUNICÍPIO E DA SUA PLANÍCIE QUATERNÁRIA. 111

FIGURA 23 - ÁREAS NO SETOR ENTORNO DA BTS, POTENCIALMENTE IMPACTADAS PELAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS PERCENTUAIS RELATIVOS À EXTENSÃO TOTAL DO MUNICÍPIO E DA SUA PLANÍCIE QUATERNÁRIA. 112

FIGURA 24 - MAPA SÍNTESE DE POSSÍVEIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA O SETOR LITORAL NORTE. 113

FIGURA 25 - MAPA SÍNTESE DE POSSÍVEIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA O SETOR ENTORNO DA BTS. 114

FIGURA 26 - MODELAGENS COM PREVISÕES DE MUDANÇAS NOS PADRÕES DE PRECIPITAÇÃO (%) (**A-F**), PRECIPITAÇÃO MENOS EVAPORAÇÃO (%) (**M-R**) E TEMPERATURA DO AR (^{o}C) (**G-L**), NA AMÉRICA DO SUL, DO PERÍODO DE (2011-2040) ATÉ (1971-2100), PARA OS CENÁRIOS DE VERÃO (**DJF**) E INVERNO (**JJA**) (MARENGO ET AL. 2012, P.1836). 115

LISTA DE FOTOGRAFIAS

PRANCHA 1 – **A –** VISTA AÉREA DE UM AFLORAMENTO DO EMBASAMENTO CRISTALINO NA ORLA DA BARRA, EM SALVADOR (DOMINGUEZ – SOBREVOO DE 2008); **B** - AFLORAMENTO DO EMBASAMENTO CRISTALINO EM UMA PEDREIRA DESATIVADA, ÀS MARGENS DA BA-099 (SUDOESTE DA CIDADE DE CONDE - LN); **C** – VISTA AÉREA DE UMA PEQUENA ILHA NO INTERIOR DA BTS, FORMADA PELO PROCESSO DE EROSÃO NAS ROCHAS DA BACIA SEDIMENTAR DO RECÔNCAVO (DOMINGUEZ – SOBREVOO DE 2008); **D** - AO FUNDO A PALEOFALÉSIA ESCULPIDA NA FORMAÇÃO BARREIRAS, COBERTA POR MATA ATLÂNTICA (TRECHO ENTRE AS LOCALIDADES DE SITIO DO CONDE E BARRA DO ITARIRI - LN); **E** - VISÃO DOS DEPÓSITOS DE LEQUES ALUVIAIS EM UM CORTE DE ESTRADA PRÓXIMO A FAZENDA CARAÍBAS (CAMINHO PARA A LOCALIDADE DE COSTA AZUL-LN); **F –** DEPÓSITO EÓLICO ANTIGO, ASSENTADO SOBRE OS DEPÓSITOS DE LEQUES ALUVIAIS PLEISTOCÊNICOS (SUL DA LOCALIDADE DE SÍTIO DO CONDE - LN)..... 48

PRANCHA 2 – **A –** TERRAÇO MARINHO PLEISTOCÊNICO, NAS PROXIMIDADES DO CONTATO COM UMA ZONA ÚMIDA - LN; **B** - DUNA DO TIPO – *BLOW OUT* - PLEISTOCÊNICA, PRÓXIMO À LOCALIDADE DE BAIXIO, DIVISA ENTRE OS MUNICÍPIOS DE CONDE E ESPLANADA; **C -** AO FUNDO, CAMPO DE DUNAS DO TIPO – *BLOW OUT*, PLEISTOCÊNICAS, PRÓXIMO À LOCALIDADE DE VILA DE ABRANTES – LN (DOMINGUEZ – SOBREVOO DE 2005); **D -** EM DESTAQUE, CAMPO DE DUNAS PLEISTOCÊNICAS ANTIGAS, AO NORTE DA LOCALIDADE DE COSTA AZUL – LN (IMAGEM SAT. CBERS 2B – HCR DE 2008); **E -** DUNA DO TIPO *BLOW-OUT* HOLOCÊNICA EM CONTATO COM TERRAÇO MARINHO PLEISTOCÊNICO, PRÓXIMA À LOCALIDADE DE COSTA AZUL – LN; **F -** DUNA FRONTAL BEM DESENVOLVIDA NA REGIÃO DA FOZ DO RIO ITARIRI – LN.. 49

PRANCHA 3 – **A** - AO FUNDO, DUNA FRONTAL (CORDÃO-DUNA), ENTRE AS LOCALIDADES DE SITIO DO CONDE E BARRA DO ITARIRI – LN; **B** - EM DESTAQUE, VISÃO AÉREA DA BACIA DE DEFLAÇÃO EM TERRAÇO MARINHO PLEISTOCÊNICO NO LITORAL NORTE (DOMINGUEZ – SOBREVOO DE 2005); **C** - ASPECTO DO TERRAÇO MARINHO HOLOCÊNICO, PRÓXIMO À LOCALIDADE DE BAIXIO – LN; **D** - ZONA ÚMIDA DO TIPO BREJO, LOCALIZADA ENTRE OS DEPÓSITOS DE LEQUES ALUVIAIS PLEISTOCÊNICOS E OS TERRAÇOS MARINHOS PLEISTOCÊNICOS (AO FUNDO) NO CAMINHO PRA A LOCALIDADE DE COSTA AZUL-LN; **E** - ZONA ÚMIDA TIPO - BREJO, LOCALIZADA NO BAIXO CURSO DO RIO ITAPICURU (PRÓXIMO A LOCALIDADE DE SÍTIO DO CONDE – LN); **F** - ASPECTO DA ZONA ÚMIDA DO TIPO – PÂNTANO, ENCONTRADA NAS PROXIMIDADES DA LOCALIDADE DE COBÓ (MUNICÍPIO DE CONDE-LN), COM VEGETAÇÃO CLASSIFICADA COMO DE MATA PALUDOSA SEGUNDO NOGUEIRA (2006)..... 53

PRANCHA 4 – **A** - ASPECTO DE ZONA ÚMIDA DO TIPO – MANGUEZAL NAS PROXIMIDADES DE POÇAS-LN; **B** - MANGUEZAIS ENCONTRADOS DENTRO DA BAÍA DE IGUAPE – BTS (DOMINGUEZ – SOBREVOO DE 2008); **C** - PEQUENA ÁREA DE APICUM LOCALIZADO NAS PROXIMIDADES DE BARRA DO ITARIRI.- LN; **D** - VISTA AÉREA DE APICUM (EM DESTAQUE) EM CONTATO COM MANGUEZAIS NO SETOR DA BTS (DOMINGUEZ- SOBREVOO DE 2008); **E** - AO FUNDO, OS DEPÓSITOS DE DELTA DE CABECEIRA DE ESTUÁRIO DO RIO ITAPICURU (ÁREA COM VEGETAÇÃO DE PORTE HERBÁCEO), EM UM MIRANTE DO TOPO TABULEIROS COSTEIROS; **F** - DEPÓSITOS DE DELTA DE CABECEIRA DE ESTUÁRIO (DETALHE PARA MEANDRO ABANDONADO, PREENCHIDO POR ÁGUAS PLUVIAIS), NO CAMINHO ENTRE CONDE E SÍTIO DO CONDE -LN... 60

PRANCHA 5 – **A** - EXEMPLO DE DEPÓSITOS LITORÂNEOS ATUAIS: FACE DE PRAIA ARENOSA COM PRESENÇA DE ESCARPA DE EROSÃO (TRECHO ENTRE BARRA DO ITARIRI E SÍTIO DO CONDE –LN) ; **B** - VISÃO AÉREA DO LARGO PONTAL ARENOSO, ENCONTRADO NA LOCALIDADE DE CACHA-PREGOS - ILHA DE ITAPARICA/ SETOR DA BTS (DOMINGUEZ- SOBREVOO DE 2004); **C** - VISÃO AÉREA DOS RECIFES DE CORAIS NA REGIÃO DE PRAIA DO FORTE – LN (DOMINGUEZ – SOBREVOO DE 2005); **D** –RECIFES DE CORAIS DO TIPO FRANJANTE, COM TOPO AFLORANTE – ILHA DE ITAPARICA – BTS (DOMINGUEZ – SOBREVOO DE 2008); **E** - VISTA AÉREA DOS BANCOS DE ARENITO DE PRAIA NA REGIÃO DE AREMBEPE – LN (DOMINGUEZ - SOBREVOO DE 2005); **F** - AFLORAMENTO DE ARENITO DE PRAIA NO TRECHO DE LINHA DE COSTA ENTRE AS LOCALIDADES DE SITIO DO CONDE E POÇAS – LN.. 61

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - ÁREAS OCUPADAS PELAS UNIDADES GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICAS PARA O SETOR LITORAL NORTE. 62

TABELA 02 - ÁREAS OCUPADAS PELAS UNIDADES GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICAS PARA O SETOR ENTORNO DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS (BTS). 63

TABELA 03 - ÁREAS DA PLANÍCIE QUATERNÁRIA PARA O SETOR LITORAL NORTE, SUJEITAS A RESTRIÇÕES AMBIENTAIS IMPOSTAS PELA LEGISLAÇÃO. 77

TABELA 04 - ÁREAS DA PLANÍCIE QUATERNÁRIA PARA O SETOR ENTORNO DA BTS, SUJEITAS A RESTRIÇÕES AMBIENTAIS IMPOSTAS PELA LEGISLAÇÃO. 78

TABELA 05 - ÁREAS AFETADAS PELOS DIFERENTES RISCOS GEOLÓGICOS NO SETOR LITORAL NORTE E SUA PLANÍCIE QUATERNÁRIA. 89

TABELA 06 - ÁREAS AFETADAS PELOS DIFERENTES RISCOS GEOLÓGICOS NO SETOR ENTORNO DA BTS E SUA PLANÍCIE QUATERNÁRIA. 90

TABELA 07 - QUADRO RESUMO DAS ÁREAS DO SETOR LITORAL NORTE, POR MUNICÍPIO, SUJEITAS À POSSÍVEIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS. 109

TABELA 08 - QUADRO RESUMO DAS ÁREAS DO SETOR ENTORNO DA BTS, POR MUNICÍPIO, SUJEITAS À POSSÍVEIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS. 110

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO **1**

OBJETIVOS E ÁREA DE ESTUDO **5**

2.1 - OBJETIVOS 5
2.1.1 – Objetivo Geral *5*
2.1.2 - Objetivos Específicos *5*
2.2 – ÁREA DE ESTUDO 5

METODOLOGIA **8**

3.1 – LEVANTAMENTO DE DADOS PRETÉRITOS 8
3.2 – ELABORAÇÃO DO MODELO NUMÉRICO DO TERRENO 10
3.3 – ELABORAÇÃO DA CARTA DE DECLIVIDADE DO TERRENO 13
3.4 – INTERPRETAÇÃO DE FOTOS AÉREAS, IMAGENS DE SATÉLITE, MONTAGEM DO SIG E ELABORAÇAO DO MAPA BASE 16
3.5 – TRABALHO DE CAMPO 17
3.6 – INTEGRAÇÃO DOS DADOS E PREPARAÇÃO DO MAPA GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO FINAL 18
3.7 – MAPEAMENTO DA LEGISLAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO 19
3.8 – DELIMITAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS AFETADAS POR POSSÍVEIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PLANÍCIE QUATERNÁRIA DA ÁREA DE ESTUDO 20

BREVE CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO **22**

4.1 – CLIMA 22
4.2- VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR 24
4.3 – GEOLOGIA - ASPECTOS GERAIS 26
4.3.1 – Domínio Pré-cambriano *26*
4.3.2 – Domínio Juro/Cretácico *27*
4.3.3 – Domínio Terciário *27*
4.3.4 – Domínio Quaternário *28*
4.3.4.1 - Depósitos Continentais 28
4.3.4.2 - Depósitos Marinhos Transicionais 28
4.4 – ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS 29
4.5 – BACIAS DE DRENAGEM 30
4.6 – ECOSSISTEMAS 32
4.6.1- Mata Atlântica *32*
4.6.2 – Mata Ciliar *33*
4.6.3 - Restinga *34*
4.6.4 – Zonas Úmidas *35*

UNIDADES GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICAS NA ÁREA DE ESTUDO .. **38**

5.1 – EMBASAMENTO CRISTALINO: 38
5.2 – BACIAS SEDIMENTARES DO RECÔNCAVO-TUCANO: 39
5.3 – TABULEIROS COSTEIROS (FORMAÇÃO BARREIRAS): 40
5.4 – DEPÓSITOS DE LEQUES ALUVIAIS PLEISTOCÊNICOS: 41
5.5 – DEPÓSITOS EÓLICOS ANTIGOS: 42
5.6 – TERRAÇOS MARINHOS PLEISTOCÊNICOS: 43
5. 7 – DUNAS 44
5.7.1 - Dunas Pleistocênicas do tipo Blow-out *44*
5.7.2 - Dunas Pleistocênicas Antigas *45*
5.7.3 – Dunas do tipo Blow-out Holocênicas *46*
5.7.4 – Dunas do Tipo Frontal: Cordão-duna *46*
5. 8 – BACIA DE DEFLAÇÃO SOBRE OS TERRAÇOS MARINHOS PLEISTOCÊNICOS 47

5.9 – TERRAÇOS MARINHOS HOLOCÊNICOS: 50
5.10 – ZONAS ÚMIDAS 50
5.10.1 – Brejo 51
5.10.2 – Pântano 52
5.10.3 – Manguezal 54
5.10.4 – Apicum 54
5.11 – DEPÓSITOS DE DELTA DE CABECEIRA DE ESTUÁRIO 55
5.12– DEPÓSITOS DE CANAIS ABANDONADOS E DIQUES MARGINAIS 56
5.13 – DEPÓSITOS FLUVIAIS INDIFERENCIADOS 56
5.14 – DEPÓSITOS LITORÂNEOS ATUAIS 57
5.16 – ARENITOS DE PRAIA 59

RESTRIÇÕES AMBIENTAIS DE CARÁTER LEGAL E DE RISCO GEOLÓGICO, APLICÁVEIS À ÁREA DE ESTUDO 68

6.1 – RESTRIÇÕES RELACIONADAS À LEGISLAÇÃO AMBIENTAL 69
6.1.1 – Quantificação Espacial das Restrições Relacionadas à Legislação Ambiental 76
6.2 – RESTRIÇÕES RELACIONADAS AOS RISCOS GEOLÓGICOS 81
6.2.1 – Risco de Inundação 82
6.2.2 – Risco de Erosão Costeira 83
6.2.3 – Risco de Deslizamento de Terras 85
6.2.3.1 – Embasamento Cristalino 86
6.2.3.2 – Bacias Sedimentares do Recôncavo-Tucano 87
6.2.3.3 – Tabuleiros Costeiros (Formação Barreiras): 87

POSSÍVEIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PLANÍCIE QUATERNÁRIA DOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DE ESTUDO: 95

7.1 – IMPACTOS DECORRENTES DE AUMENTO NA FREQUÊNCIA DE INUNDAÇÕES E DA ELEVAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR (NRM): 96
7.1.1 – Áreas Potencialmente Impactadas por um Aumento na Frequência de Inundações Associadas a Chuvas: 98
7.1.1.1 – No setor Litoral Norte: 98
7.1.1.2 – No setor Entorno da BTS: 99
7.1.2 – Elevação do Nível do Mar – Áreas Potencialmente Impactadas 100
7.1.2.1 – No setor Litoral Norte: 100
7.1.2.2 – No setor Entorno da BTS: 100
7.2 –EROSÃO COSTEIRA - TRECHOS POTENCIALMENTE IMPACTADOS 101
7.2.1 –No setor Litoral Norte 103
7.2.2 – No setor Entorno da BTS 103
7.3 – POTENCIAL INTENSIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS NA LINHA DE COSTA DEVIDO À SUBMERSÃO DE RECIFES DE CORAIS E BANCOS DE ARENITO, PELA ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR 104
7.3.1 – No setor Litoral Norte 105
7.3.2 – No setor Entorno da BTS 106
7.4 –POTENCIAL REMOBILIZAÇÃO DE DUNAS 106
7.4.1 – No setor Litoral Norte 107
7.4.2 – No setor Entorno da BTS 108

CONSIDERAÇÕES FINAIS 116

REFERÊNCIAS 120

ANEXOS 135

INTRODUÇÃO

As zonas costeiras apresentam-se como sistemas altamente complexos resultantes da interação entre a atmosfera, geosfera, hidrosfera e biosfera, se estendendo desde a planície costeira até a borda da plataforma continental (Fabri 1998). Da interação entre estas esferas ambientais resulta uma variada gama de ambientes dotados não só de alta relevância ecológica como também de elevado potencial de usos e recursos naturais associados.

De acordo com relatório do Banco Mundial de 1996 (Guidelines for Integrated Coastal Zone Management), na atualidade mais de 60% da população mundial vive numa faixa de 60 quilômetros da linha de costa. Isto significa que cerca de dois terços das pessoas do mundo estão habitando e se concentrado cada vez mais na zona litorânea, onde também se observa uma alta concentração de atividades industriais e metrópoles de grande porte (Moraes 1999).

A alta complexidade dos ambientes encontrados nas zonas costeiras, bem como as funções ecológicas que eles desempenham, os tornam altamente sensíveis e vulneráveis aos mais diversos tipos de impactos e alterações de suas características naturais, já que representam um sistema altamente dependente de fatores e parâmetros oriundos das quatro esferas ambientais que lhe são próprias. Uma simples alteração num destes fatores pode acarretar em graves consequências para todo o sistema (Dias 2003).

O gradativo aumento da concentração populacional nesta zona tem resultado em uma série de problemas de ordem ambiental e diversos conflitos resultantes das múltiplas atividades antrópicas que nela são exercidas, tais como: turismo, exploração de recursos vivos, indústrias variadas, transporte, agricultura, produção de energia, exploração de recursos minerais, dentre outras não menos importantes. O notório aumento dos conflitos decorrentes dos diferentes usos tem ocasionando diversos tipos de degradação ao meio ambiente nas zonas costeiras nos últimos trinta anos, fazendo com que esta porção territorial seja considerada como área prioritária para a implantação de políticas ambientais de conservação e desenvolvimento sustentável (Moraes 1999).

Diante do quadro atual em que se encontram as zonas costeiras do mundo, fica evidente a necessidade da adoção de medidas de gestão, com vistas a adaptação destas às mudanças climáticas, diminuição de sua vulnerabilidade à erosão/inundação, bem como o controle dos vetores de degradação e à manutenção do seu uso sustentável de forma efetiva e eficaz. Neste sentido atribui-se grande importância às iniciativas de gerenciamento costeiro.

A geologia assume um importante papel no planejamento territorial e gerenciamento da zona costeira, pois os substratos e processos geológicos condicionam a natureza dos solos, a geomorfologia e as características da biodiversidade encontradas nesta região, sendo assim imprescindível o estudo e mapeamento geológico da mesma de modo a oferecer uma base científica para a prática do gerenciamento costeiro (Dominguez et al. 1999).

As zonas costeiras de todo o mundo sempre foram afetadas pelos episódios de avanço e recuo da linha de costa, desencadeados pelos movimentos oscilatórios do Nível Relativo do Mar (NRM).

Estas oscilações do NRM, por sua vez, estão diretamente relacionadas às variações climáticas, isostasia, tectonismo, glaciação, variações na inclinação do eixo terrestre, dentre outros (Martin et al. 1987). Estes fenômenos exerceram e continuam a exercer um forte controle no modelado da planície costeira através dos processos de erosão e retrabalhamento, nos períodos de transgressão, e do processo de progradação da linha de costa, nos períodos de regressão subsequentes. Durante estes processos, alterações nos parâmetros climáticos como regime de ventos, umidade, temperatura e taxas de insolação e evaporação, irão afetar a morfologia dos depósitos costeiros, em decorrência de modificações nos padrões de atuação de agentes dinâmicos como correntes de deriva, regime de ondas e descarga fluvial, deixando registros na planície costeira que podem se apresentar, por exemplo, como: (i) campos de dunas, resultantes do retrabalhamento de depósitos arenosos antigos e (ii) alterações na orientação e truncamentos nos cordões litorâneos.

No Brasil, estudos de diversos pesquisadores acerca das flutuações do NRM ocorridas durante o Quaternário, em especial nos últimos 7.000 anos, e da influência na formação e evolução da zona costeira leste/sudeste brasileira têm sido objeto da atenção desde o final da década de 1970, principalmente de um

grupo de pesquisadores da USP (Universidade de São Paulo), UFBa (Universidade Federal da Bahia), UFPr (Universidade Federal do Paraná) e do Observatório Nacional (RJ), que não só construíram curvas de variação do nível do mar para diferentes localidades como também estudaram a influência destas flutuações na construção das planícies costeiras da costa leste/sudeste brasileira (Angulo & Lessa 1997; Bittencourt et al. 1978 e 1979; Dominguez 1982 e 1987; Dominguez et al 1981, 1990, 1992, 1996a e 1999; Martin et al. 1979, 1983, 1984,1986a, 1987 e 1996; Suguio & Martin 1978; Suguio et al. 1982 e 1985). Estes estudos mostraram que o nível relativo do mar desceu da ordem de 3-5 metros nos últimos 5 700 anos e que, estas variações exerceram grande influência na construção, deposição e na fisiografia das planícies costeiras, bem como no desenvolvimento e conformação espacial dos ecossistemas associados a estas planícies.

Mais recentemente Dominguez & Bittencourt (2012) produziram uma síntese da evolução da zona costeira do Estado da Bahia, onde mostram o papel desempenhado pelas variações do nível relativo do mar durante o Quaternário no modelado desta região.

Em toda a costa baiana, os trechos para os quais ainda faltam informações integradas sobre a zona costeira são a baía de Todos os Santos e o Litoral Norte do Estado. No restante da zona costeira baiana, a integração das informações já é adequada tendo em vista os resultados anteriormente obtidos pelo projeto Costas da Bahia (Costa das Baleias, Costa do Descobrimento, Costa do Cacau e Costa do Dendê) fruto da colaboração entre a UFBA e a CBPM (Companhia Baiana de Pesquisa Mineral) (Dominguez 2008a, 2008b e 2011; Dominguez & Corrêa-Gomes 2011).

Boa parte da planície quaternária dos municípios do Litoral Norte está inserida em unidades de conservação do tipo APA: Litoral Norte da Bahia, APA de Joanes-Ipitanga, APA Lagoas de Guarajuba e APA de Mangue Seco. O mesmo acontece com a zona costeira dos municípios da baía de Todos os Santos e baía de Iguape.

Isto implica que estas duas regiões se encontram não só subordinadas aos Planos de Manejo das unidades de conservação estaduais e ao Zoneamento Ecológico Econômico executado para as mesmas (Lyrio 1996), como também

à legislação ambiental, que protege, limita ou restringe a ocupação e uso do solo dos ecossistemas costeiros.

O estudo da história evolutiva do Quaternário costeiro dos municípios do Litoral Norte da Bahia ("Costa dos Coqueiros"), bem como dos municípios do Entorno da baía de Todos os Santos e de seus processos ativos, associado a uma cartografia de detalhe em escala de 1:25000, possibilita a uma melhor compreensão dos processos dinâmicos que modelaram esta região costeira, assim como o estabelecimento de um arcabouço conceitual e factual para suporte às tomadas de decisão por parte dos órgãos e autoridades competentes no que tange às diretrizes e ações de planejamento territorial, fiscalização e supervisão dos usos do solo, gerenciamento costeiro, políticas de adaptação às mudanças climáticas, gestão de ambientes legalmente protegidos e sob riscos geológicos potenciais e coordenação de programas de desenvolvimento (Lyrio 1996 ; Dominguez et al. 1999; MMA e MPO 2004).

Com vistas ao desenvolvimento regional sustentável no que tange aos aspectos socioeconômicos e de preservação do meio-ambiente, faz-se necessário a realização de um levantamento e mapeamento mais detalhado das unidades geológico-geomorfológicas costeiras e suas restrições ambientais, a fim de auxiliar e/ou fundamentar a tomada de decisões por parte dos órgãos e autoridades competentes, sendo de grande valia para as diretrizes e ações de planejamento territorial, gestão e fiscalização dos usos do solo, bem como na coordenação de programas de desenvolvimento (Lyrio 2003).

OBJETIVOS E ÁREA DE ESTUDO

2.1 - OBJETIVOS

2.1.1 – Objetivo Geral

- Mapeamento geoambiental da zona costeira dos municípios do Entorno da baía de Todos os Santos e Litoral Norte da Bahia, e avaliação das suas implicações para a gestão ambiental destas regiões.

2.1.2 - Objetivos Específicos

- Mapeamento das unidades geológico-geomorfológicas do Quaternário costeiro na escala de 1:25 000;

- Identificação e mapeamento das unidades geoambientais;

- Proposição de um zoneamento de riscos geológicos e de restrições de uso e ocupação impostas pela legislação ambiental para a área estudada;

- Identificação, mapeamento e quantificação dos possíveis impactos das mudanças climáticas na planície Quaternária dos municípios da área de estudo.

2.2 – ÁREA DE ESTUDO

A área objeto deste estudo está localizada no litoral do Estado da Bahia, incluindo integralmente os territórios dos municípios do seu Litoral Norte e Entorno da baía de Todos os Santos (BTS). Sua área está limitada geograficamente pelas seguintes coordenadas geográficas: entre 11º 27’ e 13º

06', de latitude sul, e 37º 20' e 39º 16' de longitude oeste. Ao Norte, limita-se com o Estado de Sergipe, ao sul com o município de Valença, ao leste com o Oceano Atlântico e a oeste com 21 municípios do estado da Bahia (Rio Real, Acajutiba, Aporá, Inhambupe, Alagoinhas, Araçás, Pojuca, São Sebastião do Passé, Terra Nova, Amélia Rodrigues, Conceição do Jacuípe, Feira de Santana, São Gonçalo dos Campos, Conceição da Feira, Governador Mangabeira, Muritiba, Cruz das Almas, São Felipe, Muniz Ferreira, Santo Antônio de Jesus e Laje) (Fig. 01).

Visando facilitar a representação dos dados, a área de estudo foi subdividida em dois setores: (i) Litoral Norte e (ii) Entorno da BTS (baía de Todos os Santos). O setor Litoral Norte abrange os municípios de: Camaçari, Cardeal da Silva, Conde, Dias D'Ávila, Entre Rios, Esplanada, Itanagra, Jandaíra, Lauro de Freitas e Mata de São João. O setor Entorno da BTS abrange: Aratuípe, Cachoeira, Candeias, Itaparica, Jaguaripe, Madre de Deus, Maragogipe, Nazaré, Salinas da Margarida, Salvador, Santo Amaro, São Félix, São Francisco do Conde, Saubara, Simões Filho e Vera Cruz (Fig. 01).

Em termos de superfície, o setor Litoral Norte ocupa aproximadamente 6.442 km^2 ou cerca de 644.202 hectares. Já o setor Entorno da BTS, ocupa aproximadamente 3.768 km^2 ou cerca de 376.827 hectares, o que totaliza aproximadamente 10.210 km^2 ou 1.021.029 hectares para a área total de estudo.

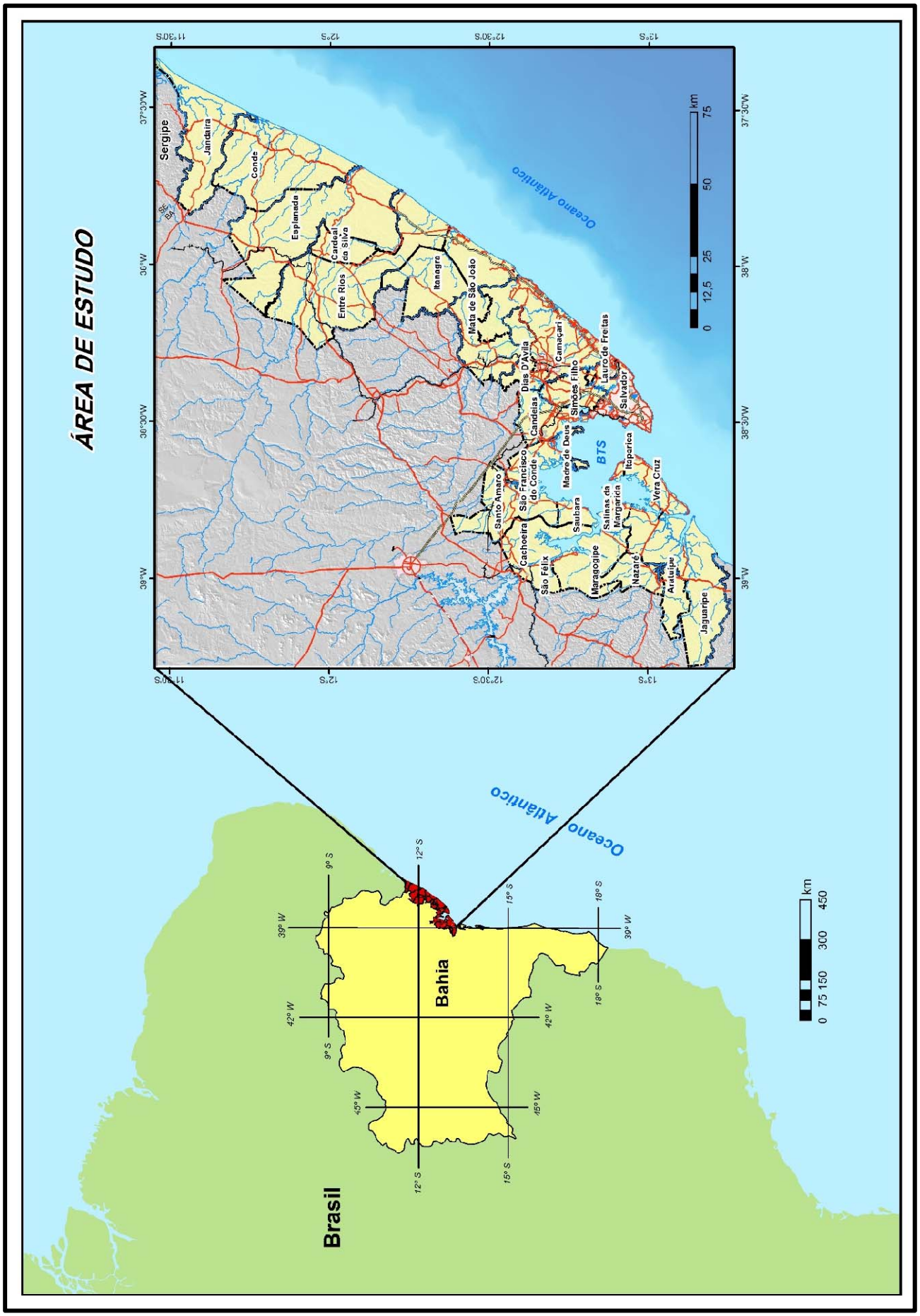


Figura 01 - Localização da área de estudo.

METODOLOGIA

Os procedimentos adotados para a execução e cumprimento dos objetivos deste trabalho foram os seguintes:

3.1 – LEVANTAMENTO DE DADOS PRETÉRITOS

Existem poucos trabalhos publicados relativos a geologia e suas implicações para gestão ambiental na área de estudo. Do ponto de vista do mapeamento do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Estado da Bahia destacam-se os trabalhos de: Barbosa & Dominguez (1996), Bittencourt et al. (1978, 1979 e 2010), Dominguez (1982,1987,1990), Dominguez et al. (1992,1996, 1999 e 2012), Dominguez & Bittencourt (1996, 2009), Dominguez e Araújo (2008), Esquivel (2006), Martin et al. (1979,1980,1986,1987, 1996 e 1998), Suguio et al. (1985) e Vilas Boas et al. (1985). Quanto à gestão ambiental em zonas costeiras destacam-se os trabalhos de Andrade & Dominguez (2002), Balica et al. (2012), BRASIL (2001), Carvalho et al. (2003), Cicin-Sain & Knecht (1998), Clark (1995, 1997 e 1998), Dawson et al. (2009), Dias (2003), Dominguez (2006), Dominguez et al. (2003; 2006), Fabri (1998), Fitzgerald et al. (2008), Frihy et al. (2004), IPCC CZMS (1990), IPCC (1991; 2007; 2014), Klein et al. (2001), Linham & Nichools (2010), Lyrio (1996; 2003; 2005), Mascarenhas & Augusto Filho (1997), MMA (2008 e 2014), MMA e MPO (2004), Moraes (1999); Muehe & Neves (1995), Neves e Muehe (2008), Nichools & Klein (2004), Nichools (2007), Nobre (2008), Noronha et al. (2003); Post & Lundin (1996), SEPLANTEC-CONDER (1995; 2001), Sorensen (2002), Sorensen et al. (1984), UNEP (1996), Wetzel & Polette (2002) e Wong et al. (2014). Estes trabalhos enfocam aspectos da geologia e geomorfologia costeira, gestão e ordenamento territorial, meio ambiente e gerenciamento aplicado às mudanças climáticas e suas implicações nas zonas costeiras em meso e larga escalas, apresentando um amplo e coerente arcabouço de ideias e concepções, porém não apresentam um detalhamento cartográfico adequado para avaliar as

interferências humanas, dificultando o entendimento das reais dimensões destas interferências.

Visando fomentar e embasar todos os aspectos de relevância para a execução do presente estudo foi realizado um levantamento de referências bibliográficas sobre: (I) as variações do nível relativo do mar em escalas mundial e regional; (II) o Quaternário costeiro da costa leste brasileira e dos litorais do Entorno da BTS e norte do Estado da Bahia bem como a sua evolução; (III) os estudos ambientais de zoneamento e riscos e gerenciamento costeiro a nível mundial, nacional e regional e (IV) a legislação ambiental e planos de manejo para as APAs que se encontram na área de estudo. Foram igualmente levantados e compilados dados cartográficos e de sensoriamento remoto (fotografias aéreas e imagens de satélite) disponíveis para a mesma. Estes dados incluíram: a altimetria do terreno (curvas de nível e cotas topográficas), drenagem, planimetria, vegetação e linha de costa nas escalas de 1:100.000 (folhas SD.24-V-B-III, SD.24-X.A.I, SD.24-X.A.V e VI, SD.24-X-A-II, SD.24-X-A-III, SD.24-X-A-IV, SD.24-V-B-VI, SD.24-V-D-III, SD.24-J-I, SD.24-X-A.IV, SD.24-X-A-V/VI, SC.24-Z-C-V, SC-24-Z-C-VI, SC-24-Z-C-IIII e SC-24-Z-D-IV) da base da Sudene (1977)/IBGE-SEI (2005), digitalizadas pela SEI, e de 1:25.000 (folhas SC-24-Z-C-VI-4-NE, SC-24-Z-C-VI-4-SE, SC-24-Z-C-VI-4-SO, SC-24-Z-D-II-2-SE, SC.24-Z-D-IV-1-NO, SC-24-Z-D-IV-1-SO, SC-24-X-A-III-2-NO, SD.24-X-A-III-1-SE, SD.24-X--A-III-2-NO, SD.24-X-A-III2-SO, SD.24-X-A-III-3-NE, SD.24-X-A-III-3-SO, SD.24-X-A-V-2-NE e SD.24-X-A-VI-1-NO) do IBGE/CONDER (1989), além de fotografias aéreas pancromáticas verticais na escala de 1:25.000, obtidas pela CONDER (sobrevoo de 1993), abrangendo sete faixas de voo (1a, 1b, 2a, 3a, 3b, 4a e 5a) e imagens de Satélite Landsat 7 (de 05/01/2003), CBERS (de 03/01/2005 e 06/03/2006), CBERS 2B_HCR (14/05/2008, 18/09/2008, 31/12/2008 e 26/01/2009); NASA GEOCOVER (24/02/2000); RESOURSESAT (14/06/2010 e 04/12/2010); SPOT (20/12/2002), Ikonos (de 11/01/2003 e 06/07/2003), além de fotografias aéreas de sobrevoos realizados em 27/11/2004, 12/11/2005 e 23/02/2008.

3.2 – ELABORAÇÃO DO MODELO NUMÉRICO DO TERRENO

Visando uma análise mais completa da área de estudo foi preparado o Modelo Digital de Elevação (MDE) no formato “ArcGrid” do ArcMap 10®.

Este MDE foi produzido pelo Projeto SRTM (“Shuttle Radar Topography Mission”) uma parceria das agências espaciais dos Estados Unidos (NASA e NIMA), Alemanha (DLR) e Itália (ASI), que se encontra disponível e finalizado para consulta gratuita na rede mundial de computadores. O MDE SRTM possui uma resolução espacial horizontal de 90 metros aproximadamente e vertical de 15 metros (NASA 2000), porém por encontrar-se em coordenadas de grau decimal, foi feita uma conversão do mesmo para o sistema UTM, com o datum WGS 84 (Figs. 02 e 03).

Também foi realizada uma re-interpolação do MDE SRTM, utilizando-se o método da curvatura mínima e tamanho do *píxel* de 50 metros, com uso do *Software* Surfer *10*®. Apesar de termos consciência que não seria acrescentada nenhuma informação nova com esta re-interpolação (pois o tamanho do *píxel* original era de 90 metros), verificou-se uma surpreendente melhoria na qualidade visual do mesmo, o qual quando confrontado com os dados de altimetria da base cartográfica do IBGE de 1:25.000 e da base GEOCOVER da NASA, de cobertura do terreno com resolução espacial de 15 metros, mostrou distorções mínimas.

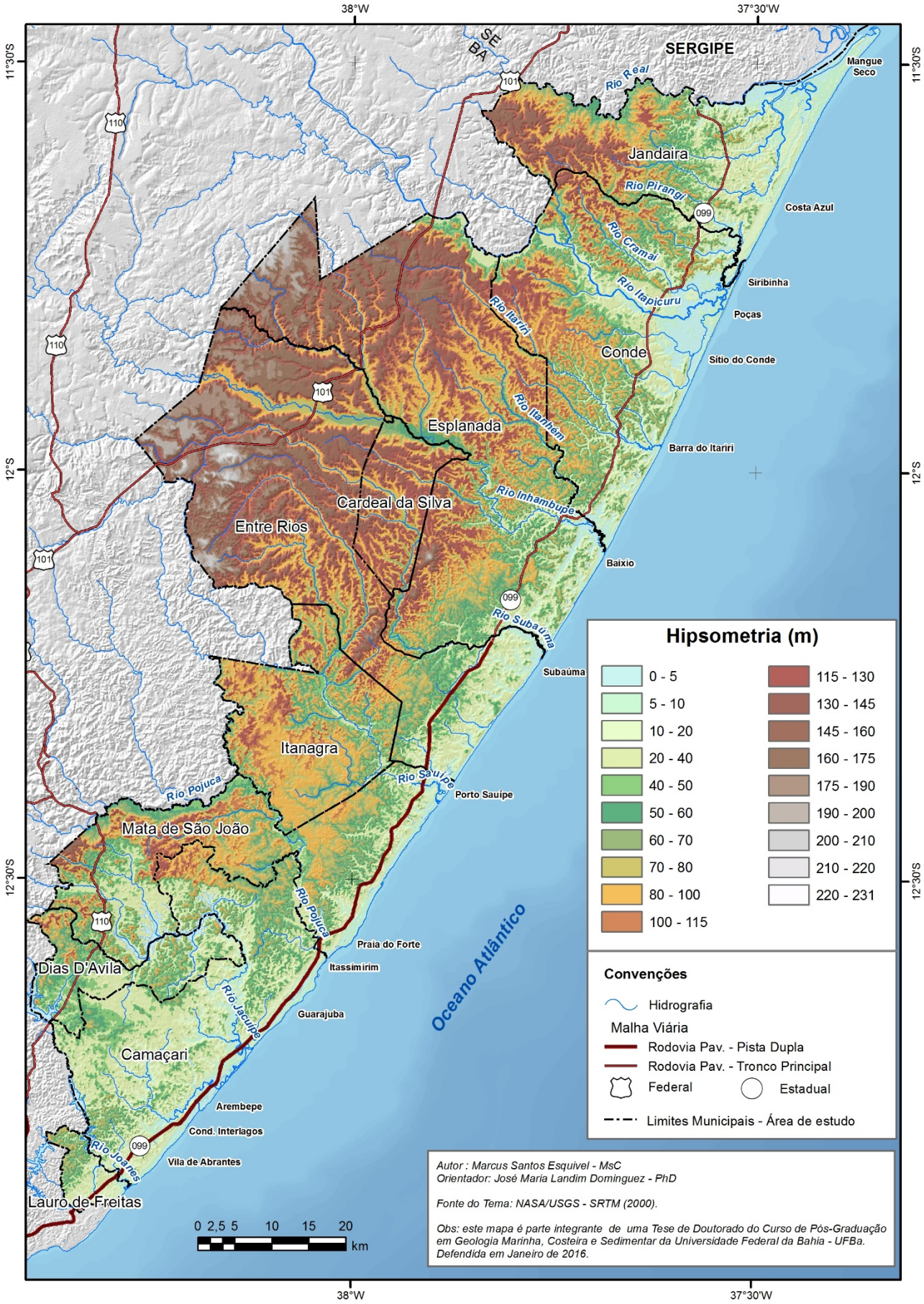


Figura 02 - Modelo Digital de Elevação (SRTM) para os municípios do setor Litoral Norte, da área de estudo.

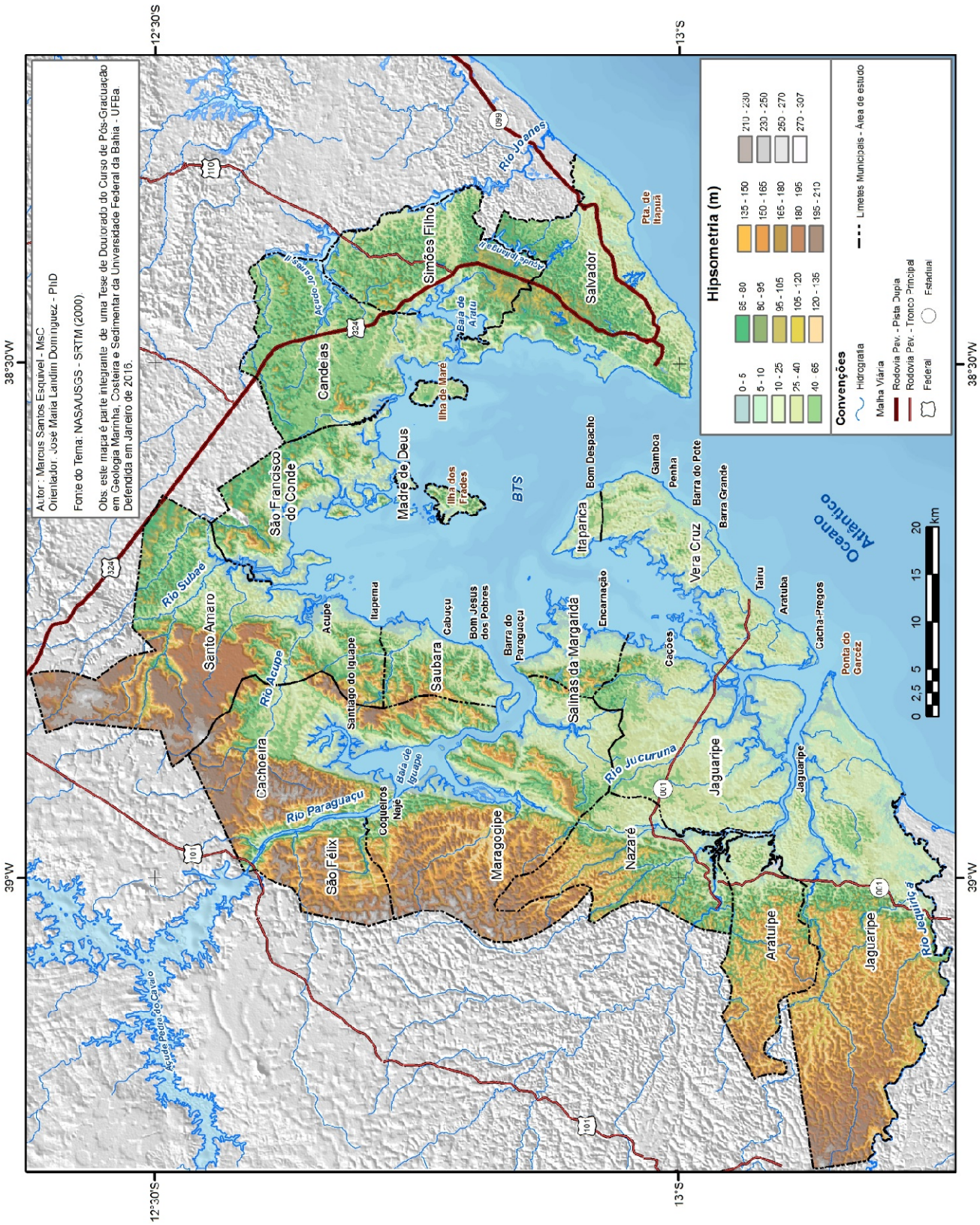


Figura 03 - Modelo Digital de Elevação (SRTM) para os municípios do setor Entorno da BTS, da área de estudo.

3.3 – ELABORAÇÃO DA CARTA DE DECLIVIDADE DO TERRENO

Com vistas a uma análise mais apurada das questões referentes às implicações ambientais para a área de estudo, foram elaboradas cartas de declividade do terreno no formato “ArcGrid” do ArcMap 10®.

Estas cartas foram preparadas com a utilização da ferramenta “Calcular Declive”, da extensão *Spatial Analist*®, e teve como base para cálculo o próprio MDE da área de estudo.

Como resultado, foram obtidas várias classes de declividade, as quais foram reagrupadas, segundo o esquema proposto por Ross (1994), em cinco classes, que representam cinco níveis diferentes de declividade, indo da “Muito Fraca”, (com declives entre 0,001 a 6%) a “Muito Forte” (com declives acima de 30%).

O arquivo matricial obtido neste processo foi posteriormente transformado, através da ferramenta “Converter *Raster* para *Shapefile*”, para o formato vetorial (polígonos). Com isso foi possível realizar o cálculo das áreas de menor à maior declividade do terreno, encontradas nos setores da área de estudo.

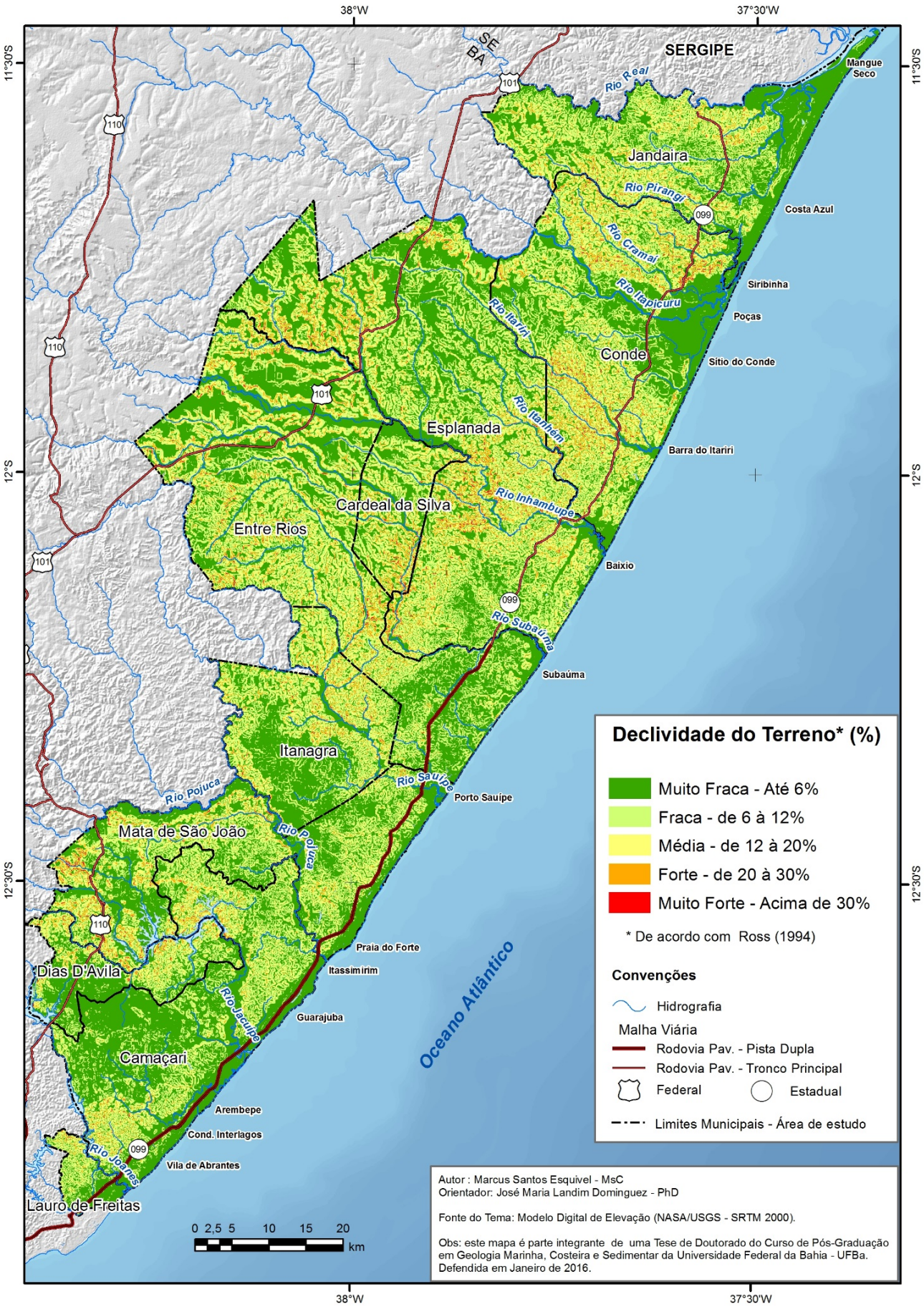


Figura 04 - Carta de Declividade do Terreno para os municípios do setor Litoral Norte, da área de estudo, gerada a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE).

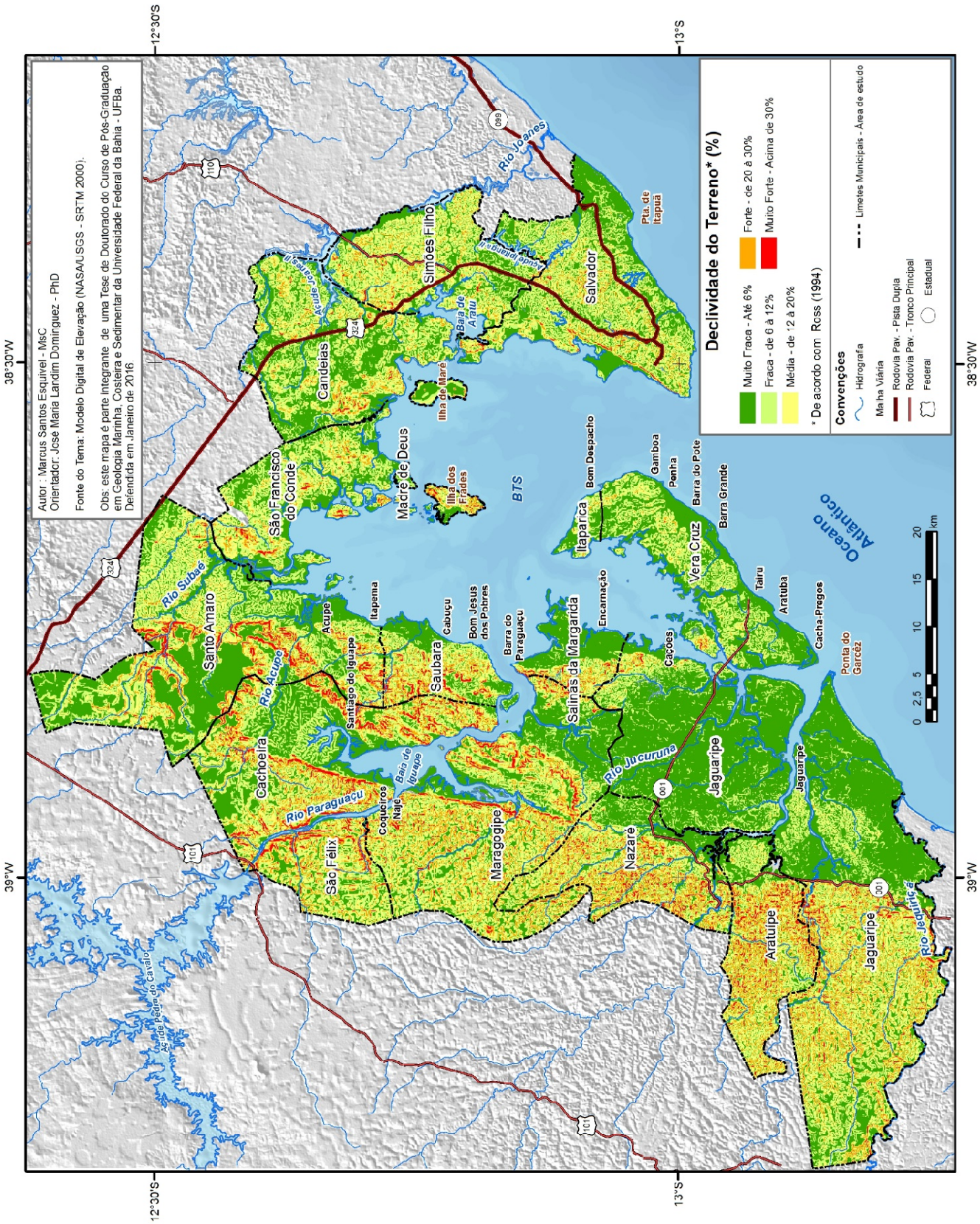


Figura 05 - Carta de declividade do terreno para os municípios do setor Entorno da BTS, da área de estudo, gerada a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE).

3.4 – INTERPRETAÇÃO DE FOTOS AÉREAS, IMAGENS DE SATÉLITE, MONTAGEM DO SIG E ELABORAÇAO DO MAPA BASE

Inicialmente foi realizada a interpretação das fotografias aéreas verticais, anteriormente digitalizadas e retificadas, da Conder, obtidas no ano de 1993, na escala de 1:25.000 para o setor Litoral Norte da área de estudo. Também foram utilizadas e interpretadas fotografias aéreas de sobrevoos realizados por J.M.L. Dominguez tanto no setor Litoral Norte (2004 e 2005), quanto para o setor Entorno BTS (2008).

Quanto às imagens de satélite, foram utilizadas imagens CBERS 2B, RESOURSESAT, LANDSAT 7 e imagens IKONOS. O uso destas últimas ficou restrito ao baixo curso do rio Itapicuru (com resolução de 4 metros), e a um trecho litorâneo entre as desembocaduras dos rios Joanes e Sauípe (com resolução de 1 metro). Estas imagens foram utilizadas para o mapeamento das unidades geológicas/ geomorfológicas além da realização de uma atualização das bases cartográficas (IBGE/CONDER e IBGE/SEI de 1:25.000 e 1:100.000) no que diz respeito à hidrografia, hipsometria, malha viária, áreas urbanizadas e localidades. Estas fotos e imagens de satélite foram georreferenciadas e mosaicadas utilizando-se a extensão *Image Analysis*® para o ArcMap 10® (Fig. 04).

Nestas imagens foi realizada a interpretação visual e o mapeamento preliminar das unidades geológicas tercio-quaternárias. Os dados produzidos foram integrados em um SIG da zona costeira dos municípios da área de estudo.

Os *softwares* utilizados nesta etapa do trabalho foram: (I) ArcMap 10® e suas extensões *Image Analysis*®, *Spatial Analyst*®, *Arc Scene*® e *3D Analyst*® e (II) Surfer 10®.

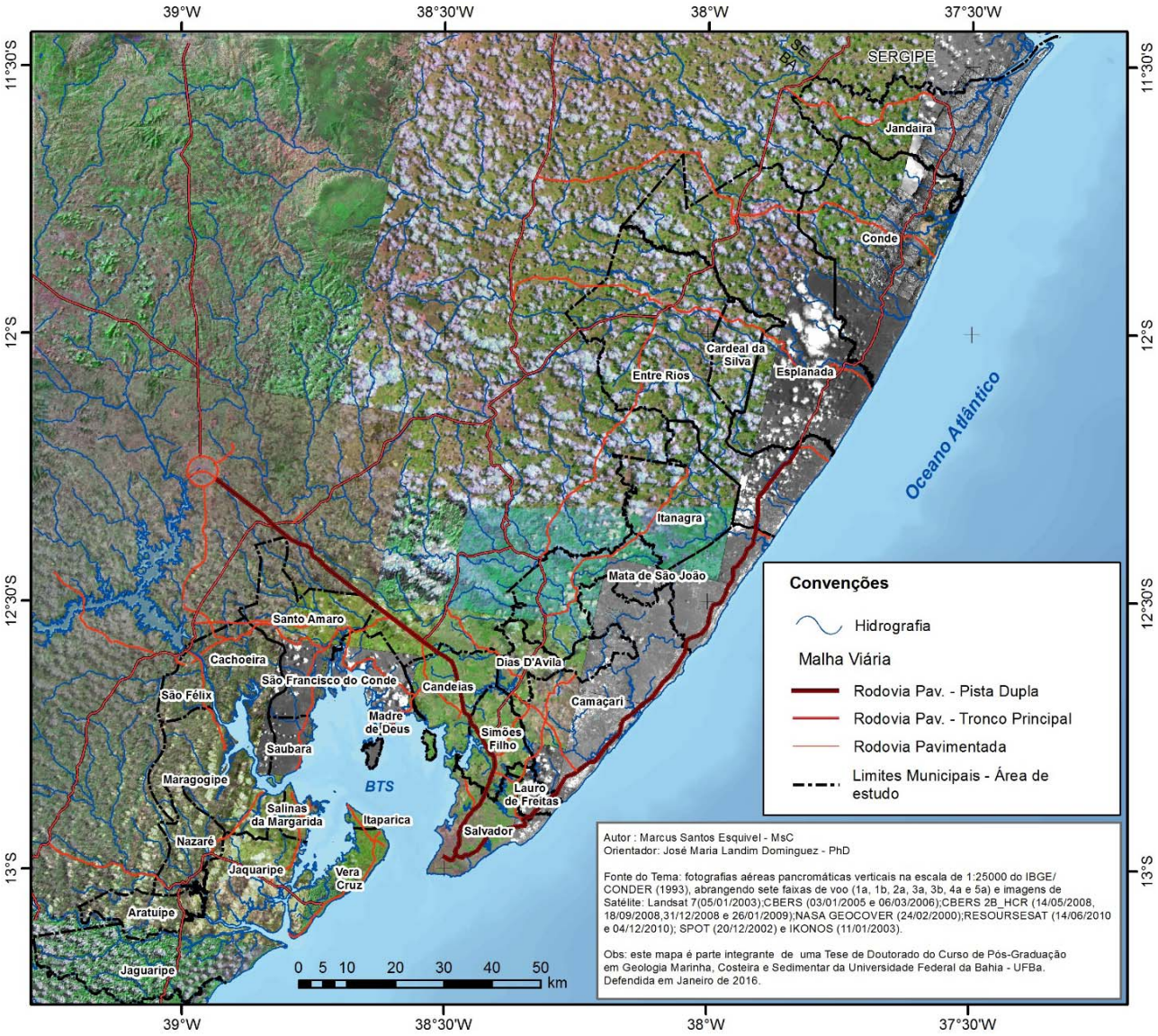


Figura 06 - Mosaico com diversas imagens de satélite e fotografias aéreas, digitalizadas e georreferenciadas, para o mapeamento da área de estudo.

3.5 – TRABALHO DE CAMPO

Com relação ao estudo de campo, foram utilizadas informações e dados de pontos de controle (*waypoints*) e de trilhas (*tracks*), obtidos com receptor GPS de navegação, em várias incursões à campo: (a) no setor dos municípios do Litoral Norte; (b) na Baía de Todos os Santos (BTS), em suas principais ilhas (Itaparica, Frades e Maré) e (c) no setor dos municípios do litoral da BTS, no período de 2004 a 2008, incluindo registros fotográficos e filmagens (no solo e por via aérea) dos ambientes encontrados na zona costeira da área de estudo.

Os dados de pontos de controle, de trilhas e os registros fotográficos de solo georreferenciados foram importantes, sobretudo, para a realização de um melhor ajuste geodésico e cartográfico, visando assim um georreferenciamento de maior precisão do mosaico de fotografias aéreas verticais e das diversas imagens de satélite utilizadas. Com isso pôde-se garantir uma melhor qualidade e precisão cartográfica das unidades geológico-geomorfológicas mapeadas. Outra questão importante foi a sua utilização para esclarecimento da real localização de contatos entre unidades e tirada de dúvidas quanto à natureza de um determinado ambiente à ser mapeado.

Com relação aos registros de imagens georreferenciadas e filmagens referentes à sobrevoos, foram utilizados dados de três sobrevoos, realizados na área de estudo. Dois destes realizados no setor do Litoral Norte do Estado da Bahia, sendo que o primeiro em 27 de novembro de 2004 e o segundo em 11 de junho de 2005. O terceiro sobrevoo, ocorrido no dia 23 de fevereiro de 2008, teve como ênfase a zona costeira do entorno da BTS. Os registros fotográficos georreferenciados e filmagens, realizados durante estes sobrevoos possibilitaram um controle final de campo das unidades mapeadas.

3.6 – INTEGRAÇÃO DOS DADOS E PREPARAÇÃO DO MAPA GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO FINAL

Todos os dados obtidos foram integrados e interpretados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizando-se os aplicativos ArcMap 9.3® e ArcMap 10.2®.

Visando uma melhor adequação de escala e diagramação visual, os mapas geológico-geomorfológicos resultantes deste mapeamento foram confeccionados em tamanho A0 e em escalas de apresentação de 1:120.000 e 1:150.000 para os setores do entorno da BTS e Litoral Norte, respectivamente.

3.7 – MAPEAMENTO DA LEGISLAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE RISCO GEOLÓGICO

Após a elaboração do mapa geológico-geomorfológico foi feita uma análise da legislação ambiental relativa aos ambientes mapeados. Esta análise permitiu mapear a legislação, assim como delimitar o percentual de terras dos municípios pertencentes aos setores do entorno da BTS e Litoral Norte, que se encontram sob proteção legal e percentual de terras onde se recomenda uma maior atenção quanto ao seu uso, devido à sua vulnerabilidade natural à eventos como: erosão costeira, deslizamento de terras e de inundação, a princípio determinada à partir da delimitação, mapeamento e quantificação das áreas que apresentam estes riscos geológicos.

A avaliação e o mapeamento das áreas que apresentam algum risco geológico (e.g., risco de inundação, deslizamento e erosão costeira) foram realizados a partir da análise dos mapas de geologia-geomorfologia, altimetria e declividade do terreno. Esta análise permitiu delimitar as áreas potencialmente sujeitas à inundação, assim como as áreas de maior declividade, que apresentam risco de deslizamento.

Já quanto aos trechos de linha de costa sujeitos à erosão, estes foram assim classificados, por apresentar algumas características que, tipicamente os identificam como, em processo de erosão ou risco de erosão à médio e longo prazos, como: (I) presença de um cordão duna bem desenvolvido, com escarpa de erosão; (II) presença de arenitos de praia aflorantes na face de praia associados a uma escarpa de erosão na berma ou (III) ausência do estirâncio, identificadas através da interpretação visual de imagens de satélite de alta resolução, fotografias aéreas verticais e oblíquas (dos sobrevoos), bem como observações de campo, realizadas para confecção do Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo das Bacias Marítimas da Bahia (Dominguez et al. 2012).

3.8 – DELIMITAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS AFETADAS POR POSSÍVEIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PLANÍCIE QUATERNÁRIA DA ÁREA DE ESTUDO

Tendo em vista a importância atual de existirem estudos referentes às consequências das Mudanças Climáticas em zonas costeiras, nesta etapa final de trabalho, foi realizada uma proposta de zoneamento e quantificação espacial dos impactos potenciais destas mudanças, de acordo com as previsões estabelecidas nos estudos do IPCC (IPCC 2007; IPCC 2014), na planície Quaternária da área de estudo. São eles: (I) aumento na frequência de inundações associadas a chuvas; (II) elevação do nível relativo do mar (NRM) – áreas potencialmente impactadas; (III) erosão costeira – trechos potencialmente impactados; (IV) potencial remobilização de dunas e (V) potencial intensificação dos processos erosivos da linha de costa devido a submersão de recifes de corais e bancos de arenito, pela elevação do NRM.

Para a realização do mapeamento e quantificação do impacto potencial de aumento na frequência de Inundações associadas a chuvas, utilizou-se como referencial as áreas das unidades geológico-geomorfológicas. O mesmo princípio também foi utilizado para a identificação dos trechos de linha de costa potencialmente impactados pela erosão costeira.

Com relação ao zoneamento e quantificação das áreas potencialmente impactadas pela Elevação do NRM, foram realizadas diversas simulações com cenários de impacto, através da manipulação do Modelo Digital de Elevação (MDE), SRTM da NASA. Contudo, devido às características intrínsecas ao modelo, como: (i) acurácia vertical (erro de até 16 metros, segundo Farr et al. 2007) e (ii) de não diferenciar a altitude real do terreno da altitude da copa das árvores, optou-se- para a construção do cenário de impacto, a cota de 10 metros, por apresentar na simulação os melhores resultados.

Quanto ao zoneamento e quantificação das áreas potencialmente impactadas pela intensificação dos processos erosivos na linha de costa devido a submersão dos recifes de corais e bancos de arenitos, pela elevação do NRM, utilizou-se como referência somente os trechos de linha de costa onde estes

recifes e bancos afloram na maré baixa (considerados como uma espécie de barreira protetora da linha de costa à ação direta das ondas). Para tal, foi utilizado o mapa temático da geologia-geomorfologia. Do mesmo modo para identificação das áreas de potencial impacto de remobilização de dunas, se utilizou como referência todas as unidades geológico-geomorfológicas mapeadas como sendo de origem eólica.

O zoneamento e a quantificação das áreas e trechos de linha de costa sob possíveis impactos de mudanças climáticas, foram realizados utilizando-se ferramentas de geoprocessamento (Análise Espacial e *XTools Pro*), do *Software* ArcMap 10.2®, a base topográfica do Modelo Digital de Elevação SRTM da NASA e os mapas temáticos da geologia-geomorfologia e linha de costa.

BREVE CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 – CLIMA

O clima das zonas costeiras tanto no setor nordeste do Estado da Bahia quanto no entorno da BTS, pode ser caracterizado como quente e úmido (tropical úmido), de homogeneidade relativa, apresentando médias térmicas elevadas e altos índices pluviométricos, distribuídos de forma regular ao longo do ano. Estas características refletem a sua posição geográfica no globo, encontrando-se dentro da zona intertropical, a qual lhe confere altos índices de radiação. Por estar na faixa litorânea oriental do Atlântico Sul, que é acompanhada por uma corrente marítima quente que favorece a instabilidade atmosférica, altas taxas de pluviosidade anual são características da região.

De acordo com o INMET (2014) e IPCC-DDC/CRU (2015) a chuva é bem distribuída ao longo do ano, não havendo registros de meses secos (abaixo de 60 mm). No setor Litoral Norte as médias pluviométricas anuais variam entre 1.100 mm e 1.900 mm e no setor entorno da BTS entre 1.002 e 2.098 mm (Fig. 07). Observa-se também uma maior concentração das chuvas nos meses de outono-inverno (de março a agosto), devido a uma maior atuação dos sistemas frontais de origem subantártica neste período, e uma redução, no período de primavera-verão, entre os meses de setembro e fevereiro, compatível com um regime pluvial de tipo mediterrâneo (CRUZ et al. 1991).

Os valores médios mensais e anuais de temperatura para a região são de 23 a 25º C para o Litoral Norte e de 23 e 27º C para o entorno da BTS, com amplitudes térmicas anuais variando entre 3 e 6º C. Já os índices de umidade relativa estão sempre acima da casa de 70%, na maior parte do ano superiores mesmo a 80% (INMET 2014 e CPTEC-INPE 2003).

Segundo dados da climatologia para o Atlântico tropical, publicados por Servain et al. (1996), a direção preferencial dos ventos para a costa do entorno da BTS é de ENE no verão e ESE no inverno. Já de acordo com os dados obtidos pela estação meteorológica de Ondina (Salvador), entre 1961 e 1990, foram

preferencialmente de SE (Lessa et al. 2009). No Litoral Norte do Estado da Bahia os ventos dominantes são de Sudeste (SE), registrando ainda no verão ventos de Leste (E) e de Nordeste (NE) (INMET 1992).

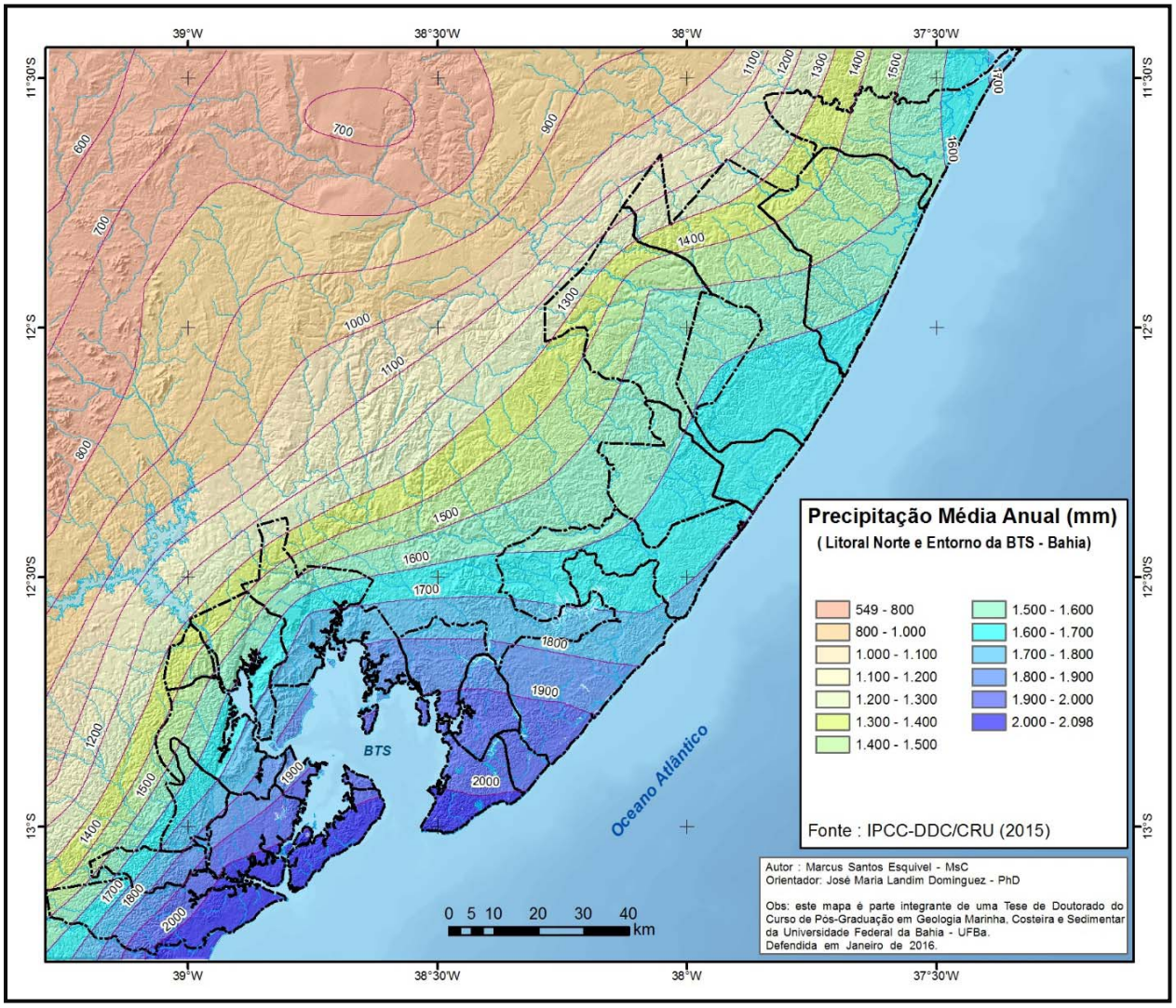


Figura 07 - Mapa de Pluviosidade Média Anual para o setor leste-nordeste do Estado da Bahia, com destaque para a área de estudo. Produzido a partir da interpolação linear radial de dados em malha regular de pluviosidade média anual (período de 1961-1990), fornecidos pela *Climate Research Unit* (dados disponíveis no *Data Distribution Centre* do IPCC).

4.2- VARIAÇÕES DO NÍVEL RELATIVO DO MAR

Dos processos responsáveis pela origem e evolução das planícies costeiras quaternárias dos dois setores da área de estudo (Litoral Norte e entorno da BTS - Estado da Bahia), sem dúvida as variações do nível relativo do mar é o mais importante fator a ser considerado. As oscilações no NRM, ocorridas durante o Quaternário na costa brasileira, em especial nos últimos 7.000 anos, têm sido objeto da atenção desde o final da década de 70, principalmente por um grupo de pesquisadores da USP (Universidade de São Paulo), UFBa (Universidade Federal da Bahia), UFPr (Universidade Federal do Paraná) e do Observatório Nacional (RJ) (Esquivel 2006), que não só construíram curvas de variação do nível relativo do mar para diferentes localidades como também estudaram a influência destas flutuações na construção das planícies costeiras da costa leste/sudeste brasileira (Angulo & Lessa 1997; Bittencourt et al. 1978 e 1979; Dominguez 1982 e 1987; Dominguez & Bittencourt 1996; Dominguez et al. 1981, 1990, 1992, 1996 e 1999; Martin et al. 1979, 1983, 1984,1986, 1987 e 1996; Suguio et al. 1978, 1982 e 1985).

Estes pesquisadores utilizaram diversos indicadores de posições pretéritas do nível do mar a exemplo de: gastrópodos vermetídeos, recifes de coral, arenitos de praia, terraços marinhos, sambaquis, sedimentos lagunares e conchas de moluscos, para elaborar curvas de variação do NRM para vários setores da costa brasileira.

Dentre as diversas curvas de variação do NRM para a costa leste/sudeste do Brasil para os últimos 7000 anos, destaca-se a curva de Salvador (Martin et al. 1987) (Fig. 08), que apresenta mais de 64 registros e é considerada como referência para o comportamento do Nível Relativo do Mar na costa da Bahia durante o Holoceno.

No litoral leste brasileiro, o nível marinho alto mais antigo conhecido para o período Quaternário, deixou registro apenas nos estados da Bahia, Sergipe e Alagoas (Bittencourt et al. 1979). Com idade não definida, porém anterior a 120.000 anos AP, este evento recebeu o nome de Transgressão Mais Antiga. Um segundo nível marinho mais alto foi datado em cerca de 120.000 anos AP,

quando o NRM alcançou de 8 a 10 metros acima de seu nível atual. Este evento recebeu o nome de Penúltima Transgressão.

Segundo Dominguez & Bittencourt (2012), os testemunhos de um nível de mar alto mais antigo no Quaternário (Transgressão Mais Antiga), ainda não datados, presentes no litoral norte da Bahia sob a forma de uma linha de falésias fósseis esculpida na Formação Barreiras (Martin et al. 1980), possivelmente estão associados à níveis de mar elevados, conhecidos na atualidade como estágios isotópicos marinhos (MIS), provavelmente ao MIS 9 (com idade de 330.000 anos AP) ou MIS 11 (com 430.000 anos AP) (Dominguez & Bittencourt 2012), identificados por estudos de dados isotópicos de $\delta^{18}O$, medidos em carapaças de foraminíferos bentônicos (Lamberk et al. 2002; Berger 2008). Já a Penúltima Transgressão, estaria associada ao estágio isotópico marinho MIS 5e (123.000 anos AP) (Dominguez & Bittencourt 2012).

Durante o Holoceno (últimos 10.000 anos), outro nível marinho alto foi identificado e datado em 5.100 anos AP (Bittencourt et al. 1979), recebendo o nome de Última Transgressão, também conhecida segundo estudos recentes como estágio isotópico marinho MIS 1 (atual) (Lambeck et al. 2002; Miller et al. 2005). Após o máximo da Última Transgressão ocorreu uma descida do nível relativo do mar até o seu atual patamar. Esta descida foi interrompida por duas oscilações de alta frequência do NRM, ocorridas respectivamente à cerca de 3500 anos e 2700 anos AP (Martin et al. 1979;1983; 1996).

Recentemente a existência destas duas oscilações de alta frequência tem sido questionada por Angulo e Lessa (1997), que defendem a ideia de que o nível do mar na costa brasileira desceu continuamente nos últimos 5000 anos. Tais considerações foram refutadas por Martin et al (1998; 2003), que apresentaram evidências adicionais da existência destas oscilações na costa leste do Brasil.

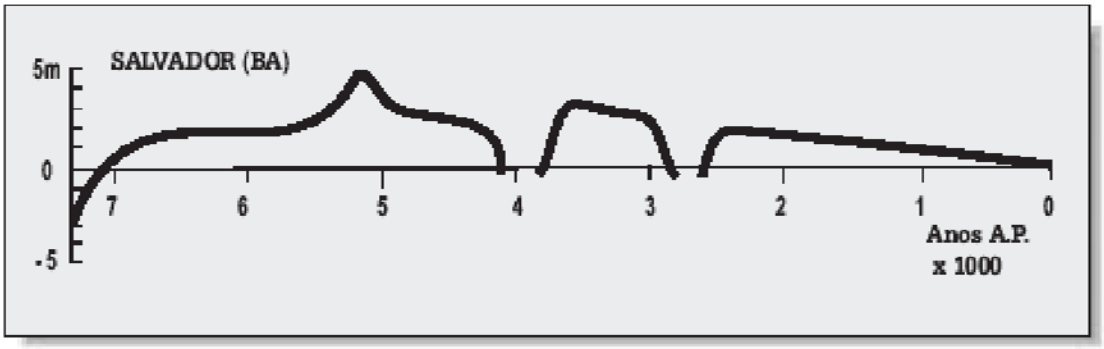


Figura 08 - Curva de variação do NRM durante o Holoceno para Salvador. (Modificado de Martin et al. 1979).

4.3 – GEOLOGIA - ASPECTOS GERAIS

Na área de estudo estão presentes 4 domínios geocronológicos: Pré-cambriano, Juro-Cretácico, Terciário e Quaternário (Martin et al. 1980).

A planície quaternária é normalmente estreita (alcançando em média cerca de 1 ou 2 km de largura), apresentando maior extensão nas imediações das principais desembocaduras fluviais, tendo como limite interno as paleofalésias esculpidas na Formação Barreiras durante a Transgressão Mais Antiga (Bittencourt et al. 1979).

O fato de a planície quaternária ser estreita (Litoral Norte), ou muitas vezes estar ausente (Baía de Todos os Santos), evidencia que a linha de costa progradou muito pouco durante o Quaternário, particularmente nos últimos 5 mil anos, na maior parte da área de estudo.

4.3.1 – Domínio Pré-cambriano

O Domínio Pré-cambriano é constituído por rochas metamórficas do tipo granulíticas-gnáissicas de alto grau (fácies granulito), que englobam o Cinturão Salvador-Esplanada (Barbosa e Dominguez 1996) (Fig. 09). Estas rochas compõem o chamado embasamento cristalino, sobre o qual se depositaram os sedimentos Juro-Cretássicos e tércio-quaternários. Atualmente, em alguns setores ao longo dos principais vales fluviais ou a beira mar, esta unidade

aflora normalmente sem provocar grandes alterações na fisionomia morfológica local.

4.3.2 – Domínio Juro/Cretácico

O Domínio Juro/Cretássico é representado pelo Supergrupo Bahia (Vianna et al. 1971), das Bacias Sedimentares do Recôncavo, Tucano e Jatobá (Fig. 09). De acordo com Guazelli & Carvalho (1981) estas bacias tiveram sua origem no Neojurássico, quando houve a formação de uma grande área deprimida, chamada de "Depressão Afro-Brasileira". No Cretáceo inferior (cerca de 145 milhões de anos atrás) esta depressão evoluiu para um sistema rifte que culminou na separação da América do Sul e África e formação do oceano Atlântico Sul e a bacia sedimentar de Jacuípe. Durante este processo um braço deste rifte foi abortado originando a bacia sedimentar do Recôncavo-Tucano-Jatobá (Barbosa e Dominguez, 1996; Dominguez e Bittencourt 2009; 2012).

4.3.3 – Domínio Terciário

De acordo com a interpretação clássica, a formação Barreiras teria se formado no período Terciário, entre o Plioceno Inferior ao Plioceno Superior, em condições climáticas severas de semi-aridez, que propiciaram a formação de leques aluviais coalescentes, os quais deram origem a pacotes sedimentares areno-argilosos não consolidados, distribuídos ao longo da costa leste, nordeste e norte do Brasil (Bittencout et al. 1979; Suguio et al. 1986) (Fig. 09). Porém, trabalhos recentes (Arai et al. 1998; Cunha 2004; Arai 2006; Rosseti 2006; Dominguez & Araújo 2008; Rosseti & Goes 2009) têm demonstrado que a deposição desta formação teria sido iniciada provavelmente já no Mioceno, em nível de mar mais alto que o atual. Desse modo a Formação Barreiras teria uma origem marinha transicional, tendo sido depositada predominantemente em ambientes estuarinos (Rosseti et al. 2013 e Dominguez et al. 2012).

Morfologicamente a Formação Barreiras corresponde às áreas de tabuleiros costeiros ou relevos de topos tabulares, encostas retilíneas e declivosas e vales alargados em forma de "U". Quando na base de seus vales aflora o

embasamento, apresenta-se como formações colinosas de topo convexo com vertentes do tipo convexas, convexo-côncavas e retilíneas, bastante dissecadas por vales em forma de “V” em diversos graus de aprofundamento que se destacam topograficamente das unidades integrantes da planície costeira (Nunes et al. 1981).

4.3.4 – Domínio Quaternário

Este Domínio abrange todas as unidades geológico-geomorfológicas depositadas a partir do Pleistoceno inferior (cerca de 1 milhão de anos atrás), sob ação direta das oscilações do nível relativo do mar e alterações climáticas que caracterizam este período (Fig. 09). Estes fenômenos propiciaram a formação das planícies costeiras quaternárias.

As unidades que compõem o Domínio Quaternário do litoral da área de estudo foram aqui integradas em 2 grupos:

4.3.4.1 - Depósitos Continentais

São depósitos que se acumularam em ambientes tipicamente continentais e incluem as seguintes unidades: (i) Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos; (ii) Depósitos Eólicos (Dunas); (iii) Depósitos Fluviais e (iv) Depósitos de Zonas Úmidas de Água Doce.

4.3.4.2 - Depósitos Marinhos Transicionais

São os depósitos resultantes da ação de processos marinhos tais como ondas, correntes e marés, além de processos biológicos e químicos. Estão incluídas nesta categoria as seguintes unidades: (i) Terraços Marinhos Pleistocênicos e Holocênicos, (ii) Recifes de Corais e Algas, (iii) Arenitos de Praia e (iv) os Manguezais.

O Domínio Quaternário pode ser entendido sob o ponto de vista ambiental como um domínio de transição, sensível e frágil, sendo passível de impactos das mais diversas naturezas e, portanto, necessita de medidas de gerenciamento ambiental adequadas às suas potencialidades e fragilidades.

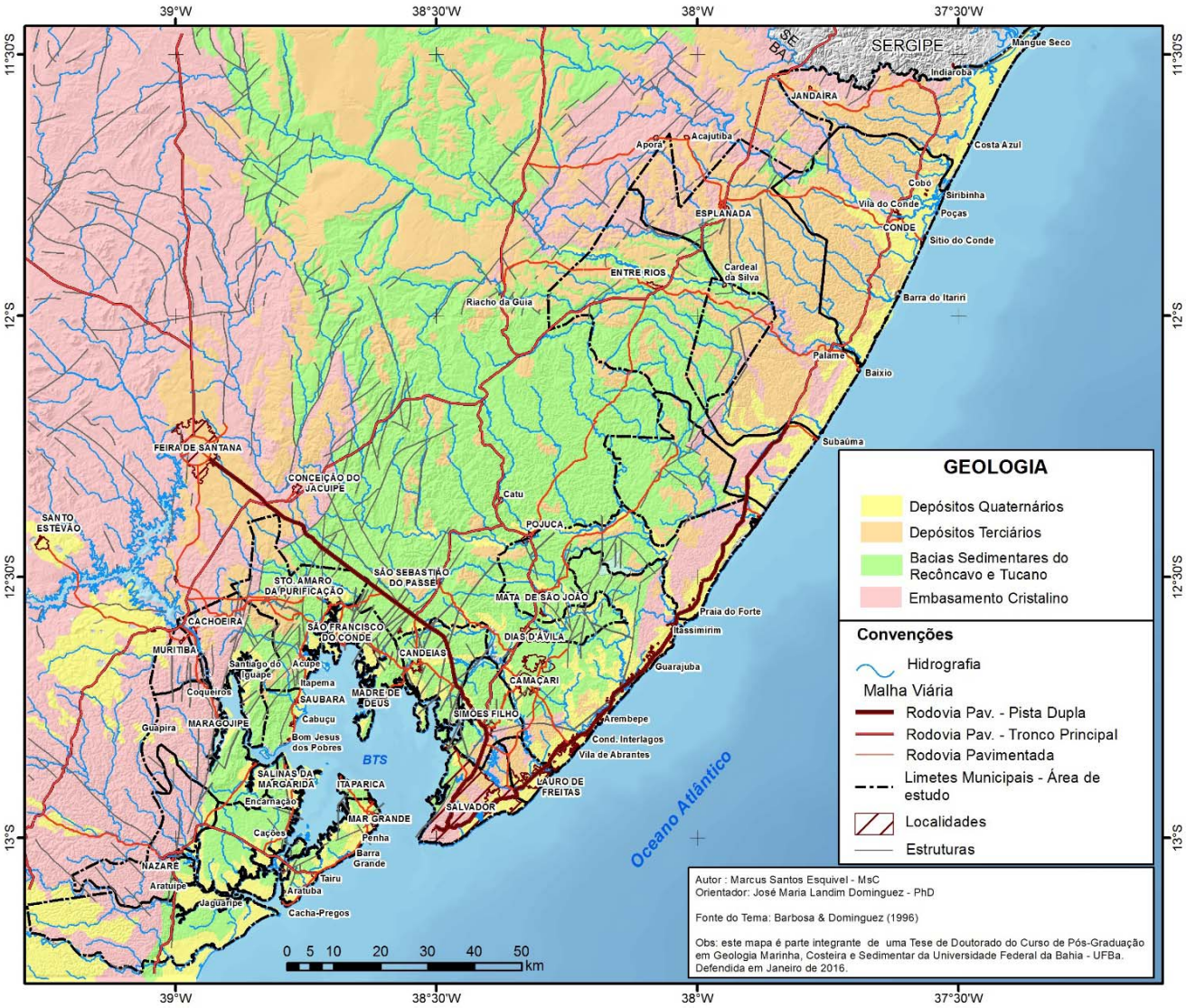


Figura 09 - Geologia (aspectos gerais) para a área de estudo.

4.4 – ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

O setor litorâneo da região norte do litoral baiano, apresenta uma morfologia bastante homogênea, não apresentando grandes alterações em termos topográficos que se destaquem no contexto do seu arcabouço geomorfológico. As zonas que apresentam as maiores elevações compreendem as áreas onde o modelado compreende os depósitos sedimentares de Domínio Terciário (Formação Barreiras), que exibe em geral uma dissecação bastante intensa e uniforme, resultando em uma fisionomia colinosa de topos abaulados, de extensão reduzida, que normalmente apresenta-se entalhada por inúmeros

vales em forma de “v”, com vertentes convexo-côncavas de inclinação entre 3º e 12º, com as rochas do embasamento eventualmente expostas nos fundos dos vales (BAHIA 1995). Estes topos abaulados formam em conjunto um plano com caimento suave em direção à costa, como evidenciado no modelo digital de elevação (Figs. 02 e 03).

Em alguns locais, normalmente em um plano altimétrico mais elevado ocorre um modelado composto por remanescentes de topos tabulares ou aplainados, limitados por escarpamentos de caráter erosivo.

Em maior escala, o modelado referente aos tabuleiros costeiros apresenta vales alargados em forma de “U”, com aprofundamentos entre 20 e 40 metros (Dominguez et al. 1996), os quais foram entalhados por drenagens que neste setor do Litoral Baiano são representadas pelas bacias hidrográficas dos rios Joanes, Jacuipe, Pojuca, Sauípe, Subaúma, Inhambupe, Itapicuru e Real.

A planície costeira apresenta-se normalmente com um modelado de caráter aplainado em função dos processos geológicos formadores da mesma, os quais deram origem aos depósitos marinhos e às feições eólicas onduladas (Dunas) que compõem este domínio geomorfológico. As Dunas, originadas pela remobilização de sedimentos arenosos durante as fases de clima mais árido que o atual, representam em alguns casos uma quebra no padrão fisionômico da topografia tipicamente aplainada da planície costeira, alcançando por vezes um patamar altimétrico acima da casa dos 30 metros (Dominguez et al. 1996).

4.5 – BACIAS DE DRENAGEM

A região do entorno da BTS e do Litoral Norte do estado da Bahia encontra-se inserida na Região Hidrográfica do Atlântico Leste Brasileiro (ANA 2014), abrangendo um total de 6 sub-bacias, que integram Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA’s), sob gestão do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) com a participação dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado da Bahia (CBHs) (INEMA 2015): a do Rio Paraguaçu, do Recôncavo Sul, do Recôncavo Norte, do Rio Real, do Rio Itapicuru e Rio

Inhambupe (Fig.10). Os cursos destes rios e de seus respectivos afluentes são fortemente influenciados pela estrutura litológica das unidades sobre as quais estes se instalaram assim como das condições climáticas regionais (BAHIA 1995). Boa parte da drenagem desta região do Estado da Bahia possui um regime regular em seu trecho litorâneo, sendo perene ao longo de todo o ano, mesmo nos períodos de menor pluviosidade, apresentando apenas variações sazonais em seus deflúvios e no volume de descarga.

Em linhas gerais, os principais rios que drenam o setor costeiro do Litoral Norte da Bahia, como os rios Itapicuru e Inhambupe, apresentam um padrão de drenagem orientado no sentido NW/SE devido à condicionante topográfica dos tabuleiros costeiros, que forma em seu conjunto um plano com caimento suave em direção à costa exatamente neste mesmo sentido (Figs. 02 e 03). Já os rios Jequiriçá, Paraguaçu, Jacuípe, Pojuca e Subaúma, pertencentes às RPGA's do Paraguaçu e Recôncavo Sul, possuem orientação variável entre NW/SE e SW/NE, seguindo os condicionantes tanto da estruturação geológica, quanto do relevo, que varia de tabular e colinoso à deprimido e bastante desgastado, no setor da depressão topográfica formada pelos vales dos rios Paraguaçu e Jacuípe. Suas nascentes encontram-se localizadas tanto sobre os terrenos sedimentares da Bacia Recôncavo/Tucano quanto nos depósitos da Formação Tombador (extremo leste da Chapada Diamantina), atravessando em seu alto e médio cursos, trechos com diversas litologias de idades Pré-Cambriana, Cretácica e Terciária assim como coberturas sedimentares recentes do Quaternário. No seu baixo curso, estes rios atravessam os depósitos sedimentares do Quaternário, formando extensas planícies de inundação nos largos vales por estes escavados (BAHIA 1995; Barbosa & Dominguez 1996). Tais características associadas às variações do Nível Relativo do Mar durante o Quaternário, que nos períodos de transgressão marinha resultaram na inundação dos vales fluviais (formando estuários e lagunas) e nos períodos regressivos favoreceram a progradação da linha de costa e o preenchimento dos estuários/lagunas, fizeram com que os setores do baixo curso dos rios da área objeto deste estudo, abrigassem uma variada gama de ecossistemas de grande importância ecológica, alta fragilidade ambiental e rara beleza cênica.

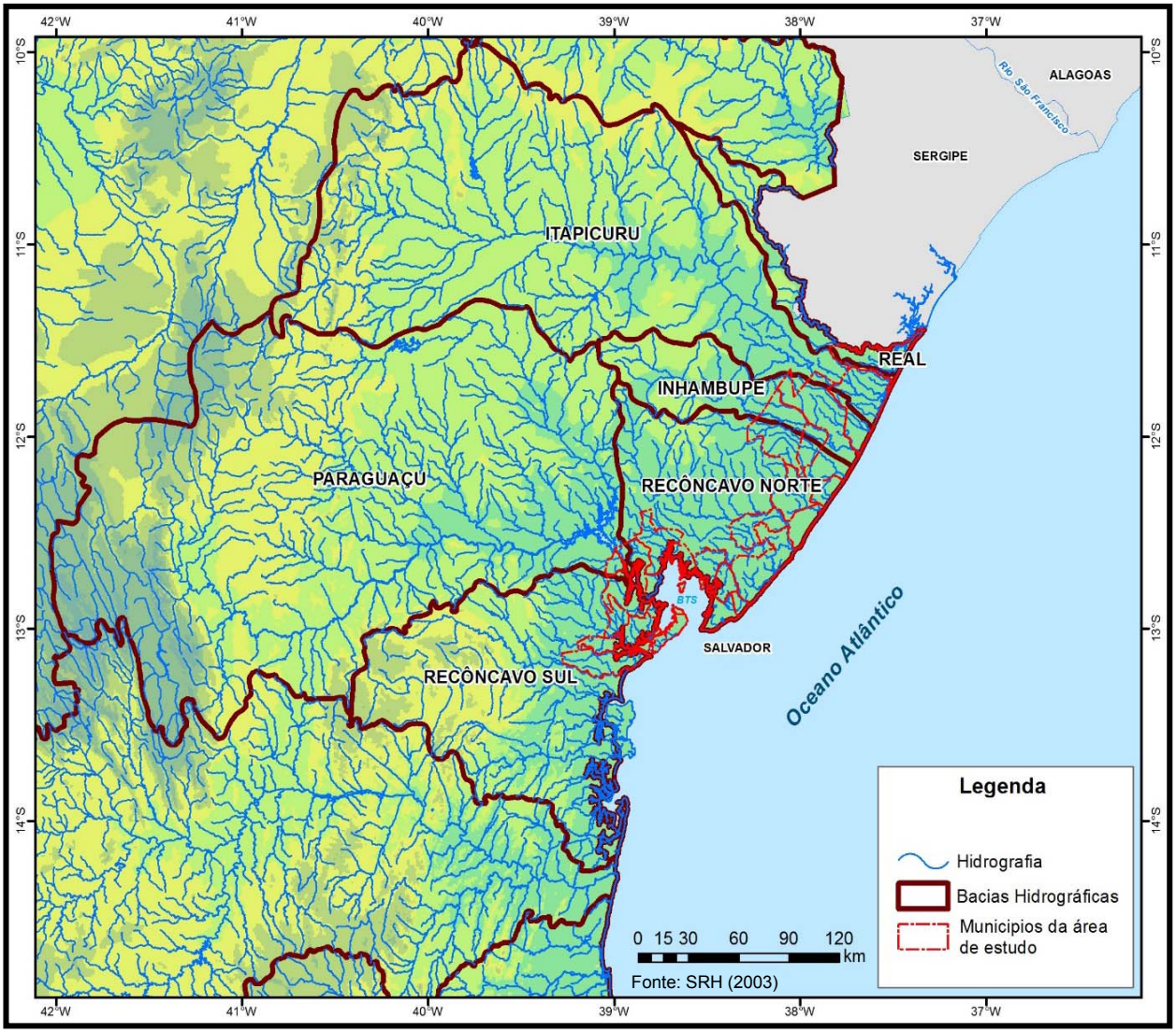


Figura 10 - A área de estudo e sua inserção no contexto da hidrografia regional, sobreposta ao modelo digital de elevação.

4.6 – ECOSSISTEMAS

Na zona costeira da área de estudo podem ser encontrados atualmente diversos ecossistemas, sendo que cinco se destacam como os mais relevantes: Floresta Ombrófila (Mata Atlântica); Mata Ciliar; Manguezal; Restinga; Brejo e Pântano (Fig. 11).

4.6.1- Mata Atlântica

O ecossistema de Mata Atlântica, encontra-se atualmente com sua área bastante reduzida e com uma constante perda de sua biodiversidade devido aos diversos tipos de processos antrópicos atuantes há séculos na região,

suprimindo e fragmentando este ambiente, o que termina por isolar as áreas remanescentes, reduzindo assim a sua composição, distribuição e abundância relativa.

Na zona costeira dos municípios do Litoral Norte, o setor do município de Conde é o que apresenta os remanescentes de Mata Atlântica mais significativos, localizados em duas grandes áreas ao sul do Povoado de Cangurito, dentro dos limites da APA Litoral Norte. Outros Trechos menores e descontínuos desta vegetação também podem ser encontrados ao longo da APA do Litoral Norte, sobre os depósitos da Formação Barreiras. Já na zona costeira dos municípios da BTS, originalmente esta vegetação apresentava-se como dominante, porém com o contínuo processo de antropização do território, via sistema de coleta agropastoril, açucareira, exploração e refino de petróleo, industrialização e metropolização, esta mata encontra-se atualmente muito suprimida e com sua fisionomia paisagística totalmente alterada (Guedes & Santos 1997) (Fig. 11). No entanto, apesar de estar altamente impactada, apresenta um alto poder de regeneração quando deixada em repouso (Noronha et al. 2003).

A Mata Atlântica encontrada na área de estudo pode subdividir-se em três unidades em função do estágio de sucessão da cobertura vegetal: (i) Floresta em estágio inicial de regeneração; (ii) Floresta em estágio médio de regeneração e (iii) Floresta em estágio avançado de regeneração (Fig. 09). As florestas em estágio inicial de regeneração compreendem uma cobertura vegetal de Mata Atlântica caracterizada por apresentar uma fisionomia herbáceo-arbustiva de porte baixo com altura média inferior a 5 metros. As florestas em estágio médio apresentam uma fisionomia de porte arbóreo com altura média de 5 a 12 metros. As florestas em estágio avançado, correspondem às tipologias vegetais com uma fisionomia dominantemente arbórea, densa e de porte elevado, com alturas médias iguais ou superiores a 12 metros (SEPLANTEC-CONDER, 2001).

4.6.2 – Mata Ciliar

De acordo com o Noronha et al. (2003) e SEPLANTEC-CONDER (2001), esta formação vegetal é integrante do domínio de Mata Atlântica, porém se caracteriza por estar associada aos cursos d`água e a uma maior umidade do solo em trechos ao longo das margens dos rios. Estas matas localizam-se em áreas de grande importância para a gestão ambiental, pois não só contribuem para a manutenção da qualidade dos recursos hídricos como também funcionam como verdadeiros corredores úmidos entre as áreas de atividade agrícola, vindo assim a favorecer a proteção da vida silvestre local. Sem contar com o fato de que as raízes de suas árvores ajudam a fixar o solo das margens dos rios, evitando o seu assoreamento pelos processos de erosão e desmoronamento. Esta vegetação desempenha também um papel filtrador de sedimentos e nutrientes, reduzindo o aporte destes e dos produtos químicos aos cursos d'água, além de exercer um controle nas alterações de temperatura do ecossistema.

4.6.3 - Restinga

O ecossistema de restinga é tipicamente costeiro, implantado sobre ambientes de transição entre áreas de influência tipicamente marinha e áreas continentais, como em áreas dissecadas da Formação Barreiras, sobre os depósitos de leques aluviais coalescentes, terraços marinhos e dunas costeiras. Estes substratos favorecem a existência de uma variada e peculiar formação vegetal que poderá ser de porte arbóreo, arbustivo-arbóreo, arbustivo e herbáceo. O solo deste ecossistema é tipicamente arenoso, de elevada acidez e pobre em nutrientes, por causa da lixiviação exercida pelas chuvas constantes e pelo trabalho dos ventos que trazem consigo o sal marinho. Estes aspectos terminam por favorecer a existência de uma formação vegetal cheia de endemismos e peculiaridades, onde as plantas apresentam adaptações especiais a este tipo de ambiente como: folhas transformadas em espinhos ou inexistência destas, arbustos de galhos retorcidos, presença de espécies típicas do cerrado (como o cajueiro) ou da caatinga (como o Cactus).

Nas áreas mais interioranas como no sopé das encostas da Formação Barreiras onde ocorrem os depósitos de leques aluviais coalescentes ou onde

estes depósitos arenosos preenchem vales, a vegetação de restinga apresenta-se com um porte mais arbustivo-arbóreo e alturas inferiores a 3 metros. Esta vegetação apresenta-se com um menor porte sobre os depósitos arenosos dos terraços marinhos e dunas, predominando as espécies herbáceas e arbustivas (Dominguez et al. 1996).

Este ecossistema vegetal é considerado como de alta importância ambiental devido a sua localização, sobre substratos de alta permeabilidade que funcionam como áreas potenciais de recarga de mananciais hídricos superficiais e subterrâneos, possuindo também uma importante função ecológica de proteção e estabilização das formações arenosas e eólicas (Dunas) da ação dos ventos (Lyrio 1996).

4.6.4 – Zonas Úmidas

Na área de estudo os ecossistemas de Zonas Úmidas (Brejos, Pântanos, Manguezais e Apicuns), são encontrados nas áreas potencialmente inundáveis ao longo das margens dos rios, nas baixadas, nos vales costeiros e entre os terraços marinhos.

Os Brejos apresentam uma vegetação com fisionomia herbácea de pequeno porte, podendo alcançar até 2 metros, sendo caracterizada também por ser do tipo hidrófila, ou seja: especialmente adaptada a terrenos mal-drenados e/ou saturados em água. Nas áreas onde existe uma maior influência de água salobra, ocorrem as gramíneas, as ciperáceas e a taboa. Já nas áreas com pouca ou nenhuma influência de água salobra existe uma maior diversidade de espécies (Noronha et al. 2003). No que tange à área de estudo, são tipicamente encontrados nas áreas deprimidas do fundo de vales entalhados na Formação Barreiras, nas planícies de inundação dos vales fluviais e nas depressões que separam os depósitos arenosos de leques aluviais e de areias litorâneas pleistocênicas e holocênicas (terraços marinhos).

Os Pântanos encontrados na área de estudo também apresentam uma vegetação do tipo hidrófila, porém com uma fisionomia onde há uma predominância do estrato arbóreo-arbustivo sobre o herbáceo. Ocorrem

normalmente nas zonas de planície de inundação, nos vales dos rios. Apresentam-se no sentido a jusante com uma transição gradativa para uma vegetação do tipo manguezal, na medida em que o teor de salinidade da água aumenta (Noronha et al.2003; Dominguez et al.1999).

Os Manguezais são ecossistemas característicos das regiões tropicais que se formam em estuários ou em áreas protegidas das ações das ondas e sob influência das marés. São identificados como ecossistemas de transição sob influência tanto do ambiente terrestre quanto dos ambientes de água doce e marinho. Possui uma vegetação muito peculiar, que apesar de apresentar uma baixa diversidade de espécies, composta basicamente por espécies dos gêneros Rhizophora, Laguncularia e Avicenia, forma uma associação bastante densa. É uma formação vegetal altamente especializada e adaptada a um ambiente de características inóspitas, servindo também de abrigo, alimento, dormitório e área de reprodução para inúmeras espécies de animais terrestres e aquáticos (marinhos ou de rio) (SEPLANTEC-CONDER, 2001).

Na zona costeira da área de estudo as áreas de ocorrência dos Manguezais não são tão amplas quanto no Litoral Sul do estado da Bahia, sendo que o seu porte alcança em média cerca de 10 a 12 metros (em alguns locais como no município de Conde, atingem até 20 metros). No litoral do entorno da BTS são encontrados ao longo das margens fluviais, nas proximidades das desembocaduras e, em muitos trechos de costa abrigada, que ainda se encontram com índice de ocupação humana baixo ou inexistente. Já na zona costeira dos municípios do Litoral Norte os manguezais são encontrados nas desembocaduras dos seus principais rios, Joanes, Jacuípe, Pojuca, Sauípe, Subaúma, Inhambupe, Itariri, Itapicuru e Real (Fig. 11). Neste mesmo setor, os manguezais apresentam normalmente uma cobertura vegetal considerada como praticamente íntegra, com exceção do trecho na localidade de Siribinha (Noronha et al. 2003) e em algumas áreas ocupadas pela expansão urbana ou com mudanças nas condições hidrológicas devido a construção de estradas e vias de menor porte, como nos casos das áreas próximas às desembocaduras dos rios Subaúma, Jacuípe e Joanes.

O ecossistema de Zonas Úmidas é considerado como de alto valor ecológico pelo Programa de Desenvolvimento Sustentável para Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia - PRODESU (SEPLANTEC-CONDER 2001) e pelo Plano de Manejo e Zoneamento Econômico Ecológico da APA do Litoral Norte da Bahia (SEPLANTEC-CONDER 1995). Tal importância deriva do fato deste ecossistema ser uma importante zona de pouso, alimentação, reprodução e dormitório para muitas espécies de aves migratórias, além de representarem áreas onde ocorre afloramento de águas subterrâneas oriundas de aquíferos existentes nos sedimentos quaternários arenosos, onde a sua vegetação tem um papel importante na regulação dos fluxos hídricos que controlam o ciclo hidrológico responsável por grande parte da vida animal da região.

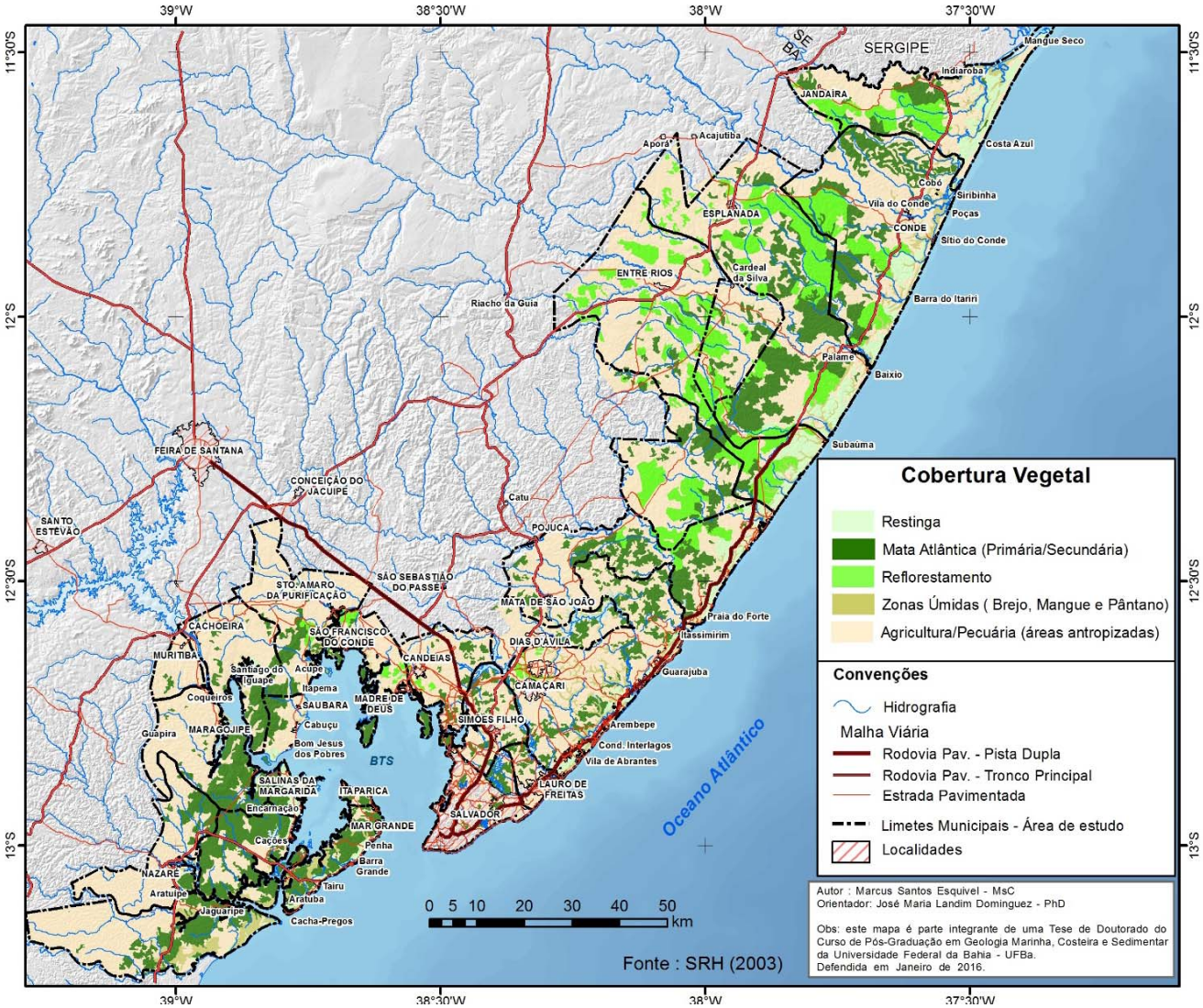


Figura 11 - Distribuição da vegetação para os dois setores da área de estudo.

UNIDADES GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICAS NA ÁREA DE ESTUDO

Para os dois setores da área de estudo foram individualizadas 16 unidades e 8 subunidades geológico-geomorfológicas, as quais são descritas detalhadamente abaixo:

5.1 – EMBASAMENTO CRISTALINO:

Esta unidade é constituída de rochas granulíticas-gnáissicas formadas durante o Proterozóico inferior (entre 1,9 e 2,1 bilhões de anos atrás), originando maciços bem resistentes (Barbosa & Dominguez 1996).

No setor Entorno da BTS, esta unidade aflora de forma mais significativamente em municípios como Jaguaripe, Aratuípe, Nazaré, Maragogipe, São Félix, Cachoeira e Salvador (Prancha 1A). Já no setor dos municípios do Litoral Norte, ela aflora em boa parte da área do município de Lauro de Freitas, ao longo das margens dos mais importantes canais fluviais ou no sopé das encostas e no fundo dos principais vales fluviais, (em alguns trechos), como no caso dos que se encontram à noroeste da cidade de Esplanada e dos rios Branco, Subaúma, Sauípe, Pojuca e Real. Esta unidade também aflora em uma colina onde se encontra a Vila do Conde, bem como em vários trechos a montante desta Vila, ao longo do leito do rio Itapicuru (Anexos 1 e 2– Mapas Geológico-Geomorfológicos) (Figs. 02,03,12 e 13) (Prancha 1B).

A área ocupada por esta unidade em relação ao território dos municípios do setor do Litoral Norte é de cerca de 187 km^2 (18.740 hectares), representando um total de 2,9% deste setor da área de estudo. Já para o setor dos municípios do litoral da BTS, a área ocupada por esta unidade é de 1.120 km^2 (111.961 hectares), representando assim cerca de 30% do território deste setor. Assim, apesar desta unidade possuir uma pequena expressão espacial aflorante no setor Litoral Norte, a mesma é bem expressiva nos municípios do setor de Entorno da BTS (Tabelas 01 e 02) (Figs. 14 e 15).

5.2 – BACIAS SEDIMENTARES DO RECÔNCAVO-TUCANO:

Esta unidade representa o conjunto de rochas formadas por depósitos sedimentares do Mesozóico (Domínio Juro-Cretássico), representado pelo Supergrupo Bahia (Vianna et al. 1971) que, no âmbito de abrangência da área de estudo, compreendem as bacias do Recôncavo e Tucano, nas quais encontram-se afloramentos de rochas que pertencem aos Grupos: (i) Brotas (Formações Sergi e Aliança), (ii) Santo Amaro (Formações Itaparica e Camaçari), (iii) Ilhas (Formações Marfim e Pojuca) e (iv) Massaracá (Formação São Sebastião).

Morfologicamente, no setor da bacia sedimentar do Recôncavo, os afloramentos destas rochas apresentam-se bastante desgastados e topograficamente mais deprimidos do que os do embasamento cristalino que os circunda. Isto se deve ao processo de erosão diferencial (Dominguez & Bittencourt 2009) e também à "...uma tendência geral e progressiva de abaixamento do nível relativo do mar desde o Mioceno Médio" (Miller et al. 2005, p.1296). Além disso houve também a influência do clima predominantemente úmido neste trecho da costa baiana, que somados, favoreceram à um maior desgaste destes afloramentos pelo seu menor grau de resistência aos processos intempéricos, principalmente em períodos de nível do mar mais baixo do que o atual no Quaternário, o qual, no último milhão de anos esteve dominantemente abaixo do patamar atual (Dominguez & Bittencourt 2009). Isto proporcionou que nas áreas mais deprimidas e desgastadas pela aceleração do processo de intemperismo com a mudança do nível de base, o mar avançasse e formasse baías, como no caso da BTS, com suas ilhas, canais de maré, reentrâncias e recortes na linha de costa observados na atualidade (Prancha 1C) (Figs. 12 e 13) (Anexos 1 e 2).

A área ocupada por esta unidade nos municípios do Entorno da BTS é de cerca de 1.710 km^2 ou 171.005 hectares, representando cerca de 45% da área total dos municípios. Já para os municípios do setor Litoral Norte, esta unidade ocupa cerca de 964 km^2 ou em torno de 96.402 hectares, representando assim cerca de 15% da área total dos municípios. Um percentual bem inferior ao observado no setor da BTS, onde esta unidade possui uma grande abrangência espacial (Tabelas 1 e 2) Figs. (14 e 15) (Anexos 1 e 2).

5.3 – TABULEIROS COSTEIROS (Formação Barreiras):

Esta unidade é descrita normalmente como decorrente de sedimentação continental no período Terciário, consistindo principalmente em coalescência de leques aluviais em sistemas fluviais entrelaçados desenvolvidos sob condições climáticas quentes e secas (Rossetti & Dominguez 2012). Sua constituição seria de sedimentos arenosos, areno-argilosos e seixos, variando de inconsolidados a pouco consolidados (Ghignone, 1979 *apud* Dominguez *et al.* 1996). No entanto, estudos da Formação barreiras na região nordeste do estado do Pará e no litoral do Maranhão mostram "...uma boa riqueza de estruturas sedimentares que favoreceram não só uma análise faciológica mais detalhada como também o entendimento da chamada arquitetura estratal (p.e. Rossetti et al. 1989, 1990, Rossetti 2000, 2006, Rossetti & Santos Jr. 2004, Rossetti 2004, Rossetti & Góes 2004) " (Rossetti & Dominguez 2012 p.366). Tais estudos revelaram ainda uma abundância de estruturas sedimentares diagnósticas da ação de correntes de maré, sendo inclusive fortemente bioturbados, típicos de ambientes litorâneos mixoalinos ou marinho-transicionais (Netto & Rossetti, 2003).

Nos municípios do setor Litoral Norte esta unidade é encontrada na sua porção mais interna (Fig.12), ocupando uma área expressiva, cerca de 4.296 km^2 ou 429.643 hectares, representando um total de 67% da área destes municípios (Tabela 01) (Fig.14). Já nos munícipios no setor Entorno da BTS, esta unidade é bem menos expressiva (Fig.13), com cerca de 400 km^2 ou 40.006 hectares, representando apenas 11% do total da área destes municípios (Tabela 02) (Fig. 15) (Anexos 1 e 2).

Morfologicamente esta unidade apresenta um relevo bastante dissecado e fortemente ondulado, com colinas de topo convexo a tabular com altitudes que variam de cerca de 20 metros, nas porções mais litorâneas, a cerca de 120 metros nas porções mais interioranas do município, segundo o modelo numérico do terreno (Figs. 02 e 03). Apresenta localmente vertentes íngremes com declividades que variam de 12% a mais de 30% (Figs. 04 e 05), e vales relativamente largos e de fundo plano, em forma de "U". No setor do Litoral Norte, mais precisamente em um trecho a sul da localidade Sítio de Conde e

outro a norte da foz do rio Itapicuru, esta unidade apresenta-se relativamente próxima da linha de costa atual (entre 0,5 e 2km), onde existe uma linha de paleofalésias de orientação sudoeste-nordeste (Prancha 1D), entalhada nesta unidade. Esta linha de paleofalésias caracteriza uma quebra de relevo de aproximadamente 30 m, e teria uma origem possivelmente associada à um ou dois níveis de mar elevados ocorridos nos últimos 500.000 anos AP, provavelmente ao Estágio Isotópico Marinho (MIS) 9 (com idade de 330.000 anos AP) ou MIS 11 (com 430.000 anos AP) (Dominguez & Bittencourt 2012) (Figs. 02 e 12) (Anexos 1 e 2).

5.4 – DEPÓSITOS DE LEQUES ALUVIAIS PLEISTOCÊNICOS:

Esta unidade tem sido interpretada e caracterizada como sendo depósitos de origem continental que se formaram por fluxos de enxurradas esporádicas e violentas ocorridas em período de clima semiárido. Assim como pela ausência de estratificação e selecionamento dos grãos e por ter uma distribuição caótica dos componentes grossos na matriz mais fina do sedimento (Bittencourt et al. 1979; Martin et al. 1980; Vilas Boas et al. 1979 e 1985). Contudo, mais recentemente esta interpretação foi questionada e pode ser possível que esta unidade seja de fato de origem marinha (Dominguez & Bittencourt 2009). Estes autores sugeriram que estes depósitos poderiam estar associados ao nível de mar alto, associados ao MIS 9 (330.000 AP) e/ou MIS 11 (430.000 anos AP) (Dominguez & Bittencourt 2009; 2012).

No Setor Litoral Norte da área de estudo, onde é mais expressiva, esta unidade é encontrada normalmente no entorno da Formação Barreiras ou no sopé de paleofalésias, constituindo um terraço arenoso formando rampas suaves (Fig. 12) (Prancha 1E), apresentando uma declividade média de 1,5%. No vale do rio Itapicuru, esta unidade ocorre como depósitos de preenchimento de vale, formando rampas suaves a moderadamente suaves, que apresentam uma declividade de aproximadamente 3,5 % (Fig. 04), ou então apresentam-se sob a forma de pequenas elevações isoladas no interior da planície de inundação deste rio, sugerindo serem remanescentes de depósitos mais extensos que foram retrabalhados por este rio e pelo mar durante as duas últimas transgressões marinhas (Esquivel 2006). Segundo Dominguez & Bittencourt

(2012) a geometria em forma de rampa destes depósitos seria resultante do retrabalhamento pelo vento do topo de depósitos praiais.

As altitudes desta unidade, segundo o modelo digital de elevação (Figs. 02 e 03), variam entre 15 e 50 metros, no contato com a Formação Barreiras, diminuindo progressivamente em direção ao mar (Figs. 12 e 13) (Anexos 1 e 2).

Estes depósitos são mais expressivos, no setor Litoral Norte. No setor Entorno da BTS, porém, sua distribuição geográfica é descontínua. Nos municípios do setor Litoral Norte esta unidade ocupa uma área de 218 km^2 ou 21.801 hectares, o que representa cerca de 3,4% de seu território. Já nos municípios do setor Entorno da BTS esta unidade ocupa uma área bem inferior, com apenas 75 km^2 ou 7.496 hectares, o que representa apenas 2% do território dos municípios deste setor da área de estudo (Anexos 1 e 2). (Figs. 14 e 15) (Tabelas 01 e 02).

5.5 – DEPÓSITOS EÓLICOS ANTIGOS:

Os depósitos que caracterizam esta unidade estão restritos basicamente ao setor Litoral Norte (Anexos 1 e 2) (Figs. 12 e 13). Eles foram formados durante o Pleistoceno, em períodos de clima mais árido que o atual, a partir do retrabalhamento pelo vento das areias dos Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos. Devido à sua antiguidade as morfologias dunares originais já foram obliteradas pela ação dos processos intempéricos, razão pela qual não são considerados nos dias atuais como “dunas”. Daí o emprego do termo depósitos eólicos antigos (Dominguez et al. 1996, 1999; Dominguez & Bittencourt 2012). Estes depósitos são constituídos por areias quartzozas que apresentam um bom selecionamento e coloração branca (Dominguez et al. 1999).

No setor Entorno da BTS esta unidade ocupa uma área bem restrita, à nordeste do perímetro municipal de Salvador, sobrepondo-se aos depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos. Sua área total é de cerca de 5,4 km^2 ou cerca de 535 hectares, correspondendo à apenas 0,1 % da área deste setor (Tabela 02) (Figs.13 e 15).

No setor Litoral Norte, esta unidade está melhor representada, sendo encontrada em diversos trechos da zona costeira, assentada sobre a unidade de Leques Aluviais Pleistocênicos (Prancha 1F) ou cavalgando os Tabuleiros Costeiros. No total, estes depósitos cobrem uma área com cerca de 27 km^2, ou cerca de 2.710 hectares, representando assim 0,4% da área dos municípios deste setor (Figs. 12 e 14) (Anexos 1 e 2).

5.6 – TERRAÇOS MARINHOS PLEISTOCÊNICOS:

Os depósitos de areias litorâneas regressivas de idade Pleistocênica (Terraços Marinhos Pleistocênicos), encontrados na porção interna da planície costeira da área de estudo, normalmente junto a falésias inativas da Formação Barreiras ou depósitos dos chamados Leques Aluviais Pleistocênicos, encontram-se presentes principalmente no setor Litoral Norte da área de estudo (Anexos 1 e 2) (Figs. 12 e 13). De acordo com datação realizada em fragmentos de corais encontrados em sua base, na região de Olivença, ao sul de Ilhéus, sua idade seria de em torno de 123.000 anos AP (Bernat et al. 1983), estando associados ao MIS 5e, conhecido no estado da Bahia como evento da Penúltima Transgressão e a descida do nível do mar subsequente (Dominguez & Bittencourt 2012) (Prancha 2A).

Morfologicamente, estes depósitos sedimentares apresentam-se sob a forma de terraços arenosos planos a levemente ondulados (Dominguez & Bittencourt 2012), com altitudes variando de 6 a 11 metros acima do nível do mar atual, de acordo com o modelo numérico do terreno (Figs. 02 e 03), sendo constituídos essencialmente por areias quartzosas de coloração branca e textura variando de areia fina a média.

Nos municípios do setor Litoral Norte, esta unidade ocupa uma área de 32 km^2 ou 3.238 hectares, o que representa apenas cerca de 0,5% do seu território. (Tabela 01) (Figs.12 e 14). Já para o setor Entorno da BTS, esta unidade tem maior expressividade na região da Ponta do Garcez, no baixo curso do rio Jequiriçá (em sua margem esquerda), assim como na Ilha de Itaparica (município de Vera Cruz). Nestes locais, segundo Dominguez & Bittencourt (2012), estes depósitos apresentam em superfície vestígios de antigas cristas

praiais (cordões litorâneos), com largura média de cerca de 40m, separados entre si por zonas deprimidas normalmente ocupadas por brejos. Em todo este setor, esta unidade ocupa uma área de 47 km^2 ou cerca de 4.658 hectares, representando aproximadamente 1,2% da área dos municípios deste setor (Tabela 02) (Figs.13 e 15) (Anexos 1 e 2).

5. 7 – DUNAS

Pye & Tsoar (1990) apud Branco et al. (2003), definem Dunas como sendo "uma crista ou morro de areia empilhada pelo vento". De acordo com a Resolução do CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 (Art. 2º, Inciso X), as Dunas são definidas como "unidade geomorfológica de constituição predominantemente arenosa, com aparência de cômoro ou colina, produzida pela ação dos ventos, situada no litoral ou interior do continente, podendo estar, recoberta ou não, por vegetação". Quando recobertas por vegetação são consideradas fixas e em sua ausência são consideradas como móveis, ativas, livres ou transgressivas.

Quatro categorias distintas de Dunas (Pleistocênicas e Holocênicas) foram identificadas e mapeadas no setor do Litoral Norte da área de estudo: (i) Dunas Pleistocênicas do tipo - *Blow-out*; (ii) Dunas Pleistocênicas Antigas; (iii) Dunas Holocênicas do tipo - *Blow-out* e (iv) Dunas Recentes ou do tipo – Frontal (Cordão-duna).

5.7.1 - Dunas Pleistocênicas do tipo *Blow-out*

As Dunas de idade Pleistocênica, constituem a maior parte das formações dunares (restritos ao setor Litoral Norte), encontradas na área de estudo. O principal tipo de duna que caracteriza estas formações é o *blow-out.* (Dominguez & Bittencourt 2012). Segundo Hesp (2002) e Branco et al. (2003), as dunas do tipo *blow-out* são dunas parabólicas geradas por deflação de superfícies de areia. Durante sua geração, formam-se corredores preferenciais de deflação, pela erosão eólica superficial, sendo formado um lobo deposicional à frente do *blow-out* e uma bacia de deflação na sua retaguarda (unidade que será descrita mais adiante, ainda neste capítulo).

Estas dunas foram formadas pelo retrabalhamento eólico dos sedimentos arenosos dos Terraços Marinhos Pleistocênicos e dos Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos (Pranchas 2B e 2C) (Fig. 12) (Anexo 1) em períodos de clima mais árido que o atual, provavelmente durante os últimos máximos glaciais, quando o nível do mar estava dezenas de metros abaixo do atual (Dominguez & Bittencourt 2012). Estas Dunas são constituídas por areias quartzozas que apresentam um bom selecionamento e uma coloração branca.

Suas altitudes que variam de 9 a 55 metros, segundo o modelo digital de elevação (Fig. 02). Somados estas unidades ocupam uma área total de 20 km^2 ou cerca de 2.042 hectares, o que representa cerca de 0,3% do território dos municípios do setor Litoral Norte da área de Estudo (Tabela 01) (Figs.12 e 14).

No setor do Entorno da BTS, esta unidade é encontrada apenas no quadrante nordeste do município de Salvador, em um pequeno trecho entre a região de Itapoã e o limite entre os municípios de Salvador e Lauro de Freiras, encontrando-se assentados sobre os Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos (Fig. 13) (Anexo 2). Estas formações dunares ocupam uma área de 5,7 km^2 ou aproximadamente 567 hectares, representando assim cerca de 0,2% dos municípios deste setor (Tabela 02) (Fig. 15).

5.7.2 - Dunas Pleistocênicas Antigas

Estas dunas encontram-se restritas apenas a um pequeno trecho de costa no município de Jandaíra, entre a foz do rio Itapicuru e cerca 9 km ao sul do povoado de Mangue Seco.

Representam as formações dunares mais interiorizadas do setor Litoral Norte. Exibem orientação no sentido SSW-NNE, e sua morfologia (quando bem preservada) lembram dunas do tipo *blow-out*. Porém, nestas dunas apenas os lóbulos de acumulação, cobertos total ou parcialmente por uma vegetação de restinga de porte arbustivo-herbáceo, são visíveis (Prancha 2D), não sendo possível delimitar claramente bacias de deflação associadas a este tipo de duna. Provavelmente estas dunas, mais internas, são de uma geração mais antiga no Pleistoceno e sua morfologia original já teria sido parcialmente obliterada pelo

intemperismo. Estas formações dunares apresentam-se truncadas por dunas mais externas, de gerações mais recentes (Fig. 12) (Anexo 1).

Esta unidade apresenta uma área total de 16 km^2 ou cerca de 1.595 hectares, representando assim cerca de 0,2% da área total dos municípios do setor Litoral Norte (Tabela 01) (Fig.14).

5.7.3 – Dunas do tipo *Blow-out* Holocênicas

Esta unidade é constituída por dunas ativas, do tipo *blow-out*, formadas durante o Holoceno. Estão presentes apenas no setor Litoral Norte, entre a desembocadura do rio Itapicuru e a localidade de Mangue Seco (Dominguez & Bittencourt 2012) (Prancha 2E) (Fig. 12) (Anexo 1).

Esta unidade ocupa uma área total de 14 km^2, ou cerca de 1.409 hectares, o que representa apenas cerca de 0,2% da área dos municípios deste setor (Tabela 01) (Fig. 14).

5.7.4 – Dunas do Tipo Frontal: Cordão-duna

A duna frontal ou cordão-duna, se forma pela ação do retrabalhamento eólico dos sedimentos depositados na face da praia, em associação com o efeito trapeador da vegetação pioneira de restinga que se desenvolve no pós-praia (Dominguez et al. 1999, Dominguez & Bittencourt 2012).

Segundo Clark (1977), a duna frontal exerce importantes funções: (a) “proteção de áreas adjacentes – terraços marinhos, planícies fluviais, brejos, cursos d'água e zonas urbanas, contra os efeitos de marés altas, ventos e invasão de areia eólica”; (b) “como depósito de areia para substituir a areia erodida por ondas ou levadas por tempestades”; (c) “garante a estabilidade a longo prazo do prisma praial”; e (d) “exerce a função de barreira contra a penetração de água salgada no nível freático, mediante a pressão de água doce que armazena”.

Praticamente toda a linha de costa oceânica do setor Litoral Norte encontra-se bordejada por dunas frontais (Anexo 1). Em alguns trechos, como no município de Conde, estes depósitos chegam a alcançar 8 metros de altura, segundo verificação de campo e MDE. A presença de uma duna frontal tão elevada é

indicativa de que a linha de costa se manteve relativamente estável durante muito tempo ou que apresenta uma tendência para o recuo de longo prazo (Pranchas 2F e 3A).

Com relação à sua abrangência espacial, esta unidade apresenta uma área total de 8,5 km^2 ou 847 hectares, constituindo 0,1 % do território dos municípios do setor Litoral Norte (Tabela 01) (Fig.14) (Anexo 1).

5. 8 – BACIA DE DEFLAÇÃO SOBRE OS TERRAÇOS MARINHOS PLEISTOCÊNICOS

As bacias de deflação são áreas planas horizontais, ou ligeiramente inclinadas, onde predomina a remoção de sedimentos mais finos pelos processos eólicos (erosão eólica), formando superfícies rebaixadas e recobertas por sedimentos arenosos mais grossos (Hesp 2002).

Na área de estudo estão intimamente ligadas ao desenvolvimento das dunas do tipo *blow-out,* podendo assim ser consideradas, como feições geológico-geomorfológicas resultantes do processo de formação deste tipo de duna.

Esta unidade está presente em vários trechos, no setor Litoral Norte, principalmente entre as localidades de Guarajuba e Sítio do Conde (Prancha 3B) (Anexo 1). Apresenta no seu interior algumas áreas que podem ser consideradas como terras úmidas sazonais, sugerindo que o processo de deflação progrediu até alcançar o nível do lençol freático. Esta unidade se formou em algum momento entre os máximos da Penúltima e Última Transgressão do NRM, provavelmente sob condição de clima mais árido que o atual, o que favoreceu o retrabalhamento, pelo vento, do topo do terraço marinho pleistocênico (Anexo 1).

Esta unidade ocupa uma pequena área, equivalente a 4,5 km^2 ou cerca de 454 hectares, representando apenas 0,07% de todo o território dos municípios do setor Litoral Norte da área de estudo (Tabela 01) (Fig. 14).

A

B

C

D

E

F

Prancha 1 – **A –** Vista aérea de um afloramento do Embasamento Cristalino na orla do bairro da Barra, em Salvador (Dominguez – Sobrevoo de 2008); **B** - Afloramento do Embasamento Cristalino em uma pedreira desativada, às margens da BA-099 (sudoeste da Cidade de Conde – setor LN); **C** – Vista aérea de uma pequena ilha no interior da BTS, formada pelo processo de erosão nas rochas da Bacia Sedimentar do Recôncavo (Dominguez – Sobrevoo de 2008); **D** - Ao fundo a Paleofalésia esculpida na Formação Barreiras, coberta por Mata Atlântica (trecho entre as localidades de Sitio do Conde e Barra do Itariri – setor LN); **E** - Visão dos Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos em um corte de estrada próximo a Fazenda Caraíbas (caminho para a localidade de Costa Azul-setor LN); **F –** Depósito Eólico Antigo, assentado sobre os depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos (sul da Localidade de Sítio do Conde – setor LN).

A

B

C

D

E

F

Prancha 2 – A – Terraço Marinho Pleistocênico, nas proximidades do contato com uma zona úmida – setor LN; **B** - Duna do tipo – *Blow out* - Pleistocênica, próximo à localidade de Baixio, divisa entre os municípios de Conde e Esplanada; **C -** Ao fundo, campo de Dunas do tipo – *Blow out*, Pleistocênicas, próximo à localidade de Vila de Abrantes – setor LN (Dominguez – Sobrevoo de 2005); **D -** Em destaque, as Dunas Pleistocênicas Antigas, ao Norte da Localidade de Costa Azul – setor LN (Imagem Sat. CBERS 2B – HCR de 2008); **E -** Duna do Tipo *Blow-out* Holocênica em contato com Terraço Marinho Pleistocênico, próxima à localidade de Costa Azul – setor LN; **F -** Duna Frontal bem desenvolvida na região da foz do Rio Itariri – setor LN.

5.9 – TERRAÇOS MARINHOS HOLOCÊNICOS:

Esta unidade é caracterizada por depósitos de areias litorâneas regressivas que constituem um terraço arenoso desenvolvido a partir do máximo da Última Transgressão, a cerca de 5.100 anos atrás (Bittencourt et al. 1978). Estes depósitos são constituídos por areias quartzosas bem selecionadas, de coloração ocre-amarelada, contendo biodetritos (Prancha 3C). Estão separados dos terraços marinhos pleistocênicos por uma zona baixa ocupada por zonas úmidas (Anexos 1 e 2) (Figs. 12 e 13).

Quanto à sua morfologia, constitui uma faixa arenosa, normalmente muito estreita, que, em alguns trechos, possuem cordões litorâneos bem delineados, estreitos e pouco elevados, dispostos, em sua maioria de forma paralela. Possuem altitudes que variam de alguns decímetros à seis metros (Dominguez & Bittencourt 2012) e largura variando entre pouco mais de 10 metros até várias centenas de metros, como nas imediações da localidade de Costa Azul, no setor Litoral Norte, onde alcança cerca de 850 metros.

No setor Entorno da BTS, nas imediações da Península de Itapajipe, alcança cerca de 2 km de largura, e em ponta de Caixa Pregos, na Ilha de Itaparica, 1,9 km (Figs. 02, 03, 12 e 13) (Anexos 1 e 2).

No setor Litoral Norte, esta unidade ocupa uma área de aproximadamente 51 km^2 ou 5.067 hectares, o que representa cerca de 0,8% do seu total territorial (Tabela 01) (Fig.14). Já para o setor Entorno da BTS, esta unidade ocupa cerca de 46 km^2 ou cerca de 4.611 hectares, o que representa um total de 1,2% de sua área (Tabela 02) (Fig. 15).

5.10 – ZONAS ÚMIDAS

As zonas úmidas constituem ambientes de transição, entre as áreas terrestres e aquáticas, nas quais aflora o lençol freático ou o solo é saturado de água, com acúmulo de material orgânico de origem vegetal. Segundo o texto original da Convenção de Ramsar de 1971, as zonas úmidas são “áreas de pântano, charco, turfa ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água

estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa" (Ramsar 1971).

Na área de estudo são encontradas as seguintes categorias de zonas úmidas: (i) Brejo, (ii) Pântano, (iii) Manguezal e (iv) Apicum (Anexos 1 e 2). (Figs. 12 e 13).

5.10.1 – Brejo

Esta unidade ocupa as áreas deprimidas da zona costeira, sazonalmente alagadas de acordo com as variações no nível dos corpos d'água adjacentes e ao volume de exudação das águas subterrâneas dos aquíferos do Quaternário (Prancha 3D e 3E). Normalmente esta unidade apresenta depósitos constituídos por sedimentos finos, compostos por argilas e material vegetal de origem autóctone e alóctone (CPRM 1982), por vezes, com camadas de turfa com espessuras decimétricas (Dominguez et al. 1992).

Nos dois setores da área de estudo, está presente nas áreas baixas que separam as diferentes unidades arenosas (depósitos de leques aluviais pleistocênicos e terraços marinhos pleistocênico e holocênico, em algumas das bacias de deflação, associadas às dunas do tipo *blow-out*) assim como, margeando os rios mais expressivos da região: Jequiriçá, Jaguaripe, Paraguaçu, Subaé, Joanes, Jacuípe, Sauípe, Subaúma, Inhambupe, Itariri, Itapicuru e Real (Anexos 1 e 2) (Figs. 12 e 13).

No setor Litoral Norte da área de estudo, a área ocupada por esta unidade é de cerca de 183 km^2 ou 18.336 hectares, o que representa 2,8% de seu território (Tabela 01) (Fig.14). No Entorno da BTS, esta unidade ocupa cerca de 29 km^2, ou cerca de 2.888 hectares, representando assim uma área bem menor, com cerca de 0,8% da área total (Tabela 02) (Fig. 15).

5.10.2 – Pântano

Os ambientes de Pântanos são zonas úmidas caracterizadas por apresentar uma vegetação de maior porte (arbóreo-arbustiva) e por estarem localizados em áreas um pouco mais interiorizadas que as unidades de Brejo (Anexos 1 e 2) (Figs. 12 e 13). Esta unidade é normalmente constituída de sedimentos argilosos de origem fluvial e por matéria vegetal de origens autóctone e alóctone, que podem vir a constituir turfeiras quando em estágio adiantado de evolução (CPRM 1982; Dominguez 1992).

Considerando-se os dois setores da área de estudo, geralmente esta unidade está presente em pequenos trechos interioranos de alguns vales entalhados na Formação Barreiras. Nota-se também sua presença em áreas mais interiorizadas do que as de ocorrência da unidade de Brejos, assim como em zonas rebaixadas pela erosão nas unidades de Terraços Marinhos Pleistocênicos e Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos (Anexos 1 e 2) (Figs. 12 e 13).

Vale salientar que, na zona costeira do município de Conde, no setor Litoral Norte, há uma ocorrência expressiva desta unidade que ocupa uma grande área semicircular, localizada na porção central da planície aluvial do rio Itapicuru (Prancha 3F) (Fig.12) (Anexo 1). Esta área em especial é considerada como uma zona em processo de evolução de um antigo ambiente estuarino de Manguezal para, um ambiente dulcícola, um pântano ou mata paludosa de água doce, como evidenciam as informações referentes aos estudos e datações realizadas no sítio arqueológico do Sambaqui *Ilha das Ostras*, encontrado em sua cercania (Nogueira et al. 2005; Nogueira 2006).

Em termos de abrangência espacial esta unidade ocupa no setor Litoral Norte, um total de aproximadamente 8,8 km^2 ou 878 hectares, o que vem a representar apenas cerca de 0,1% de seu território (Tabela 01) (Fig.14). No setor Entorno da BTS, esta unidade ocupa 9,4 km^2 ou cerca de 942 hectares, representando assim aproximadamente 0,2% deste setor (Tabela 02) (Fig. 15).

A

B

C

D

E

F

Prancha 3 – **A -** Ao fundo, Duna Frontal (cordão-duna), entre as localidades de Sitio do Conde e Barra do Itariri – setor LN; **B -** Em destaque, visão aérea da Bacia de Deflação em terraço Marinho Pleistocênico no Litoral Norte (Dominguez – Sobrevoo de 2005); **C -** Aspecto do Terraço Marinho Holocênico, próximo à localidade de Baixio –setor LN; **D -** Zona úmida do tipo Brejo, localizada entre os depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos e os Terraços Marinhos Pleistocênicos (ao fundo) no caminho para a localidade de Costa Azul- setor LN; **E -** Zona Úmida tipo - Brejo, localizada no baixo curso do Rio Itapicuru (Próximo a Localidade de Sítio do Conde – setor LN); **F -** Aspecto da Zona Úmida do tipo –Pântano, encontrada nas proximidades da localidade de Cobó (município de Conde-setor LN), com vegetação classificada como de Mata Paludosa segundo Nogueira (2006).

5.10.3 – Manguezal

Os manguezais são ecossistemas de transição entre os ambientes terrestre e marinho que apresentam um substrato constituído por sedimentos, predominantemente argilosiltosos, ricos em matéria orgânica (Dominguez & Bittencourt 2012), depositados em ambiente estuarino, nas áreas deltáicas ou próximas a desembocadura dos vales fluviais afogados, onde existe uma grande influência das marés. Nesta unidade há uma predominância de sedimentos do tipo argilas escuras, com presença secundária de areias e silte de origem fluvial ou marinha (CPRM 1982).

Na planície costeira da área de estudo os manguezais são encontrados nos estuários de quase todos os canais fluviais, no setor Entorno da BTS e nos estuários dos rios Joanes, Jacuípe, Pojuca, Sauípe, Subaúma, Inhambupe, Itariri e Itapicuru, no setor Litoral Norte (Anexos 1 e 2) (Figs. 12 e 13) (Prancha 4A e 4B).

A área ocupada por esta unidade no setor Entorno da BTS é de cerca de 174 km^2 ou 17.384 hectares, representando cerca de 4,6% do território deste setor (Tabela 02) (Fig. 15). No setor Litoral Norte, esta unidade ocupa cerca de 60 km^2 ou 6.024 hectares, representando 0,9% de sua área (Tabela 01) (Fig.14).

5.10.4 – Apicum

Segundo Hadlich & Ucha (2009), os apicuns são "...áreas planas de elevada salinidade ou acidez, localizadas na região de supra-maré e desprovidas de vegetação ou com vegetação rasa...", associada aos manguezais (o que as difere de outros ambientes hipersalinos), sendo encontrados nas regiões litorâneas intertropicais em todo o mundo (Lebigre 2014). Já segundo Prost (2001) apud Hadlich & Ucha (2009), os Apicuns corresponderiam a "áreas arenosas, ensolaradas, normalmente ocorrentes na porção mais interna do manguezal, na zona de interface médio-supralitoral, com seu limite definido pelo nível médio alcançado pelas preamares equinociais". A sua distribuição é considerada irregular, não ocorrendo necessariamente em todas as áreas onde ocorrem manguezais (Hadlich & Ucha 2009).

Os Apicuns encontrados e mapeados na área de estudo localizam-se principalmente no setor Entorno da BTS. No setor Litoral Norte sua ocorrência é bem mais restrita (Prancha 4C). Suas ocorrências identificadas e mapeadas no setor Entorno da BTS foram: (i) nas cercanias das localidades de Saubara; (ii) Acupe; (iii) São Francisco do Conde; (iv) Madre de Deus; (v) Mataripe; (vi) Conceição de Salinas; (vii) na contra costa das ilhas de Maré, dos Frades e Itaparica e (viii) nas cercanias da Baía de Iguape (Prancha 4D) (Fig.13) (Anexo 2).

A área ocupada por esta unidade no setor Entorno da BTS é de 16km^2, ou cerca de 1.554 hectares, representando 0,4% da área total deste setor (Tabela 2) (Fig. 15). No setor Litoral Norte esta unidade está restrita a pequenas áreas circundando os manguezais encontrados nos estuários dos rios Sauípe, Subaúma, Inhambupe, Itariri e, Real, totalizando cerca de 0,9 km^2, ou cerca de 86 hectares, o que representa apenas 0,01% de seu território (Tabela 1) (Fig. 14).

5.11 – DEPÓSITOS DE DELTA DE CABECEIRA DE ESTUÁRIO

Esta unidade é encontrada apenas no setor Litoral Norte. Corresponde aos deltas construídos pelos rios Sumaúma, Inhambupe e Itapicuru no interior dos paleoestuários dominados por ondas formados nesta região durante o máximo da Última Transgressão (Anexo 1) (Fig. 12). A construção desta feição sedimentar ocorreu após a instalação do sistema lagunar-estuarino, durante a Última Transgressão (Bittencourt et al. 1978 e 1979 e Dominguez et al. 1981,1996 e 1999)[1]. Esta unidade é constituída por sedimentos lamosos de prodelta recobertos por depósitos arenosiltosos de canais abandonados e de diques marginais (Dominguez et al.1999).

O conjunto dos depósitos de delta de cabeceira de estuário, encontrados nos vales dos rios Itapicuru, Inhambupe e Subaúma, abrangem uma área em

[1] Apesar destes autores terem adotado a terminologia **laguna/ilha barreira** para designar os baixos cursos fluviais afogados, protegidos por ilha barreira, em situação de elevação do nível do mar, neste trabalho utilizou-se, em substituição, o termo **estuário dominado por onda**, conforme a classificação de Dalrymple *et al*. (1992). Optou-se por esta substituição porque o termo **laguna** é utilizado para designar ambientes protegidos por ilha barreira (com ou sem influência fluvial), enquanto o termo **estuário** é empregado apenas em ambientes com influência fluvial, portanto, o mais apropriado à área de estudo.

superfície de 31 km^2 ou 3.109 hectares, o que representa cerca de 0,5% da área total do setor Litoral Norte (Tabela 01) (Fig.14). Deste total, a maior parte encontra-se na planície fluvial do Rio Itapicuru (Prancha 4E e 4F) (Fig. 12) (Anexo 1).

5.12– DEPÓSITOS DE CANAIS ABANDONADOS E DIQUES MARGINAIS

Estes depósitos têm sua origem ligada a ação de erosão, transporte e deposição realizada pelos principais rios que deságuam na planície costeira da área de estudo. São constituídos por sedimentos areno-argilosos de diques marginais, barras de meandros e canais abandonados (Dominguez & Bittencourt 2012).

Os trechos onde estes depósitos estão melhor representados são as planícies aluviais do baixo curso dos rios Subaúma, Inhambupe e Itapicuru (setor dos municípios do Litoral Norte). Contudo, o único trecho mapeado no presente estudo foi o da planície aluvial rio Itapicuru (Prancha 4F), onde esta unidade apresenta uma maior expressividade espacial. Assim esta unidade está “restrita” apenas ao setor Litoral Norte (Anexo 1), onde ocupa cerca de 2,6 km^2 ou 264 hectares, representando apenas 0,04% da área deste setor (Tabela 01) (Fig. 14).

5.13 – DEPÓSITOS FLUVIAIS INDIFERENCIADOS

Esta unidade é caracterizada por depósitos arenosos e areno-argilosos fluviais que ocorrem no fundo dos vales escavados nas unidades do Pré-Cambriano (Embasamento Cristalino), Depósitos Continentais Jurocretássicos, Formação Barreiras e nos Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos, em sua maior parte localizados na porção mais interior ao limite atingido pelo máximo da Penúltima Transgressão (Anexos 1 e 2) (Figs. 12 e 13). Sua não diferenciação resulta do fato de ainda não se saber com precisão quais as suas idades no Quaternário (Martin et al. 1980).

Em termos de abrangência espacial esta unidade ocupa no setor Litoral Norte um total de aproximadamente 301 km^2 ou cerca de 30.087 hectares, representando uma porção considerável do território, cerca de 4,7% (Tabela 01)

(Fig.14). No setor Entorno da BTS, esta unidade ocupa uma área de 115 km^2, ou 11.483 hectares, cerca de 3% da área deste setor (Tabela 02) (Fig. 15).

5.14 – DEPÓSITOS LITORÂNEOS ATUAIS

De acordo a Lei 7.661/88 de 16/05/1988, que instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, em seu Artigo 10, Parágrafo 3º, as Praias (Depósitos Litorâneos Atuais), representam "...a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos até o limite onde se inicia a vegetação natural, ou, em sua ausência, onde começa outro ecossistema".

Esta unidade integra os chamados pontais arenosos e o prisma de praia ativo (face de praia atual). Apresenta-se estreita em quase toda a área do setor do litoral Norte da área de estudo (Prancha 5A), com exceção do trecho próximo à localidade de Mangue Seco, onde as praias são dissipativas. No setor Entorno da BTS sua largura é bastante variável (Prancha 5B). Esta unidade é constituída normalmente por areias quartzosas com teores variados de biodetritos (Anexos 1 e 2).

No setor Litoral Norte, estes depósitos ocupam uma área total de 10 km^2 ou 1.043 hectares, representando apenas 0,2% do seu território (Tabela 01) (Fig. 14). No setor Entorno da BTS, esta unidade ocupa 6,7 km^2, ou cerca de 670 hectares, o que representa também 0,2% da área total do setor (Tabela 02) (Fig.15).

5.15 – RECIFES DE CORAIS

Esta unidade é constituída por estruturas rígidas, resistentes à ação mecânica das correntes e das ondas, construídas por organismos marinhos que possuem esqueleto calcário, dos quais se destacam os corais pétreos (Dominguez & Bittencourt 2012). Tais estruturas teriam se desenvolvido a partir de 7.770 anos cal AP, quando a plataforma continental já se encontrava inundada pela elevação mais recente do nível do mar. Neste período, estes organismos teriam se fixado sobre os substratos rígidos disponíveis como: (i) terraços de abrasão das rochas mezozóicas, (ii) altos do embasamento, (iii) arenitos de praia, (iv)

níveis lateríticos da Formação Barreiras e até, segundo Leão et al. (2003), sobre remanescentes de recifes pleistocênicos (Dominguez & Bittencourt 2012).

Na área de estudo foram mapeadas apenas as formações recifais, conhecidas como recifes costeiros, "...que ocorrem próximos à linha de costa ou na face litorânea (plataforma continental interna/média)..." (Dominguez & Bittencourt 2012), mais facilmente visíveis nas imagens de satélite e fotografias aéreas. Estas bioestruturas podem ser subdivididas, segundo Kikuchi (2000) e Leão et al. (2003) em: (i) Bancos Recifais Adjacentes à Costa, que em alguns locais encontram-se parcialmente soterrados pela progradação da linha de costa nos últimos 5.700 anos (como no caso do banco recifal presente na localidade de Praia do Forte – setor Litoral Norte) (Prancha 5C) e (ii) Recifes Franjantes, que bordejam a costa de algumas ilhas no interior da BTS, onde podem se estender ao longo da linha de costa por muitos quilômetros, a exemplo da Ilha de Itaparica – setor Entorno da BTS (Prancha 5D) (Figs. 12 e 13) (Anexos 1 e 2). Algumas destas estruturas ficam parcialmente expostas durante a baixa-mar (Kikuchi 2000; Leão et al. 2003; Dominguez & Bittencourt 2012).

Cabe ressaltar, que existem outras construções recifais, não aflorantes, nos setores Litoral Norte e Entorno da BTS. No caso da BTS existem os chamados "recifes do interior da baía" (Cruz et al. 2009), localizados nas proximidades do complexo industrial de Aratú e de Salvador (mais precisamente nas cercanias das ilhas de Maré e dos Frades). Estes e, os do Litoral Norte, já foram classificados e estudados por vários pesquisadores, dentre eles: Kikuchi (2000); Leão et al. (2003); Dutra et al. (2008); Cruz (2008) e Cruz et al. (2009), e que, para o presente estudo não foram considerados nos mapeamentos.

Com relação a área ocupada por estas feições, no setor Litoral Norte, esta unidade (somadas as áreas mapeadas dos recifes aflorantes e "não aflorantes" na baixa mar) ocupa cerca de 3,3 km^2, ou cerca de 0,05% da área total do setor (Tabela 01) (Fig. 14). E no setor Entorno da BTS, estas feições, (somadas as áreas dos recifes aflorantes e não aflorantes na baixa mar) ocupam cerca de 11 km^2, ou apenas 0,3% da área total do setor (Tabela 02) (Fig. 15).

5.16 – ARENITOS DE PRAIA

Os Arenitos de Praia, também conhecidos como Rochas de Praia ou *Beach-Rocks*, são corpos rochosos tabulares estratificados, constituídos por areias quartzosas e fragmentos de conchas bastante resistentes, cimentados por carbonato de cálcio (Dominguez & Bittencourt 2012). Localizam-se principalmente na zona intermarés, funcionando como uma barreira natural que protege a linha de costa contra a ação das ondas e tempestades (Dominguez *et al* 1996 e 1999). A sua presença, junto à face de praia, é indício de que a linha de costa experimentou ou encontra-se em processo de erosão, pois o mesmo foi cimentado no interior do prisma praial, provavelmente na área de mistura de águas subterrâneas marinhas e continentais (Dominguez et al 1996 e 1999; Vieira & Ros 2006; Vousdoukas & Velegrakis 2006; Vousdoukas et al. 2007).

Muitos destes arenitos são testemunhos de antigas posições ocupadas pelo nível do mar durante o Holoceno, a exemplo daqueles presentes nas localidades Jauá e Arembepe, no setor Litoral Norte (Anexo 1) (Flexor & Martin 1979; Martin et al. 2003; Dominguez & Bittencourt 2012).

No setor Litoral Norte os exemplos mais significativos destas unidades são encontrados entre as localidades de Jauá e Arembepe (Prancha 5E) e, entre as localidades de Sítio do Conde e Poças (Prancha 5F) (Anexo 1), apresentando-se muito fraturados, com presença de grandes blocos revirados e deslocados, pela ação das fortes ondas de tempestade (Esquivel 2006).

Devido a restrições impostas pela escala adotada neste trabalho, o que praticamente impediria a sua exibição nos Mapas Geológico- Geomorfológicos, esta unidade foi mapeada apenas nos trechos onde é mais facilmente visível (por apresentar uma maior largura e extensão longitudinal, em relação à linha de costa) (Anexo 1). A área mapeada desta unidade é de cerca de 0,9 km^2 ou apenas 0,01% do setor Litoral Norte (Tabela 01) (Fig.14). No setor Entorno da BTS não foram mapeados representantes desta unidade.

A

B

C

D

E

F

Prancha 4 – **A -** Aspecto de Zona Úmida do tipo – Manguezal nas proximidades de Poças – setor LN; **B -** Manguezais encontrados dentro da Baía de Iguape – setor BTS (Dominguez – Sobrevoo de 2008); **C -** Pequena área de Apicum localizado nas proximidades de Barra do Itariri.- setor LN; **D -** Vista aérea de Apicum (em destaque) em contato com Manguezais no setor Entorno da BTS (Dominguez- Sobrevoo de 2008**)**; **E -** Ao fundo, os depósitos de delta de cabeceira de estuário do rio Itapicuru (área com vegetação de porte herbáceo); **F -** Depósitos de delta de cabeceira de estuário (detalhe para meandro abandonado, preenchido por águas pluviais), no caminho entre Conde e Sítio do Conde – setor LN.

A

B

C

D

E

F

Prancha 5 – **A -** Exemplo de Depósitos Litorâneos Atuais: face de praia arenosa com presença de escarpa de erosão (trecho entre Barra do Itariri e Sítio do Conde – setor LN) ; **B -** Visão aérea do largo Pontal Arenoso, encontrado na localidade de Cacha-Pregos - Ilha de Itaparica/ setor Entorno da BTS (Dominguez- Sobrevoo de 2004); **C -** Visão aérea dos Recifes de Corais na região de Praia do Forte – setor LN (Dominguez – Sobrevoo de 2005); **D –**Recifes de Corais do tipo franjante, com topo aflorante – Ilha de Itaparica – setor Entorno da BTS (Dominguez – Sobrevoo de 2008); **E -** Vista aérea dos bancos de Arenito de Praia na região de Arembepe – LN (Dominguez - Sobrevoo de 2005); **F -** Afloramento de Arenito de Praia no trecho de linha de costa entre as localidades de Sitio do Conde e Poças – setor LN.

UNIDADES GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICAS	ÁREA (Km^2)	ÁREA (ha)	ÁREA (%) EM RELAÇÃO AO SETOR LITORAL NORTE
Formação Barreiras (Tabuleiros Costeiros)	4.296	429.643	67
Bacias Sedimentares do Recôncavo-Tucano	964	96.402	15
Depósitos Fluviais Indiferenciados	301	30.087	4,7
Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos	218	21.801	3,4
Embasamento Cristalino	187	18.740	2,9
Zonas Úmidas tipo - Brejo	183	18.336	2,8
Zonas Úmidas tipo - Manguezal	60	6.024	0,9
Terraços Marinhos Holocênicos	51	5.067	0,8
Terraços Marinhos Pleistocênicos	32	3.238	0,5
Depósitos de Delta de Cabeceira de Estuário	31	3.109	0,5
Depósitos Eólicos Antigos	27	2.710	0,4
Dunas do tipo Blow-out Pleistocênicas	20	2.042	0,3
Dunas Pleistocênicas Antigas	16	1.595	0,2
Dunas do tipo Blow-out Holocênicos	14	1.409	0,2
Depósitos Litorâneos Atuais	10	1.043	0,2
Zonas Úmidas tipo - Pântano	8,8	878	0,1
Dunas do tipo Frontal Cordão-duna)	8,5	847	0,1
Bacia de Deflação Sobre os Terraços Marinhos Pleistocênicos	4,5	454	0,07
Recifes de Corais	3,3	333	0,05
Depósitos de Canais Abandonados e Diques Marginais	2,6	264	0,04
Arenitos de Praia	0,9	93	0,01
Zonas Úmidas tipo - Apicum	0,9	86	0,01
Área total do setor Litoral Norte	**6.442,02**	**644.202,20**	**100,00**

Tabela 01 - Áreas ocupadas pelas unidades geológico-geomorfológicas para o setor Litoral Norte.

UNIDADES GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICAS	ÁREA (Km^2)	ÁREA (ha)	ÁREA (%) EM RELAÇÃO AO SETOR ENTORNO DA BTS
Bacias Sedimentares do Recôncavo-Tucano	1.710	171.005	45
Embasamento Cristalino	1.120	111.961	30
Formação Barreiras (Tabuleiros Costeiros)	400	40.006	11
Zonas Úmidas tipo - Manguezal	174	17.384	4,6
Depósitos Fluviais Indiferenciados	115	11.483	3,0
Depósitos de Leques Aluviais Pleistocênicos	75	7.496	2,0
Terraços Marinhos Pleistocênicos	47	4.658	1,2
Terraços Marinhos Holocênicos	46	4.611	1,2
Zonas Úmidas tipo - Brejo	29	2.888	0,8
Zonas Úmidas tipo - Apicum	16	1.554	0,4
Recifes de Corais	11	1.065	0,3
Zonas Úmidas tipo - Pântano	9,4	942	0,2
Depósitos Litorâneos Atuais	6,7	670	0,2
Dunas do tipo Blow-out Pleistocênicas	5,7	567	0,2
Depósitos Eólicos Antigos	5,4	535	0,1
Área total do setor Entorno da BTS	**3.768,27**	**376.826,64**	**100,00**

Tabela 02 - Áreas ocupadas pelas unidades geológico-geomorfológicas para o setor Entorno da Baía de Todos os Santos (BTS).

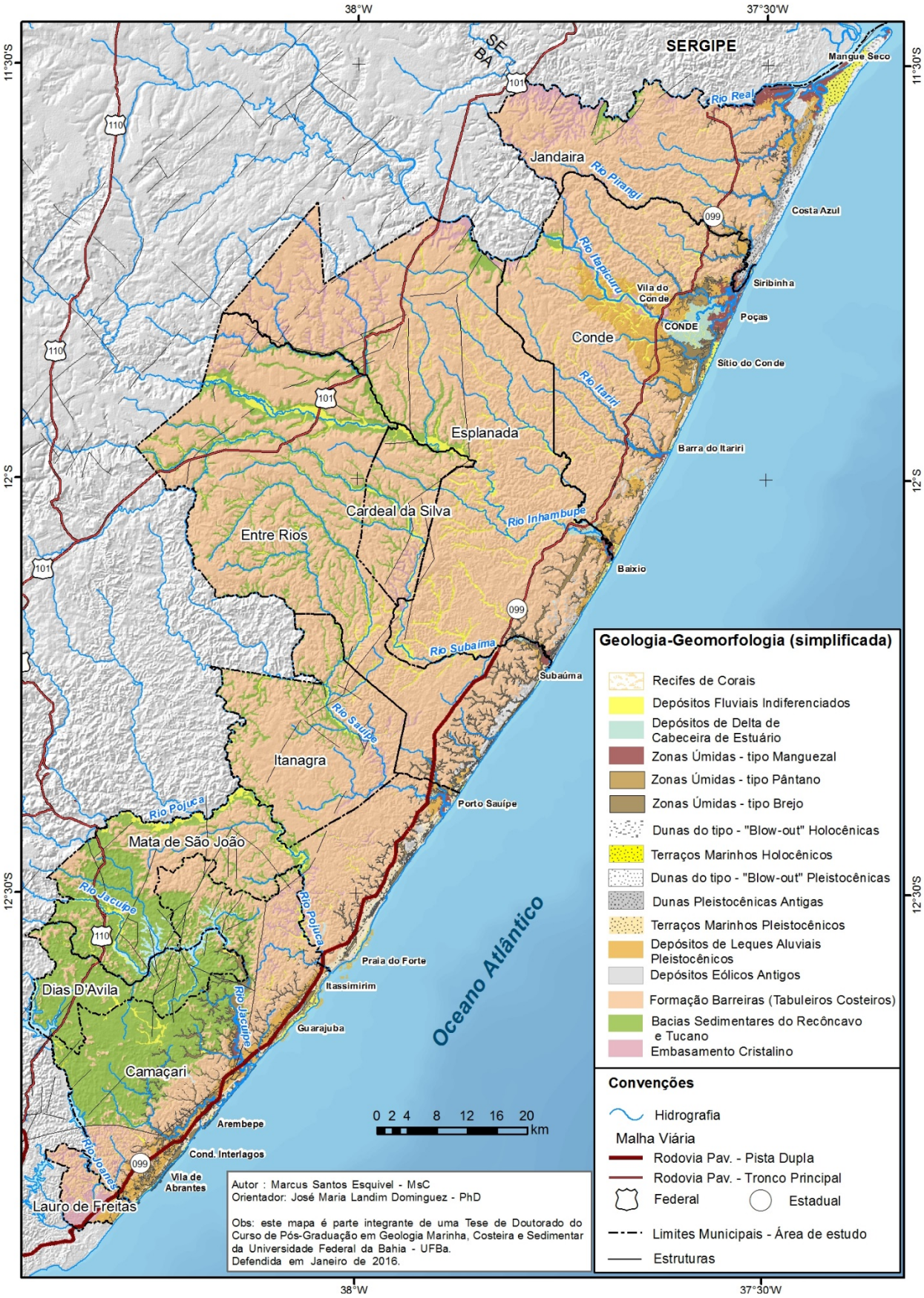


Figura 12 - Mapa (simplificado) da Geologia-Geomorfologia dos municípios do setor Litoral Norte, produzido a partir do mapeamento e atualização de mapeamentos pretéritos de Martin te al. (1980), Barbosa & Dominguez (1996) e Dominguez et al. (2012). Algumas unidades do Quaternário não puderam ser representadas nesta figura por dificuldades impostas pela sua pequena escala.

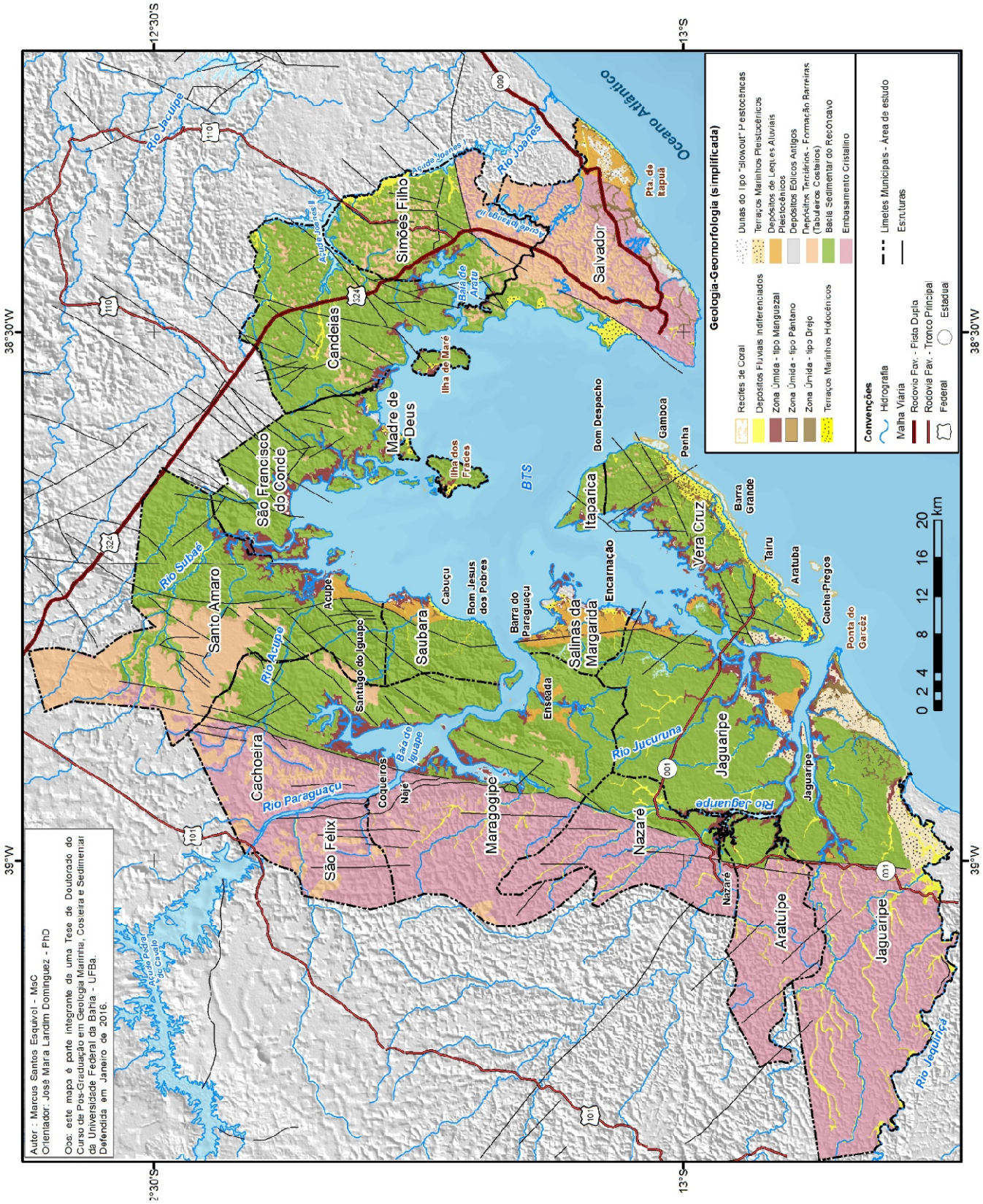


Figura 13 - Mapa (simplificado) da Geologia-Geomorfologia dos municípios do setor Entorno da Baía de Todos os Santos (BTS), produzido a partir do mapeamento, e atualização de mapeamentos pretéritos de Martin te al. (1980), Barbosa & Dominguez (1996) e Dominguez et al. (2012). Algumas unidades do Quaternário não puderam ser representadas nesta figura por dificuldades impostas pela sua pequena escala.

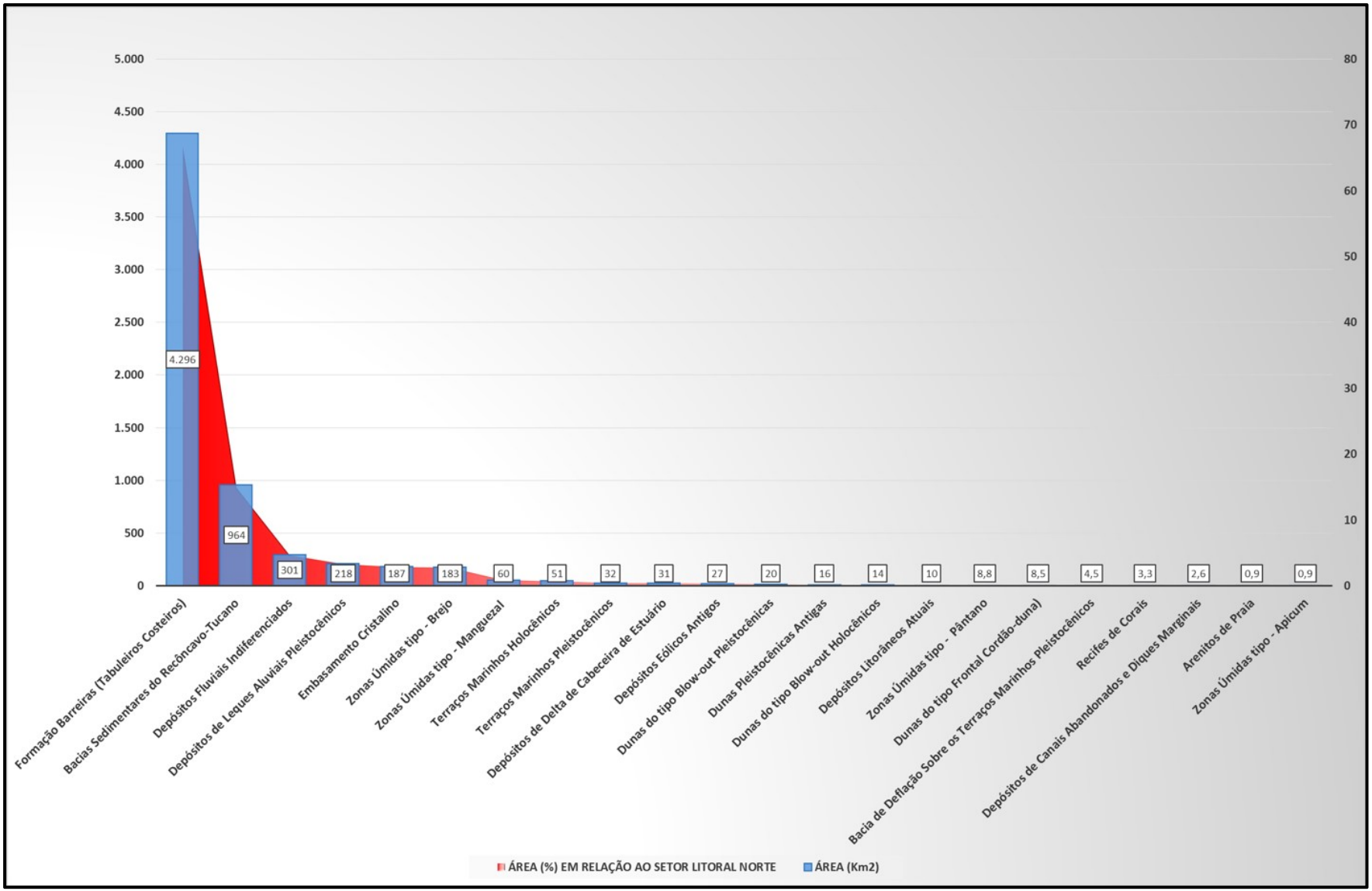


Figura 14 - Áreas ocupadas pelas unidades geológico-geomorfológicas, no setor Litoral Norte.

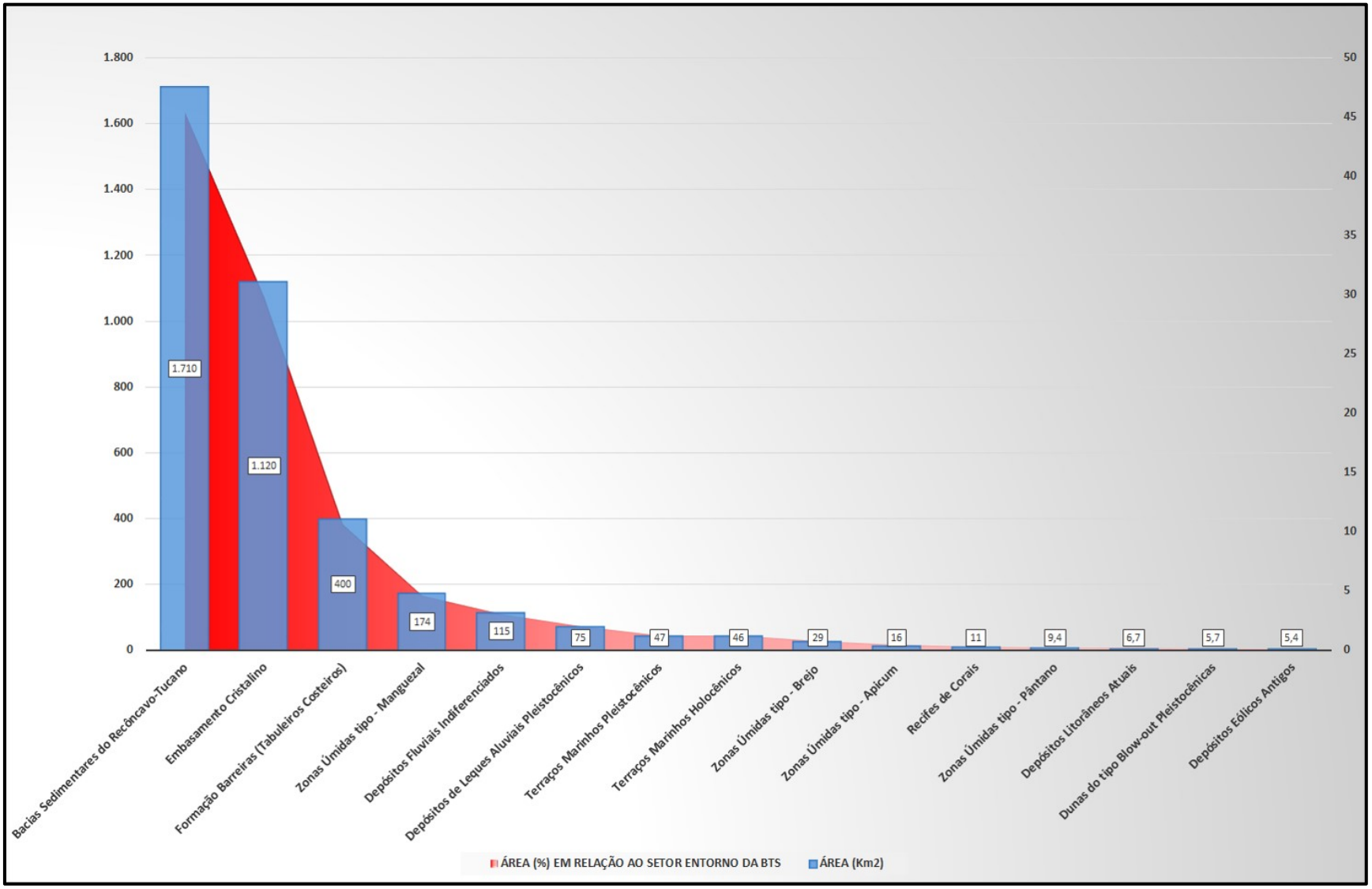


Figura 15 - Áreas ocupadas pelas unidades geológico-geomorfológicas, no setor Entorno da Baía de Todos os Santos (BTS).

RESTRIÇÕES AMBIENTAIS DE CARÁTER LEGAL E DE RISCO GEOLÓGICO, APLICÁVEIS À ÁREA DE ESTUDO

A planície quaternária da área de estudo, encontra-se com boa parte de seu território inserido em APAs (Áreas de Proteção Ambiental). No setor Litoral Norte, encontram-se: (1) APA do Litoral Norte do Estado da Bahia (Decreto Estadual nº 1.046 de 17/03/1992), a qual foi concebida para mitigar os impactos negativos decorrentes do PRODETUR (Programa de Desenvolvimento do Turismo do Estado da Bahia) e da construção da Linha Verde (BA-099) (Dominguez et al. 1996), (2) APA Joanes Ipitanga (Decreto Estadual nº 7.596 de 05/06/1999), (3) APA Rio Capivara (Decreto Estadual nº 2.219 de 14/06/1993) (4) APA Lagoas de Guarajuba (Resolução do CEPRAM - Estadual nº 387 de 27/02/1991) e (5) APA Mangue Seco (Decreto Estadual nº 605 de 06/11/1991), que de forma geral possuem o objetivo primaz da preservação de ambientes como Mata Atlântica, Lagoas, Brejos, Dunas e Restingas, em conformidade legal com o desenvolvimento sustentável.

Já quanto ao setor Entrono da BTS, encontram-se as seguintes APAs: (1) APA Baía de Todos os Santos (Decreto Estadual nº 7.595 de 05/06/1999), que abrange quase a totalidade das ilhas que se encontram na BTS (Inclusive as Ilhas de Itaparica, Dos Frades e De Maré), (2) APA Joanes Ipitanga (Decreto Estadual nº 7.596 de 05/06/1999), (3) APA Bacia do Cobre São Bartolomeu (Decreto Estadual nº 7.970 de 05/06/2001) e (4) APA Lagoas e Dunas do Abaeté (Decreto Estadual nº 351 de 22/09/1987). Tais unidades foram também criadas com o intuito de se promover a preservação ambiental de ambientes de alta relevância ecológica como os Manguezais, a Mata Atlântica e as Lagoas e Dunas associadas.

Em princípio, toda e qualquer atividade de caráter antrópico a ser desenvolvida na zona costeira pode afetar de modo drástico a qualidade ambiental da mesma, pois os diferentes processos atuantes nestes ambientes apresentam um equilíbrio delicado (Dominguez et al.1999). As zonas costeiras de uma forma geral, possuem inúmeras peculiaridades que lhes são intrínsecas, como a sua diversidade de recursos naturais e de ambientes de alta relevância

ecológica e fragilidade e, ao mesmo tempo, um elevado potencial para atividades econômicas, tais como: (i) o turismo, (ii) veraneio, (iii) construção civil, (iv) pesca, (v) maricultura, (vi) atividades portuárias, dentre outros, as mesmas têm sido o cenário para uma série de conflitos e tensões relacionadas ao uso de suas terras. Tal situação requer estratégias mais específicas para uma gestão adequada, baseada não só em instrumentos legais do Direito Ambiental voltados para o gerenciamento costeiro integrado, como também uma base de dados e informações científicas dos seus ambientes, em escala geográfica adequada, visando assim fornecer os subsídios adequados para a tomada de decisões das autoridades competentes no que tange ao seu desenvolvimento sustentável.

Portanto, é de suma importância que as unidades geológico-geomorfológicas e suas restrições ambientais estejam mapeados em detalhe, de forma a oferecer uma base científica confiável para que se possa aplicar eficazmente o gerenciamento ambiental.

Para a realização do mapeamento das restrições ambientais para a área de estudo foi necessária a utilização de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) com informações não só das unidades geológico-geomorfológicas mapeadas, como também dos dados de hidrografia, localização e limites de áreas urbanizadas, curvas de nível, limites das APAs, linha de costa, modelo numérico do terreno e declividade do terreno.

Neste trabalho as restrições ambientais referentes à área de estudo foram separadas em duas categorias: (1) relacionadas à legislação ambiental e (2) relacionadas aos riscos geológicos.

6.1 – RESTRIÇÕES RELACIONADAS À LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

(I) Constituição Federal de 1988:

Em seu artigo de nº 225, é declarado que "Todos tem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de

vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações". Adicionalmente, em seu parágrafo 1º, Incisos I, III e VII, é dito que é dever do poder público: (i) "preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e promover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas"; (ii) "definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidos somente através de lei..." e (iii) "proteger a fauna e a flora, vedadas na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade".

Também é declarado em seu Artigo 225, parágrafo 4º que a Zona Costeira é "patrimônio nacional" e "sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais". Tal situação implica em dizer que o gerenciamento do litoral é de interesse de toda a coletividade nacional, pois este é considerado como "patrimônio nacional".

(II) Constituição do Estado da Bahia, de 1989:

No Artigo de nº 214, Inciso IX é declarado que é obrigação do Estado e Municípios "garantir o livre acesso às praias, proibindo-se qualquer construção particular, inclusive muros, em faixa de, no mínimo, sessenta metros, contados a partir da linha de preamar máxima". Já no Artigo de nº 215 (Incisos I, II, IV, V, X e XIII) é declarado que são consideradas áreas de preservação permanente (APP), de acordo como definidas em lei, os: (i) "manguezais", (ii) "as áreas estuarinas", (iii) "as dunas e restingas", (iv) "os lagos, lagoas...", (v) "as áreas de valor paisagístico" e (vi) "as encostas sujeitas à erosão e deslizamento".

No Artigo de nº 216 é declarado que a Zona Costeira é considerada "patrimônio estadual, e sua utilização far-se-á na forma da lei, dentro de condições que assegurem o manejo adequado do meio ambiente, inclusive quanto ao uso de seus recursos naturais, históricos e culturais: ...V – a Zona Costeira, em especial a orla marítima das áreas urbanas, incluindo a faixa Jardim de Alá/ Mangue Seco..."

(III) Lei Federal de nº 12.651 de 25/05/2012 (Substituiu a Lei 4.771 de 15/09/1965):

Também chamada de Novo Código Florestal, a lei Federal 12.651/2012 dispõe em seu Artigo 3º, Parágrafo II, que uma APP (Área de Preservação Permanente) é uma "...área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;..."

Ainda de acordo com a Lei 12.651, em seu Artigo 4º "...considera-se Área de Preservação Permanente em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I – as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de **10** (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de **10** (dez) a **50** (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de **50** (cinquenta) a **200** (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de **200** (duzentos) a **600** (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a **600** (seiscentos) metros:"

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento, observado o disposto nos parágrafos 1º e 2º;

...

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;...”

Neste mesmo artigo, os parágrafos 1º e 2º esclarecem que:

“...§ 1º Não se aplica o previsto no inciso III nos casos em que os reservatórios artificiais de água não decorram de barramento ou represamento de cursos d'água.#

#

§ 2º No entorno dos reservatórios artificiais situados em áreas rurais com até 20 (vinte) hectares de superfície, a área de preservação permanente terá, no mínimo, 15 (quinze) metros...”

O Artigo 6º desta mesma lei estabelece também que: “Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando declaradas de interesse social por ato do Chefe do Poder Executivo, as áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a uma ou mais das seguintes finalidades:...**II)** proteger as restingas ou veredas;...”

Contudo, vale ressaltar que o Artigo 8º, em seus parágrafos 1º e 2, estabelece que:

“...§ 1º A supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, **dunas e restingas** somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública.

§ 2º A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente de que tratam os incisos **VI** e **VII** do caput do art. 4º poderá ser autorizada, excepcionalmente, em locais onde a função ecológica do manguezal esteja comprometida, para execução de obras habitacionais e de urbanização, inseridas em projetos de regularização fundiária de interesse social, em áreas urbanas consolidadas ocupadas por população de baixa renda...”

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) constituem-se em espaços territoriais que, por terem funções essenciais à proteção de ecossistemas, especificamente da água e do solo, têm as mais rígidas normas de preservação ambiental, nos quais a intervenção humana e as atividades econômicas devem ser mínimas.

(IV) Lei Federal de nº 7.661 de 16/05/1988:

Esta lei institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Em seu Artigo 3º discorre que este plano deve “prever o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira e dar prioridade à conservação e proteção, dentre outros, dos seguintes bens:...**I** –

recursos naturais, renováveis e não renováveis; recifes, parcéis e bancos de algas; ilhas costeiras e oceânicas; sistemas fluviais, estuarinos e lagunares, baías e enseadas; praias; promontórios, costões e grutas marinhas; restingas e dunas; florestas litorâneas, manguezais e pradarias submersas;...".

No Artigo 6º desta mesma lei é estabelecido que para o licenciamento de parcelamento e desmembramento do solo, construção, instalação, funcionamento e ampliação de atividades, com alterações das características naturais da zona costeira, o órgão competente solicitará ao responsável pela atividade a elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental e um Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA-RIMA), devidamente aprovado, na forma da lei.

Em seu Artigo 10º é abordado ainda que "...as Praias são bens públicos de uso comum do povo, sendo assegurado, sempre, livre e franco acesso a elas e ao mar, em qualquer direção e sentido, ressalvados os trechos considerados de interesse de segurança nacional ou incluídos em áreas protegidas por legislação específica".

(V) Lei Federal de nº 7.803 de 15/07/1989:

Esta Lei dá uma nova redação ao Artigo 2º, em sua alínea "a" (Itens 1 a 4), do antigo Código Florestal (Lei Federal 4.771 de 1965). No novo Código Florestal, Lei 12.651, seria o equivalente ao que se encontra no Artigo 4º (como descrito no item **IV** acima). Apesar das alterações no Código Florestal, esta Lei não foi revogada e, portanto, ainda se encontra em vigor.

(VI) Lei Federal de nº 9.985 de 18/07/2000:

Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), que incluem unidades de conservação federais, nacionais e municipais, de acordo com o que diz a lei.

Em seu Artigo 14º é abordado que faz parte do "...grupo de unidades de usos sustentável:...**I** - Área de Proteção Ambiental", que no Artigo 15º é definida como "uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-

estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais".

Como disposto nesta Lei, as APAs que se inserem na área do presente estudo, são unidades de conservação estaduais incluídas no SNUC.

(VII) Resolução do CONAMA de nº 4 de 31/03/1993;

De acordo com esta Resolução, em seu Artigo 1º, "passam a ser de caráter emergencial, para fins de zoneamento e proteção, todas as áreas de formações nativas de restinga, conforme estabelecidas pelo mapa de vegetação do Brasil, IBGE- 1988, e pelo Projeto RADAM-Brasil".

Ainda de acordo com esta Resolução, em seu Artigo 2º, "as atividades, as obras, os planos e os projetos a serem instalados nas áreas de restinga serão obrigatoriamente objeto de licenciamento ambiental pelo órgão estadual competente".

(VIII) Resolução do CONAMA de nº 303 de 20/03/2002;

Esta resolução dispõe sobre parâmetros, definições e limites das Áreas de Preservação Permanente (tratadas pelas Leis Federais 12.651 e 7.803).

No Artigo 2º, Inciso II, se define uma nascente ou olho d'água como sendo um "local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea", assim como em seu Inciso III se define uma vereda como sendo "espaço brejoso ou encharcado, que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d'água, onde há ocorrência de solos hidromórficos…".

No Artigo 3º desta mesma Resolução, é estabelecido que se constitui APP "a área situada:...**III** – ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:...**b)** cem metros, para os que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até **20** hectares de superfície, cuja faixa marginal será de **50** metros;...**IV** – em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de **50** metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;...**IX** - nas restingas:...**a)** em faixa mínima de **300** metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;...**b)** em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;...**X** – em manguezal, em toda a sua extensão e **XI** – em duna".

(IX) Resolução do CONAMA de nº 341 de 25/09/2003;

Em seu Artigo 2º é disposto que poderão ser declarados de interesse social as atividades ou empreendimentos turísticos sustentáveis para fins de ocupação de dunas originalmente desprovidas de vegetação na Zona Costeira, via procedimento administrativo específico, devidamente aprovado pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente, assim como sendo atendidas as seguintes diretrizes, condições e procedimentos: "...**I** – ter abastecimento regular de água e recolhimento e/ou tratamento e/ou disposição adequada de resíduos; ...**II** – estar compatível com o Plano Diretor do Município, adequado à legislação vigente;...**III** – não comprometer os atributos naturais essenciais da área, notadamente a paisagem, o equilíbrio hídrico e geológico e a biodiversidade;...**IV** – promover benefícios socioeconômicos diretos às populações locais além de não causar impactos negativos às mesmas;...**V** – obter anuência prévia da União ou do Município, quando couber;...**VI** – garantir o livre acesso à praia e aos corpos d'água;...**VII** – haver oitiva prévia das populações humanas potencialmente afetadas em Audiência Pública e;...**VIII** – ter preferencialmente acessos (pavimentos, passeios) com revestimentos que permitam a infiltração das águas pluviais".

O Parágrafo 2º deste mesmo Artigo, aborda que "As dunas desprovidas de vegetação somente poderão ser ocupadas com atividade ou empreendimento turístico sustentável em até vinte por cento de sua extensão, limitada à ocupação a dez por cento do campo de dunas, recobertas ou desprovidas de vegetação".

No Artigo 3º é dito também que as dunas consideradas passíveis de ocupação para estas atividades, deverão estar "...previamente definidas e individualizadas, em escala mínima de 1:10.000, pelo órgão ambiental competente, sendo essas aprovadas pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente. " No entanto, é frisado no parágrafo 1º deste mesmo artigo que, esta identificação e delimitação deverá estar "...fundamentada em estudos técnicos e científicos que comprovem que a ocupação de tais áreas não comprometerá:...I – a recarga e a pressão hidrostática do aquífero dunar nas proximidades de ambientes estuarinos, lacustres, canais de maré e sobre restingas;...II – a quantidade e a qualidade de água disponível para os usos múltiplos da região...;...III – os bancos de areia que atuam como áreas de expansão do ecossistema de manguezal e restinga;...IV – os locais de pouso de aves migratórias e de alimento e refúgio para a fauna estuarina e;...V – a função da duna na estabilização costeira e sua beleza cênica".

E em seu Artigo 4º, é disposto também que tais atividades ou empreendimentos turísticos sustentáveis, mesmo quando declarados de interesse social, e independentemente se sua natureza ou porte, são consideradas como ocorrência de significativo impacto ambiental, "...devendo o órgão ambiental competente exigir, sempre, Estudo Prévio de Impacto Ambiental- EIA e RIMA, aos quais dar-se-á publicidade".

6.1.1 – Quantificação Espacial das Restrições Relacionadas à Legislação Ambiental

De acordo com o que estabelece a legislação ambiental, as áreas legalmente protegidas para a planície quaternária dos dois setores da área de estudo, foram mapeadas e quantificadas em áreas totais (km^2) e percentuais (em relação às áreas totais de cada setor e de suas planícies Quaternárias), utilizando-se as ferramentas de geoprocessamento do SIG.

Cabe aqui frisar que, apesar das **Dunas** com vegetação de restinga serem consideradas **APP** pela legislação (como mencionado anteriormente neste capítulo), estas poderão ser ocupadas por atividades ou empreendimentos turísticos sustentáveis, quando assim declaradas de interesse social, em até **10%** de sua área. Sendo que quando forem originalmente desprovidas de sua vegetação original, sua ocupação poderá ser de no máximo **20%** de sua área, de acordo com as exigências impostas pelo Art. 2º (Parágrafos 1º e 2º) da **Resolução do CONAMA de nº 341, de 25/09/2003**.

Os resultados obtidos nesta quantificação, com referência à cada tipologia ou unidade protegida pela legislação, encontram-se representadas a seguir nas Tabelas (03 e 04) e Figuras (16 e 17), assim como nos Mapas de Restrições Ambientais, apresentados nos Anexos 3 e 4.

ITEM	UNIDADES PROTEGIDAS	BASE LEGAL DE REFERÊNCIA	ÁREA (km^2)	(%) em Relação a Área Total do setor Litoral Norte	(%) em Relação a Área Total da Planície Quaternária do setor Litoral Norte
Área de Preservação Permanente	Faixa marginal de 50 m, no entorno das zonas úmidas	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	158,5	2,5	16,1
	Faixa marginal de 30m, em Lagos e Lagoas Urbanas até 20 Ha.	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	1,0	0,01	0,1
	Faixa marginal de 50m, em Lagos e Lagoas Rurais até 20 Ha.	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	3,2	0,1	0,3
	Faixa marginal de 100m, em Lagos e Lagoas acima de 20 Ha.	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	2,0	0,03	0,2
	Faixa marginal mínima de 30 metros em Barragens e Reservatórios Artificiais (Area Rural)	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	6,9	0,1	0,7
	Faixa marginal de 30 m, em rios com largura inferior a 10 m	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	0,4	0,01	0,04
	Faixa marginal de 50 m, em rios com largura entre 10 e 50 m	Leis Federais 12.651e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	16,1	0,2	1,6
	Faixa marginal de 100 m, em rios com largura entre 50 e 200 m	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	24,3	0,4	2,5
	Faixa marginal de 200 m, em rios com largura entre 200 e 600 m	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	5,9	0,1	0,6
	Faixa marginal de 500 m, em rios com largura acima de 600 m	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	8,0	0,1	0,8
	APP - Manguezal	Leis Federais 12.651 e 7.803, Art. 215 (Constituição/Bahia)	60,2	0,9	6,1
	APP - Duna	Leis Federais 12.651 e 7.803, Art. 215 (Constituição/Bahia), Resolução/CONAMA de nº 303 e Resolução/CONAMA de nº 4	40,4	0,6	4,1
	Área Total das APPs		326,9	5,1	33,2
Faixa de 60 metros	Faixa de 60 m, contada a partir da linha de preamar máxima	Art. 214 (Inciso IX) da Constituição/Bahia	13,9	0,2	1,4
Total de áreas protegidas			340,8	5,3	34,6
Área total da planície Quaternária do setor Litoral Norte (Inclui-se neste cáculo todas as unidades geológico geomorfológicas do Quaternário Costeiro, com excecão das unidade Recife de Corais e Arenitos de Praia)			984		100,0
Área total do setor Litoral Norte			6.442	100,00	

Tabela 03 - Áreas da planície quaternária para o setor Litoral Norte, sujeitas a restrições ambientais impostas pela legislação.

ITEM	UNIDADES PROTEGIDAS	BASE LEGAL DE REFERÊNCIA	ÁREA (km²)	(%) em Relação a Área Total do setor Entorno da BTS	(%) em Relação a Área Total da Planície Quaternária do setor Entorno da BTS
Área de Preservação Permanente	Faixa marginal de 50 m, no entorno das zonas úmidas	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	28,8	0,8	5,5
	Faixa marginal de 30m, em Lagos e Lagoas Urbanas até 20 Ha.	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	0,2	0,01	0,04
	Faixa marginal de 50m, em Lagos e Lagoas Rurais até 20 Ha.	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	0,1	0,004	0,03
	Faixa marginal mínima de 30 metros em Barragens e Reservatórios Artificiais (Area Rural)	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	5,7	0,2	1,1
	Faixa marginal mínima de 15 metros em Barragens e Reservatórios Artificiais (Area Urbana)	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	0,5	0,01	0,1
	Faixa marginal de 50 m, em rios com largura entre 10 e 50 m	Leis Federais 12.651e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	5,5	0,1	1,0
	Faixa marginal de 100 m, em rios com largura entre 50 e 200 m	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	35,2	0,9	6,7
	Faixa marginal de 200 m, em rios com largura entre 200 e 600 m	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	30,9	0,8	5,9
	Faixa marginal de 500 m, em rios com largura acima de 600 m	Leis Federais 12.651 e 7.803 e Resolução/CONAMA de nº 303	9,1	0,2	1,7
	APP -Duna	Leis Federais 12.651 e 7.803, Art. 215 (Constituição/Bahia), Resolução/CONAMA de nº 303 e Resolução/CONAMA de nº 4	6,3	0,2	1,2
	APP - Manguezal	Leis Federais 12.651 e 7.803, Art. 215 (Constituição/Bahia)	173,4	4,6	33,1
	Área Total das APPs		295,8	7,8	56,4
Faixa de 60 metros	Faixa de 60 m, contada a partir da linha de preamar máxima	Art. 214 (Inciso IX) da Constituição/Bahia	43,6	1,2	8,3
Total de áreas protegidas			339,3	9,0	64,7
Área total da planície Quaternária do setor Entorno da BTS (Inclui-se neste cáculo todas as unidades geológico geomorfológicas do Quaternário Costeiro, com excecão da unidade Recife de Corais)			524		100,0
Área total do setor Entorno da BTS			3.768	100,0	

Tabela 04 - Áreas da planície quaternária para o setor Entorno da BTS, sujeitas a restrições ambientais impostas pela legislação.

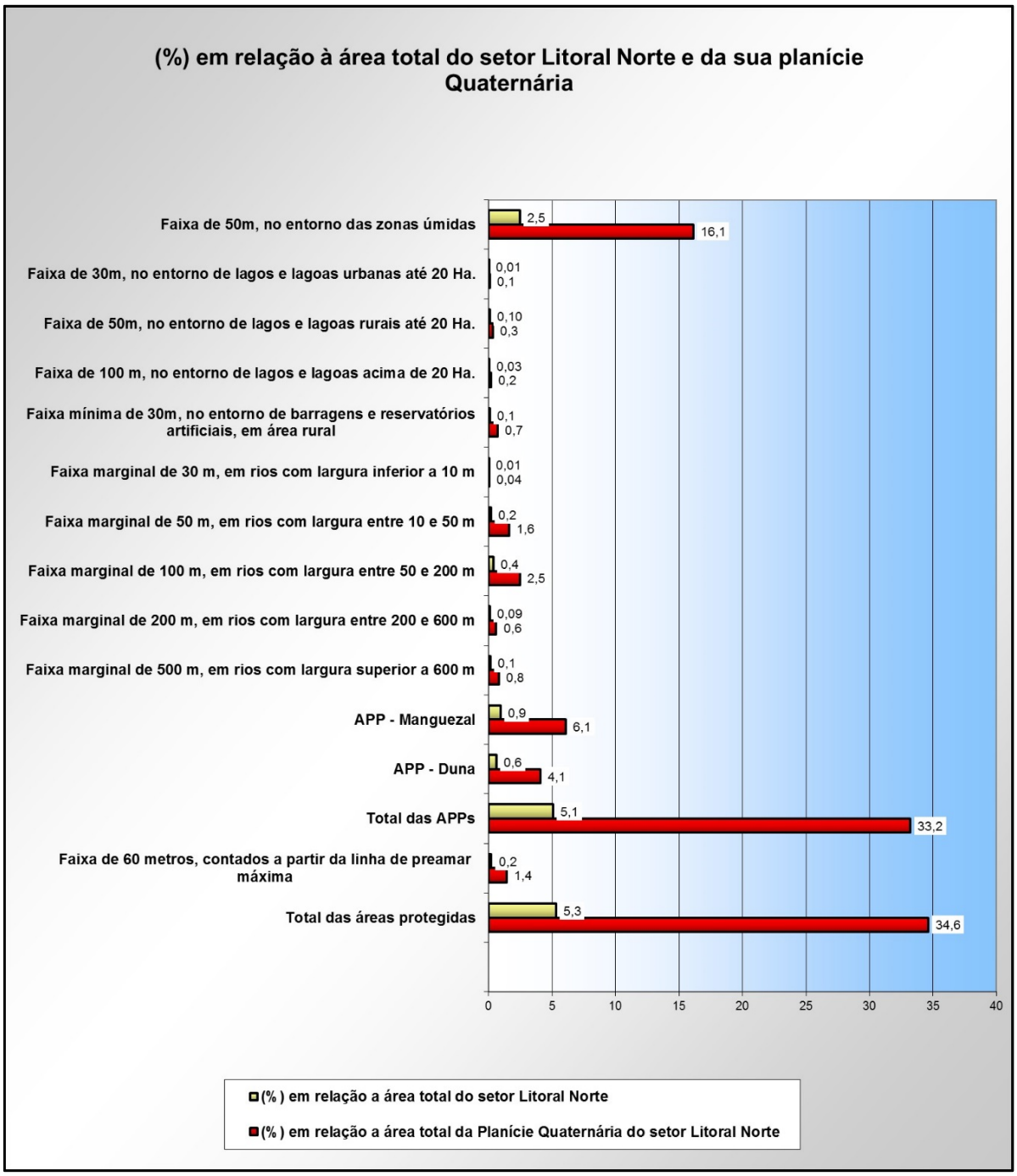


Figura 16 - Distribuição em áreas percentuais das áreas protegidas para o setor Litoral Norte (LN).

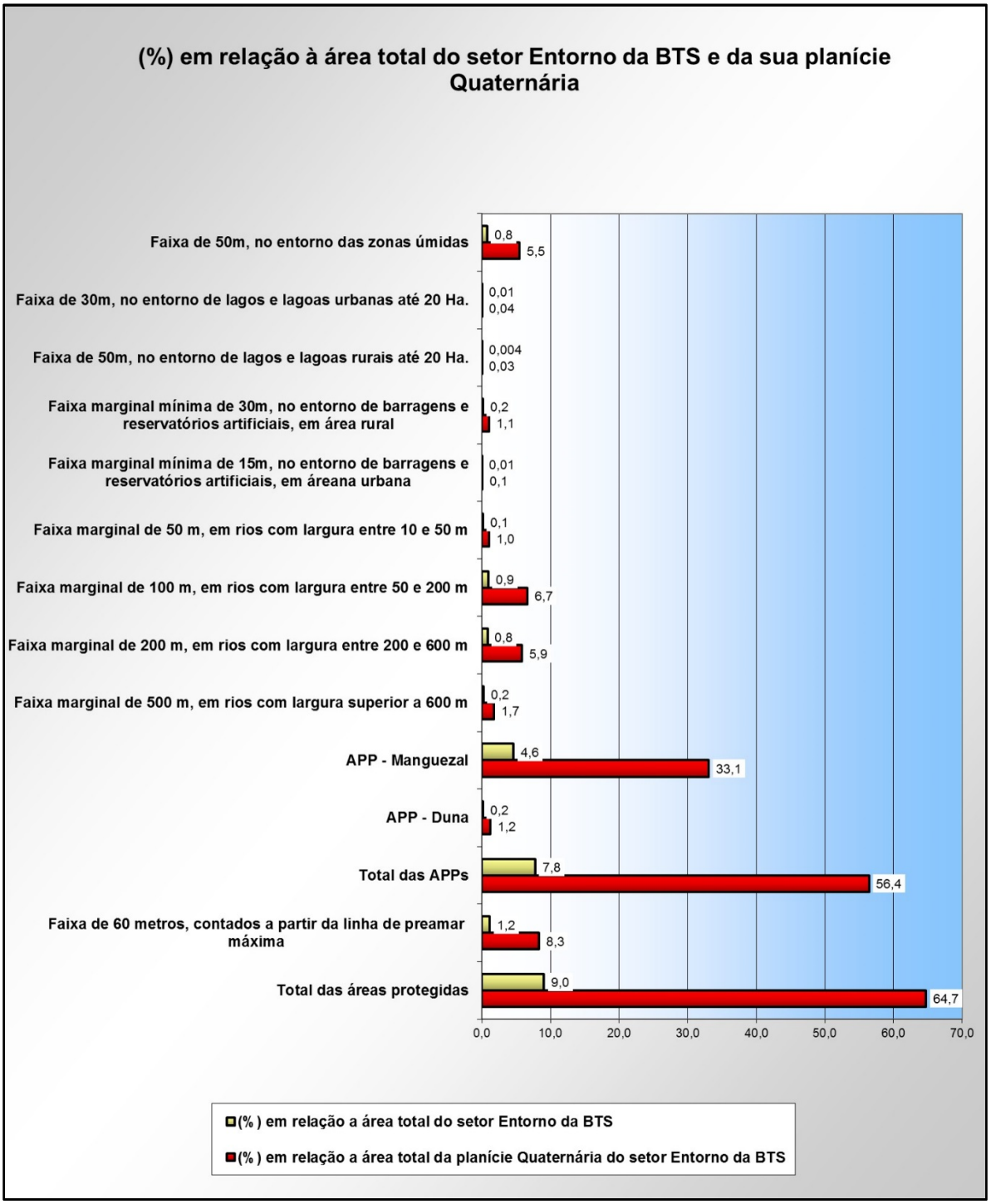


Figura 17 - Distribuição em áreas percentuais das áreas protegidas para o setor Entorno da Baía de Todos os Santos (BTS).

Os dados apresentados nas Tabelas 03 e 04, e nas Figuras 16 e 17, indicam que boa parte da planície quaternária (entre 34,6 e 64,7%), assim como entre 5,3% e 9% da área total dos setores abrangidos por este estudo, encontram-se protegidas pela legislação ambiental vigente.

6.2 – RESTRIÇÕES RELACIONADAS AOS RISCOS GEOLÓGICOS

A análise e diagnóstico ambientais, assim como a elaboração de mapas de risco, necessitam de informações sobre a geologia local. A natureza dos substratos geológicos, sua constituição, processos de formação e evolução, bem como dos riscos a estes associados, fornecem informações preciosas para o planejamento adequado do solo, sendo de grande valia para minimizar os efeitos negativos do seu mau uso e ocupação.

Segundo Egler (1996), o risco natural, associado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais, é determinado na vulnerabilidade destes sistemas a eventos críticos de curta ou longa duração, tais como inundações, desabamentos e aceleração de processos erosivos. Já segundo Balica et al. (2012), um sistema em risco é mais vulnerável quando está mais exposto a um perigo e é mais susceptível às forças naturais e aos seus impactos. No entanto, este será menos vulnerável quanto maior for sua resistência e menor o seu grau de exposição (Balica et al. 2012). Tais pensamentos exprimem a ideia de que os sistemas naturais da zona costeira apresentam graus de maior ou menor risco a eventos atípicos e severos que poderão configurar-se em desastres naturais com sérios danos não só ao ambiente físico-natural, mas também ao homem.

Para Dominguez (2000), os riscos geológicos podem ser definidos como sendo processos naturais decorrentes das interações entre a litosfera, atmosfera e o oceano, os quais terminam por destruir partes da biosfera e obras de engenharia, realizadas pelo homem, que se encontram em sua trajetória. Tais processos naturais, considerados normais, atuam na natureza há muito tempo (bem antes da presença humana na terra). Porém, na medida em que o homem vai ampliando seu domínio territorial na paisagem, este interfere cada vez mais no meio e ao mesmo tempo é afetado por estes processos naturais, configurando-se assim os riscos geológicos (Dominguez 2000).

Para a área de estudo foram identificados os seguintes riscos geológicos:

6.2.1 – Risco de Inundação

O modelo numérico do terreno mostra que de todos os trechos com baixa altimetria encontrados na área de estudo, o da planície costeira de Conde se destaca por apresentar uma grande área deprimida correspondente ao trecho litorâneo do grande vale formado pelo rio Itapicuru. Em menor escala encontram-se também trechos deprimidos nos vales dos rios Itariri, Inhambupe, Subaúma, Sauípe, Imbassaí, Pojuca, Jacuípe, Capivara Grande e Joanes (para o setor Litoral Norte) e nos vales dos rios Subaé, Açu, Jaguaripe, da Dona e Jequiriçá (para o setor Entorno da BTS). Uma grande porção das áreas, ocupadas por zonas úmidas e pelos depósitos de delta de cabeceira de estuário (este último encontrado somente no setor do Litoral Norte), também possui altitudes inferiores a 5 metros (Figs. 02 e 03) (Anexos 1 e 2). A unidade de depósitos de delta de cabeceira de estuário, apresenta altitudes levemente superiores as das zonas úmidas, alcançando uma altimetria média de cerca de 3,5 metros. Apesar disso, em eventos extremos como o da cheia do rio Itapicuru, ocorrido no verão de 2002, esta unidade foi completamente inundada, e, portanto, possui um risco elevado de inundação.

As áreas correspondentes aos depósitos fluviais indiferenciados, que preenchem os fundos de vales, também estão sujeitos a risco de inundação nos eventos de cheia nos canais associados.

A partir do mapeamento geológico-geomorfológico e de simulações de cenários de inundação com uso do MDE (Modelo Digital de Elevação), foi realizado o mapeamento das áreas que apresentam risco de inundação para as planícies costeiras dos dois setores da área de estudo (Anexos 3 e 4 – Mapas de Restrições Ambientais) (Figs.18 e 19).

Deste modo, a área ocupada pelas unidades de zonas úmidas, depósitos de delta de cabeceira de estuário e depósitos fluviais indiferenciados podem ser

incluídas na categoria de risco de inundação. No setor Litoral Norte, estas unidades apresentam uma área de 499 km^2 ou 49.903 hectares, representando 7,7% de seu território e 50,7% da planície Quaternária, que se encontram sob risco de inundação (Tabela 05) (Fig. 20). Já no setor Entorno da BTS, estas unidades apresentam uma área bem inferior à do setor Litoral Norte, contudo, quando comparada às dimensões totais do setor, apresenta uma dimensão um pouco mais expressiva, possuindo cerca de 336 km^2 ou 33.610 hectares, o que representa 9% de seu território e de 64,1% da sua planície Quaternária (Tabela 06) (Fig. 21).

6.2.2 – Risco de Erosão Costeira

Com base nos estudos realizados por Dominguez et al. (1996, 1999, 2003 e 2012), assim como na interpretação visual de imagens de satélite Ikonos, Landsat, Resoursesat e CBERS e aerofotos verticais, num intervalo temporal de 17 anos (entre 1993 e 2010), e observações feitas durante visitas em campo e sobrevoos da área de estudo, constatou-se que, de uma forma geral, os seguintes segmentos de linha de costa da área de estudo encontram-se em processo de erosão:

(a) Para o setor Litoral Norte: (i) entre o setor localizado a 5,8 km ao sul do limite municipal de Salvador-Lauro de Freitas e o município de Camaçari (até a foz do rio Jacuípe); (ii) entre as praias de Guarajuba, Itassimirim e Praia do Forte (incluindo a foz do rio Pojuca); (iii) entre a foz do rio Sauipe em direção sul até 4,5 km; (iv) entre a foz do rio Subaúma em direção ao sul, com cerca de 22 km; (v) entre um setor situado cerca de 8,5 km ao sul da Foz do Rio Inhambupe e 7 km ao norte da desembocadura do rio Itapicuru e (vi) na região do pontal de Mangue Seco (na desembocadura do rio Real), com cerca de 3 km de comprimento, compreendendo uma extensão total de aproximadamente 141,1 km (Tabela 05) (Fig.18). O processo de erosão neste setor pode ser evidenciado não só pela exumação de arenitos de praia como também pela presença de escarpas de erosão na duna frontal. A própria duna frontal, devido a sua altura (que em média é de 5 metros) é indicativa de que a

linha de costa permaneceu estacionária ou apresenta uma tendência de longo prazo para erosão (Bittencourt et al. 2010).

Também neste mesmo setor do Litoral Norte foi constatado um risco elevado de erosão das margens associadas ao canal dos rios Jacuípe, Pojuca, Sauípe, Subaúma, Inhambupe e Itapicuru, nos setores próximos as suas desembocaduras, devido a própria dinâmica de migração lateral de seus canais fluviais. Esta situação tem colocado em risco, por exemplo, as construções da localidade de Siribinha, que se encontram no reverso do pontal arenoso que separa o rio Itapicuru do mar, onde a erosão tem sido mais severa (Anexo 3).

O trecho mais crítico, onde o processo erosivo pode apresentar risco ao homem, foi identificado entre as localidades de Poças e Siribinha, onde o terraço marinho holocênico apresenta-se estreito e praticamente se resume à duna frontal. Neste setor, além do risco de erosão costeira, existe também o risco de erosão fluvial no reverso do pontal arenoso, compreendendo uma extensão total de 3,6 km (Anexo 3). Portanto, existe um risco potencial de no futuro próximo, provavelmente durante uma grande tempestade ou cheia do rio, do pontal arenoso se romper em algum ponto entre a atual desembocadura do rio Itapicuru e a localidade de Poças.

Outro trecho que merece atenção no setor do Litoral Norte é o localizado na orla da cidade se Subaúma, imediatamente ao sul da desembocadura do rio de mesmo nome. Neste trecho (com aproximadamente 1 km de extensão) (Anexo 3), a dinâmica de desembocadura fluvial tem proporcionado um recuo erosivo progressivo da linha de costa. Tal situação, coloca em risco as construções na orla desta localidade.

No total, o setor dos municípios do Litoral Norte apresenta risco de erosão costeira em aproximadamente 141,1 km de sua linha de costa (Tabela 5) (Fig. 18) (Anexo 3).

(b) Para o setor do setor Entorno da BTS: (i) no pontal arenoso localizado na Ponta do Garcez, ao sul do estuário do canal de Itaparica; (ii) no pontal arenoso localizado na ponta de Cacha-Pregos, ao sul da Ilha de Itaparica; (iii) nos trechos entre as localidades de Aratuba e Barra Grande e,

Penha e Itaparica, na Ilha de Itaparica (Nascimento 2012); (iv) em um pontal arenoso próximo à localidade de Salinas da Margarida; (v) nas margens esquerda e direita do Canal do Rio Paraguaçu (entre as localidades de Bom Jesus dos Pobres e São Roque do Paraguaçu); (vi) em quase toda a Ilha dos Frades e algumas ilhas situadas entre esta e a localidade de Madre de Deus; (vii) o setor voltado para a BTS, da Ilha de Madre de Deus; (viii) os trechos à leste, sul e sudoeste da Ilha de Maré e (ix) em dois trechos localizados no setor do subúrbio ferroviário de Salvador (Dominguez et al. 2012), compreendendo uma extensão total um pouco maior que a do setor Litoral Norte, com aproximadamente 153,1 km de extensão (Tabela 6) (Anexo 4) (Fig. 19).

Os trechos com risco de erosão, no setor Entorno da BTS, que merecem uma maior atenção, são os que se encontram em áreas onde a dinâmica de desembocadura, a ação das correntes longitudinais à linha de costa e a sua interação com as correntes de maré são mais efetivas, como nas pontas de Cacha Pregos e do Garcez, no Pontal de Salinas da Margarida e, em algumas ilhas próximas às Ilhas de Madre de Deus e Frades. O processo de erosão da linha de costa neste setor da área de estudo pode ser evidenciado não só pela presença de obras de engenharia (como muros de contenção visando a sua estabilização), como também pela presença de escarpas erosivas, coqueiros caídos na face de praia, terraços de abrasão e exposição de arenitos de praia. Tais evidências foram constatadas tanto via sensoriamento remoto com imagens de satélite e fotografias aéreas quanto por ocasião de estudos de campo realizados para a confecção das cartas de sensibilidade ambiental ao óleo das bacias costeiras da Bahia, entre os anos de 2007 e 2011 (Dominguez et al. 2012) (Fig. 19) (Anexo 4).

6.2.3 – Risco de Deslizamento de Terras

Neste trabalho não foi realizado nenhum estudo detalhado dos controles ambientais responsáveis por induzir deslizamentos de terra, como tipologia de solos, clima, uso do solo e cobertura vegetal. Desta forma tentamos traduzir este risco em termos de declividade do terreno. Assim quanto maior for esta declividade, maior será este risco. A declividade da área de estudo foi

classificada segundo o critério proposto por Ross (1994), o qual estabelece um total de cinco intervalos ou classes de declividade, representadas por: (i) Muito Baixa, com declives inferiores a 6%, (áreas planas ou quase planas); (ii) Baixa, declives entre 6 e 12% (áreas com superfícies inclinadas e relevo ondulado); (iii) Média, com declives entre 6 e 12% (áreas muito inclinadas e colinosas, com declives acentuados); (iv) Forte, com declives entre 20 e 30% (áreas com declives muito acentuados) e (v) Muito Forte, com declives acima de 30% (áreas íngremes à muito íngremes, com relevo escarpado). Todas as cinco classes propostas por Ross (1994) podem ser encontradas nos dois setores da área de estudo, contudo, para efeito do estabelecimento do risco potencial de deslizamento de terras considerou-se apenas as classes de maior declividade (Média, Forte e Muito Forte) (Figs. 04 e 05).

Com base na análise da carta de declividade do terreno para os setores da área de estudo (Figs. 04 e 05), bem como no mapeamento das unidades geológico-geomorfológicas e nas observações durante as visitas de campo, foram identificadas áreas que podem apresentar risco potencial de deslizamento de terras nas seguintes unidades: (1) Embasamento Cristalino; (2) Bacias Sedimentares do Recôncavo-Tucano e (3) Tabuleiros Costeiros (Formação Barreiras).

6.2.3.1 – Embasamento Cristalino

Para o setor Entorno da BTS, algumas encostas apresentam risco potencial de deslizamento de terras elevado, com declividades que se situam nas classes Forte e Muito Forte. Tais encostas são encontradas, principalmente: (i) na região da escarpa herdada da falha de Salvador (limite cidade alta e cidade baixa); (ii) no contato desta unidade com as rochas da Bacia do Recôncavo (na escarpa da falha de Maragogipe), dispostas em uma faixa de aproximadamente 36 km, no sentido SSW-NNE, localizada nas cercanias das localidades de Coqueiros e Maragogipe; (iii) em algumas escarpas encontradas nas margens direita e esquerda do rio Paraguaçu, nas proximidades da cidade de São Félix e (iv) nas cercanias das localidades de Nazaré e Aratuípe, em um agrupamento de encostas em terreno de relevo muito acidentado (Anexo 4) (Figs. 05 e 19).

No setor Litoral Norte, as encostas que possuem maior risco potencial de deslizamento de terras se localizam apenas em um afloramento localizado na localidade de Vila do Conde, com declividades consideradas segundo critério de Ross (1994) como de média intensidade (Anexo 3) (Figs. 04 e 18).

6.2.3.2 – Bacias Sedimentares do Recôncavo-Tucano

Nesta unidade identificou-se algumas áreas que podem apresentar um risco de deslizamento apenas para o setor Entorno da BTS. Estas áreas se concentram principalmente em encostas situadas nos municípios de Maragogipe, Saubara, Acupe, Santo Amaro e Cachoeira, onde algumas destas se situam nas classes Forte e Muito Forte, alcançando declividades superiores à 30% (Figs. 05 e 19) (Anexo 4).

6.2.3.3 – Tabuleiros Costeiros (Formação Barreiras):

Por ser uma unidade que apresenta depósitos de constituição areno-argilosa, com relevo muito ondulado e dissecado, foram identificadas muitas áreas onde suas encostas apresentam risco potencial de deslizamento de terras. De uma forma geral, as áreas que apresentam maior risco de deslizamento se concentram nos setores referentes às paleofalésias, em alguns setores interioranos, onde o relevo é mais acentuado, principalmente nas áreas de contato entre esta unidade e as unidades do Embasamento Cristalino e das Bacias Sedimentares do Recôncavo e Tucano, além das encostas que se encontram voltadas para as principais planícies aluviais do setor Litoral Norte (com destaque para a do rio Itapicuru, em sua margem esquerda). Estas áreas possuem declividades que se situam principalmente nas classes Média e Forte, porém, alcançam também a classe de maior declividade, Muito Forte, com percentuais superiores à 30%, nos trechos mais fortemente inclinados (Figs. 04, 05, 18 e 19) (Anexos 3 e 4).

O total das áreas ocupadas pelas unidades do Embasamento Cristalino, Bacias Sedimentares do Recôncavo-Tucano e Tabuleiros Costeiros, no setor Entorno da BTS, para as classes de maior declividade do terreno são: (i) entre 12% e

20% - 755 km^2 ou 75.527 hectares; (ii) entre 20% e 30%, - 363 km^2 ou 36.332 hectares e (iii) acima de 30% - 105 km^2 ou 10.489 hectares. Somadas, estas áreas totalizam 1.223 km^2 ou 122.348 hectares, correspondendo a 32,5% de todo o território dos municípios deste setor (Tabela 06) (Figs. 05 e 21) (Anexo 4).

No o setor Litoral Norte, para as classes de maior declividade são as seguintes áreas encontradas: (i) entre 12% e 20% - 1.177 km^2 ou 117.744 hectares; (ii) entre 20% e 30% - 308 km^2 ou 30.799 hectares e (iii) acima de 30% - 30 km^2 ou 2.962 hectares, que somadas totalizaram cerca de 1.515 km^2 ou 151.505 hectares, o que representa cerca de 23,5% deste setor (Tabela 05) (Figs. 04 e 20) (Anexo 3).

Estes dados revelam que uma porção não desprezível dos dois setores da área de estudo, concentrada principalmente nas unidades do Embasamento Cristalino e Formação Barreiras (para o setor Entorno da BTS), e Formação Barreiras, (para o setor Litoral Norte), pode apresentar um risco de deslizamento (Anexos 1,2,3 e 4).

Considerando-se todos os riscos geológicos verificados na área de estudo, constata-se que, para o setor Litoral Norte, uma área de 2.014 Km^2 ou 201.408 hectares, representando 31,3% da área deste setor, pode ser afetada por estes. Para o setor Entorno da BTS, uma área de 1.560 km^2 ou 155.958 hectares, representando cerca de 41,4% das terras deste setor, encontram-se sujeitas aos riscos geológicos considerados neste estudo (Tabelas 05 e 06) (Figs. 20 e 21) (Anexos 3 e 4).

RISCO GEOLÓGICO		Unidades Geológico-Geomorfológicas	Área (Km^2)	Área (ha)	Comprimento (km) Risco de Erosão Costeira e Fluvial	(%) em relação a Área Total do setor Litoral Norte	(%) em relação a Área Total da Planície Quaternária do setor LN
Risco de Inundação		Manguezal, Apicum Atual, Brejos, Pântanos, Depósitos de Delta de Cabeceira de Estuário e Depósitos Fluviais Indiferenciados	499	49.903	-	7,7	50,7
Risco de Erosão Costeira		Terraço Marinho Holocênico, Pontal Arenoso e Cordão Duna	-	-	141,1	-	-
Risco Potencial de Deslizamento de Terras	12 a 20 % (Média)	Domínio Pré Cambriano, Domínio Juro-Cretássico e Formação Barreiras	1.177	117.744	-	18,3	-
	20 a 30 % (Forte)		308	30.799	-	4,8	-
	Acima de 30 % (Muito Forte)		30	2.962	-	0,5	-
Total das áreas com Risco Potencial de Deslizamento de Terras			1.515	151.505	-	23,5	-
TOTAL GERAL			2.014	201.408	-	31,3	60,8
Área Total da Planície Quaternária do Setor Litoral Norte			984	98.400	-	-	100
Área Total do Setor Litoral Norte			6.442	644.202	-	100	-

Tabela 05 - Áreas afetadas pelos diferentes riscos geológicos no setor Litoral Norte e sua planície quaternária.

RISCO GEOLÓGICO		Unidades Geológico-Geomorfológicas	Área (Km^2)	Área (ha)	Comprimento (km) Risco de Erosão Costeira e Fluvial	(%) em Relação a Área Total do setor Entorno da BTS	(%) em Relação a Área Total da Planície Quaternária do setor Entorno da BTS
Risco de Inundação		Manguezal, Apicum Atual, Brejos, Pântanos e Depósitos Fluviais Indiferenciados	336	33.610	-	9	64,1
Risco de Erosão Costeira		Terraço Marinho Holocênico, Pontal Arenoso e Cordão Duna	-	-	153,1	-	-
Risco Potencial de Deslizamento de Terras	12 a 20 % (Média)	Domínio Pré Cambriano, Domínio Juro-Cretássico e Formação Barreiras	755	75.527	-	20,0	-
	20 a 30 % (Forte)		363	36.332	-	9,6	-
	Acima de 30 % (Muito Forte)		105	10.489	-	2,8	-
Total das áreas com Risco Potencial de Deslizamento de Terras			1.223	122.348	-	32,5	-
TOTAL GERAL			1.560	155.958	-	41,4	63,7
Área Total da Planície Quaternária do Setor Entorno da BTS			524	52.410	-	-	100,0
Área Total do Setor Entorno da BTS			3.768	376.827	-	100,0	-

Tabela 06 - Áreas afetadas pelos diferentes riscos geológicos no setor Entorno da BTS e sua planície quaternária.

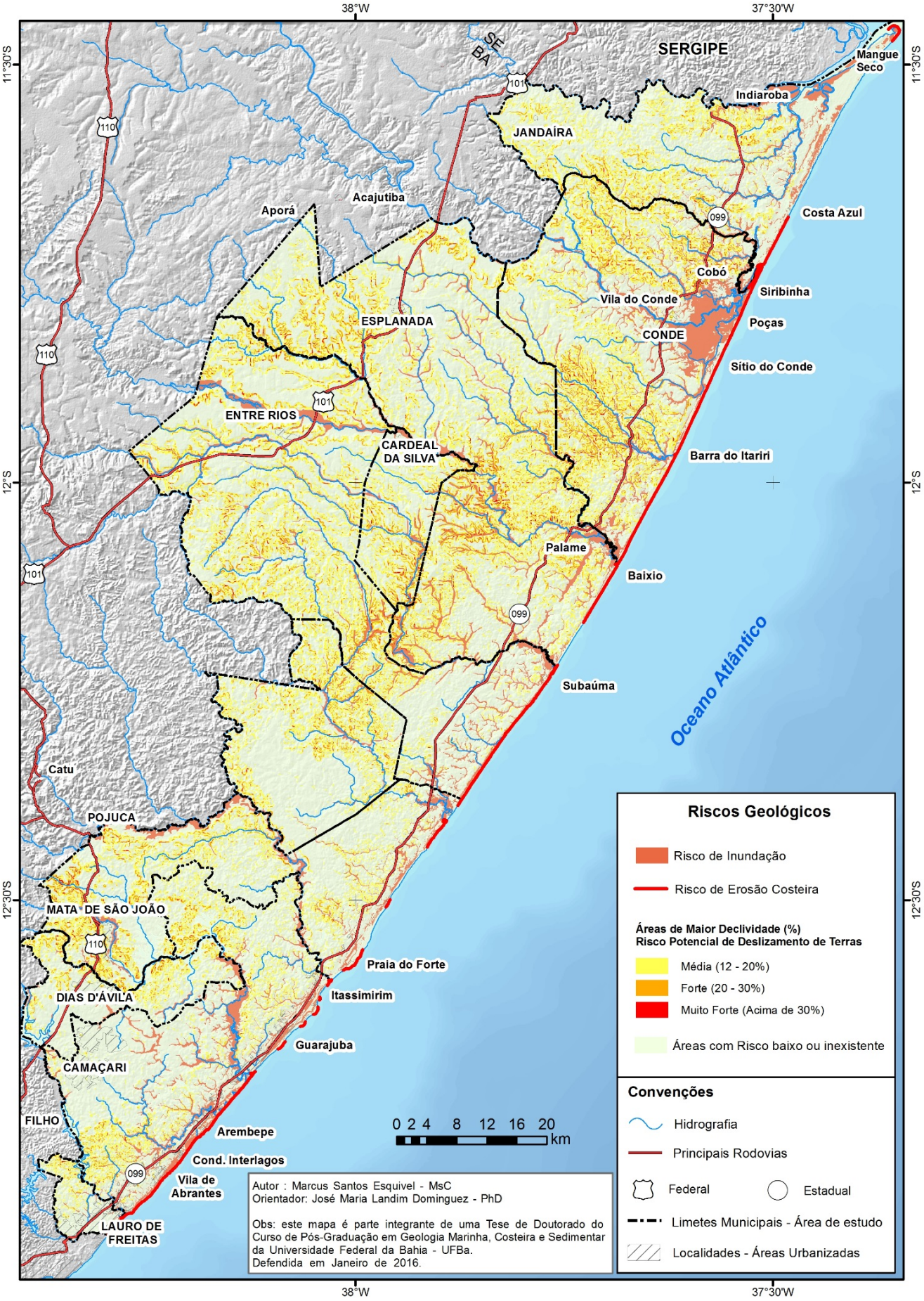


Figura 18 - Mapa de Restrições Ambientais relacionadas a Riscos Geológicos para o setor Litoral Norte.

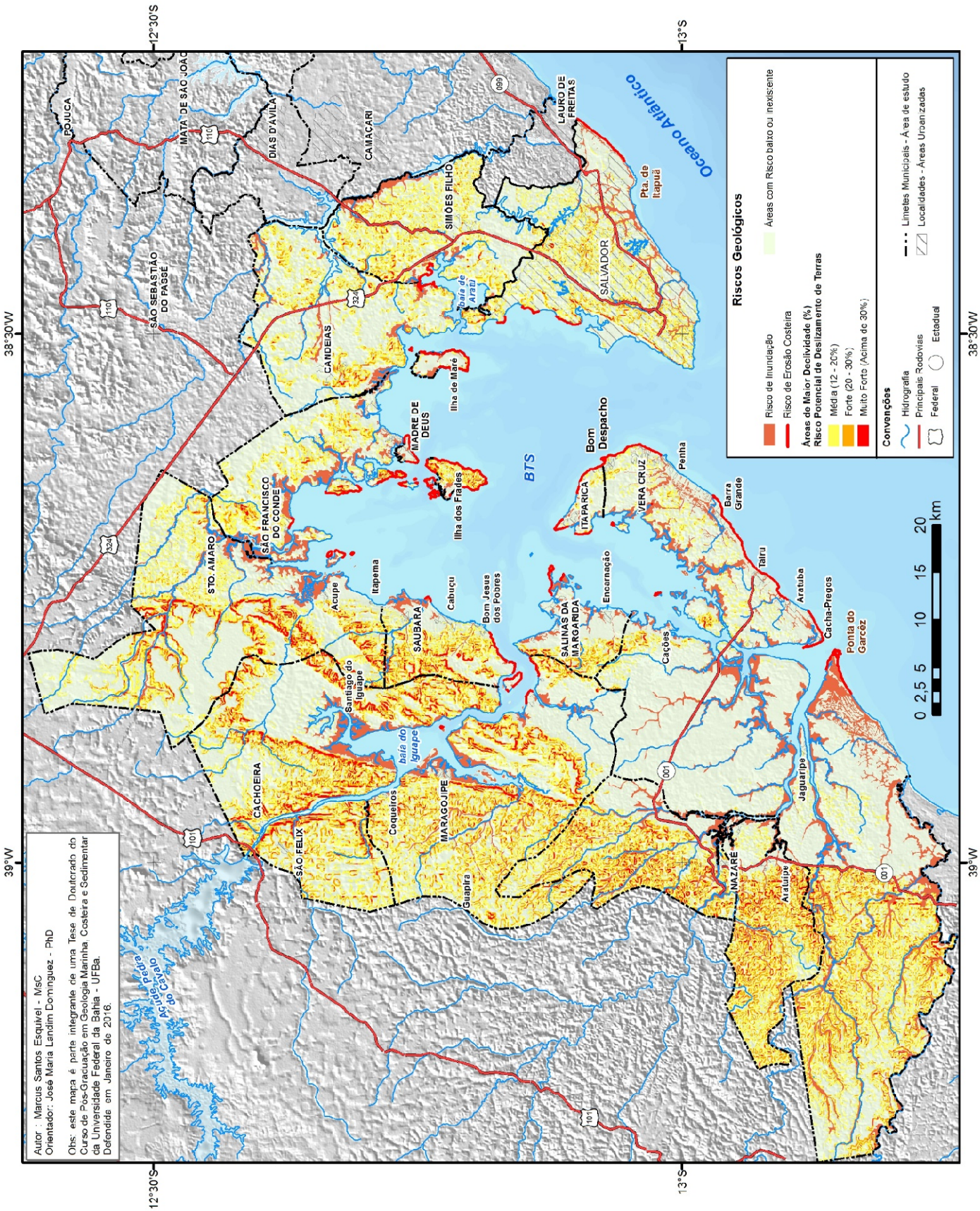


Figura 19 - Mapa de Restrições Ambientais relacionadas a Riscos Geológicos para o setor Entorno da BTS.

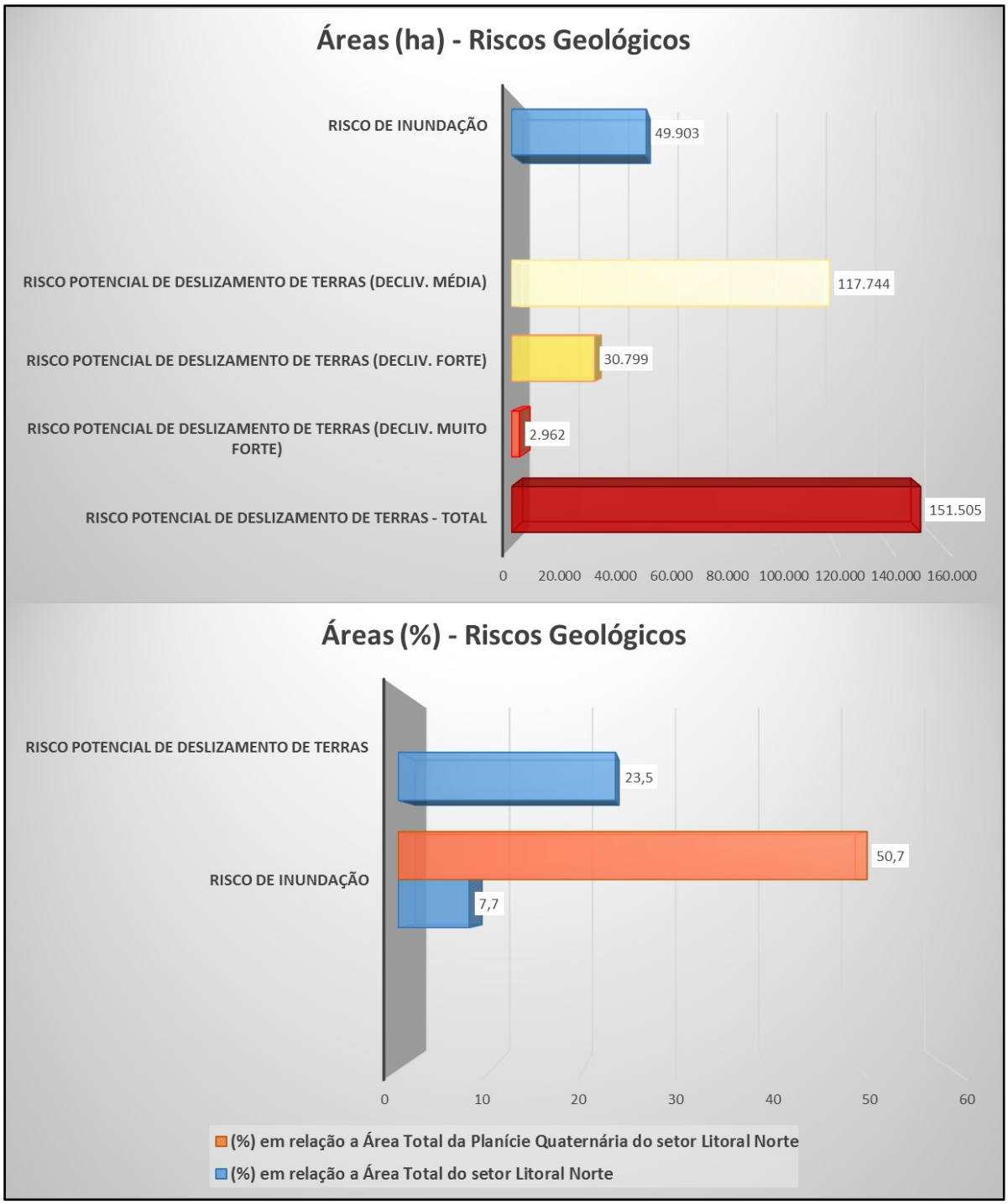


Figura 20 - Áreas no setor Litoral Norte com restrições ambientais, relacionadas a diferentes tipos de riscos geológicos e seus percentuais em relação à sua área total e a da sua planície quaternária.

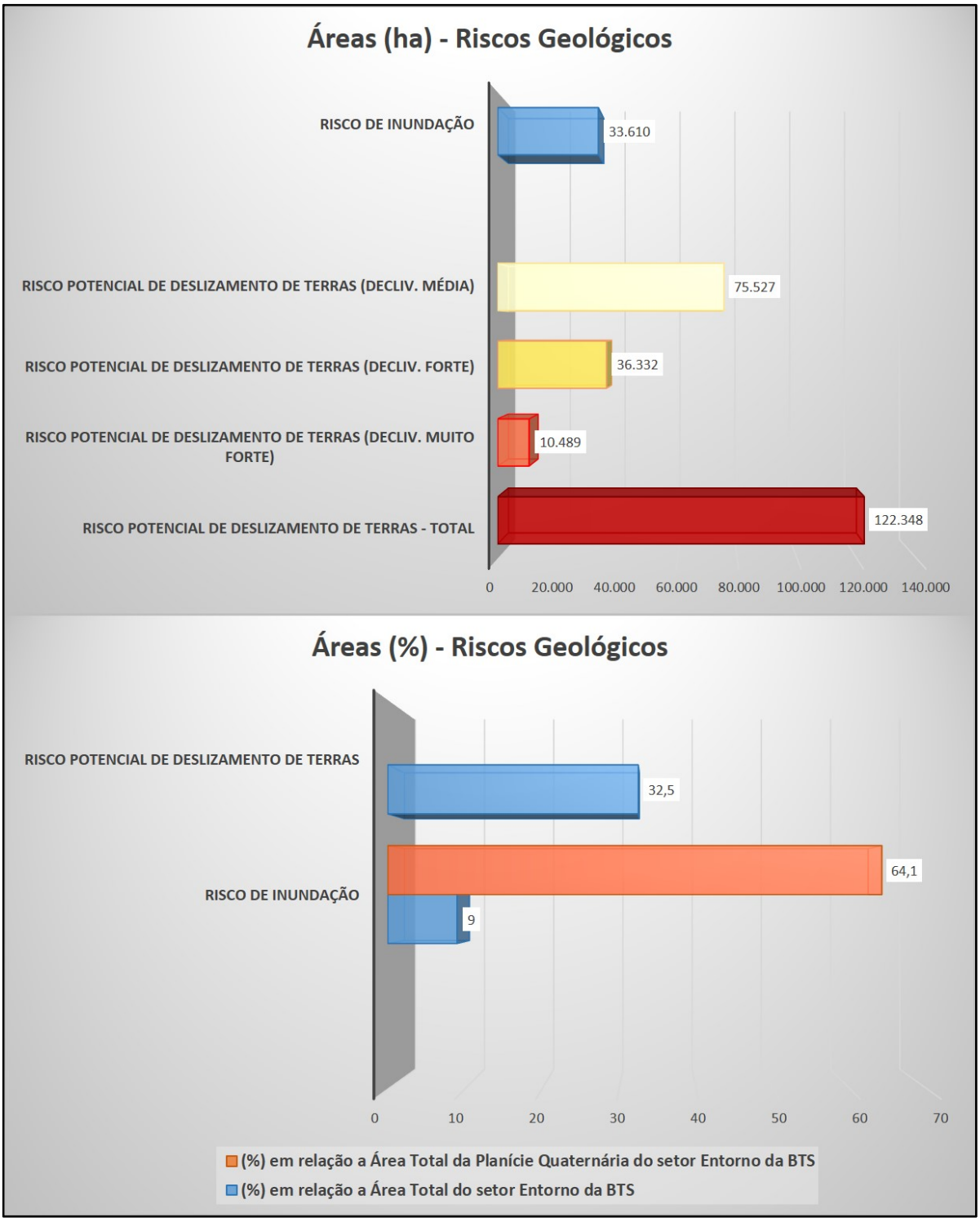


Figura 21 - Áreas no setor Entorno da BTS com restrições ambientais, relacionadas a diferentes tipos de riscos geológicos e seus percentuais em relação à sua área total e a da sua planície quaternária.

POSSÍVEIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PLANÍCIE QUATERNÁRIA DOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DE ESTUDO:

De acordo com Nobre (2008), em seu estágio atual de desenvolvimento, o Brasil apresentaria vulnerabilidades significativas às mudanças climáticas no que diz respeito aos seus ambientes naturais e características socioeconômicas. É, portanto, uma questão fundamental e estratégica a realização de estudos científicos acerca de possíveis impactos das mudanças climáticas esperadas para acontecerem neste século nos mais diversos "...setores, sistemas e regiões do país, especialmente sobre a agricultura, recursos hídricos, energias renováveis, saúde humana, ecossistemas e biodiversidade, indústria, cidades e, é claro, zona costeira". (Nobre 2008, p. 8). Portanto, uma vez alcançado, este conhecimento científico irá servir de base, dentre outros aspectos, para a identificação das principais vulnerabilidades da zona costeira brasileira às mudanças climáticas, sendo assim possível a elaboração e implementação das chamadas "políticas públicas" de gerenciamento, voltadas à mitigação destas mudanças, principalmente nas comunidades, atividades econômicas e ecossistemas mais vulneráveis (Nobre 2008).

Partindo-se dessa premissa, tendo como referencial teórico-metodológico estudos de diversos autores sobre as mudanças climáticas e os seus impactos na zona costeira, neste capítulo procurou-se apresentar uma proposta de mapeamento e quantificação, na planície Quaternária dos municípios da área de estudo, de áreas e trechos de linha de costa mais vulneráveis e que, possivelmente sofreriam um maior impacto destas mudanças.

Neste mapeamento foram incluídos os seguintes impactos: (I) Inundação e Elevação do Nível Relativo do Mar (NRM); (II) Erosão Costeira; (III) Intensificação dos Processos Erosivos na Linha de Costa devido à Submersão, na Maré Baixa, dos Recifes de Coral e Bancos de Arenito e (IV) Remobilização de Dunas.

7.1 – Impactos Decorrentes de Aumento na Frequência de Inundações e da Elevação do Nível Relativo do Mar (NRM):

A inundação, resultante não só do impacto direto do aumento do nível do mar (seja via expansão térmica de suas águas mais superficiais, seja pelo aumento em volume via derretimento de geleiras continentais), como também do aumento da frequência e intensidade pluviométrica nas bacias hidrográficas, figura dentre um dos principais impactos das mudanças climáticas.

Segundo McGranahan et al. (2007), a elevação do nível do mar representa um risco particularmente sério, já que 10% da população mundial vive em planícies costeiras, com elevações de até 10 metros em relação ao nível do mar (grande parte, residindo em 17 das 30 maiores cidades do mundo). Nicholls (2004), apontou que o número de pessoas sujeitas à inundação por tempestades, em um ano típico, poderia aumentar de 6 a 14 vezes, no caso de uma subida do nível do mar entre 0,5 e 1,0 m, respectivamente.

Estudos realizados pelo Painel Intergovernamental das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (IPCC), em especial os abordados em seu quarto relatório (IPCC 2007), previam para até o final do presente século uma elevação do nível médio dos oceanos de até 1 metro. Mais recentemente, o quinto relatório do IPCC (IPCC 2014), revisou esta previsão para menos, com uma elevação média prevista para o fim deste século (em seu pior cenário) de até 0,74 centímetros no nível do mar (Wong et al. 2014). Tal fato certamente irá potencializar o processo de inundação em zonas costeiras, como já previam os estudos realizados por Smith & Ward (1999).

Em consonância aos dados do IPCC, Nicholls (2011) alerta que, o nível médio global do mar subiu 17 centímetros ao longo do século XX e tende a subir mais rapidamente durante o século XXI. Como consequência deste processo haveriam então uma série de impactos potenciais, incluindo os extremos de níveis sobrelevados do mar em eventos de tempestade (maré meteorológica), aumento na incidência e altura das ondas e inundações de terras baixas da zona costeira (Nicholls 2011).

Para FitzGerald et al. (2008), a elevação do NRM além de inundar as áreas mais baixas da planície costeira, também eleva a vulnerabilidade desta às inundações causadas por tempestades ou durante marés de sizígia, implicando em inundações de áreas maiores, impactando também áreas mais elevadas da zona costeira. Além disso, segundo Sorensen et al. (1984) e Bird (1986), como consequência desse processo, o efeito das marés nos rios pode ocasionar a submersão de áreas consideráveis em suas planícies aluviais, causando pesados danos materiais e econômicos.

Portanto, seguindo o que diz a metodologia de Nicoldi & Petermann (2010), as áreas mais baixas da zona costeira da área de estudo, como os terraços marinhos, planícies aluviais, deltas de cabeceira de estuário e as zonas úmidas, estariam assim mais vulneráveis a estes impactos em decorrência dos efeitos das mudanças climáticas, previstos para até o final deste século.

Com relação ao levantamento das áreas possivelmente impactadas pela Elevação do NRM, considerou-se uma altitude de até 10 metros na manipulação do Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM da NASA. O critério utilizado para a utilização desta cota, teve por base primeiramente, o fato deste MDE possuir uma acurácia vertical de até 16 metros (que no caso da América do Sul, apresenta um erro altimétrico absoluto de até 6,2 metros) (Farr et al. 2007). Também este modelo não diferencia a superfície real do terreno e a copa das árvores (e.g., Mangues e Pântanos), apresentando assim, em áreas com vegetação de maior porte, uma sobrelevação do terreno.

Os resultados alcançados com esta simulação representam, portanto, uma aproximação do que possivelmente poderia ocorrer com as planícies Quaternárias da área de estudo no caso da subida do nível do mar da ordem de alguns metros.

Com base no MDE-SRTM e no mapeamento das unidades geológico-geomorfológicas da planície costeira dos mesmos (Anexos 1 e 2) (Figs. 02, 03, 12 e 13), foram identificadas e mapeadas as áreas potencialmente impactadas por uma elevação do NRM e pelos efeitos de aumento na frequência das inundações para os dois setores da área de estudo e seus respectivos

municípios (Anexos 5 e 6 – Mapas de Possíveis Impactos das Mudanças Climáticas), os quais encontram-se descriminados abaixo:

7.1.1 – Áreas Potencialmente Impactadas por um Aumento na Frequência de Inundações Associadas a Chuvas:

7.1.1.1 – No setor Litoral Norte:

Para este setor as áreas potencialmente afetadas em cada um dos municípios seriam (Tabela 07) (Fig. 22):

- Camaçari 83,8 km^2;
- Cardeal da Silva 12,4 km^2;
- Conde 154,6 km^2;
- Dias d`Ávila 10,1 km^2;
- Entre Rios 89,5 km^2;
- Esplanada 11,4 km^2;
- Itanagra 14,1 km^2;
- Jandaíra 63,8 km^2;
- Lauro de Freiras 3 km^2 e
- Mata de São João 56,3 km^2.

Um total de 499 km^2 estaria potencialmente afetado pelo aumento da intensidade das chuvas, o que corresponde a cerca de 50,7% da planície Quaternária (Tabela 07) (Figs. 22 e 24). No entanto, vale ressaltar que em certos municípios deste setor a exemplo de Cardeal da Silva, Dias d`Ávila, Itanagra e Entre Rios, este impacto afetaria entre 100% e 77,2%, da planície Quaternária (Tabela 07).

7.1.1.2 – No setor Entorno da BTS:

Para este setor as áreas dos municípios potencialmente afetadas seriam (Tabela 08) (Fig.23):

- Aratuípe 9,5 km^2;
- Cachoeira 18,3 km^2;
- Candeias 15,4 km^2;
- Itaparica 1,7 km^2;
- Jaguaripe 116,4 km^2;
- Madre de Deus 0,6 km^2;
- Maragogipe 24 km^2;
- Nazaré 16,8 km^2;
- Salinas da Margarida 8,7 km^2;
- Salvador 16,7 Km^2;
- Santo Amaro 27,6 km^2;
- São Félix 1,4 km^2;
- São Francisco do Conde 28,3 km^2;
- Saubara 6 km^2;
- Simões Filho 13,1 km^2 e
- Vera Cruz 31,6 km^2.

Considerando o seu total, a área impactada no setor seria da ordem de 336,1 km^2, o que representa cerca de 64,1% da sua planície Quaternária (Tabela 08) (Figs. 23 e 25). Nos municípios de Aratuípe, Cachoeira, Candeias, Nazaré e Simões Filho, este impacto afetaria 100% da sua planície Quaternária (Tabela 08) (Fig. 25).

7.1.2 – Elevação do Nível do Mar – Áreas Potencialmente Impactadas

7.1.2.1 – No setor Litoral Norte:

Para este setor as áreas dos municípios potencialmente afetadas seriam (Tabela 07) (Figs.22 e 24):

- Camaçari 101,6 km^2;
- Conde 143,2 km^2;
- Entre Rios 32,1 km^2;
- Esplanada 29,3 km^2;
- Jandaíra 111,9 km^2;
- Lauro de Freitas 5,1 km^2 e
- Mata de São João 35,2 km^2.

Um total de cerca 458,4 km^2 seria afetado, correspondendo a 46,6% da planície Quaternária (Tabela 07). Os municípios, cujas planícies Quaternárias seriam mais comprometidas seriam: Camaçari, com 63,5% e Jandaíra, com 79,7% (Tabela 07) (Fig. 22).

7.1.2.2 – No setor Entorno da BTS:

Para este setor as áreas dos municípios potencialmente afetadas seriam (Tabela 08) (Fig. 23):

- Aratuípe 8,4 km^2;
- Cachoeira 26,6 km^2;
- Candeias 11km^2;
- Itaparica 5,3 km^2;
- Jaguaripe 141,2 km^2;
- Madre de Deus 2,2 km^2;

- Maragogipe 29,6 km^2;
- Nazaré 13,2 km^2;
- Salinas da Margarida 22,8 km^2;
- Salvador 31,2 km^2;
- Santo Amaro 31,9 km^2;
- São Félix 0,9 km^2;
- São Francisco do Conde 44 km^2;
- Saubara 12 km^2;
- Simões Filho 7,5 km^2 e
- Vera Cruz 59,3 km^2.

O total da área potencialmente afetada seria 447,4 km^2 (Tabela 08) (Fig. 23), o que representa cerca de 80,1 % da planície Quaternária para este setor (Tabela 08). Os municípios de Cachoeira, Itaparica, Madre de Deus e São Francisco do Conde teriam 100% de sua planície Quaternária comprometida enquanto para os municípios de Aratuípe, Jaguaripe, Maragogipe, Santo Amaro e Vera Cruz, este comprometimento seria superior à casa dos 80% (Tabela 08) (Figs. 23 e 25).

7.2 –Erosão Costeira - Trechos Potencialmente Impactados

A erosão costeira, induzida ou acentuada pelos efeitos das mudanças climáticas, segundo Paw & Thia-Eng (1991), está diretamente relacionada à uma aceleração do aumento do nível relativo do mar, sendo considerada como um dos impactos mais marcantes das mudanças climáticas nas zonas costeiras.

Ainda segundo Paw & Thia-Eng (1991), mudanças nos padrões de chuva podem reduzir a carga de sedimentos aportada pelos rios que deságuam na zona costeira e, consequentemente, contribuir para a exacerbação da erosão costeira.

Cabe ressaltar que, estudos realizados por Bird (1985; 1986) já apontavam que mais de 70% das linhas de costa do mundo estavam experimentando erosão ao longo das últimas décadas. No entanto, particularmente no Brasil, estes valores seriam bem menores, aproximadamente 30% do seu litoral estaria sofrendo os processos de erosão, de acordo com estimativas de Mascarenhas & Augusto Filho (1997) e cerca de 26%, no caso da costa da Bahia, segundo estudos de Dominguez et al. (2006).

É sabido que, a variabilidade natural na posição da linha de costa pode tornar difícil a identificação dos impactos decorrentes apenas da subida do nível do mar. Um exemplo disso segundo Souza (2001) seria que a maioria das praias em todo o mundo mostra evidências de erosão recente, mas o aumento do nível médio global do mar não seria necessariamente o fator primário deste processo. No entanto, Souza (2001) ressalva que, já existe quase que um consenso entre os autores de que o aumento do nível médio global do mar tem sido a causa principal da erosão costeira, predominante em todo o globo.

Considerando-se que os estudos do IPCC apontam para um aumento do nível médio global do mar nas próximas décadas, como consequência direta das mudanças climáticas, seja via expansão térmica das águas superficiais dos oceanos e mares, seja pelo aumento de seu volume pelo processo de degelo das geleiras continentais, pode-se inferir que os impactos da erosão da linha de costa em todo o globo, incluindo o Brasil, serão maiores e muito mais visíveis dos que observados na atualidade, com uma tendência de potencialização progressiva de seus efeitos até o final do presente século, onde segundo o IPCC (2014) é esperada uma elevação máxima do nível médio global do mar de até 0,74 metros.

Para a área de estudo foram mapeados os setores de linha de costa que já apresentam uma tendência erosiva. Estes trechos foram considerados assim os mais vulneráveis a uma subida futura do nível do mar (Anexos 5 e 6). Estes trechos são os mesmos que já haviam sido identificados e mapeados como, sob risco de Erosão Costeira nos Mapas de Restrições Ambientais (Capítulo VI).

7.2.1 –No setor Litoral Norte

São os seguintes os totais por município, dos trechos de linha de costa que atualmente experimentam erosão e que, portanto, estariam mais vulneráveis a uma subida do nível do mar (Tabela 07) (Figs. 22 e 24):

- Camaçari 32,8 km;
- Conde 48,2 km;
- Entre Rios 20,8 km;
- Esplanada 11,5 km;
- Jandaíra 12 km;
- Lauro de Freitas 3,1 km e
- Mata de São João 12,7 km.

Deste modo cerca de 141 km de linha de costa do Setor Litoral Norte seriam potencialmente impactados por uma elevação do nível do mar. Destes os municípios de Conde e Camaçari seriam os mais afetados (Tabela 07) (Fig. 22).

7.2.2 – No setor Entorno da BTS

Para este setor são os seguintes os totais por município, dos trechos de linha de costa que atualmente experimentam erosão e que portanto estariam mais vulneráveis a uma subida do nível do mar (Tabela 08) (Figs. 23 e 25):

- Itaparica 9,4 km;
- Jaguaripe 10,7 km;
- Madre de Deus 5,5 km;
- Maragogipe, 4 km;
- Salinas da Margarida 5,6 km;
- Salvador 52 km;
- Santo Amaro 3,5 km;
- São Francisco do Conde 12,6 km;

- Saubara 11 km e
- Vera Cruz 31 km.

Os valores acima entretanto quando confrontados com as extensões totais de linha de costa destes municípios, mostram que Madre de Deus e Itaparica, seriam os municípios mais afetados com cerca de 51,6% e 53,4% das suas linhas de costa comprometidas (Fig. 25) (Anexo 6).

7.3 – Potencial Intensificação dos Processos Erosivos na Linha de Costa devido à Submersão de Recifes de Corais e Bancos de Arenito, pela Elevação do Nível do Mar

Os recifes de corais e os bancos de arenitos de praia, por definição, constituem-se em estruturas rígidas, de caráter rochoso, bastante resistentes à ação mecânica das ondas e correntes (Leão et al. 2003).

De uma forma geral, os recifes de corais também representam uma espécie de barreira protetora da linha de costa à ação direta das ondas, sobretudo os que se encontram parcialmente expostos na maré baixa. Contudo, estes não exercem com a mesma eficiência esta proteção quando em situação adversa de eventos de tempo severo, como em tempestades, onde ondas maiores, geradas pelos fortes ventos, poderão produzir consideráveis modificações na linha de costa em sua retaguarda (Sanderson 1997; Knech & Braner 2006; Woodroffe 2008).

Nota-se, no entanto, que a princípio, quanto maior for o seu grau de exposição e a sua largura, maior será a sua capacidade de proteção para a linha de costa em sua retaguarda (Frihy et al. 2004; Knech & Braner 2006).

Na atualidade em alguns trechos da linha de costa da área de estudo são encontradas construções recifais e bancos de arenito que em situação de maré baixa ficam parcialmente expostos. Em geral, estas formações recifais e bancos areníticos apresentam-se estreitos, alongados e adjacentes a costa (Leão 1996).

Os recifes de corais encontrados na costa oceânica da Ilha de Itaparica (setor de Entorno da BTS) apresentam–se em forma de uma franja descontínua (Nascimento 2012). Já os encontrados no litoral das localidades de Guarajuba e Praia do Forte (setor Litoral Norte) são do tipo bancos recifais adjacentes à costa (Kikuchi 2000; Leão et al. 2003).

Vale lembrar que estes recifes se formaram em áreas próximas a costa, quando a plataforma continental foi inundada (cerca de 7.700 anos cal AP), sendo posteriormente alcançados pela progradação da linha de costa favorecida pelo rebaixamento do nível do mar, iniciado a cerca de 5.700 anos cal AP (Dominguez & Bittencourt 2012). Este abaixamento do nível do mar favoreceu a exposição do topo recifal, que fica exposto durante as marés baixas. Desse modo, o seu papel de proteção natural da linha de costa se torna ainda mais efetivo, nestes trechos do litoral da área de estudo.

Os bancos areníticos são mais expressivos no trecho entre a foz do rio Joanes e o rio Jacuípe (município de Camaçari – setor Litoral Norte), principalmente na localidade de Arembepe. Estes recifes areníticos também ficam expostos durante os períodos de baixa-mar, o que resulta em uma proteção efetiva da linha de costa deste trecho litorâneo da área de estudo.

Em situação de elevação do NRM, prevista nos cenários do IPCC (2014), de elevação de até 0,74 m até o final do século, os recifes coralíneos e bancos de arenito, na área de estudo, não teriam mais o seu topo exposto na baixa mar, resultando em um aumento na energia de onda na linha de costa.

Com base neste pressuposto, foram identificados os trechos de linha de costa que seriam mais afetados por este processo.

7.3.1 – No setor Litoral Norte

Neste setor, os municípios impactados seriam: Camaçari (29,3 km dos seus 49,4 km de extensão total) e, em menor grau, Mata de São João (8,3 km de um

total de 34,3 km) e Lauro de Freitas (apenas 0,6 km de um total de 4,7 km de linha de costa total) (Tabela 07) (Fig. 22).

Considerando-se o impacto conjunto da: (i) *erosão costeira* e (ii) *intensificação dos processos erosivos na linha de costa devido à submersão dos recifes de corais e bancos de arenito,* constata-se que o município de Camaçari teria cerca de 35,3 km (71,5%) da sua linha de costa afetada; seguido pelos municípios de Mata de São João 16,8 km (49%) e Lauro de Freitas 4,7 km (100%) (Tabela 07) (Figs. 22 e 24) (Anexo 5).

7.3.2 – No setor Entorno da BTS

Para este setor, os municípios potencialmente impactados seriam apenas dois: (I) Vera Cruz, na Ilha de Itaparica, com cerca de 26,8 km dos seus 127,8 km de litoral afetados e (II) Salvador, com apenas 1,2 km dos seus 141,6 km de linha de costa afetados (Tabela 08) (Fig. 23).

Considerando-se o impacto conjunto da: (i) *erosão costeira* e (ii) *intensificação dos processos erosivos na linha de costa devido à submersão dos recifes de corais e bancos de arenito,* constata-se que o município de Salvador teria cerca de 37,6% (53,2 km) da sua linha de costa afetada; seguido pelo município de Vera Cruz 31% (39,6 km) (Tabela 08) (Figs. 23 e 25) (Anexo 6).

7.4 –Potencial Remobilização de Dunas

Segundo estudos de modelagens sobre projeções climáticas para a América do Sul, realizados com o modelo regional Eta-CPTEC, desenvolvido por membros do *Met Office Hadley Centre Global Coupled* - modelo climático HadCM3, tendo como base os dados do quarto relatório ("AR4") do IPCC de 2007, as maiores diferenças nos fatores climáticos estariam entre os anos 2071-2100, tanto nas situações de verão quanto inverno. Neste modelo é previsto a combinação de dois fatores: (i) elevação de temperatura (entre 1,8 e 5,1^{o} C) e (ii) redução nas

precipitações pluviométricas (de até 40%) sobre a Zona Tropical Sul-americana, resultando em condições mais extremas no índice Precipitação menos Evaporação (P-E), o que levaria a um processo de aridização climática acentuada em partes da Amazônia e do Nordeste do Brasil; no caso nordestino, com maior impacto nas áreas do semiárido e litoral (Fig. 26), onde foi estimada uma redução das precipitações em até 40% (Marengo et al. 2012).

Contudo, segundo os dados mais atualizados do "AR5" do IPCC (2014), até 2100 haveria uma elevação de temperatura entre 1 e 4° C e uma diminuição nas precipitações pluviométricas entre 10 e 20%, para o litoral leste do nordeste brasileiro. Mesmo com esta correção (para menos) dos impactos esperados, esta previsão não alteraria sensivelmente o quadro de impacto de "aridização climática", previsto pela modelagem climática "HadCM3" com dados do "AR4" do IPCC (2007), realizados por Marengo et al. (2012).

Cabe aqui ressaltar que os dados mais recentes divulgados pelo IPCC (2014) foram disponibilizados em escala global. Seria necessário que estes também fossem modelados, por exemplo, no Eta-CPTEC, com o modelo climático HadCM3 (ou similar), à título de comparação dos resultados obtidos, visando assim verificar se haveria ou não diferenças significativas com os resultados da modelagem de Marengo et al. (2012).

Partindo desse pressuposto, uma provável consequência destas projeções estabelecidas tanto por Marengo et al. (2012), quanto pelo "AR5" do IPCC (2014), seria que, para o nordeste brasileiro, o processo de aridização climática, poderia levar à um cenário de redução da cobertura vegetal nos ambientes da zona costeira, afetando principalmente os depósitos arenosos de origem eólica como: Depósitos Eólicos Antigos; Dunas Pleistocênicas Antigas e do tipo Blow-out; Dunas Holocênicas e Dunas Frontais, levando-os a uma situação de maior exposição à ação dos ventos e que poderia resultar em uma progressiva remobilização destes depósitos.

7.4.1 – No setor Litoral Norte

Na área de estudo o setor Litoral Norte é o que possui os maiores e mais diversos depósitos eólicos (Pranchas 1,2 e 3) (Tabela 01) (Fig. 12) (Anexo 1). São diversas unidades geológico-geomorfológicas, identificadas e mapeadas pelo presente estudo, que nas condições climáticas atuais, encontram-se fixas ou semifixas. Em virtude das mudanças climáticas estas unidades poderão perder a sua cobertura vegetal, ficando expostas à ação eólica e, eventual remobilização.

Somadas, as áreas ocupadas por estas unidades representam, atualmente, cerca de 77,6 km^2. Estes depósitos encontram-se distribuídos de forma irregular na planície Quaternária dos seguintes municípios: Jandaíra (36,6 km^2); Entre Rios (14,5 km^2); Conde (10,5 km^2); Esplanada (6,1 km^2); Mata de São João (6 km^2) e Camaçari (3,9 km^2). Os municípios mais impactados seriam Jandaíra e Entre Rios, totalizando cerca de 51 km^2 (Tabela 07) (Figs. 22 e 24) (Anexo 5).

7.4.2 – No setor Entorno da BTS

Neste setor, as unidades geológico-geomorfológicas Quaternárias, de origem eólica (Dunas e Depósitos Eólicos Antigos) são encontradas basicamente apenas no município de Salvador, que somadas representam uma área de 11 km^2, de um total de 60,6 km^2 ocupados pela planície Quaternária (Tabela 08) (Figs. 23 e 25) (Anexo 6).

Assim como no setor Litoral Norte, a aridização climática prevista para acontecer até o final do presente século, teria um impacto potencial sobre estes depósitos, os quais ficariam mais vulneráveis à um processo de remobilização. Neste caso as consequências poderiam ser ainda mais danosas, já que estes depósitos se localizam em áreas densamente povoadas do município (capital do Estado da Bahia), inclusive nas proximidades de seu aeroporto (Anexos 4 e 6).

POSSÍVEIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	SETOR LITORAL NORTE										
	CAMAÇARI	CARDEAL DA SILVA	CONDE	DIAS D'ÁVILA	ENTRE RIOS	ESPLANADA	ITANAGRA	JANDAÍRA	LAURO DE FREITAS	MATA DE SÃO JOÃO	TOTAL
AUMENTO NA FREQUÊNCIA DE INUNDAÇÕES ASSOCIADAS A CHUVAS (Área em km^2)	83,8	12,4	154,6	10,1	89,5	11,4	14,1	63,8	3	56,3	499
ELEVAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR - ÁREAS POTENCIALMENTE IMPACTADAS (km^2)	101,6	0	143,2	0	32,1	29,3	0	111,9	5,1	35,2	458,4
EROSÃO COSTEIRA - TRECHOS POTENCIALMENTE IMPACTADOS (Extensão em km)	32,8	0	48,2	0	20,8	11,5	0	12	3,1	12,7	141,04
POTENCIAL REMOBILIZAÇÃO DE DUNAS (Área em km^2)	3,9	0	10,5	0	14,5	6,1	0	36,6	0	6	77,6
POTENCIAL INTENSIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS NA LINHA DE COSTA DEVIDO À SUBMENRSÃO DE RECIFES DE CORAIS E BANCOS DE ARENITO, PELA ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR (Extensão em km)	29,3	0	0	0	0	0	0	0	0,6	8,3	38,2
TOTAL DE ÁREAS AFETADAS POR POSSÍVEIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS (km^2)	141,1	12,4	209,2	10,1	120,3	129,5	14,1	148,3	6,4	81,5	872,9
EXTENSÃO TOTAL DA LINHA DE COSTA (km)	49,4	0	50,8	0	21,9	22,8	0	63,0	4,7	34,3	247
EXTENSÃO TOTAL DA LINHA DE COSTA IMPACTADA POR EROSÃO (km)	35,3	0	50,8	0	21,9	11,5	0	12	4,7	16,8	153,1
% DA LINHA DE COSTA IMPACTADA POR EROSÃO EM RELAÇÃO À SUA EXTENSÃO TOTAL	71,5	0	100	0	100	50,5	0	19,2	100	49,0	-
ÁREA TOTAL DA PLANÍCIE QUATERNÁRIA (km^2)	*159,9*	*12,4*	*298,1*	*10,1*	115,9	127,4	14,1	140,4	12,9	92,6	984
% DE ÁREA IMPACTADA POR AUMENTO NA FREQUÊNCIA DE INUNDAÇÕES ASSOCIADAS A CHUVAS EM RELAÇÃO À PLANÍCIE QUATERNÁRIA	52,4	100	51,9	100	77,2	8,9	100	45,5	23,2	60,8	50,7
% DE ÁREA IMPACTADA POR ELEVAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR EM RELAÇÃO À PLANÍCIE QUATERNÁRIA	63,5	0	48,0	0	27,7	23,0	0	79,7	39,4	38,0	46,6

Tabela 07 - Quadro resumo das áreas do setor Litoral Norte, por município, sujeitas à possíveis impactos das Mudanças Climáticas.

POSSÍVEIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS	SETOR ENTORNO DA BTS																
	ARATUÍPE	CACHOEIRA	CANDEIAS	ITAPARICA	JAGUARIPE	MADRE DE DEUS	MARAGOGIPE	NAZARÉ	SALINAS DA MARGARIDA	SALVADOR	SANTO AMARO	SÃO FÉLIX	SÃO FRANCISCO DO CONDE	SAUBARA	SIMÕES FILHO	VERA CRUZ	TOTAL
AUMENTO NA FREQUÊNCIA DE INUNDAÇÕES ASSOCIADAS A CHUVAS (Área em km^2)	9,5	18,3	15,4	1,7	116,4	0,6	24	16,8	8,7	16,7	27,6	1,4	28,3	6	13,1	31,6	336,1
ELEVAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR - ÁREAS POTENCIALMENTE IMPACTADAS (km^2)	8,4	26,6	11	5,3	141,2	2,2	29,6	13,2	22,8	31,2	31,9	0,9	44	12	7,5	59,3	447,4
EROSÃO COSTEIRA - TRECHOS POTENCIALMENTE IMPACTADOS (Extensão em km)	0	0	0	9,4	10,7	5,5	4	0	5,6	52	3,5	0	12,6	11,0	0	31	145,3
POTENCIAL REMOBILIZAÇÃO DE DUNAS (Área em km^2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	11
POTENCIAL INTENSIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS NA LINHA DE COSTA DEVIDO À SUBMENRSÃO DE RECIFES DE CORAIS E BANCOS DE ARENITO, PELA ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR (Extensão em km)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0	26,8	28,1
TOTAL DE ÁREAS AFETADAS POR POSSÍVEIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS (km^2)	14,2	39,3	15,4	5,5	195,7	2,2	37,5	24	24,1	51,8	42,1	2,2	46,8	13,8	17,3	66,5	598,3
EXTENSÃO TOTAL DA LINHA DE COSTA (km)	0	71,9	29,2	17,6	86,5	10,7	74,7	0	51,5	141,6	27,6	15,5	82,5	37,4	22,8	127,8	797,2
EXTENSÃO TOTAL DA LINHA DE COSTA IMPACTADA POR EROSÃO (km)	0	0	0	9,4	10,7	5,5	4	0	5,6	53,2	3,5	0	12,6	11	0	39,6	155
% DA LINHA DE COSTA IMPACTADA POR EROSÃO EM RELAÇÃO À SUA EXTENSÃO TOTAL	0	0	0	53,4	12,4	51,6	5,4	0	10,9	37,6	12,7	0	15,3	29,4	0	31,0	-
ÁREA TOTAL DA PLANÍCIE QUATERNÁRIA (km^2)	9,5	18,3	15,4	2,2	173,7	1,4	31,5	16,8	37,9	60,6	33,8	1,4	29,3	16,2	13,1	63,1	524,3
% DE ÁREA IMPACTADA POR AUMENTO NA FREQUÊNCIA DE INUNDAÇÕES ASSOCIADAS A CHUVAS EM RELAÇÃO À PLANÍCIE QUATERNÁRIA	100	100	100	80	67	41	76	100	23	28	81	97	97	37	100	50	64,1
% DE ÁREA IMPACTADA POR ELEVAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR EM RELAÇÃO À PLANÍCIE QUATERNÁRIA	88,4	100	71,6	100	81,3	100	94,0	78,6	60,2	51,5	94,3	65,1	100	74,1	57,6	94,1	80,1

Tabela 08 - Quadro resumo das áreas do setor Entorno da BTS, por município, sujeitas à possíveis impactos das Mudanças Climáticas.

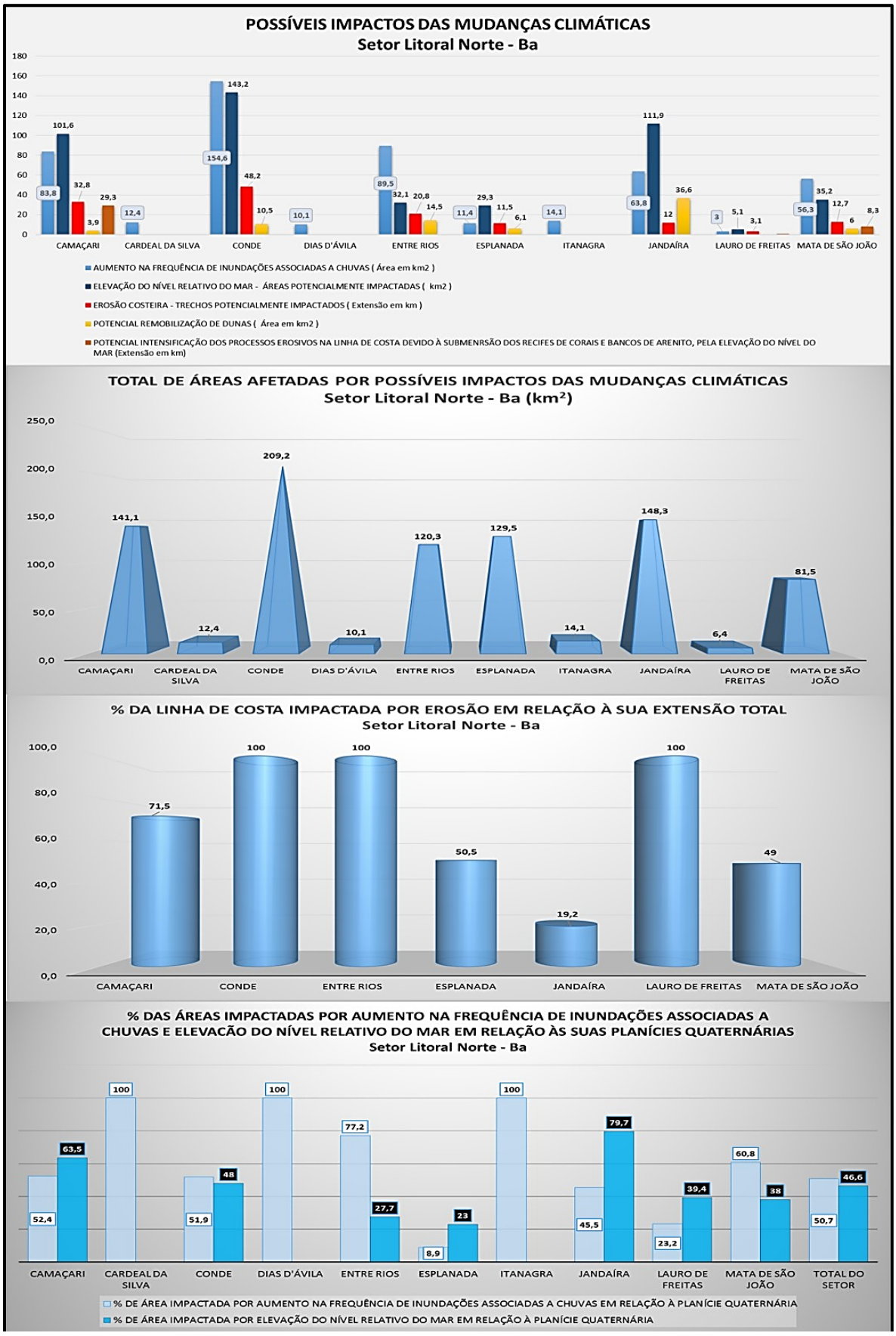


Figura 22 - Áreas no setor Litoral Norte, por município, potencialmente impactadas pelas Mudanças Climáticas e os percentuais relativos à extensão total do município e da sua planície Quaternária.

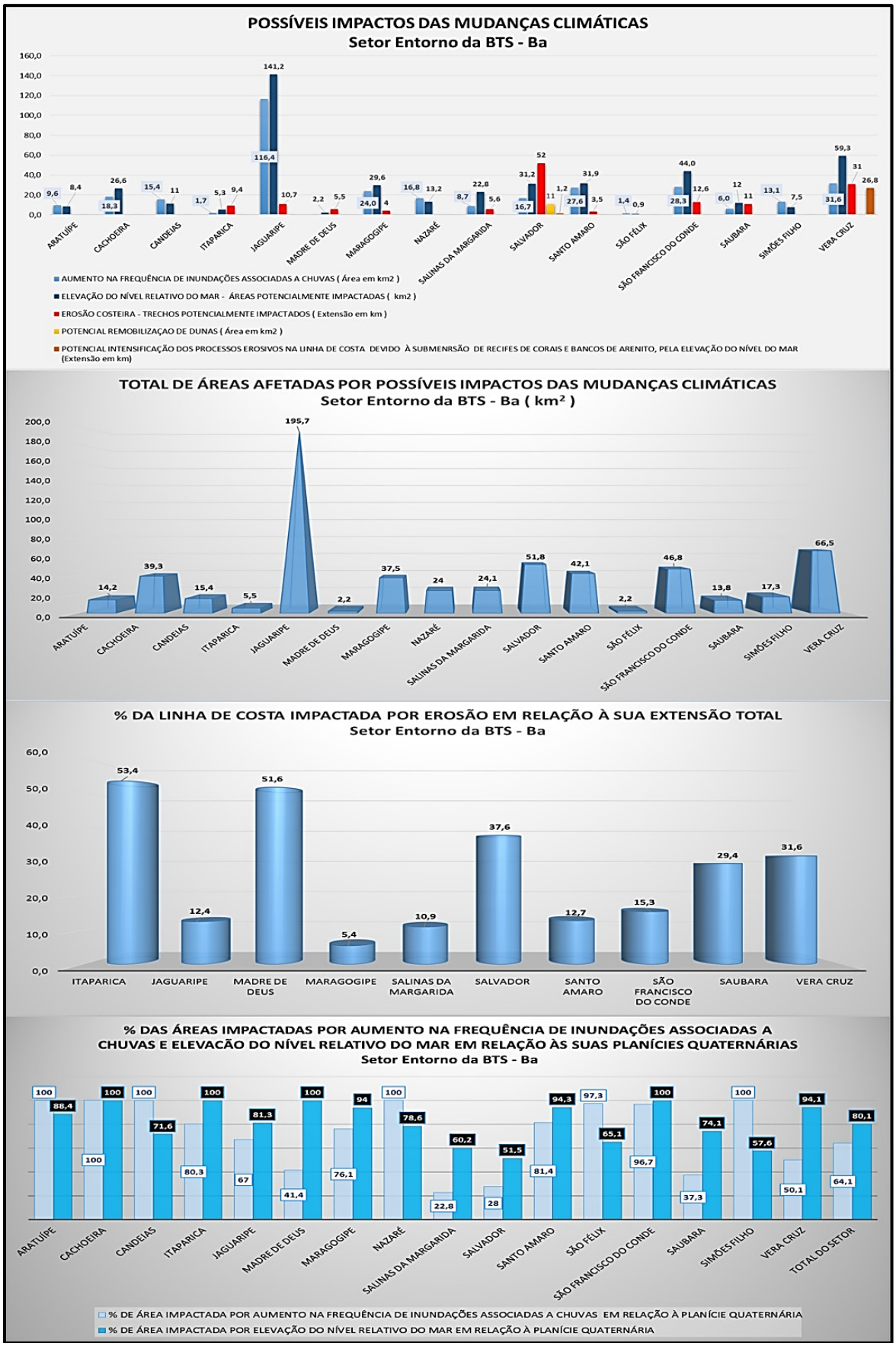


Figura 23 - Áreas no setor Entorno da BTS, potencialmente impactadas pelas Mudanças Climáticas e os percentuais relativos à extensão total do município e da sua planície Quaternária.

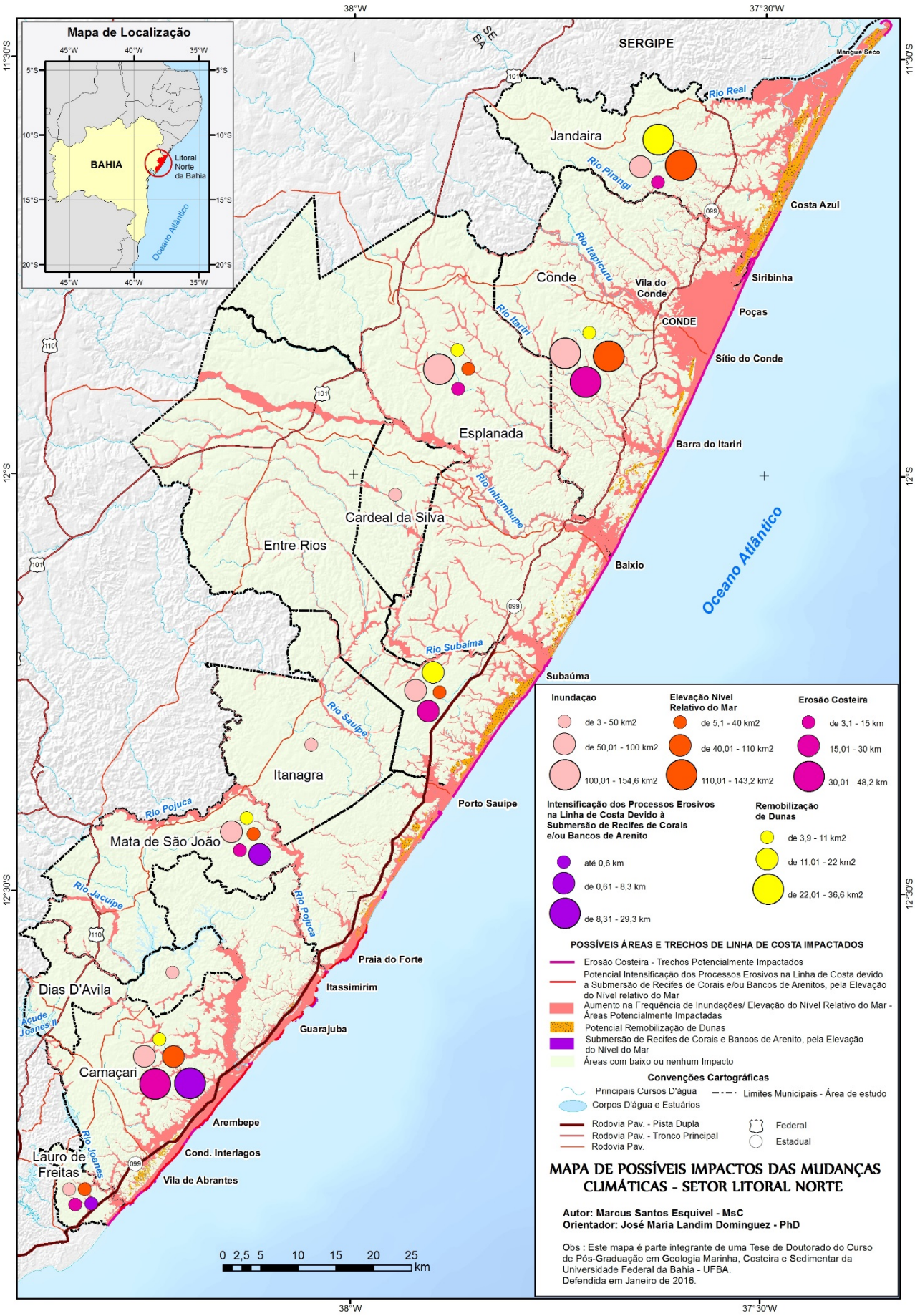


Figura 24 - Mapa Síntese de possíveis impactos das mudanças climáticas para o setor Litoral Norte.

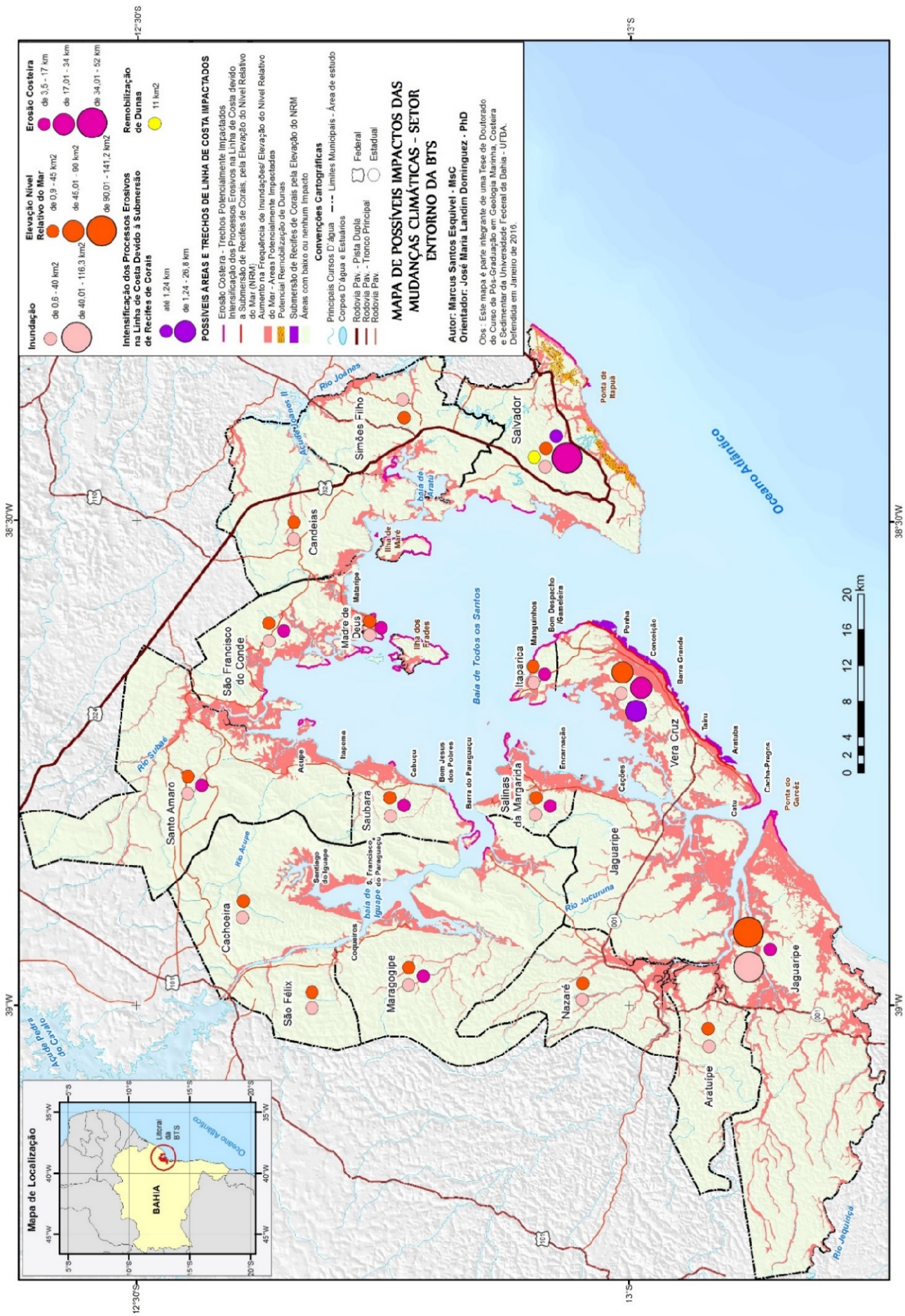


Figura 25 - Mapa Síntese de possíveis impactos das mudanças climáticas para o setor Entorno da BTS.

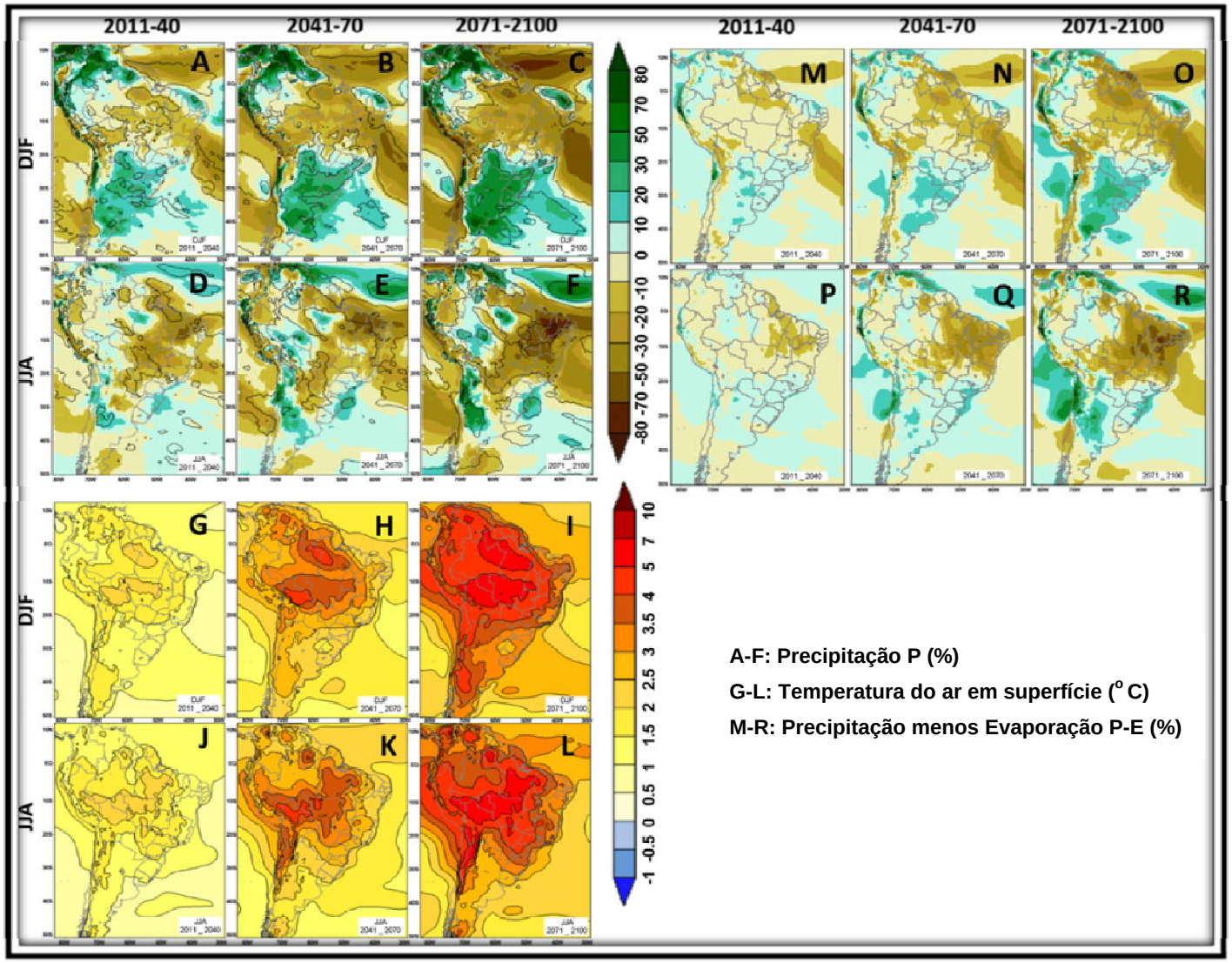


Figura 26 - Modelagens com previsões de mudanças nos padrões de Precipitação (%) (**A-F**), Precipitação menos Evaporação (%) (**M-R**) e Temperatura do ar (° C) (**G-L**), na América do Sul, do período de (2011-2040) até (1971-2100), para os cenários de verão (**DJF**) e Inverno (**JJA**) (modificado de Marengo et al. 2012, p.1836).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A geologia da zona costeira da área de estudo, sobretudo a do setor Litoral Norte, apresenta uma grande diversidade de ambientes que, por sua importância ecológica e sua expressão geográfica merecem um lugar de destaque dentre toda a zona costeira do Estado da Bahia. Sua história evolutiva, principalmente no Quaternário, teve um papel decisivo na conformação de sua morfologia e no arranjo espacial de suas unidades.

- Para que se possa responder a questões relativas a história de preenchimento e arquitetura deposicional das acumulações sedimentares presentes na zona costeira dos municípios dos dois setores da área de estudo, apenas um estudo da distribuição superficial destas acumulações não é suficiente, sendo necessário que no futuro, sejam feitos trabalhos de perfuração de poços para que se possa ter uma visão mais completa da estratigrafia da região, bem como o uso de métodos geofísicos como GPR (*Ground Penetrating Radar*) para que se possa determinar o arranjo espacial dos estratos, sua espessura e continuidade lateral.

- A partir do mapeamento de detalhe das unidades geológico-geomorfológicas do Quaternário costeiro pôde-se determinar com bastante precisão os limites geográficos das áreas legalmente protegidas. Deste trabalho resultaram mapas de Restrições Ambientais, Anexos 3 e 4, de grande importância não só para o estabelecimento de diretrizes e normas para o uso e ocupação do solo, como também para os programas de gerenciamento costeiro nos três níveis (Federal, Estadual e Municipal). Portanto, pode-se levar em consideração que as informações referentes ou derivadas da geologia-geomorfologia, cartografadas em escala adequada, constituem num poderoso auxílio documental e instrumental, na aplicação de políticas de preservação do meio ambiente em consonância ao desenvolvimento sustentável.

- A área total ocupada pelas áreas protegidas pela legislação no setor Litoral Norte é da ordem de: 340,8 Km^2 e para o setor Entorno da BTS é de 339,3 km^2, incluindo as APPs e a Faixa de 60 metros, contadas a partir da linha

de preamar máxima, conforme estabelece a Constituição do Estado da Bahia. Isto implica que, um total de aproximadamente 5,3% de todo o território do setor Litoral Norte ou cerca de 34,6% de sua planície Quaternária, assim como aproximadamente 9% do total territorial do setor Entorno da BTS, ou cerca de 64,7% de sua planície Quaternária, apresentam restrições ambientais impostas pela legislação, não sendo permitida, de modo geral, a prática de atividades humanas.

- O total das áreas afetadas por algum tipo de risco geológico (*inundação, erosão costeira e fluvial e deslizamento de terras*) representa cerca de 2.014 km^2 ou 201.408 hectares para o setor Litoral Norte, e cerca de 1.560 km^2 ou 155.958 hectares para o setor Entorno da BTS. Isto representa cerca de 31,3% das terras do setor Litoral Norte ou 60,8% de sua planície Quaternária, e 41,4% do território do setor Entorno da BTS ou 63,7% de sua planície Quaternária. Nestas áreas a ocupação e as atividades humanas devem ser exercidas com cautela, respeitando as limitações impostas por estes riscos.

- O mapeamento das restrições ambientais nos dois setores da área de estudo indica que uma porção significativa de seus territórios apresenta algum tipo de restrição à ocupação imposta pela legislação ou fenômenos geológicos: (I) no setor Litoral Norte ao menos, cerca de 53% de seu território e 60,85% de sua planície quaternária e (II) no setor Entorno da BTS, ao menos cerca de 41,6% de seu território e 63,9% de sua planície quaternária. A potencialidade dos litorais da área de estudo para o turismo deve, portanto, ser explorada com cautela, visando sempre o desenvolvimento sustentável, a conservação dos ambientes e o respeito à legislação e as limitações associadas a cada unidade mapeada.

- A análise e quantificação real dos possíveis impactos das Mudanças Climáticas na planície Quaternária dos municípios da área de estudo, revelou que:

    - (I) os impactos relativos ao *aumento na frequência de inundações associadas a chuvas e elevação do NRM* seriam potencialmente

significativos nas planícies Quaternárias dos municípios de seus dois setores. No setor Litoral Norte, o de *inundações* representaria cerca 50,7% e o de *elevação do NRM* seria de 46,6%, e no setor Entorno da BTS, o de *inundações* afetaria 64,1% e o de *elevação do NRM* impactaria 80,1% de seu território;

- (II) o trecho total de linha de costa potencialmente impactada, tanto por *erosão costeira*, quanto pela *potencial intensificação dos processos erosivos na linha de costa pela submersão de recifes de corais e bancos de arenito,* para o setor Litoral Norte seria da ordem de 153,1 km, representando um impacto em 62% da sua linha de costa e, no setor Entorno da BTS seria de 155 km, impactando apenas 19,4% desta;

- (III) o impacto de *potencial remobilização de dunas* seria mais expressivo na planície Quaternária do setor Litoral Norte, com cerca de 77,6 km^2, dos quais, 36,6 km^2 estariam apenas no município de Jandaíra, caracterizando-o assim como o município de maior impacto. Já Camaçari, com apenas 3,9 km^2 sofreria o menor impacto de todo o setor. Contudo, apesar do setor Entorno da BTS, apresentar um impacto potencial pequeno, localizado apenas no município de Salvador (com cerca de 11 km^2), há um agravante de que, nas áreas impactadas existem bairros densamente povoados (zona metropolitana), o que elevaria mais ainda o grau de vulnerabilidade deste trecho de sua planície Quaternária.

- Faz-se necessária a realização de estudos complementares mais aprofundados, como: (i) o clima de ondas; (ii) as variações sazonais do NRM (maré astronômica e maré meteorológica) e (iii) granulometria dos sedimentos das praias, para que se possa aplicar, com eficácia, medidas de mitigação ou adaptação dos possíveis impactos das Mudanças Climáticas, na área de estudo. Dentre as possíveis respostas a estes impactos, o estabelecimento de uma *Faixa Proteção* da linha de costa parece ser uma das medidas de adaptação mais adequadas frente as possíveis consequências das Mudanças Climáticas, como sugerem os trabalhos de

Nichools (2011) e Muehe (2004), o que certamente garantiria a preservação do sistema costeiro e sua variabilidade natural, reduzindo assim possíveis impactos negativos na linha de costa.

- O presente estudo representa o esforço de se estabelecer uma avaliação preliminar das restrições legais e vulnerabilidade dos ambientes geológico-geomorfológicos a riscos geológicos, e possíveis impactos decorrentes das mudanças climáticas, na zona costeira da área de estudo. Os resultados aqui apresentados poderão fornecer informações valiosas, como um ponto de partida para se determinar quais as medidas de reparação mais eficazes na diminuição dos impactos e no restabelecimento das condições originais o mais rapidamente possível, através da proposição e adoção de políticas de gestão por parte das autoridades e órgãos voltados para o gerenciamento costeiro.

REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Águas. Região Hidrográfica Atlântico Leste. Disponível em: http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/AtlanticoLeste.aspx Acesso em: 2014.

ANDRADE, A.C.S. & DOMINGUEZ, J.M.L., Informações Geológico-Geomorfológicas como Subsídios à Análise Ambiental: o Exemplo da Planície Costeira de Caravelas - Bahia. Boletim Paranaense de Geociências, 51: 9-17. 2002.

ANGULO, R.J. & LESSA, G.C., The brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and Cananéia regions. Marine Geology, 140: 141-166. 1997.

ARAI, M. A grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. Geologia USP. Série Científica, São Paulo, v.6, n.2, p.1-6. 2006.

BAHIA, SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E HABITAÇÃO, SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS, Plano Diretor da Bacia do Rio Itapicuru e Rio Real. SRH/SRHSH. 1995.

BAHIA, Constituição. 1989.

BALICA, S.F.; WRIGHT N. G.; VAN DER MEULEN F., A Flood Vulnerability Index for Coastal Cities and itas Use in Assessing Climate Change Impacts. Nat. Hazards. 64:73-105. 2012.

BARBOSA, J.S.F. & DOMINGUEZ, J.M.L. (coords.), Geologia da Bahia: texto explicativo para o mapa geológico ao milionésimo. SGM, Convênio CBPM/UFBA/SGM/FAPEX. Salvador. 1996.

BERGER, W.H., Sea level in the Late Quaternary: patterns of variation and implications. International Journal of Earth Sciences, New York, v. 97, n. 6, p. 1143-1150. 2008.

BERNAT, M.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; VILAS-BOAS, G.S., Datation Io/U do plus haut niveau marin du dernier interglaciaire sur le côte do Brésil. Utilization do 229Th comme traceur. CR Acad. Sci. Paris. 296: 197-200. 1983.

BIRD, E. C. F., Potential effects of sea level rise on the coasts of Australia, Africa and Asia. In: *Effects of Changing Stratospheric Zone and Global Climate.* Environmental Protection Agency and United Nations Environment Programme, USA, pp. 83-98. 1986.

BIRD, E. C. F., Coastline changes - a global review, J. Wiley & Sons, London, (219 pp). 1985.

BITTENCOURT, A.C.S.P.; VILAS-BOAS, G.S.; FLEXOR, J.M.; MARTIN, L., Geologia dos depósitos quaternários no litoral do Estado da Bahia. In: INDA, H. (ed.), Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia – Textos Básicos, v. 1. SME/COM. Salvador, p. 1-21. 1979.

BITTENCOURT, A.C.S.P.; VILAS BOAS, G.S.; FLEXOR, J.M.; MARTIN, L., Excursão sobre as formações quaternárias do litoral da região de Salvador. In: Simp. Inter. sobre a Evolução do Quaternário, 2, Livro-Guia, PPPG/UFBa, p.1-37. 1978.

BITTENCOURT, A. C.S.P. & DOMINGUEZ, J. M.L., Tendência de longo prazo à erosão costeira num cenário perspectivo de ocupação humana: Litoral Norte do estado da Bahia. Rev. Bras. Geociências, 40(1):125-137. 2010.

BRANCO, M.P.N.C.; LEHUGEUR, L.G.O.; CAMPOS, J.E.G., Proposta de classificação para as feições eólicas do setor leste da região metropolitana de Fortaleza-Ceará-Brasil. UNESP. Geociências, 22 (2): 163-174. 2003.

BRASIL, Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima – Projeto Orla. Ministérios do Meio Ambiente e do Planejamento, Orçamento e Gestão, Secretarias do Patrimônio da União e de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. 2001.

BRASIL, Constituição. 1988.

CARVALHO, R.V.; SILVA, K.G.; BECKENKAMP, P.R.C.; MESSIAS, L.T., Gestão ambiental no sistema de dunas costeiras – área de preservação permanente do Balneário Cassino-RS. In: II Simpósio Brasileiro de Áreas Protegidas, Pelotas. 2003.

CICIN-SAIN, B. & KNECHT, R., Integrated Coastal Management: Concepts and Practices. Island Press. Washington, (517 pp). 1998.

CIRANO, M. e LESSA, G. C. Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. Revista Brasileira de Geofísica, São Paulo, v.25, n.4, p.363-387. 2007.

CLARK, J. R., Coastal seas: the Conservation Challenge. Blackwell science. Oxford, (134 pp). 1998.

CLARK, J. R., Coastal Zone Management for New Century, Ocean & Coastal Management, 37(2): 191-216. 1997.

CLARK, J. R., Coastal zone management handbook. CRC Press, Lewis Publishers, Boca Raton, USA, (694 pp). 1995.

CLARK, J.R., Coastal ecosystem management: A technical manual for the conservation of coastal zone resources. New York, London, Sydney, Toronto: John Wiley & Sons. (928 pp.). 1977.

CPRM, Projeto Turfa na faixa costeira Bahia-Sergipe. Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM/CPRM). Salvador. 1982.

CPTEC/INPE-EMBRAPA- Previsões meteorológicas e climáticas. 2003. Disponível em: http://www.cptec/inpe.gov.br

CRUZ, C.R.; LAGE, C.S.; FALK, F.H.; MARINHO, M.M.O.; GONÇALVES, N.M.S. & LYRIO, R.S., Meio Físico. In: Empreendimento da Linha Verde (BA.099) - Um projeto para o Desenvolvimento Sustentável do Litoral Norte, Ba., p. 16-50. 1991.

CRUZ, I.C.S., Recifes de Corais da Baía de Todos os Santos, Caracterização, Avaliação e Identificação de Áreas Prioritárias para Conservação. Dissertação de Mestrado, 102 p., Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, BA, Brasil. 2008.

CRUZ, I. C. S.; KIKUCHI, R. K. P.; LEÃO, Z. M. A. N., Characterization of Coral Reefs from Todos os Santos Bay Protected Area for Management Purpose, Bahia, Brazil. Journal of Integrated Coastal Zone Management, v.9 (3): 3-23. 2009.

CUNHA, E.M.S., Evolución reciente del litoral de Natal (RN – Brasil) y su aplicación a la gestión integrada. Tese de Doutorado, Universidad de Barcelona, 384 p. 2004.

DALRYMPLE, R.W.; ZAITLIN, B.A.; BOYD, R., Estuarine facies models: conceptual basics and stratigraphic implications. Journal of Sedimentary Petrology, 62: 1030-1046. 1992.

DAWSON, R.J., DICKSON, M., NICHOLLS, R. J., HALL, J., WALKDEN, M., STANSBY, P.K., MOKRECH, M., RICHARDS, J., ZHOU, J., MILLIGAN, J., JORDAN, A., PAERSON, S., REES, J., BATES, P.D., KOUKOULAS, S. and WATKINSON, A., Integrated analysis of risks of coastal flooding and cliff erosion under scenarios of long term change. Climatic Change, 95: 249-288. 2009.

DIAS, J. A., Gestão integrada das zonas costeiras: mito ou realidade? 2º Congresso do Quaternário dos Países de Línguas Ibéricas e 2º Congresso sobre Planejamento e Gestão da Zona Costeira dos Países de Expressão Portuguesa: Livro de Resumos, Recife, PE, Brasil (14p.). 2003 (Publicação do artigo em CD-ROM).

DOMINGUEZ, J.M.L., Evolução quaternária da planície costeira associada à foz do rio Jequitinhonha (BA): Influência das variações do nível do mar e da deriva litorânea de sedimentos. Dissertação de Mestrado, CPPG/UFBa, Salvador, 79p. 1982.

DOMINGUEZ, J.M.L., Quaternary sea-level changes and the depositional architecture of beach-ridge strandplains along the coast of Brazil. Doctor of Philosophy Thesis, Department of University Miami, Miami, 288p. 1987.

DOMINGUEZ, J. M. L. (org.). Costa do Cacau: Caracterização da Zona Costeira dos Municípios de Uruçuca, Ilhéus, Uma, Santa Luzia e Canavieiras. Salvador: CBPM, 190p. 2011.

DOMINGUEZ, J. M. L. (org.). Costa do Descobrimento: avaliação da potencialidade mineral e subsídios ambientais para o desenvolvimento sustentável dos Municípios de Belmonte, Santa Cruz Cabrália, Porto Seguro e Prado. Salvador: CBPM / UFBA – CPGG / LEC, 91p. 2008b.

DOMINGUEZ, J. M. L. (org.). Costa das Baleias: Caracterização da Zona Costeira dos Municípios de Alcobaça, Caravelas, Nova Viçosa e Mucuri. Salvador: CBPM / UFBA – CPGG / LEC. 92p. 2008a.

DOMINGUEZ, J.M.L., Sistema de informações geográficas para o suporte à gestão e ao monitoramento do Litoral Norte do Estado da Bahia. Secretaria de Meio Ambiente do Estado da Bahia/CRA. Salvador, 30 p. 2006. Disponível em: http://www.sema.ba.gov.br/gercom/sig_suporte_gestao.pdf
Acesso em: 2013.

DOMINGUEZ, J.M.L. (org.), Projeto costa do descobrimento: avaliação da potencialidade mineral e de subsídios ambientais para o desenvolvimento sustentado dos municípios de Belmonte, Santa Cruz Cabrália, Porto Seguro e Prado. CBPM-CPRM-UFBa, CPGG/LEC. Salvador, 163p. 2000.

DOMINGUEZ, J. M. L. & ARAUJO, L. M., O registro de um *onlap* costeiro durante o Mioceno. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 44, Curitiba, Anais. p. 613. 2008.

DOMINGUEZ, J.M.L. & BITTENCOURT, A.C.S.P., Regional assessment of long-term trends of coastal erosion in northeastern Brazil. Academia Brasileira de Ciências, 68 (3): 355-371. 1996.

DOMINGUEZ, J.M.L. & BITTENCOURT, A.C.S.P. Geologia – cap II. In: HATJE, V.; ANDRADE, J. B. (org), Baía de Todos os Santos - Aspectos Oceanográficos. ed.: EDUFBA. v.1. Salvador, p. 29-66. 2009. ISBN 978-85-232-05970-3.

DOMINGUEZ, J.M.L. & BITTENCOURT, A.C.S.P. Zona Costeira – cap. XVII. In: BARBOSA, J.S.F. (coord), Geologia da Bahia: pesquisa e atualização. CPBM. 2v.: il. color-(Série publicações especiais; 13). Salvador. p. 395-425. 2012. Isbn 978-85-85680-48-0.

DOMINGUEZ, J. M. L. & CORRÊA-GOMES L. C. (orgs.). Costa do dendê: avaliação da potencialidade mineral e subsídios ambientais para o desenvolvimento sustentável dos municípios da Costa do Dendê 2 ed. Salvador: CBPM, 170p. 2011.

DOMINGUEZ, J.M.L. & LEÃO Z.M.A.N., Contribution of sedimentary geology to coastal environmental management of the Arembepe region, state of Bahia, Brazil. In: International Sedimentological Congress 14th, Anais, Recife, p. J14-15. 1994.

DOMINGUEZ, J.M.L. & LEÃO Z.M.A.N., Evolução geológica-geomorfológica da zona costeira de Arembepe-Guarajuba (NE Bahia): Implicações para a gestão ambiental. In: Simpósio sobre Processos Sedimentares e Problemas Ambientais na Zona Costeira Nordeste do Brasil, 1, Anais, Recife, UFPE/UFBA, p. 33-34. 1995.

DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; SANTOS, A.N.; ANDRADE, A.C.S.; LAVENERE-WANDERLEY, A.A.O.; SILVA, I.R.; QUEIROZ, I.G.; FREITAS, L.M.B.; NNASCIMENTO, L.; SILVA, R.P., Bahia. *In*: MUEHE, D. (ed.) *Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, p. 220-225. 2006.

DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN, L., Controls on Quaternary coastal evolution of the east-northeastern coast of Brazil: roles of sea-level history, trade winds and climate. Sedimentary Geology, 80: 213-232. 1992.

DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; LEÃO, Z.M.A.N.; AZEVEDO, A.E.G., Geologia do Quaternário costeiro do Estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Geociências, 20 (1,2,3,4): 208-215. 1990.

DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN, L., Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). Revista Brasileira de Geociências, 11(4): 227-237. 1981.

DOMINGUEZ, J.M.L.; LEAO, Z.M.A.N.; LYRIO, R.S., Litoral Norte do Estado da Bahia: Evolução costeira e problemas ambientais. Roteiro de Excursão E4/Cong. Bras. Geol., Salvador, SBG – Núcleo Bahia/Sergipe, 32p. 1996a.

DOMINGUEZ, J.M.L (coord.); NUNES, A.S.; SILVA, R.P.; ESQUIVEL, M.S., Diagnóstico oceanográfico e proposição de disciplinamento de usos da faixa marinha do litoral norte do Estado da Bahia. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Bahia/CRA. Salvador, 128p. 2003.

DOMINGUEZ, J.M.L.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; TESTA, V.; LEÃO, Z.M.A.N.; SILVA, C.C., Atlas Geo-Ambiental da Zona Costeira do Estado da Bahia – Conde. 19p. 1999.

DOMINGUEZ, J.M.L (Org.); SANTOS, A.N.; NASCIMENTO, L.; ESQUIVEL, M.S.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; NUNES, A.S.; NETO, F.P.F.; REBOUÇAS, R.C.; MELO, L.C.F. Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo das bacias marítimas da Bahia. Brasília: MMA. 116 p. 2012.

DUTRA, L.X.C., KIKUCHI, R.K.P. & LEÃO, Z.M.A.N., Todos os Santos Bay Coral Reefs, Eastern Brazil, Revisited after 40 Years. *Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium*, Okinawa 1: 1090-1095. 2006.
Disponível em: http://www.reefbase.org/download/download.aspx? type=1&docid=12425

EGLER, C.A.G., Risco ambiental como critério de gestão do território: uma aplicação à Zona Costeira Brasileira. Território, 1 (1): 31-42. Jun/Dez, 1996.

ESQUIVEL, M.S., O Quaternário costeiro do município de Conde: implicações para a gestão ambiental. Salvador, 1 v. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. 103 p. 2006.

FABRI, K.P.A., Methodology for supporting decision making in integrated coastal management. Ocean & Coastal Management, 39: 51-62. 1998.

FARR, T. G.; ROSEN, P. A.; CARO, E.; CRIPPEN, R.; DUREN, R.; HENSLEY, S.; KOBRICK, M; PALLER, M.; RODRIGUEZ, E.; ROTH, L.; SEAL, D.; SHAFFER, S.; SHIMADA J.; UMLAND, J., The Shuttle Radar Topography Mission, Rev. Geophys., 45, RG2004, 43 p. 2007. doi:10.1029/2005RG000183.
Disponível em: http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/SRTM_paper.pdf
Acesso em: 2015.

FITZGERALD, D. M., FENSTER, M. S., AARGOW, B. A., and BUYNEVICH, I. V., Coastal Impacts Due to Sea-Level Rise. Annu. Rev. Earth Planet Sci., 36: 601-647. 2008.

FLEXOR, J.M. & MARTIN, L., Sur l'utilisation des grès coquiliers de la región de Salvador (Brésil) dans la reconstrution des lignes de risage holocènes. In: SUGUIO K, FAIRCHILD T, MARTIN L AND FLEXOR JM (Eds), International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary. USP, São Paulo. Brazil, p. 346–357. IGCP - Project 61. 1979.

FRIHY, O.E.; EL GANAINI, M.A.; EL SAYED, W.R.; ISKANDER, M.M., The role of fringing coral reef in beach protection of Hurghada, Gulf of Suez, Red Sea of Egypt. Ecological Engineering, 22: 17-25. 2004.

GONÇALVES, N.M.S., Estudos climáticos. In: Estudo Preliminar de Impacto Ambiental – Empreendimento da Linha Verde (Ba-099). SETC/DERBA, Bahia. 1991.

GUAZELLI, W. & CARVALHO, J.C., Estruturas da margem continental leste brasileira e das áreas oceânicas e continentais adjacentes. In: PETROBRÁS, Estruturas e tectonismo da margem continental brasileira e suas implicações nos processos sedimentares e na avaliação do potencial de recursos minerais, Projeto Remac, 9. Cenpes/Dintep. Rio de Janeiro, p. 117-143. 1981.

GUEDES, M. L. S.; SANTOS, J. J., Mata Ombrófila Densa e Restinga da Baía de Todos os Santos. In: Germem. (Org.). Baía de Todos os Santos, Diagnóstico Sócio-ambiental e Subsídio para Gestão. 01 ed. Salvador, Bahia: GERMEM – UFBA, v. 01, p. -244. 1997.

HADLICH, G.M. & UCHA, J.M., Apicuns: Aspectos Gerais, Evolução Recente e Mudanças Climáticas Globais. Rev. Bras. Geociências. 10 (2): 13-120. 2009

HADLICH, G. M.; UCHA, J. M.; CELINO, J. J. Apicuns na Baía de Todos os Santos: distribuição espacial, descrição e caracterização física e química. In: Queiroz, A. F. de S.; Celino, J. J. (Org.). Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos**:** aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos. Salvador: UFBA, cap. 2, p. 59-72. 2008.

HESP, P., Foredunes and blowout: initiation, geomorphology and dynamics. Geomorphology, 48: 245-268. 2002.

INEMA – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Bahia. PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos / RPGA – Regiões de Planejamento e gestão das Águas.
Disponível em: http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/rpgas/
Acesso em: 2015.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Normais climatológicas do Brasil 1961-1990. Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento.
Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas
Acesso em: 2015.

IPCC – Intergovernamental Panel on Climate Change. DDC - Data Distribution Centre / CRU - Climate Research Unit. High resolution climate data - prescipitation (1961-1990).
Disponível em: http://www.ipcc-data.org/observ/clim/cru_ts2_1.html
Acesso em: 2015.

IPCC, Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. PACHAURI and L.A. MEYER (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. 2014.
Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/
Acesso em: 2015.

IPCC., Fourth Assessment Report (AR4): Climate Change 2007. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2007.

IPCC, The seven steps to the vulnerability assessment of coastal areas to sea level rise – guidelines for case studies. Intergovernmental Panel on Climate Change–Response Strategies Working Group, The Netherlands, (24 p). 1991.

IPCC CZMS, Strategies for Adaptation to Sea Level Rise. Report of the Coastal Zone Management Subgroup, Response Strategies Working Group of the Intergovernmental Panel on Climate Change. The Hague: Ministry of Transport, Public Works and Water Management. 1990.

KENCH, P.S. & BRANDER, R.W., Wave processes on coral reefs flats: implications for reef geomorphology using Australian case studies. Journal of Coastal Research, 2: 1181-1186. 2006.

KIKUCHI, R. K. P. de., Evolução dos recifes e das comunidades de corais hermatípicos da plataforma continental norte da Bahia: durante o Holoceno. 2000. 222p. Tese (doutorado em Ecologia de Ecossistemas) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2000.

KLEIN, R.J.T., NICHOLLS, R.J., RAGOONADEN, S., CAPOBIANCO, M., ASTON, J. and BUCKLEY, E.N., Technological options for adaptation to climate change in coastal zones. Journal of Coastal Research, 17 (3): 531-543. 2001.

LAMBECK, K.; ESAT, T.M.; POTTER, E-K., Links between climate and sea levels for the past three million years. Nature, London. V. 419, n. 6903. P. 199-206, 2002.

LEÃO, Z.M.A.N., KIKUCHI, R.K.P.; TESTA, V., Corals and coral reefs of Brazil. In: CORTÉS, J. (Eds.) Latin American coral reeefs. Amisterdam. Elsevier. p. 9-52. 2003.

LEÃO, Z.M.A.N., The coral reefs of Bahia: morphology, distribution and the major environmental impacts. An. Acad. Bras. Ciênc., 68: 439-452. 1996.

LEBIGRE, J-M., Les marais à mangrove et les tannes**.** Disponível em: http://www.futura-sciences.com/magazines/voyage/infos/dossiers/d/geographie-marais-mangrove-tannes-683/.
Acesso em: 2014.

LESSA, G.C.; CIRANO, M.; GENZ, F.; TANAJURA, C.A.S. e SILVA, R.R., Oceanografia Física. In: HATJE, V.; ANDRADE, J. B. (Org). Baía de Todos os Santos - Aspectos Oceanográficos. ed. EDUFBA, v.1. Salvador, p 71-119. 2009. ISBN 978-85-232-05970-3.

LINHAM, M. & NICHOLLS R.J., *Technologies for Climate Change Adaptation: Coastal Erosion and Flooding.*, TNA Guidebook Series. UNEP/GEF, (150 pp). 2010. Disponível em:
http://tech-action.org/Guidebooks/TNAhandbook_CoastalErosionFlooding.pdf
Acesso em: 2014.

LYRIO, R.S. (coord.), Plano de desenvolvimento e ordenamento territorial das povoações da APA do Litoral Norte do Estado da Bahia. SEMARH/CRA-Bahia. Salvador, 79 p. 2005.

LYRIO, R.S. (coord.), Revisão do diagnóstico sócio ambiental, consolidado numa proposta de zoneamento e plano de gestão. Centro de Recursos Ambientais (CRA), Projeto de Gerenciamento Costeiro. Salvador, 157p. 2003.

LYRIO, R.S., Modelo sistêmico integrado para a área de proteção ambiental do Litoral Norte do Estado da Bahia. Salvador, 1 v. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geocências /UFBa, 86p. 1996.

MAIA, L.P. & CAVALCANTE, M.D. (coords.), Mapeamento das unidades geoambientais da zona costeira do Estado do Ceará. Programa Zoneamento Econômico Ecológico (ZEE) da Zona Costeira do Estado do Ceará. Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará. 226p. 2005.

MARENGO, J. A.; CHOU, S. C.; KAY, G.; ALVES, L. M.; PESQUERO, J. F.; SOARES, W. R.; SANTOS, D. C.; LYRA, A. A.; SUEIRO, G.; BETTS, R.; CHAGAS, D. J.; GOMES, J. L.; BUSTAMANTE, J. F.; TAVARES, P., Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta CPTEC/HadCM3 climate change projections: climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and Paraná River basins. Clim Dyn, 38: 1829-1848. 2012.

MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J.M.L.; SUGUIO, K.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; FLEXOR, J.-M., Schéma de la sédimentation Quaternarie sur la partie centrale du littoral bresilien. Cahier ORSTOM Série Géologie, 13(1): 59-81. 1983.

MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; VILAS-BOAS, G.S.; FLEXOR, J.-M. Mapa geológico do Quaternário costeiro do Estado da Bahia: escala 1:250.000. Coordenação da Produção Mineral, Secretaria das Minas e Energia do Estado da Bahia. Salvador. 1980.

MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUEZ, J.M.L.; FLEXOR, J.M.; SUGUIO, K., Oscilations or not oscilations: Comment on Angulo, R.J. and Lessa, G.C. “The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and Cananéia regions”. Marine Geology, 150: 179-187. 1998.

MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P., Fluctuating Holocene sea levels in eastern and southeastern Brazil: evidence from multiple fossil and geometric indicators. Journal of Coastal Research. Fort Lauderdale, US, v. 19, n. 1. p. 101-124. 2003.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M.; DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P., Quaternary sea-level history along the central part of the Brazilian coast variations in coastal dynamics and their consequence on coastal plain construction. Academia Brasileira de Ciências, 68: 303-354. 1996.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M.; DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P., Quaternary evolution of the central part of the brasilian coast: the role of relative sea level variation and shoreline drift. In: Unesco Reports in Marine Science, Quaternary Coastal Geology of West Africa and South America, Papers prepared for the INQUA-ASEQUA Symposium, Dakar, 1986, p. 97-145. 1987.

MARTIN, L.; SUGUIO,K. & FLEXOR, J.M., Neotectonic moviments on apassive continental margin : Salvador region, Brazil. 1986a. In : MARTIN, L., SUGUIO,K., FLEXOR, J.M., DOMINGUEZ, J.M.L.,BITTENCOURT, A.C.S.P.,(1996), Quaternary sea-level history along the central part of the Brazilian coast. variations in coastal dynamics and their consequence on coastal plain construction.Na. Acad. Brasil. Ciênc. 68: 303-354. 1996.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.-M.; DOMINGUEZ, J.M.L.; AZEVEDO, A.E.G., Evolução da planície costeira do rio Paraíba do Sul (RJ) durante o Quaternário: Influência das variações do nível do mar. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, 1, Atas, Rio de Janeiro, p. 84-97. 1984.

MARTIN, L.; FLEXOR, J.-M.; VILAS-BOAS, G.S.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; GUIMARÃES, M.M.M., Courbe de variation du niveau rélatif de la mer ao cours de 7000 derniers annéss sur um secteur homogène du littoral bresilien (nord de Salvador). In: 1978 International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, Proceedings, São Paulo, p. 264-274. 1979.

MARTIN L., DOMINGUEZ J.M.L., BITTENCOURT A.C.S.P., Fluctuating Holocene sea levels in Eastern and Southeastern Brazil: evidence from multiple fossil and geometric indicators. Journal of Coastal Research (West Palm Beach, Florida), 19(1):101-124. 2003.

MASCARENHAS, M. & AUGUSTO FILHO, O., Landslides and coastal erosion hazards in Brazil. Int. Geol. Rev., 39: 756–763. 1997.

McGRANAHAN, D.A., BALK, D., ANDERSON, B., The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environ. Urban.* 19: 17–39. 2007.

MILLER, K.G.; KOMINZ, M.A.; BROWNING, J.V.; WRIGHT, J.D.; MOUNTAIN, G.S.; KATZ, M.E.; SUGARMAN, P.J.; CRAMER, B.S.; CHRISTIE-BLICK, N.; PEKAR, S.F., The phanerozoic record of global sea-level change. Science, v.310. p. 1293-1298. 2005.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Gerenciamento Costeiro no Brasil. 2014. Disponível em: http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro
Acesso em: 2014.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Brasília, Brasil, (242pp.) ISBN 978-85-7738-112-8. 2008.

MMA e MPO, Projeto Orla – Subsídios para um projeto de gestão. Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos e Ministério do Planejamento, Orçamento e gestão/ Secretaria do Patrimônio da União. p. 11-30. 2004.

MORAES, A.C.R., Contribuições para a Gestão da Zona Costeira do Brasil: Elementos para uma Geografia do Litoral Brasileiro. EDUSP/HUCITEC, São Paulo. 1999.

MUEHE, D. & NEVES, C., The implications of sea level rise in the Brazilian coast: a preliminary assessment. J Coast. Res. 14: 54–78. 1995.

NASCIMENTO, L., Comportamento da linha de costa nos últimos 50 anos e o risco de prejuízos econômicos na face oceânica da ilha de Itaparica - Bahia. Salvador, 1 v. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. 123 p. 2012.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). United States Geological Survey (USGS). **Shuttle radar topography mission data (SRTM)**. Sioux Falls: USGS, 2000.

NETTO, R. G.; ROSSETTI, D. F., Ichnology and salinity fluctuations: a case study in the Early Miocene (Lower Barreiras Succession) of São Luís Basin, Maranhão, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, n. 6, p. 5-18, 2003.

NEVES, C. F. & MUEHE, D., Vulnerabilidade, impactos e adaptação às mudanças do clima: a zona costeira. In: Parcerias Estratégias/CGEE-MCT. 27: 217-296. 2008.

NICHOLLS, R.J., Planning for the impacts of sea level rise. *Oceanography* 24(2):144–157, 2011. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2011.34

NICHOLLS, R.J., Adaptation options for coastal areas and infrastructure: an analysis for 2030. Report to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, (33pp). 2007.

NICHOLLS, R.J., Coastal flooding and wetland loss in the 21st century: changes under the SRES climate and socio-economic scenarios. Global Environ. Change 14: 69–86. 2004.

NICHOLLS, R. J. & KLEIN, R. J. T., Climate change and coastal management on Europe's coast.In: Vermaat J.E.,Bouwer L.M.,Salomons W.,Turner R.K. (eds) Managing European coasts: past and future. Geogr J 164: 255-343. 2004.

NICOLDI, J.L. & PETERMANN, R.M., Climate Changes and Vulnerability of the Brazilian Coastal Zone in its Environmental, Social, and Technological Aspects. Journal of Integrated Coastal Zone Management 10(2): 151-177. 2010.

NOBRE, C. A., Mudanças climáticas e o Brasil – Contextualização. In: Parcerias Estratégias/CGEE-MCT. 27: 7-17. 2008.

NOGUEIRA, R.X.S.; MENEZES, C.M.; DOMINGUEZ, J.M.L., Evidências de um paleomangue no Litoral Norte da Bahia. In: X Congresso da ABEQUA, Guarapari. 2005. Disponível em: http://www.abequa2005.geologia.ufrj.br/nukleo/pdfs/0065_nogueira_menezes_e_dominguez.pdf Acesso em: 2007.

NOGUEIRA, R.X.S., Mapeamento dos ecossistemas costeiros e das mudanças na ocupação do solo no município de Conde, Litoral Norte da Bahia, Brasil: Integração de Sensoriamento remoto e SIG para a gestão costeira. Salvador, 1 v. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. 148 p. 2006.

NORONHA, M.M. (coord.); BRITO, F.E.M.; AMORIM, J.; REITERMAJER, D.; VASCONCELLOS, L.N.S., Diagnóstico socioeconômico e ambiental de Conde. Projeto GERCO – Gestão Integrada da Orla Marítima no Município de Conde. Centro de Recursos Ambientais (CRA). 221p. 2003.

NUNES, B.T.A.; RAMOS, V.L.S.; DILINGER, A.M.S., Geomorfologia. In: BRASIL, Ministério das Minas e Energia, Secretaria Geral, Projeto RADAMBRASIL, Folha SD. 24. Salvador/Rio de Janeiro. 1981.

PAW, J.N. & THIA-ENG, C., Climate Changes and Sea Level Rise: Implications on Coastal Area Utilization and Management in South-east Asia. Ocean & Shoreline Management, Philliphines, 15: 205- 232. 1991.

POST, J.C. & LUNDIN, C.G. (eds.), Guidelines for integrated coastal zone management. World Bank, (21pp.) ISBN: 978-0-8213-3735-6. 1996.
Disponível em: http://dx.doi.org/10.1596/0-8213-3735-1

PROST, M. T. (coord.). Projeto Manguezais paraenses: recursos naturais, usos sociais e indicadores para a sustentabilidade. Relatório Final. Belém: MCT/Museu Paranaense Emilio Goeldi, SECTAM. CD-ROM. (Programa de Estudos Costeiros, PEC). 2001.

RAMSAR – Convention on wetlands of international importance especially as waterfowl habitat. Ramsar- Iran. 1971. Disponível em: <http://www.ramsar.org/ key_conv_e_1971.htm>

ROSS, J.L.S., Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.

ROSSETTI, D. F., Influence of low amplitude/high frequency relative sea-level changes in a wave-dominated estuary (Miocene), São Luiz basin, Northern Brazil. Sedimentary Geology, Amisterdam, v. 133. P. 295-324. 2000.

ROSSETTI, D. F., Paleosurfaces from northeastern Amazonia as a key for reconstructing paleolandsapes and understanding weathering products. Sedimentary Geology, Amisterdam. V. 169, p. 51-174. 2004.

ROSSETTI, D. F., Evolução sedimentar Miocênica nos estados do Pará e Maranhão. Revista do Instituto de Geociências – USP. Geol. USP, Série Científica, v. 6, p.7-18. 2006.

ROSSETI, D. F.; ROCCA, R. R.; TATUMI, S. H., Evolução dos Sedimentos Pós-Barreiras na zona costeira da Bacia São Luiz, Maranhão, Brasil. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém, v. 8, n. 1, p. 11-25, 2013.

ROSSETTI, D. F. & DOMINGUEZ, J.M.L., Tabuleiros Costeiros – cap. XVI. In: BARBOSA, J.S.F. (coord), Geologia da Bahia: pesquisa e atualização. CPBM. 2v.: il. color-(Série publicações especiais; 13). Salvador. p. 365-393. 2012. Isbn 978-85-85680-48-0.

ROSSETTI, D. F. & GÓES, A. M., Marine influence in the barreiras formation, State of Alagoas, northeastern Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 81(4): p. 741-755. 2009. ISSN 0001-3765.

ROSSETTI, D. F. & GÓES, A. M., Geologia. In: ROSSETI, D.F.; GÓES, A.M. (ed). O neógeno da Amazônia oriental. Belém: MPEG, p.13-52. 2004.

ROSSETTI, D. F. & GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT, W.A., A influência marinha nos sedimentos Barreiras. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências da Terra, Belém, v.2. p. 17-29. 1990.

ROSSETTI, D. F. & SANTOS JÚNIOR, A. E. A., Facies architecture in a tectonically-influenced estuarine incised valley fill of Miocene age, Northern Brazil. Journal of South América Earth Sciences, Oxford. v. 17. p. 267-284. 2004.

ROSSETTI, D. F.; TRUCKENBRODT, W. A.; GÓES, A. M., Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos Barreiras e pós-barreiras na região de Bragantina, nordeste do Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências da Terra, Belém, v.1. p. 25-74. 1989.

SANDERSON, P.G., The interaction of processand landform in the Ningaloo reef lagoon, West Australia. Proc 8th Int Coral Reef Sym, 833-838. 1997.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA – SEPLANTEC - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR - CONDER. Programa de Desenvolvimento Sustentável para a Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia (PRODESU). Relatório síntese. 160p. 2001.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA – SEPLANTEC /COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR - CONDER. Plano de Manejo da APA do Litoral Norte do Estado da Bahia. 1995.

SERVAIN, J.; J. N. STRICHERZ and D. M. LEGLER, TOGA pseudo-stress atlas 1985-1994. vol. I: Tropical Atlantic. Centre ORSTOM, Plouzané, France, 158 pp. 1996.

SILVA, C.C., Herança geológica como ferramenta para a prospecção de sambaquis no litoral norte do Estado da Bahia: O exemplo do Sambaqui Ilha das Ostras. Dissertação de Mestrado, CPPG/UFBa, Salvador, 126p. 2000.

SMITH, K. & WARD, R., Floods: physical processes and human impacts. Earth Surface processes and Landforms, 24 (13): 1261-1261. 1999.

SORENSEN, J., Baseline 2000 – Background Report: The Status of Integrated Coastal Zone Management as International Pratice (Second Interation), The Coastal Zone Canada 2000 Conference, Saint John, (167pp.). 2002.

SORENSEN, R. M., WEISMAN, R. N. & LENNON, G. P., Control of erosion, inundation and salinity intrusion caused by sea level rise. In *Greenhouse Effect and Sea Level Rise. A Challenge for this Generation,* ed. M. C. Barth & J. G. Titus. Van Nostrand Reinhold Co., New York, pp. 179-214. 1984.

SOUZA, C.R.G., Coastal erosion risk assessment, shoreline retreat rates and causes of coastal erosion along the State of São Paulo coast, Brazil. Pesquisa em Geociências, 28(2): 459-474, 2001.

SRH – BAHIA. Mapas Temáticos. Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH. CD 01. Salvador. 2003.

SUGUIO, K. & MARTIN, L., Quaternary marine formations of the state of São Paulo and southern Rio de Janeiro. In: International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, sp. publ.1, 55p. 1978.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J.M.L., Evolução da planície costeira do rio Doce (ES) durante o Quaternário: influência das flutuações do nível do mar. In: Simpósio do Quaternário do Brasil, 4, Atas, Rio de Janeiro, p. 93-116. 1982.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P; DOMINGUEZ, J.M.L.; FLEXOR, J.M., 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, 15 (4): 273-286. 1985.

UNEP, Guidelines for integrated planning and management of coastal and marine areas in the wider Caribbean region. UNEP Caribbean Environment Program. Kingston. 1996.

VIANNA, C.; GAMA Jr, E.; SIMÕES, I.A.; MOURA, J.A.; FONSECA, J.R.; ALVES, R.A., Revisão estratigráfica da bacia do Recôncavo – Tucano. Boletim Técnico da Petrobrás, 14 (3,4): 157-192. 1971.

VIEIRA, M. M. & ROSS, L. F. d., Cementation patterns and genetic implications of Holocene beachrocks from northeastern Brazil. Sediment. Geol., 192 (3,4):207-230. 2006.

VILAS BOAS, G.S.; VILAS BOAS, G.S., MARTIN, L., BITTENCOURT, A.C.S.P. e FLEXOR, J.M., Paleogeographic and paleoclimatic evolution during the Quaternary in the Northern half of the coast of the State of Bahia, Brazil. In: SUGUIO, K.; FAIRCHILD, R.R.; MARTIN, L. e FLEXOR, J.M. (eds.), Proceedings of the 1978 International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, São Paulo: p. 254-263. 1979.

VILAS BOAS, G.S.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN, L., Leques aluviais pleistocênicos da região costeira da Bahia: implicações paleoclimáticas. Revista Brasileira de Geociências, 15 (3): 255-258. 1985.

VOUSDOUKAS, M. I. & VELEGRAKIS, A. F., Morphological behavior of a beachrocks: Vatera Beach, Lesbos, 8th Pan-Hellenic Symposium of Oceanography and Fisheries, Thessaloniki. 6p. 2006.

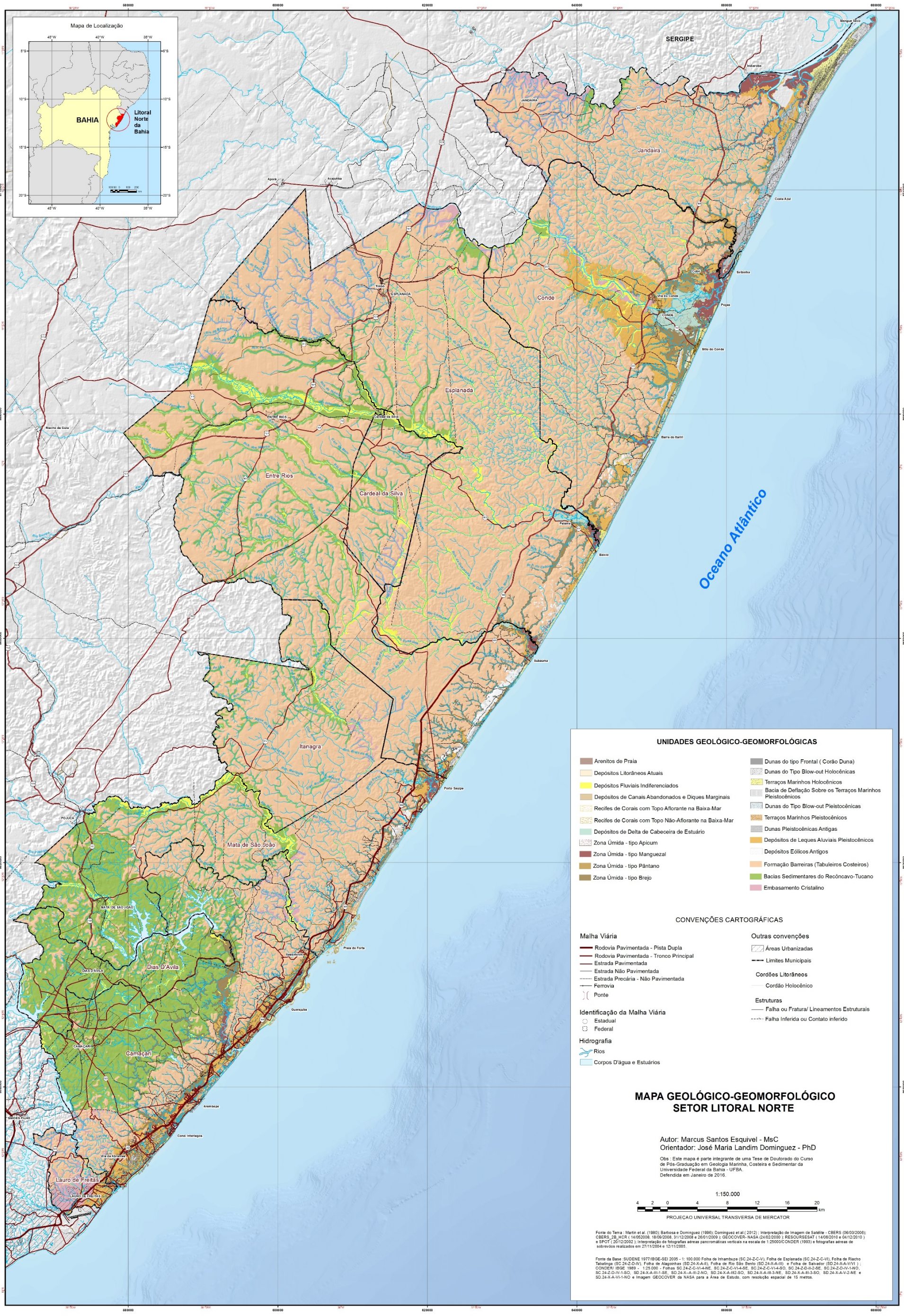
VOUSDOUKAS, M. I.; VELEGRAKIS, A. F.; PLOMARITIS, T. A., Beachrock occurence, characteristics, formation mechanisms and impacts. Earth Science, 85 (1,2):23-46. 2007.

WETZEL, L. B. & POLETTE, M., ICZM and Integration of Coast Management and Protected Area Policies in Brazil. The Changing Coast. EUROCOAST/EUCC, Porto, Portugal, pp. 61-65. 2002.

WONG, P.P., I.J. LOSADA, J.-P. GATTUSO, J. HINKEL, A. KHATTABI, K.L. McINNES, Y. SAITO, and A. SALLENGER, Coastal systems and low-lying areas. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [FIELD, C.B.; V.R. BARROS; D.J. DOKKEN; K.J. MACH; M.D. MASTRANDREA; T.E.; BIILIR; M. CHATTERJEE; K.L. EBI; Y.O. ESTRADA; R.C. GENOVA; B. GIRMA; E.S. KISSEL; A.N. LEVY; S. MAcCRACKEN; P.R. MASTRANDREA and L.L. WHITE (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 361-409. 2014.

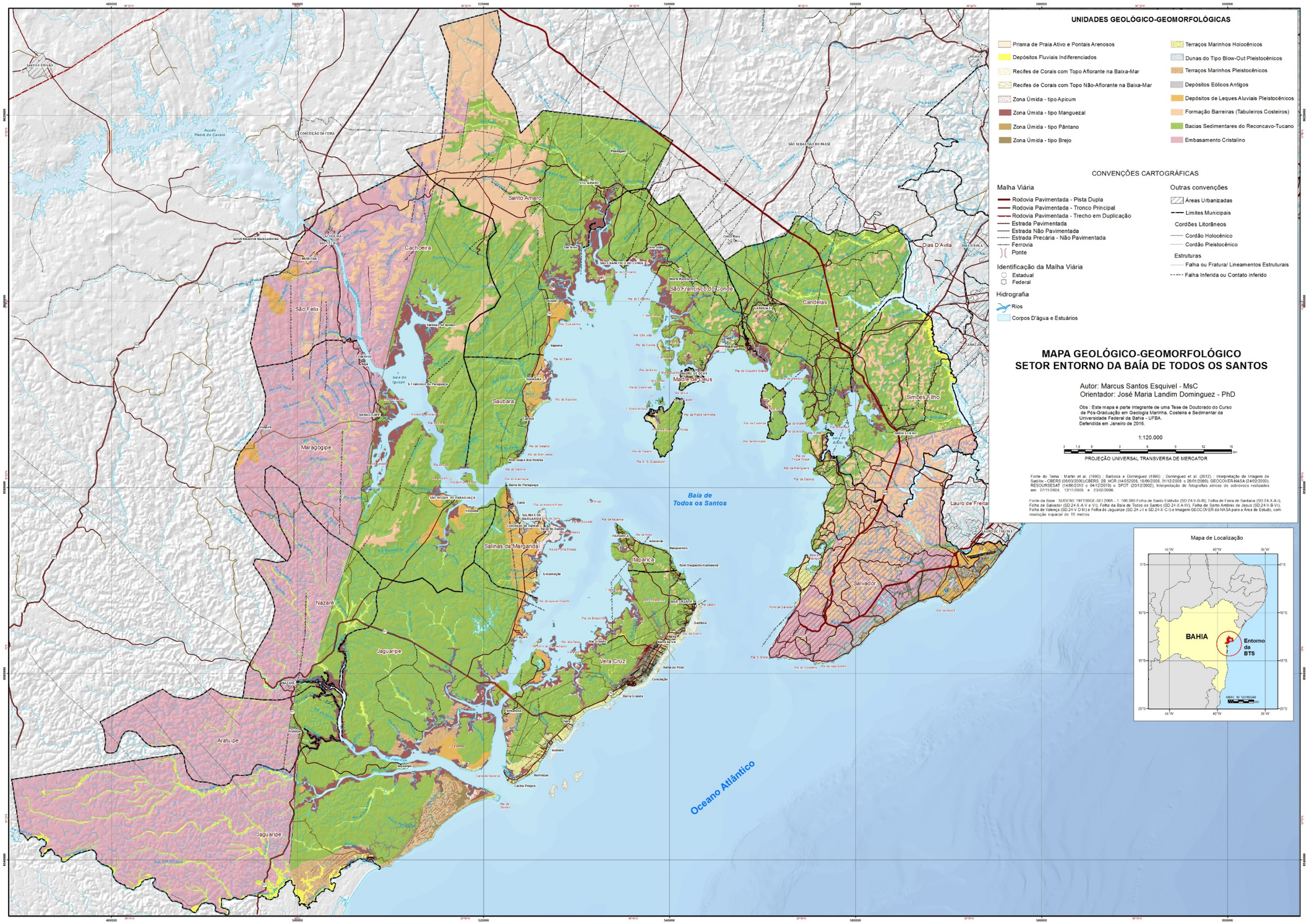
WOODROFFE, C.D., Reef-island topography and the vulnerability of atolls to sea-level rise. Global and Planetary Change, 62: 77-96. 2008.

ANEXOS



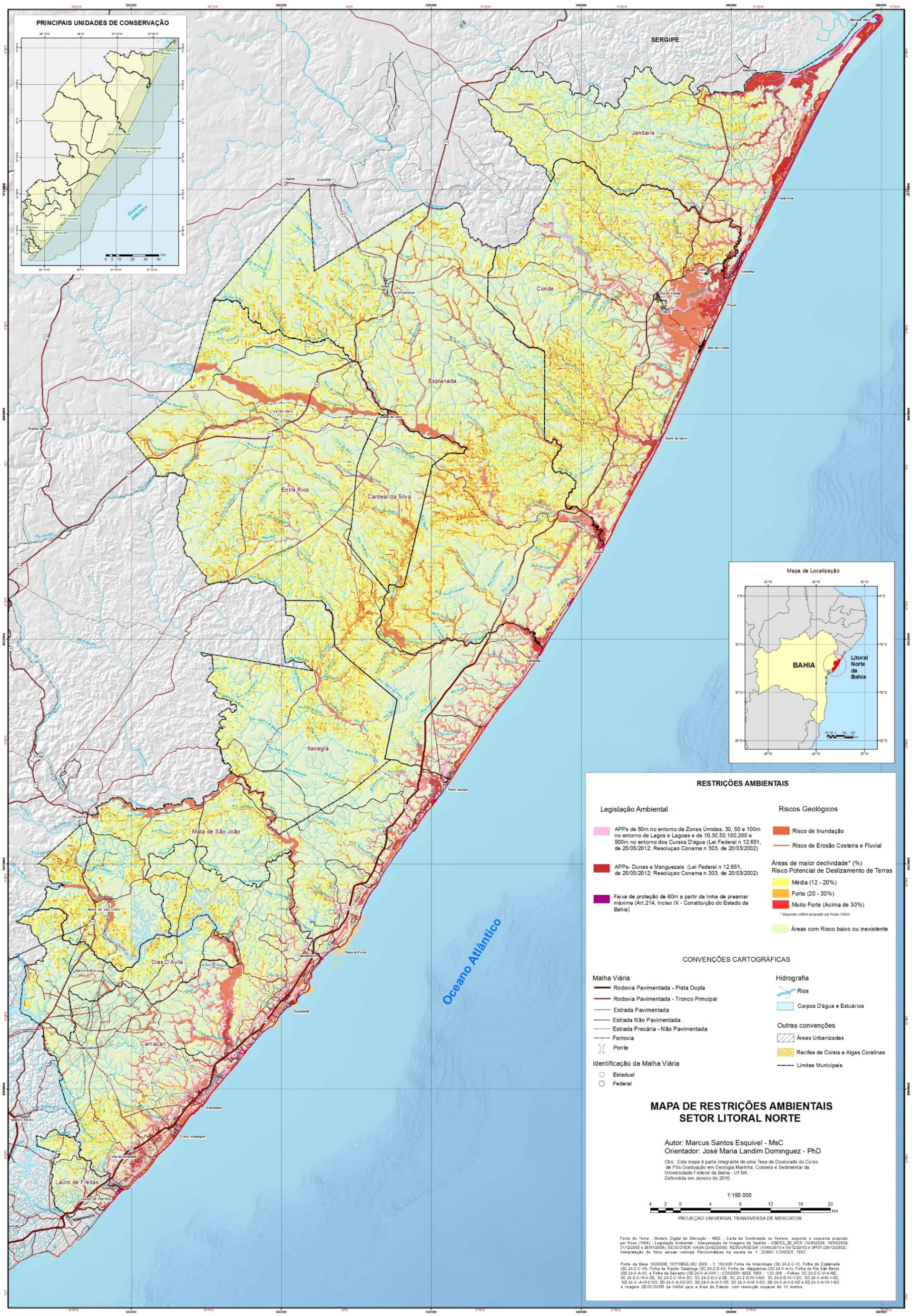
Anexo 1* - Mapa Geológico-Geomorfológico para o setor Litoral Norte.

* Nota: Esta figura tem caráter ilustrativo. Para visualizar o Mapa na escala original, utilize o arquivo digital de mesmo nome, no formato A0 (PDF), que acompanha esta tese.



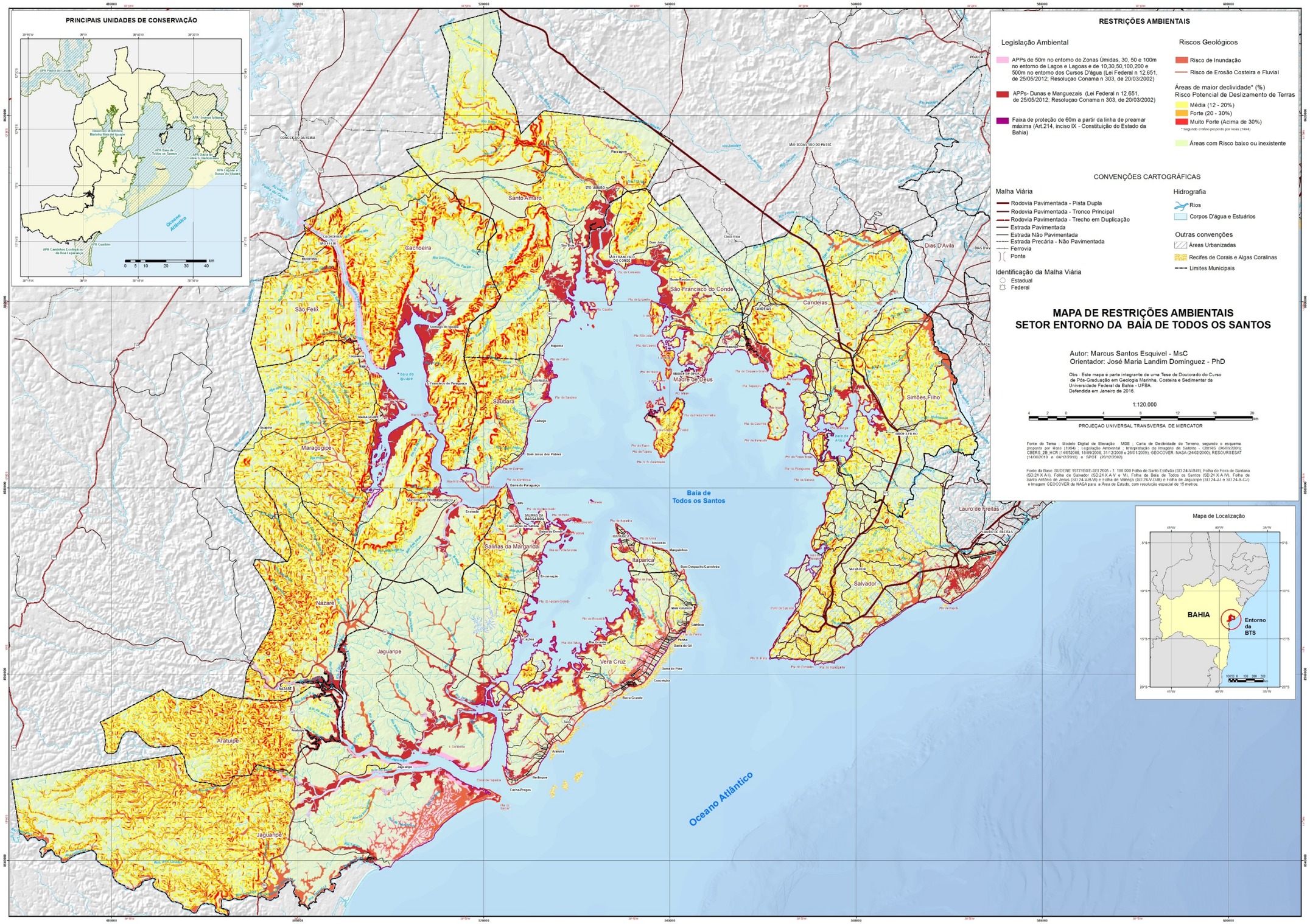
Anexo 2* - Mapa Geológico-Geomorfológico para o setor Entorno da BTS.

* Nota: Esta figura tem caráter ilustrativo. Para visualizar o Mapa na escala original, utilize o arquivo digital de mesmo nome, no formato A0 (PDF), que acompanha esta tese.



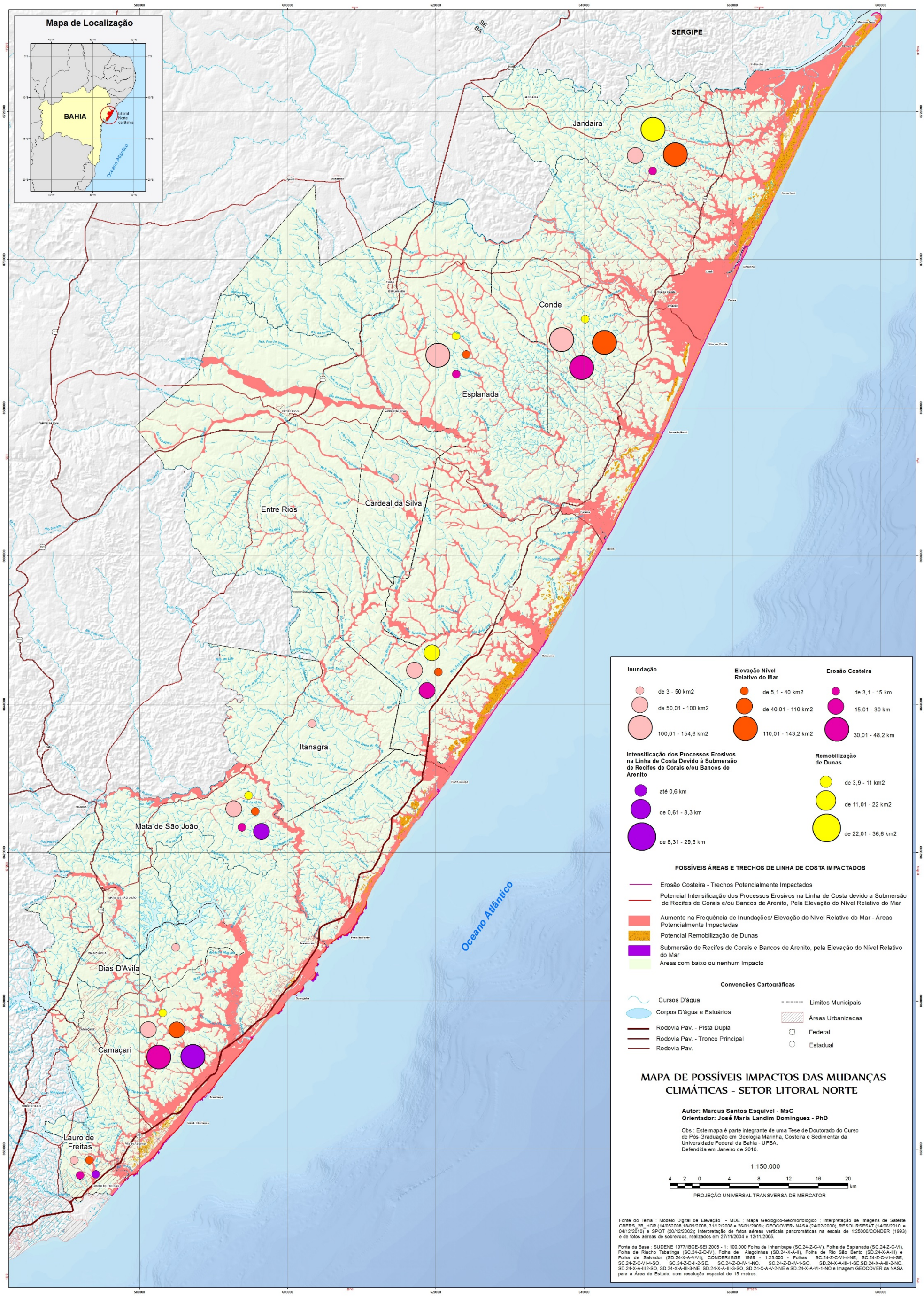
Anexo 3* - Mapa de Restrições Ambientais para o setor Litoral Norte.

* Nota: Esta figura tem caráter ilustrativo. Para visualizar o Mapa na escala original, utilize o arquivo digital de mesmo nome, no formato A0 (PDF), que acompanha esta tese.



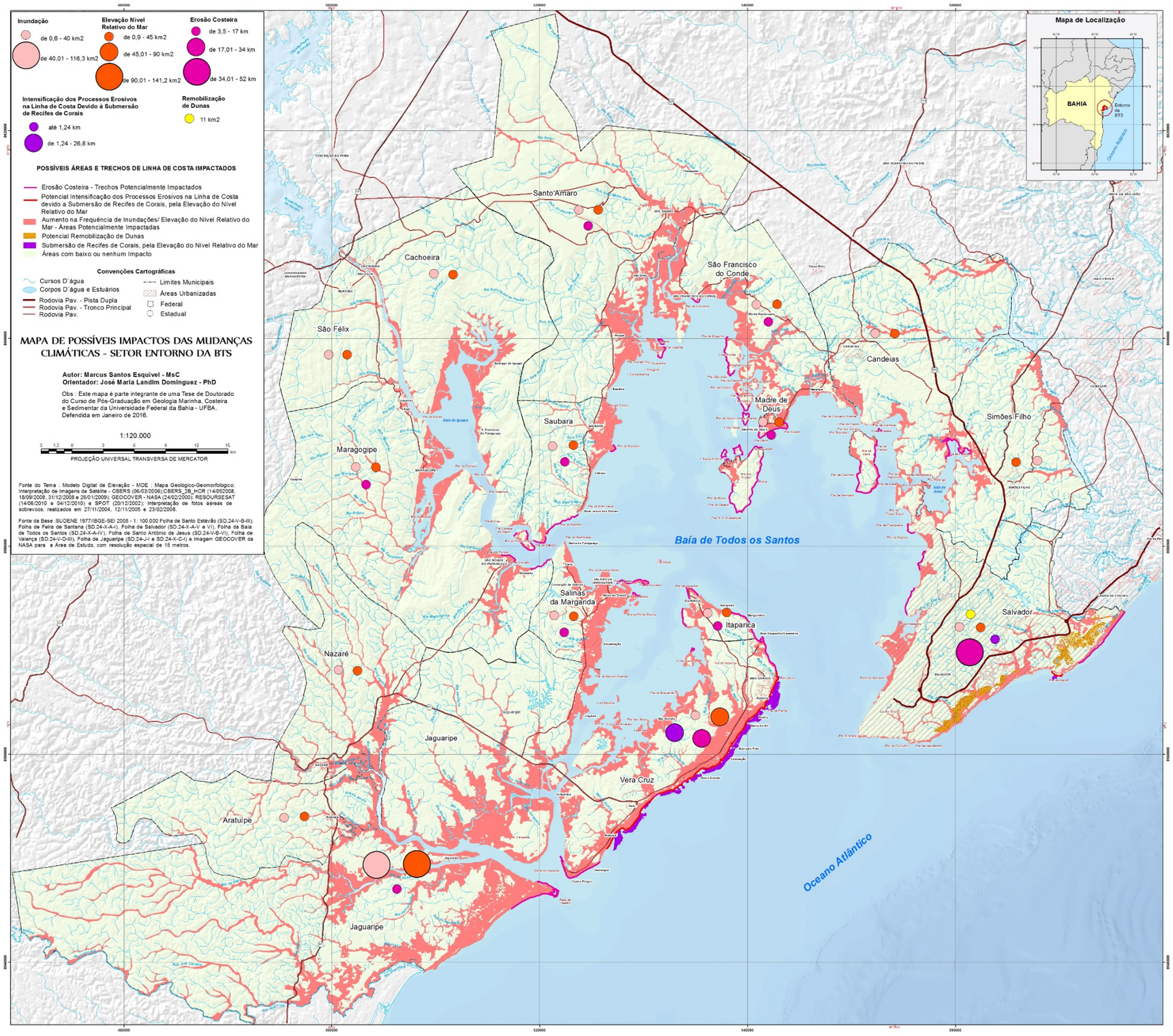
Anexo 4* - Mapa de Restrições Ambientais para o setor Entorno da BTS.

* Nota: Esta figura tem caráter ilustrativo. Para visualizar o Mapa na escala original, utilize o arquivo digital de mesmo nome, no formato A0 (PDF), que acompanha esta tese.



Anexo 5* - Mapa de Possíveis Impactos das Mudanças Climáticas para o setor Litoral Norte.

* Nota: Esta figura tem caráter ilustrativo. Para visualizar o Mapa na escala original, utilize o arquivo digital de mesmo nome, no formato A0 (PDF), que acompanha esta tese.



Anexo 6* - Mapa de Possíveis Impactos das Mudanças Climáticas para o setor Entorno da BTS.

* Nota: Esta figura tem caráter ilustrativo. Para visualizar o Mapa na escala original, utilize o arquivo digital de mesmo nome, no formato A0 (PDF), que acompanha esta tese.