

DINÂMICA COSTEIRA ATRAVÉS DA ANÁLISE DE INDICADORES

ESTUDOS DE CASO: ILHAS DE MOSQUEIRO, COTIJUBA, MARAJÓ E
AJURUTEUA (BRASIL), BEIRA (MOÇAMBIQUE) E SANTIAGO DE CUBA

Carmena Ferreira de França
Márcia Aparecida da Silva Pimentel
Fernando Alves de Araújo
(Organizadores)

Carmena Ferreira de França
Márcia Aparecida da Silva Pimentel
Fernando Alves de Araújo
(Organizadores)

DINÂMICA COSTEIRA ATRAVÉS DA ANÁLISE DE INDICADORES

ESTUDOS DE CASO: ILHAS DE MOSQUEIRO, COTIJUBA, MARAJÓ E
AJURUTEUA (BRASIL), BEIRA (MOÇAMBIQUE) E SANTIAGO DE CUBA

1ª edição

Alessandro Ferreira dos Santos
Ana Marcela Alves dos Santos
Breno dos Santos Blanco
Carolina Sozinho da Silva
Diandra Karina M. Guimarães
Ewerton Müller da Silva Souza
Gabriel Pereira Cruz
Joecylene Santos Saraiva
Jorge Alex de Almeida Souza
José Luis do Amaral Ferreira Júnior

Laise da Costa Coelho
Lorena Miranda Diniz
Mateus Alesy Batista Couto da Silva
Rafael Alexandre Alves Menezes
Rafaele da Silva Sampaio
Rhuan Rodrigo Pereira e Silva
Silvia Caroline Ribeiro Neves
Wendel Patrick Costa Souza
(Autores)

Conselho editorial / Colaboradores

Márcia Aparecida da Silva Pimentel – Universidade Federal do Pará, Brasil

José Antônio Herrera – Universidade Federal do Pará, Brasil

Márcio Júnior Benassuly Barros – Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil

Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

Wildoberto Batista Gurgel – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil

André Luiz de Oliveira Brum – Universidade Federal de Rondônia, Brasil

Mário Silva Uacane – Universidade Licungo, Moçambique

Francisco da Silva Costa – Universidade do Minho, Portugal

Ofélia Pérez Montero - Universidad de Oriente – Santiago de Cuba, Cuba

Editora-chefe: Viviane Corrêa Santos – Universidade do Estado do Pará, Brasil

Editor e web designer: Walter Luiz Jardim Rodrigues – Editora Itacaiúnas, Brasil

Editor e diagramador: Deividy Edson Corrêa Barbosa - Editora Itacaiúnas, Brasil

©2022 por Carmena Ferreira de França, Márcia Aparecida da Silva Pimentel e Fernando Alves de Araújo (Organizadores)

©2022 por diversos autores

Todos os direitos reservados.

1ª edição

Editoração eletrônica e projeto visual: Walter Rodrigues

Organização e preparação de originais: Deividy Edson

Projeto de capa: Walter Rodrigues a partir da foto “Praia Funda, ilha de Cotijuba (19/05/2017)”, dos organizadores.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

F814d França, Carmena

Dinâmica costeira através da análise de indicadores. Estudos de caso: ilhas de Mosqueiro, Cotijuba, Marajó e Ajuruteua (Brasil), Beira (Moçambique) e Santiago de Cuba [recurso eletrônico] / Carmena Ferreira de França, Márcia Aparecida da Silva Pimentel e Fernando Alves de Araújo. - Ananindeua, PA : Itacaiúnas, 2022.
182 p. : il. ; PDF.

Inclui bibliografia e índice.
ISBN: 978-65-89910-81-7 (Ebook)
DOI: 10.36599/itac-dcaaic

1. Geografia. 2. Brasil. 3. Cuba. 4. Moçambique. I. Pimentel, Márcia Aparecida da Silva. II. Araújo, Fernando Alves de. III. Título.

CDD 910
CDU 91

Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Índice para catálogo sistemático:

1. Geografia 910
2. Geografia 91

E-book publicado no formato PDF (*Portable Document Format*). Utilize software [Adobe Reader](#) para uma melhor experiência de navegabilidade nessa obra.

O conteúdo desta obra, inclusive sua revisão ortográfica e gramatical, bem como os dados apresentados, é de responsabilidade de seus participantes, detentores dos Direitos Autorais.

Esta obra foi publicada pela **Editores Itacaiúnas** em maio de 2022.

ORGANIZADORES

CARMENA FERREIRA DE FRANÇA

Docente aposentada da Faculdade de Geografia e Cartografia da UFPA. Mestre em Geografia Física e Doutora em Geologia. Foi Tutora do Programa de Educação Tutorial (PET Geografia). Coordenou projetos de pesquisa nas áreas de Geografia Física e Geomorfologia Costeira. Líder do Grupo de Estudos Geográficos Costeiros de Marajó e membro do Grupo de Estudos da Paisagem e Planejamento Ambiental. E-mail: carmena@ufpa.br.

MÁRCIA APARECIDA DA SILVA PIMENTEL

Docente da Faculdade de Geografia e Cartografia da UFPA e dos Programas de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO), em Ciências Ambientais (PPGCA) e de Riscos e Desastres na Amazônia (PPGGRD). Mestre e Doutora em Geografia Física. Coordenou projetos de pesquisa, ensino e extensão nas áreas de Planejamento da Paisagem em Unidades de Conservação de Uso Sustentável. Líder do Grupo de Estudos da Paisagem e Planejamento Ambiental (GEPPAM) e Membro do Grupo de Estudos Geográficos Costeiros de Marajó (EGC). E-mail: mapimentel@ufpa.br.

FERNANDO ALVES DE ARAÚJO

Docente da Faculdade de Educação do Campo (Campus Tocantins-Cametá da UFPA), na cadeira de Cartografia, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Graduado em Geografia (Licenciatura e Bacharelado), Mestre e Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA) com atuação em Geografia Urbana, Geoprocessamento, Cartografia Aplicada à Geografia, Sensoriamento Remoto, Cartografia Participativa e Territorialidade Camponesa. Trabalhou como Técnico do Laboratório de Análise da Informação Geográfica (LAIG/IFCH/UFPA). E-mail: nandoalves@ufpa.br.

AUTORES

ALESSANDRO FERREIRA DOS SANTOS

Licenciado em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Técnico em Geodésia e Cartografia pelo Instituto Federal do Pará (IFPA) e Pós-graduando em Geografia e Meio Ambiente do Campus Ananindeua (PGGMA/UFPA/CANAN). Com habilidades nas áreas de Geomorfologia costeira e Dinâmica costeira, ênfase em Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Integrante do grupo de pesquisa Estudos Geográficos Costeiros do Marajó (EGC) da UFPA/CNPq. E-mail: alessandro.ferreira.santos1@gmail.com.

ANA MARCELA ALVES DOS SANTOS

Graduada em Licenciatura e Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Participou como bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET Geografia/MEC-SESU). Membro do Grupo de Estudos Geográficos Costeiros de Marajó (EGC) da UFPA. E-mail: anamarcelasantos@hotmail.com.

BRENO DOS SANTOS BLANCO

Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA), bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET Geografia/MEC-SESU), integrante do Grupo de Estudos da Paisagem e Planejamento Ambiental (GEPPAM) e do Grupo de Estudos Geográficos Costeiros (EGC). Realiza pesquisas em geomorfologia, vulnerabilidade e gestão costeira. E-mail: brenosantos94@gmail.com.

CAROLINA SOZINHO DA SILVA

Acadêmica de Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Membro do Grupo de Estudo Paisagem e Planejamento Ambiental (GEPPAM) e do Grupo de Estudos Geográficos Costeiros do Marajó (EGC). Realiza pesquisas na área de Geomorfologia Costeira, Risco e Vulnerabilidade. Foi bolsista PIBIC/UFPA e PIBIC/CNPq no projeto "Paisagens, recursos naturais e saberes: compartilhando as pesquisas sobre planejamento e gestão em áreas de manguezais, nas zonas costeiras do Pará (Brasil), Santiago de Cuba (Cuba) e Beira (Moçambique)". E atualmente é bolsista PIBIC/CNPq pelo Museu Paraense Emílio Goeldi no projeto "A Amazônia e a Compreensão Geográfica do Espaço Brasileiro: Diversidade Territorial, Políticas Públicas e Novas Configurações Espaciais". E-mail: carolsozinho99@gmail.com.

DIANDRA KARINA MARTINS GUIMARÃES

Bacharela em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestranda em Oceanografia pelo programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPGOC-UFPA) na linha de pesquisa em Processos em Sistemas Costeiros e Oceânicos. Realiza pesquisas na área de Geomorfologia costeira e Dinâmica costeira com ênfase em Sensoriamento Remoto. Participou como bolsista do Programa de Educação Tutorial de Geografia (PET-Geografia/MEC-SESU). Integra o grupo de pesquisa Estudos Geográficos Costeiros do Marajó (EGC) da UFPA/CNPq. E-mail: guimaraesdiandra@gmail.com.

EWERTON MÜLLER DA SILVA SOUZA

Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Intergrante do Grupo de Estudos Geográficos Costeiros de Marajó (EGC). Participou do Projeto de Extensão Emancipa, vinculado ao Instituto de Ciências da Educação (ICED) da UFPA. Desenvolve pesquisas na área de geomorfologia e dinâmica costeira com ênfase em geoprocessamento. E-mail: ewertonmuller30@gmail.com.

GABRIEL PEREIRA CRUZ

Graduando do bacharelado em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Membro e Bolsista de Iniciação Científica pelo Grupo de Estudos Paisagem e Planejamento Ambiental (GEPPAM-UFPA). Integra o grupo de pesquisa Estudos Geográficos Costeiros do Marajó (EGC) da UFPA/CNPq. Desenvolve pesquisa nas seguintes áreas: geomorfologia costeira, dinâmica costeira, Planejamento ambiental, vulnerabilidade e risco com ênfase em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. E-mail: gabriel.pereira1026@gmail.com.

JOECYLENE SANTOS SARAIVA

Graduada em Licenciatura e Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Participou como bolsista do Laboratório de Análise da Informação Geográfica (LAIG/UFPA). Membro do Grupo de Estudos Geográficos Costeiros de Marajó (EGC) da UFPA. Tem experiência em pesquisas na área de Geografia Física, Cartografia, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. E-mail: joecylenesaraiva@gmail.com.

JORGE ALEX DE ALMEIDA SOUZA

Bacharel em Geografia e Turismo pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Mestre pelo programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO-UFPA), pós-graduando em Geoprocessamento e Análise Ambiental (PROFIMA/NUMA/UFPA). Desenvolveu pesquisas e extensão no Grupo de Estudos Geográficos Costeiros (EGC-UFPA) nas temáticas geomorfologia costeira, dinâmica da linha de costa, apropriação social do relevo em ambiente estuarino. Atua no grupo de pesquisa Turismo em Tempos de Pandemia (USP/UFPA/UFRJ); trabalha com cartografia, geoprocessamento e sensoriamento remoto. Técnico em Gestão Cultural pela Secretaria de Cultura do Estado do Pará. E-mail: jsouza.alex@hotmail.com.

JOSÉ LUIZ DO AMARAL FERREIRA JUNIOR

Graduado em Licenciatura e Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Participou como bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET Geografia/MEC-SESU). Membro do Grupo de Estudos Geográficos Costeiros de Marajó (EGC) da UFPA. E-mail: jluizamara14@gmail.com.

LAÍSE DA COSTA COELHO

Graduada em Licenciatura e Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Participou como bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET Geografia/MEC-SESU). Membro do Grupo de Estudos Geográficos Costeiros de Marajó (EGC) da UFPA. E-mail: laisecoelho3@gmail.com.

LORENA MIRANDA DINIZ

Graduada em Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestranda em Oceanografia pelo Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPGOC-UFPA), na linha de pesquisa Processos em Sistemas Costeiros e Oceânicos. Atua em pesquisas na área de geomorfologia e dinâmica costeira. Participou como bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET Geografia/MEC-SESU). Membro do Grupo de Estudos Geográficos Costeiros de Marajó (EGC) da UFPA. E-mail: lorenamirandageo@gmail.com.

MATEUS ALESY BATISTA COUTO DA SILVA

Licenciado em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA), professor da Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino do Amazonas (SEDUC-AM). Integrante do grupo de pesquisa Estudos Geográficos Costeiros de Marajó (EGC) da UFPA/CNPq. E-mail: m.alesy@hotmail.com.

RAFAEL ALEXANDRE ALVES MENEZES

Graduado pelo curso de Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA), petiano egresso do Programa de Educação Tutorial (PET Geografia) vinculado ao MEC/SESu. Integrante do Grupo de Estudos Geográficos Costeiros de Marajó (EGC). Mestre pelo programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPGOC-UFPA) e Especialista em Geoprocessamento em Análise Ambiental (PROFIMA/NUMA/UFPA). Desenvolve pesquisas na área de: Geomorfologia Costeira, Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento com ênfase em linguagem de códigos: Python, Javascript e R; e Geoprocessamento em nuvem no Google Earth Engine (GEE). E-mail: rafa.menezes1996@gmail.com

RAFAELE DA SILVA SAMPAIO

Graduada em Licenciatura e Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Participou como bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET Geografia/MEC-SESU). Membro do Grupo de Estudos Geográficos Costeiros de Marajó (EGC) da UFPA. E-mail: rafesampaio.20@gmail.com.

RHUAN RODRIGO PEREIRA E SILVA

Licenciado em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestrando em Oceanografia pelo Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPGOC-UFPA) na linha de pesquisa Processos em Sistemas Costeiros e Oceânicos. Realiza pesquisas na área de Geomorfologia e Dinâmica Costeira com ênfase em Sensoriamento Remoto. Participou como bolsista do Programa de Educação Tutorial de Geografia (PET-Geografia/MEC-SESU). É membro dos grupos de pesquisa Estudos Geográficos Costeiros do Marajó (EGC) da UFPA/CNPq e Grupo de Estudos Marinhos e Costeiros (GEMC/CNPq). Email: rhuan.silva@ifch.ufpa.br.

SILVIA CAROLINE RIBEIRO NEVES

Graduada em Geografia (Licenciatura e Bacharelado) pela Universidade Federal do Pará (UFPA), pós-graduanda em Metodologia do Ensino de Geografia pela UNIASSELVI. Professora da Secretaria Estadual de Educação do Pará – SEDUC, no município de Curuçá. Desenvolve pesquisa nas áreas de Geomorfologia Costeira e de Ensino de Geografia. Participou como bolsista do Programa de Educação Tutorial de Geografia (PET-Geografia/MEC-SESU). Membro do Grupo de Estudos Geográficos Costeiros de Marajó (EGC). e-mail: caroline2010ribeiro@gmail.com.

WENDEL PATRICK COSTA SOUZA

Licenciado em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Discente do curso Técnico em Mineração do Instituto Federal do Pará (IFPA). Participou como bolsista do Programa Residência Pedagógica (Geografia - Núcleo Belém). Integra o grupo de pesquisa Estudos Geográficos Costeiros (EGC) da UFPA/CNPq. Realiza pesquisas na área de geomorfologia e dinâmica costeira a partir de sensoriamento remoto. E-mail: wendelpcsouza@gmail.com

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

ZONA E ORLA COSTEIRA: CONCEITOS, AGENTES, CRITÉRIOS DE DELIMITAÇÃO E INDICADORES DINÂMICOS

ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM-PA)

ORLA DA BAÍA DO SOL - ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM-PA)

ORLA DO PARAÍSO, CARUARA E MARAÚ - ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM-PA)

ORLA DE CARANANDUBA - ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM-PA)

ORLA GRANDE E BISPO - ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM-PA)

ORLA DO AREIÃO - ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM-PA)

ORLA DO VAI QUEM QUER - ILHA DE COTIJUBA (BELÉM-PA)

ORLAS FUNDA E DA SAUDADE - ILHA DE COTIJUBA (BELÉM-PA)

ORLA FUNDA - ILHA DE COTIJUBA ORLA DA SAUDADE - ILHA DE COTIJUBA

MUNICÍPIO DE SOURE - ILHA DE MARAJÓ (PARÁ)

ILHA DE AJURUTEUA - BRAGANÇA (PARÁ)

BEIRA, MOÇAMBIQUE

MUNICÍPIO DE SANTIAGO DE CUBA

CONSIDERAÇÕES FINAIS

REFERÊNCIAS

AGRADECIMENTOS

ÍNDICE REMISSIVO

APRESENTAÇÃO

Este trabalho apresenta o resultado de pesquisas realizadas entre os anos de 2016 a 2021 pelo Grupo de Estudos Geográficos Costeiros de Marajó (EGC), da Universidade Federal do Pará (UFPA). Os membros do EGC integravam o corpo docente e discente do Curso de Geografia. Alguns dos discentes pertenciam também ao Programa de Educação Tutorial (PET-Geografia).

As modificações morfológicas que ocorrem nas áreas costeiras ocupadas são o objeto principal das investigações do grupo. Pela posição geográfica, essas áreas possuem uma morfogênese particular, que é determinada pelas marés, ondas, correntes e ventos, originando um conjunto fisiográfico específico. Por isso, são dotadas de praias, planícies de maré, dunas, estuários e falésias. Ao mesmo tempo que são inundadas pelas marés ou são atingidas pela ação das ondas e ventos, configurando-se como áreas dinâmicas do ponto de vista físico, elas são também atrativas para a população.

As praias, baías e seus entornos são locais alternativos de lazer, turismo, prática desportiva e atividade contemplativa. Além disso, desempenham a função portuária, extrativista, industrial, comercial e residencial. Com efeito, o contingente populacional pode ser variável, aumentando significativamente nos períodos de férias escolares, finais de semana ou feriados, devido à demanda por espaços de segundas residências e de entretenimento. A concentração de pessoas também é motivada pela infraestrutura de acesso por transporte terrestre, pela oferta de serviços urbanos, variedade do comércio e execução de políticas públicas de saneamento.

Não raro, onde predomina o uso urbano, a ocupação estende-se até a faixa litorânea. Aí reside um detalhe importante: é onde o meio físico apresenta maior instabilidade devido às marés, correntes e ondas. Tais agentes causam fenômenos de erosão e de sedimentação, que se distribuem e se alternam em magnitude, frequência e intensidade ao longo do litoral. Ou seja, eles ocorrem de maneira desigual, acarretando modificações diárias e sazonais nos sítios sobre os quais se assenta a ocupação humana.

Assim, nas áreas costeiras, a ocupação se dá sobre um substrato sujeito a processos dinâmicos, sendo comum a ocorrência de eventos que acarretam prejuízos e perdas materiais pelo comprometimento de construções e da malha viária situada na costa. São estabelecimentos comerciais e residenciais, infraestruturas de transporte e de telecomunicações instalados sobre planícies alagáveis, ao longo de arcos praias ou próximos de falésias e promontórios, atingidos pelo escoamento da água da chuva, pelo solapamento das ondas e pelo desmoronamento das escarpas. Em alguns casos, as modificações físicas são tão expressivas que há necessidade de readequação ou remanejamento das atividades antrópicas.

As pesquisas realizadas pelo EGC de 2016 a 2021, não apenas registraram, mas, sobretudo, analisaram as mudanças da morfologia em setores costeiros das ilhas de Mosqueiro, Cotijuba, Marajó e Ajuruteua, no Brasil, de Beira em Moçambique e de Santiago de Cuba. Essas mudanças foram interpretadas como decorrentes da erosão e da acumulação sedimentar, e abordadas sob uma perspectiva temporal e espacial.

As questões que nortearam as investigações são as seguintes: (a) quais as formas de relevo das áreas de estudo? (b) Como se distribuem os fenômenos dinâmicos (erosão, acumulação ou estabilidade) ao longo dessas áreas? (c) Qual o grau de manifestação dos fenômenos de erosão e de acumulação (alto, médio ou baixo)? (d) Qual deve ser a largura da orla enquanto faixa de proteção diante do grau de manifestação do fenômeno dinâmico? Diante do exposto, o objetivo foi a caracterização morfológica e dinâmica com base na análise temporal e espacial de indicadores.

Para isso, o estudo baseou-se na verificação da posição da linha de costa, dentro do intervalo de 1984 a 2019 (35 anos), e na distribuição espacial de indicadores atuais de erosão, de acumulação e de estabilidade. Ambas as vertentes de análise permitiram a identificação e a classificação dos setores dinâmicos, que se sucederam no tempo e no espaço, ao longo das áreas investigadas. Compreendem-se como setores costeiros dinâmicos aqueles que sofrem mudanças morfológicas em virtude da erosão ou da acumulação sedimentar.

Na ilha de Mosqueiro, estudou-se a variação da linha de costa no seu entorno e detalhou-se a parte norte-noroeste, desde a Baía do Sol até São Francisco, e a parte sudoeste que inclui Praia Grande, Bispo e Areião. Em Cotijuba, os setores norte, oeste e sudoeste foram analisados, mais especificamente Vai-Quem-Quer, Funda e Saudade. No Marajó, a porção nordeste onde está o município de Soure. E na porção norte do município de Bragança, a ilha de Ajuruteua.

Além dos setores situados nas margens da baía de Marajó e do oceano Atlântico, na costa norte-brasileira, o estudo foi aplicado em Cuba e Moçambique. O primeiro caso abarca a parte caribenha, localizada no trecho sudoeste, correspondente à costa da província de Santiago de Cuba. O segundo enfoca o distrito de Beira, circunscrito à margem leste de Moçambique, sob a influência do Oceano Índico.

Os estudos sobre as orlas de Santiago de Cuba e Beira (Moçambique) estiveram associados ao projeto “Paisagens, recursos naturais e saberes: compartilhando as pesquisas sobre planejamento e gestão de áreas de manguezais nas Zonas Costeiras do Pará, Santiago de Cuba (Cuba) e Beira (Moçambique)”, desenvolvido pelo Grupo Estudos da Paisagem e Planejamento Ambiental (GEPPAM). Contaram com a participação de dois discentes bolsistas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Pará e com o apoio de pesquisadores da Universidad de Oriente (Cuba) e Universidade Licungo (Moçambique).

A escolha dessas áreas para o desenvolvimento de estudos geomorfológicos da linha de costa deve-se aos seguintes critérios: (a) à significância dessas áreas como polos urbanos, comerciais, industriais, turísticos e recreativos dentro das regiões onde se localizam; (b) à relevância dos fenômenos dinâmicos da linha de costa que acarretam perdas materiais e exigem projetos de reestruturação espacial; e (c) à experiência acumulada pelo Grupo de Estudos Geográficos Costeiros do Marajó (EGCM) em trabalhos anteriores, com aquisição de acervo bibliográfico, documental, cartográfico e satelitário, além de material de campo.

O levantamento das informações e a análise dos resultados demandaram os recursos técnicos e tecnológicos do Laboratório de Análise da Informação Geográfica (LAIG/UFPA), o aporte teórico da Geomorfologia Costeira e a realização de trabalhos de campo no norte do Brasil. Todos os procedimentos executados durante a pesquisa, desde a revisão bibliográfica até a produção cartográfica, serão comentados detalhadamente em item específico referente à metodologia.

Apesar do conteúdo técnico e científico, este trabalho destina-se ao público em geral, especialmente para aqueles que se preocupam com a instabilidade do meio físico costeiro, causada pelos fenômenos dinâmicos quando atingem áreas urbanizadas, ou mesmo aquelas voltadas para o uso extrativista e agropecuário.

A estrutura de exposição das informações adota a forma de atlas comentado, com apoio de legendas explicativas. Isso é pensado para melhor auxiliar alunos, professores e pesquisadores do ensino médio e superior na compreensão de temas ligados à geomorfologia e à geografia física, e no reforço de conteúdos ministrados em disciplinas afins. Além disso, busca fornecer a gestores públicos um diagnóstico, que sirva de subsídio para a implementação de políticas de conservação da zona costeira, que incluam o ordenamento das atividades comerciais, turísticas e de moradia.

METODOLOGIA

A metodologia adotada para o estudo das mudanças morfológicas das áreas costeiras em foco consiste de leituras teóricas e de procedimentos técnicos, agrupados em três etapas: revisão bibliográfica, trabalhos de campo e trabalhos de laboratório.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A primeira etapa da metodologia refere-se à revisão bibliográfica sobre os conceitos que norteiam este estudo, como o de zona costeira, orla costeira, linha de costa, dinâmica costeira, atuação dos agentes físicos, indicadores dinâmicos, sensoriamento remoto, geoprocessamento e estudos de caso realizados acerca da temática do trabalho.

O conceito de zona costeira, orla costeira e sua delimitação são fundamentados em Christofolletti (1980), Muehe (2001), Brasil (2002, 2004) e Moraes (2011). A atuação dos agentes costeiros na elaboração do relevo, processos e dinâmica costeira, variação da linha de costa e geoindicadores são revisados com base nas obras de: Igreja et al. (1990), Muehe (1994), Coltrinari e McCall (1995), Forbes e Liverman (1996), França (2003), Souza et al. (2005), El-Robrini et al. (2006), Souza (2009); França Júnior e Villa (2011), Campos et al. (2016), Martins et al. (2016) e Brasil (2018). Sobre a aplicação do geoprocessamento nos estudos de variação da linha de costa, são consultados os seguintes trabalhos: França e Souza Filho (2003), Batista et al. (2007), Conti e Rodrigues (2011), Rodrigues e Souza Filho (2011), Silva et al. (2011), Meneses e Almeida (2012) e Ranieri e El-Robrini (2015).

2. TRABALHOS DE CAMPO

Os trabalhos de campo foram realizados nas ilhas de Mosqueiro e Cotijuba (costa norte brasileira). Em Mosqueiro, o levantamento de informações ocorreu nas orlas de São Francisco, Carananduba, Maraú, Paraíso, Caruara, Grande, Bispo e Areião em maio e dezembro de 2016, em outubro e dezembro de 2018, janeiro de 2019 e na orla da Baía do Sol em setembro de 2019. Em Cotijuba, foram executados nas orlas Funda, Vai-Quem-Quer e Saudade, nos meses de janeiro, maio e outubro de 2017 e outubro de 2018, respectivamente.

Durante as atividades de campo, realizou-se o reconhecimento de feições morfológicas, a identificação e localização de indicadores dinâmicos (físicos, biológicos e antropogênicos, de erosão, sedimentação e estabilidade); medidas morfométricas relativas às praias (largura das zonas de pós-praia e de estirâncio, posição da linha de maré alta e largura de arco praiial com uso de trena de 50 m) e referentes às falésias (leitura de ângulos verticais com emprego de astrolábio para cálculo da altura das falésias, com base na fórmula trigonométrica $tg = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$), além de pontos de GPS (coordenadas e elevação) e registros fotográficos.

Na praia da Baía do Sol, além dos procedimentos citados acima, foi executado também o levantamento topográfico transversal à linha de costa, no momento da maré baixa, em quatro transectos previamente escolhidos. Utilizou-se o método expedito com emprego de nível, régua, bússola e trena.

Cada perfil iniciou-se com a leitura ré de um marco previamente determinado e georreferenciado, no sopé da falésia ou junto a um marco de origem antrópica, e se estendeu até a linha d'água. A medição das distâncias foi feita com trena, e das elevações foi feita através da leitura do fio médio do nível incidente sobre a régua topográfica. Ao longo desses transectos, houve coleta de amostras arenosas praias em quatro pontos (médio pós-praia, linha de maré alta, médio estirâncio e linha d'água).

3. TRABALHO DE LABORATÓRIO

O trabalho de laboratório foi subdividido em alguns procedimentos, descritos a seguir:

3.1. Aquisição das imagens de satélite LANDSAT-5 TM e LANDSAT- 8 OLI, dos anos de 1984, 1985, 2016, 2017, 2018 e 2019, e das imagens de radar Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de 2000 e Fine Beam Dual Polarization (FBD) de 2009 e 2011 (plataforma ALOS/PALSAR). Essas imagens foram adquiridas gratuitamente dos sítios da USGS (United States Geological Survey) e do ASF Data Search Vertex (Alaska Satellite Facility), já georreferenciadas (Quadro 1). A escolha das imagens se deu de acordo com a disponibilidade daquelas que apresentaram menor quantidade de nuvens para melhor visualização das mesmas. As imagens LANDSAT são as mais antigas, por isso permitem realizar uma análise com recorte temporal de médio período.

Quadro 1 – Informações sobre as imagens utilizadas

Plataforma	Sensor	Órbita/ Ponto	Data de aquisição	Resolução espacial (m)	Bandas
LANDSAT 5	TM	167/74	01/06/1984	30x30	5, 4, 3
		223/61	27/07/1984	30x30	5, 4, 3
		222/61	25/11/1984	30x30	5, 4, 3
		011/46	05/12/1984	30x30	5, 4, 3
		223/61	09/10/1985	30x30	5, 4, 3
LANDSAT 8	OLI	223/61	10/12/2016	30x30	6, 5, 4
		223/61	16/07/2017	30x30	6, 5, 4
		223/61	04/12/2017	30x30	6, 5, 4
		222/61	31/05/2018	30x30	6, 5, 4
		223/61	15/06/2018	15x15, 30x30	8, 6, 5, 4
		223/61	26/08/2018	30x30	6, 5, 4
		011/46	19/11/2018	30x30	6, 5, 4
		223/61	26/06/2019	30x30	6, 5, 4
167/74	24/10/2019	30x30	6, 5, 4		
SRTM	SAR	223/61	Fev/2000	30x30	C, X
ALOS	PALSAR	27133/0380	23/03/2011	12,5	L (FBD)
ALOS	PALSAR	10630/6780	20/04/2009	12,5	L (FBD)

Fonte: Elaboração dos autores, baseado nos dados dos sítios da USGS e da ASF, disponíveis em www.usgs.gov e em <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>.

3.2. Após a aquisição das imagens, foi realizado o tratamento digital através do software ArcMap versão 10.1, no Laboratório de Análise da Informação Geográfica (LAIG/UFPA): (a) composição de bandas espectrais (RGB). Na imagem LANDSAT 5 foram utilizadas as bandas 5, 4 e 3, que correspondem ao infravermelho médio, infravermelho próximo e visível vermelho, respectivamente. Na imagem LANDSAT 8, foram utilizadas as bandas 6, 5 e 4, que correspondem respectivamente ao vermelho, infravermelho próximo e SWIR1; (b) realce e contraste das imagens para facilitar a interpretação visual; (c) georreferenciamento da imagem LANDSAT 5 de 25/11/1984 (cena 222/61) pela imagem

LANDSAT 8 de 31/05/2018 (cena 222/61), a partir da distribuição de 32 pontos de controle; (d) georreferenciamento da imagem LANDSAT 5 de 27/07/1984 (cena 223/61) pela imagem LANDSAT 8 de 10/12/2016 (cena 223/61), a partir da distribuição de 50 pontos de controle .

Nos metadados dessas imagens são fornecidos os erros de georreferenciamento a partir dos quais foi possível calcular, por regra de três simples, o erro linear médio, o erro por área e os erros acumulativos entre as imagens comparadas (Quadro 2). Os valores de tolerância de erro RMS que normalmente são aceitos para os pontos de controle de imagens ópticas com pixel de 30 m deve ser igual ou inferior a 2 pixels (60 metros) (MENESES; ALMEIDA, 2012).

Quadro 2 – Erro de georreferenciamento das imagens utilizadas: por pixel, linear e areolar

Produto orbital	Erros RMS	Erros geométricos lineares (m)	Erros geométricos areolares (m ²)
LANDSAT 5 TM 01/06/1984 Cena 167/74	0,1423	4,269	128,07
LANDSAT 5 TM 27/07/1984 Cena 223/61	0,326 0,467 0,486	9,781 14,0242 14,6	293,4 420,3 437,4
LANDSAT 5 TM 25/11/1984 Cena 222/61	0,47	14,17	423,0
LANDSAT 5 TM 05/12/1984 Cena 011/46	0,149	4,470	134,1
LANDSAT 5 TM 09/10/1985 Cena 223/61	0,326	9,781	293,4
LANDSAT 8 OLI 10/12/2016 Cena 223/61	0,3	9,0	270,0
LANDSAT 8 OLI 16/07/2017	0,295	8,848	265,5

Cena 223/61			
LANDSAT 8 OLI 04/12/2017 Cena 223/61	0,313	9,396	281,8
LANDSAT 8 OLI 31/05/2018 Cena 222/61	0,31	9,33	279
LANDSAT 8 OLI 15/06/2018 Cena 223/61	0,289	8,682	260,1
LANDSAT 8 OLI 26/08/2018 Cena 223/61	0,326	9,78	293,4
LANDSAT 8 OLI 19/11/2018 Cena 011/46	0,2442	7,326	219,78
LANDSAT 8 OLI 26/06/2019 Cena 223/61	0,296	8,884	266,4
LANDSAT 8 OLI 24/10/2019 Cena 167/74	0,2889	8,667	260,01

Fonte: Elaboração dos autores.

3.3. Interpretação visual e vetorização direta das linhas de costa (LC) sobre as imagens, baseada na linha limítrofe entre o rebordo dos platôs (falésias) e os cordões de praia e na linha da vegetação. Foi utilizada, também, a ferramenta NDVI ((Normalized Difference Vegetation Index) para facilitar a interpretação da LC. No entanto, em alguns trabalhos, foi observado que em algumas partes das imagens, ao trocar e comparar as composições de bandas do NDVI para a composição RGB, os vetores não ficavam devidamente na linha da vegetação, mostrando incompatibilidade nos resultados relativos à posição da LC. Então, decidiu-se traçar os vetores sem a utilização do NDVI e acompanhar os pixels nas cores verdes da composição RGB. As imagens que foram interpretadas com o auxílio da ferramenta NDVI foram: LANDSAT 5 TM 27/07/1984, LANDSAT 5 TM 25/11/1984, LANDSAT 8 OLI 10/12/2016 e LANDSAT 8 OLI 31/05/2018. Após a vetorização da LC em cada

imagem, foi feita a sobreposição dos vetores, a identificação e classificação dos polígonos correspondentes às áreas progradacionais (acumulativas ou de avanço da LC) e retrogradacionais (erosivas ou de recuo da LC) e a quantificação a partir de medidas lineares e areolares, considerando os erros geométricos acumulativos das imagens comparadas.

3.4. Classificação do grau de dinâmica costeira em setores de baixa, média e alta erosão/sedimentação a partir do método de quebras naturais. O procedimento foi realizado de modo automatizado no software ArcGIS versão 10.1 com a utilização da ferramenta Natural Breaks/Jenks. O método buscou reduzir a variabilidade dentro das classes e maximizar as diferenças entre as classes (CARVALHO, 2018). Sua forma de ordenação em intervalos naturais promoveu uma maior homogeneidade de dados dentro de cada classe – agrupando os dados semelhantes – assim como uma maior heterogeneidade entre as classes – separando os dados com maior variação.

3.5. Interpretação do relevo, compartimentação morfológica com base na classificação taxonômica de Ross (1992) e delimitação da orla costeira de acordo com os critérios de Muehe (2001). Tais procedimentos foram executados com a utilização dos programas Google Earth PRO e ArcMap 10.1, no Laboratório de Análise da Informação Geográfica (LAIG/UFGA). As formas de relevo dos bairros de Baía do Sol, Paraíso, Caruara, Maráu, Carananduba, São Francisco, Grande, Bispo e Areião (ilha de Mosqueiro) e das ilhas de Cotijuba e Ajuruteua foram interpretadas nas imagens orbitais de alta resolução, disponibilizadas pelo Google Earth PRO, e vetorizadas com emprego da ferramenta de criação de polígonos. Além disso, foi utilizada a ferramenta de “criação de caminho” para traçar a linha de costa e estabelecer os limites internos e os limites externos das orlas.

Os dados na forma de polígonos e linhas obtidos a partir da interpretação da área de estudo, no software Google Earth PRO, foram convertidos para um formato reconhecível pelo software ArcMap 10.1 – o formato KML. No ArcMap 10.1 os polígonos e linhas foram convertidos para o formato shapefile (extensão criada pela ESRI, empresa que produz o software ArcMap, para representar dados vetoriais do tipo ponto, linha e polígono), utilizando a ferramenta Arctool Box – Convert Tools – KML to Layer e posteriormente salvar os Layers em Shapefile para que pudessem ser utilizados na confecção de mapas.

A imagem SRTM de 2000 foi empregada para a confecção do mapa morfológico da ilha de Mosqueiro. No programa ArcMap 10.1, foram geradas curvas de nível de 1m de equidistância. Em seguida, com a ferramenta TIN (Triangulated Irregular Network) foi criado um Modelo Digital de Elevação (MDE), que facilitou a delimitação das unidades.

Para a elaboração dos mapas morfológicos de Santiago de Cuba, confeccionou-se um MDE a partir das imagens ALOS/PALSAR. Com a capacidade de obter dados sem interferência de nuvens e a facilidade de ultrapassar o dossel da vegetação, o sensor ALOS foi essencial para o trabalho porque a partir dele foram extraídas informações altimétricas das áreas estudadas com 12,5m de resolução espacial (SÁNCHEZ; SHIMABUKURO; VALERIANO, 2011).

O Satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite), projeto japonês das empresas *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) e *Japan Resources Observation System Organization*, entrou em operação em 24 de janeiro de 2006 e finalizou sua missão em abril de 2011. Possuía três sensores a bordo, o radiômetro PRISM (*Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping*) gerava imagens tridimensionais detalhadas da superfície terrestre (12,5m de resolução); o radiômetro multiespectral AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2*) para mapeamentos de uso e cobertura da terra; e o sensor de micro-ondas PALSAR (*Phased Arraytype L-band Synthetic Aperture Radar*) realizava imagens diurnas e noturnas sem a interferência de nebulosidade (BENEDITTI, 2010).

As imagens (*Fine Beam Dual polarization - FBD*), baixadas do sítio <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>, após cadastro prévio, passaram pelos seguintes tratamentos no ambiente ArcMap 10.1 (na janela *ArcToolbox*, opção *Spatial Analyst Tools*), conforme sugestão de Oliveira (2019): (a) conversão da imagem de formato IMG para GRID com finalidade de expor a tabela de atributos; remoção de pixel com valores negativos (altitude); (b) uso da ferramenta *Reclassify* para preencher os espaços vazios atribuindo o valor “zero” e nova classificação dos dados de altimetria; (c) aplicação do *Fill* para correção das incongruências e anomalias de alguns pixels; e (d) junção das imagens em mosaico e finalização do MDE. Com a geração do Modelo Digital de Elevação realizou-se a geração de curvas de nível, identificação da compartimentação do relevo e composição do mapa morfológico auxiliado das referências bibliográficas aplicadas às áreas de estudo.

3.6. Seleção de indicadores de dinâmica costeira, definição de parâmetros e pesos. Para a análise das modificações atuais, que se manifestam em escala de curto período, foram adotados doze indicadores dinâmicos, selecionados com base em revisão bibliográfica e condizentes com as características das áreas estudadas no que se refere aos aspectos morfológicos, vegetacionais e ocupacionais: largura do arco praial, posição da linha de maré alta, largura da zona de pós-praia, largura da zona de estirâncio, presença/ausência de sistemas barra-calha, granulometria da areia praial, presença/ausência de terracetes, falésias, promontórios, plataformas de abrasão e bancos de cascalho, altura de falésias e promontórios, tipo de vegetação e condição erodida/soterrada, presença/ausência de feições erosivas/acrecionais, construções antrópicas destruídas/soterradas e variação da posição da linha de costa.

Para cada indicador foi atribuído um parâmetro pautado em índices morfométricos e granulométricos, na porcentagem de recobrimento ou na quantidade de ocorrência de fatos ou fenômenos. Alguns indicadores receberam parâmetros morfométricos relacionados às medidas de largura, distância, altura e quantidade, como por exemplo, largura de pós-praia, estirâncio, extensão do arco praial, altura de falésias e posição da linha de maré alta. Outros indicadores receberam parâmetros ou valores de porcentagem que variaram de 25% a além de 50%, ligados à extensão de recobrimento da presença daquele indicador na orla. Por exemplo: porcentagem de extensão da plataforma de abrasão e do banco de cascalho dentro de cada orla ou setor de orla.

A designação de parâmetros permitiu um desdobramento de 12 para 95 indicadores, subdivididos nos seguintes tipos: físicos/naturais, biológicos e antropogênicos. Esses tipos foram também agrupados em: indicadores de erosão, de estabilidade e de acumulação.

Os parâmetros serviram de referência para a definição dos pesos. Estes foram aplicados aos indicadores de erosão e de acumulação para a avaliação do grau do fenômeno dinâmico em alto (peso 3), médio (peso 2) e baixo (peso 1). Esses pesos foram empregados para auferir o grau de ocorrência do fenômeno dinâmico de erosão e de acumulação. Dessa forma, a dinâmica costeira é atestada pelo tipo de indicador predominante (de erosão ou de acumulação) e o grau do fenômeno dinâmico é determinado pelo peso mais frequente (alto, médio ou baixo) dos indicadores registrados. Sendo assim, a orla costeira pode apresentar-se erosiva ou acumulativa, de baixo, médio e ou alto grau. Ou pode ter uma dinâmica estável por não apresentar modificações significativas. Nesse caso, não há atribuição de pesos para os indicadores de estabilidade.

Os 95 indicadores, seus parâmetros e pesos estão listados nos quadros 3, 4 e 5.

Quadro 3 - Indicadores de erosão (físicos, biológicos e antropogênicos) adotados para análise da dinâmica costeira de curto período das orlas estudadas. Parâmetros e pesos.

INDICADORES DE EROÇÃO (FÍSICOS)	PESO
1. Largura do arco praial < 20 m	3
2. Largura do arco praial de 21 a 50 m	2
3. Largura do arco praial de 51 a 100 m	1
4. Posição da LMA em relação à base da duna ou da falésia < 1 m	3
5. Posição da LMA em relação à base da duna ou da falésia 1 a 2 m	2
6. Posição da LMA em relação à base da duna ou da falésia 3 m	1
7. Ausência de superfície de pós-praia/berma praial ou < 1m	3

8. Largura da superfície de pós-praia/berma praial 1 a 2 m	2
9. Largura da superfície de pós-praia/berma praial 3 m	1
10. Ausência de sistema barra/calha	3
11. Presença de 1 ou 2 sistemas barra/calha	2
12. Presença de 3 sistemas barra/calha	1
13. Largura da superfície de estirâncio < 20 m	3
14. Largura da superfície de estirâncio entre 21 a 50 m	2
15. Largura da superfície de estirâncio entre 51 e 100 m	1
16. Granulometria de areia média a grossa	3
17. Granulometria de areia fina a média	2
18. Granulometria de areia fina	1
19. Presença de terracete ou escarpa lamosa ou arenosa próxima à embocadura fluvial, nas superfícies de estirâncio e pós-praia ou na base das dunas (acima de 3 unidades)	3
20. Presença de terracete ou escarpa lamosa ou arenosa próxima à embocadura fluvial, nas superfícies de estirâncio e pós-praia ou na base das dunas (2 unidades)	2
21. Presença de terracete ou escarpa lamosa ou arenosa próxima à embocadura fluvial, nas superfícies de estirâncio e pós-praia ou na base das dunas (1 unidade)	1
22. Presença de falésias ativas e promontórios além de 50 % da extensão da orla ou do setor de orla	3
23. Presença de falésias ativas e promontórios entre 25 % e 50 % da extensão da orla ou do setor de orla	2
24. Presença de falésias ativas e promontórios em até 25 % da extensão da orla ou do setor de orla	1
25. Altura da falésia e do promontório \geq 3 m	3
26. Altura da falésia e do promontório de 1 a 2 m	2
27. Altura da falésia e do promontório < 1 m	1
28. Presença de plataforma de abrasão além de 50 % da extensão da orla ou do setor de orla	3
29. Presença de plataforma de abrasão entre 25 % e 50 % da extensão da orla ou do setor de orla	2

30. Presença de plataforma de abrasão em até 25 % da extensão da orla ou do setor de orla	1
31. Presença de banco de cascalho além de 50 % da extensão da orla ou do setor de orla	3
32. Presença de banco de cascalho entre 25 % e 50 % da extensão da orla ou do setor de orla	2
33. Presença de banco de cascalho em até 25 % da extensão da orla ou do setor de orla	1
34. Afloramento de rochas sedimentares subjacentes ao manguezal ou de sedimentos lamosos subjacentes à praia (além de 50 % da extensão da orla ou do setor de orla)	3
35. Afloramento de rochas sedimentares subjacentes ao manguezal ou de sedimentos lamosos subjacentes à praia (entre 25 % e 50 % da extensão da orla ou do setor de orla)	2
36. Afloramento de rochas sedimentares subjacentes ao manguezal ou de sedimentos lamosos subjacentes à praia (até 25 % da extensão da orla ou do setor de orla)	1
37. Presença de filetes de escoamento de água subsuperficial sobre a praia e falésia (além de 50 % da extensão da orla ou do setor de orla)	3
38. Presença de filetes de escoamento de água subsuperficial sobre a praia e falésia (entre 25 % e 50 % da extensão da orla ou do setor de orla)	2
39. Presença de filetes de escoamento de água subsuperficial sobre a praia e falésia (até 25 % da extensão da orla ou do setor de orla)	1
40. Marcas de deslizamento, desabamento e solapamento na falésia (além de 50 % da extensão da orla ou do setor de orla)	3
41. Marcas de deslizamento, desabamento e solapamento na falésia (entre 25 % e 50 % da extensão da orla ou do setor de orla)	2
42. Marcas de deslizamento, desabamento e solapamento na falésia (até 25 % da extensão da orla ou do setor de orla)	1
INDICADORES DE EROSIÃO (BIOLÓGICOS)	
43. Faixa frontal de mangue, vegetação de restinga, mata aluvial ou vegetação antropizada destruída pela erosão com árvores e arbustos tombados e raízes expostas (acima de 50 % da área ou do setor de orla)	3

44. Faixa frontal de mangue, vegetação de restinga, mata aluvial ou vegetação antropizada destruída pela erosão com árvores e arbustos tombados e raízes expostas (entre 25 % e 50 % da área ou do setor de orla)	2
45. Faixa frontal de mangue, vegetação de restinga, mata aluvial ou vegetação antropizada destruída pela erosão com árvores e arbustos tombados e raízes expostas (até 25 % da área ou do setor de orla)	1
46. Presença de vegetação de terra firme no arco praial (acima de 50 % da praia)	3
47. Presença de vegetação de terra firme no arco praial (entre 25 % e 50 % da praia)	2
48. Presença de vegetação de terra firme no arco praial (até 25 % da praia)	1
INDICADORES DE EROSÃO (ANTROPOGÊNICOS)	
49. Construção e via situada na margem superior da falésia ou da praia com mais de 50% de destruição por agentes físicos	3
50. Construção e via situada na margem superior da falésia ou da praia com 25 % a 50 % de destruição por agentes físicos	2
51. Construção e via situada na margem superior da falésia ou da praia com até 25 % de destruição por agentes físicos	1
52. Tubulação de água ou de esgoto, situada na margem superior, média ou inferior da falésia ativa, em situação de destruição por agentes físicos (acima de 4 unidades)	3
53. Tubulação de água ou de esgoto, situada na margem superior, média ou inferior da falésia ativa, em situação de destruição por agentes físicos (3 a 4 unidades)	2
54. Tubulação de água ou de esgoto, situada na margem superior, média ou inferior da falésia ativa, em situação de destruição por agentes físicos (até 2 unidades)	1
55. Presença de muros de arrimo e outras construções na base das falésias ativas ou isolados na superfície de estirâncio (acima de 4 unidades)	3
56. Presença de muros de arrimo e outras construções na base das falésias ativas ou isolados na superfície de estirâncio (3 a 4 unidades)	2

57. Presença de muros de arrimo e outras construções na base das falésias ativas ou isolados na superfície de estirâncio (até 2 unidades)	1
58. Alicerces, sapatas, pilares e vigas expostos devido à remoção de areia praial por ação das ondas (acima de 50% da extensão da orla ou do setor de orla)	3
59. Alicerces, sapatas, pilares e vigas expostos devido à remoção de areia praial por ação das ondas (entre 25% e 50% da extensão da orla ou do setor de orla)	2
60. Alicerces, sapatas, pilares e vigas expostos devido à remoção de areia praial por ação das ondas (até 25% da extensão da orla ou do setor de orla)	1

Fonte: Neves, França, Silva (2019); França, Silva, Ferreira Júnior, Araújo (2020)

Quadro 4 - Indicadores de estabilidade com os parâmetros adotados para análise da dinâmica costeira de curto período das orlas estudadas.

INDICADORES DE ESTABILIDADE
61. Largura do arco praial entre 100 e 150 m
62. Posição da linha de maré alta entre 4 e 5 m em relação à base da duna ou da falésia
63. Largura da superfície de pós-praia/berma praial 4 e 5 m
64. Largura da superfície de estirâncio entre 101 a 150 m
65. Presença de vegetação arbórea, arbustiva ou herbácea, antropogênica ou não, sobre pós-praia/berma, planície alagável ou falésia, recobrando, no mínimo 50 % da extensão da orla ou setor de orla

Fonte: Neves, França, Silva (2019); França, Silva, Ferreira Júnior, Araújo (2020)

Quadro 5 - Indicadores de acumulação (físicos, biológicos e antropogênicos) adotados para análise da dinâmica costeira de curto período das orlas estudadas. Parâmetros e pesos.

INDICADORES DE ACUMULAÇÃO (FÍSICOS)	PESO
66. Largura do arco praial >250 m	3
67. Largura do arco praial de 201 a 250 m	2
68. Largura do arco praial 150 a 200 m	1
69. Posição da LMA em relação à base da duna ou da falésia > 8 m	3
70. Posição da LMA em relação à base da duna ou da falésia 7 e 8 m	2
71. Posição da LMA em relação à base da duna ou da falésia 5 e 6 m	1
72. Largura da superfície de pós-praia/berma praial >8 m	3
73. Largura da superfície de pós-praia/berma praial 7 e 8 m	2
74. Largura da superfície de pós-praia/berma praial 5 e 6 m	1
75. Presença de 6 ou mais sistemas barra/calha	3
76. Presença de 5 sistemas barra/calha	2
77. Presença de 4 sistemas barra/calha	1
78. Largura da superfície de estirâncio >250 m	3
79. Largura da superfície de estirâncio entre 201 e 250 m	2
80. Largura da superfície de estirâncio 150 a 200 m	1
81. Granulometria de areia fina	3
82. Granulometria de areia fina a média	2
83. Granulometria de areia média a grossa	1
84. Presença de zona de retenção ou faixa de acreção arenosa ou lamosa por influência de embocadura fluvial de baixa hierarquia (ocupa acima de 50 % da área considerada)	3
85. Presença de zona de retenção ou faixa de acreção arenosa ou lamosa por influência de embocadura fluvial de baixa hierarquia (ocupa entre 25 % e 50 % da área considerada)	2
86. Presença de zona de retenção ou faixa de acreção arenosa ou lamosa por influência de embocadura fluvial de baixa hierarquia (ocupa até 25 % da área considerada)	1

INDICADORES DE ACUMULAÇÃO (BIOLÓGICOS)	
87. Presença de vegetação de mangue sobre superfície de estirâncio e/ou banco lamoso no interior de estuários, canais de maré ou lagunas (acima de 50 % da área)	3
88. Presença de vegetação de mangue sobre superfície de estirâncio e/ou banco lamoso no interior de estuários, canais de maré ou lagunas (entre 25 % e 50 % da área)	2
89. Presença de vegetação de mangue sobre superfície de estirâncio e/ou banco lamoso no interior de estuários, canais de maré ou lagunas (em até 25 % da área)	1
INDICADORES DE ACUMULAÇÃO (ANTROPOGÊNICOS)	
90. Zona de retenção ou acreção arenosa ou lamosa por influência de construção perpendicular à linha de costa (acima de 50 % da extensão da orla ou do setor de orla)	3
91. Zona de retenção ou acreção arenosa ou lamosa por influência de construção perpendicular à linha de costa (entre 25 % e 50 % da extensão da orla ou do setor de orla)	2
92. Zona de retenção ou acreção arenosa ou lamosa por influência de construção perpendicular à linha de costa (até 25 % da extensão da orla ou do setor de orla)	1
93. Construções ou vias de circulação soterradas por areias dunares ou praias ou por lama de manguezal (acima de 50 % da extensão da orla ou do setor de orla)	3
94. Construções ou vias de circulação soterradas por areias dunares ou praias ou por lama de manguezal (entre 25 % e 50 % da extensão da orla ou do setor de orla)	2
95. Construções ou vias de circulação soterradas por areias dunares ou praias ou por lama de manguezal (até 25 % da extensão da orla ou do setor de orla)	1

Fonte: Neves, França, Silva (2019); França, Silva, Ferreira Júnior, Araújo (2020)

3.7. Confeção de perfis topográficos

Com base na planilha topográfica elaborada durante o levantamento de campo, foram calculadas as cotas e as distâncias acumuladas. Para o cálculo das cotas topográficas, estabeleceu-se um nível de referência de acordo com a fórmula: $NR=AM+LMA-PI$, onde AM é a amplitude de maré durante o período do levantamento, fornecida pela Tábua das Marés (Marinha do Brasil); LMA corresponde à leitura do nível na linha de maré alta; e PI é a leitura do nível no ponto inicial do perfil (é a 1.^a leitura ré).

Os perfis foram confeccionados em papel milimetrado, adotando-se as escalas 1:100 (escala horizontal) e 1:50 (escala vertical). Depois de escanizados, os transectos foram tratados e vetorizados manualmente no programa ArcMap 10.1 para criação de arquivos Shapefile. Sobre cada perfil, foi localizada a LMA, foram alocados os pontos de coleta de sedimentos e a divisão morfológica em zonas de pós-praia e de estirâncio. Por fim, calculou-se o gradiente topográfico desses compartimentos morfológicos.

3.8. Análise granulométrica

As amostras arenosas coletadas em campo foram submetidas à lavagem, secagem e peneiramento, no Laboratório de Sedimentologia do Instituto de Geociências da UFPA. Utilizaram-se peneiras com os seguintes intervalos em mm: 1,0 – 0,71 – 0,5 – 0,25 – 0,125 – 0,063 – <0,063. As diferentes frações acumuladas em cada peneira foram cadastradas e pesadas.

Os dados foram transferidos para o programa SysGran 3.0, para a determinação dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957): diâmetro médio e desvio padrão (seleção), e para a elaboração de histogramas. Os resultados permitem o reconhecimento das características dos sedimentos praias a partir da distribuição granulométrica em cada perfil topográfico. A granulometria foi tratada como um dos indicadores de dinâmica costeira.

3.9. Confeção de mapas temáticos e organização de quadros e gráficos para representarem os dados obtidos e as análises da variação da posição da linha de costa, distribuição dos indicadores, compartimentação morfológica e grau de dinâmica das áreas estudadas.

ZONA E ORLA COSTEIRA: CONCEITOS, AGENTES, CRITÉRIOS DE DELIMITAÇÃO E INDICADORES DINÂMICOS

Para melhor compreender o contexto fisiográfico em que se inserem as áreas investigadas, bem como para sintetizar o arcabouço teórico que norteia a pesquisa, faz-se necessário apresentar ao leitor uma revisão conceitual sobre zona e orla costeira, sua divisão, principais agentes formadores e dinâmica.

Segundo BRASIL (2002), a zona costeira é definida como “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre”. Esta definição adota dois critérios principais: (a) uma concepção naturalista, suscetível à delimitação do terreno por aspectos físicos e biológicos; e (b) uma concepção político-administrativa, que não apresenta necessariamente limites naturais evidentes.

A faixa marítima inicia-se na linha de base do mar ou linha de baixa-mar e se estende por 12 milhas náuticas (22,22 km) pelo mar adentro. A faixa terrestre corresponde aos limites territoriais dos municípios classificados como costeiros. Sendo assim, a zona costeira é composta pelo mar territorial e pelos municípios costeiros (BRASIL, 2002).

No que se refere aos aspectos físicos, a gênese e as características da costa dependem de dois grupos de agentes geológico-geomorfológicos: os endógenos e os exógenos. Os endógenos provocam fenômenos que resultam em falhas, fraturas, dobras, soerguimento ou subsidência crustal. Podem originar relevos altos, escarpados e de forte gradiente topográfico, como por exemplo, falésias e promontórios. Ou ao contrário, podem gerar relevos deprimidos e aplainados, como as planícies de maré.

Os agentes exógenos são ligados à circulação hídrica e atmosférica, bem como à força gravitacional e à radiação solar, que atuam como modeladores do relevo costeiro. Dentre os mais importantes estão as marés, as correntes de maré, as ondas, as correntes litorâneas e os ventos. A ação erosiva ou deposicional desses agentes produz as mudanças morfológicas e, conseqüentemente, a dinâmica costeira.

As marés são variações rítmicas de subida e de descida do nível das águas dos oceanos, marés e estuários. Este processo é gerado pelas forças gravitacionais da Lua e do Sol, de modo que a variação da amplitude, durante o mês, depende das fases lunares. Assim, as correntes de maré resultam, essencialmente, da amplitude de maré e provocam o deslocamento horizontal das águas, associado ao fluxo e ao refluxo, penetrando nos canais de maré e estuários. As marés e as correntes geradas possuem o papel geomorfológico de contribuir para a erosão ou

sedimentação de planícies de maré e praias, além de influenciar na formação de bancos submersos de grande mobilidade e na manutenção dos canais de maré e estuários (VILLWOCK et al., 2005).

As ondas são geradas pelos ventos em mar aberto. Dependem essencialmente da velocidade, duração e extensão da superfície hídrica sobre a qual os ventos percorrem. Quando se aproximam da costa, as ondas mudam de direção, velocidade e perdem energia. Porém, há ondas que se formam no interior de estuários e baías em decorrência da atuação de ventos locais. Os efeitos geomorfológicos das ondas estão ligados ao transporte sedimentar em sentido longitudinal e transversal à costa, à dinâmica das praias, às variações do perfil praiial em decorrência da erosão ou da acreção. Além de produzirem as ondas, os ventos são o principal responsável pela troca de areias entre praias e dunas (SOUZA et al., 2005).

As correntes litorâneas são geradas pelas ondas. Ou seja, são correntes costeiras determinadas pelo ângulo de incidência ou de arrebentação das ondas, podendo ser classificadas em longitudinais e de retorno. As primeiras deslocam-se paralelamente à praia, transportando sedimentos ao longo do percurso. Por isso, desempenham o papel geomorfológico de contribuir no desenvolvimento de restingas e cabos arenosos e na deriva litorânea. As correntes de retorno são fluxos perpendiculares, que favorecem a troca sedimentar entre a praia e o mar, influenciando assim na morfologia submersa próximo à praia (MUEHE, 1994; VILLWOCK et al., 2005).

A ação integrada dos agentes determina as características físicas da zona costeira, a tipologia dos solos, a diversidade da cobertura vegetal e as modificações temporais. Esses aspectos dão embasamento para outro conceito importante, que é o de orla.

A orla costeira ou marítima é uma unidade delimitada dentro da zona costeira. É concebida como uma faixa destinada à proteção diante dos processos de erosão ou de sedimentação, onde o poder público deve implementar ações preventivas ou corretivas para controle e planejamento da ocupação humana. Este conceito está diretamente ligado à conservação paisagística e à garantia de manutenção dos recursos renováveis. Desse modo, a orla atende à necessidade de planejamento do uso e ocupação tendo em vista a dinâmica peculiar da zona costeira, considerando-se, sobretudo, a previsão da subida do nível do mar, calculada em 1 metro nos próximos cem anos (MUEHE, 2001; BRASIL, 2002).

No sentido de delimitar a faixa de proteção, são estabelecidos critérios que definem onde começa e termina a orla dentro da costa. A orla deve iniciar-se no mar com profundidade entre 5 e 10m. Este é o limite externo da orla (limite oceânico), definido pelo local onde as ondas que se aproximam do litoral podem mobilizar os sedimentos do fundo marinho. Este local é denominado de ponto de fechamento do perfil praiial que, na costa brasileira, se encontra no intervalo de profundidade citado acima (MUEHE, 2001).

A partir do limite oceânico, a faixa se estende na direção do limite terrestre, que é o limite interno da orla. Sua demarcação tem como ponto de partida a linha de costa e adentra o continente até a distância de 50m, 200m ou 1m acima da linha de maré alta de sizígia, conforme as características morfológicas e ocupacionais da costa (MUEHE, 2001; BRASIL, 2002). O Quadro 6 apresenta uma síntese dos critérios de demarcação interna da orla.

Quadro 6 - Definição dos limites internos da orla de acordo com o relevo e o tipo de ocupação (adaptado de Muehe, 2001).

RELEVO DA PARTE EMERSA DA ORLA	OCUPAÇÃO	LIMITE INTERNO (contados a partir da linha de costa)
Praias arenosas	Urbana	50 m
Praias arenosas	Não ocupada	200 m
Falésias de rochas sedimentares	Urbana	50 m
Falésias de rochas sedimentares	Rural	200 m
Falésias de rochas cristalinas	Urbana	1 m acima da maré alta de sizígia
Falésias de rochas cristalinas	Rural	1 m acima da maré alta de sizígia
Planícies alagáveis	Urbana	Isolinha em uma cota de 1 m acima do limite da área alcançada pela preamar de sizígia
Planícies alagáveis	Rural	Isolinha em uma cota de 1 m acima do limite da área alcançada pela preamar de sizígia

Pelo exposto, a orla corresponde a uma faixa ou polígono cuja largura é variável e composto por uma parte aquática e outra terrestre. Localizada dentro da zona costeira, é também espaço de interação social e de prática de atividades destinadas ao lazer, à produção industrial e energética, habitação,

comércio, turismo, instalações portuárias, etc. Não raro, suas características paisagísticas são modificadas pela ocupação, configurando-se como uma das áreas mais vulneráveis do ponto de vista ambiental.

Ao tratar-se do conceito de zona costeira e de orla, é imprescindível o uso do termo linha de costa. Localizada dentro da costa e da orla, pode ser definida com base em vários elementos, sendo os mais utilizados os seguintes: (a) a linha d'água durante a baixamar ou no instante do levantamento de campo; (b) a linha de preamar de sizígia; (c) a linha de espraiamento máximo das ondas durante a maré alta; (d) a linha limítrofe entre a vegetação das dunas ou dos mangues e os cordões arenosos praias; (e) o limite dos leques de lavagem que se estendem para o interior de lagunas e estuários; (f) a base ou topo de falésias (FORBES; LIVERMAN, 1996). Cabe ao pesquisador a escolha do fator mais adequado para a demarcação da linha de costa, de acordo com os objetivos da pesquisa e condizente com as peculiaridades da área de estudo.

Ao longo dos anos, a linha de costa pode mudar de localização em decorrência de alterações nos processos de erosão, transporte e acúmulo de sedimentos. Sendo assim, a variação da posição da linha de costa é um dos mais importantes indicadores geomorfológicos de dinâmica costeira. É o reflexo da ação erosiva ou deposicional dos agentes costeiros, tais como as marés, ondas, correntes e ventos. Isso resulta em mudança nas formas de relevo, na cobertura vegetal, nos solos e na ocupação (FRANÇA; SOUZA FILHO, 2003).

Os estudos sobre a dinâmica costeira baseiam-se em três enfoques principais: (a) na verificação da posição da linha de costa, durante uma escala de tempo que pode chegar a dezenas de anos, utilizando-se de imagens de satélite, imagens de radar, fotos aéreas e fotografias de campo; (b) no levantamento de evidências físicas, biológicas e antrópicas de erosão e de sedimentação, em escala temporal de curto prazo, através de inventários de campo; e (c) na análise da morfodinâmica praias através do monitoramento de perfis topográficos e do regime de ondas, em escalas de tempo mensais, sazonais ou anuais (MUEHE, 1994; ALVES, 2001; FRANÇA, 2003; BATISTA et al., 2007; SOUZA, 2009; FRANÇA JÚNIOR, VILLA, 2011; RODRIGUES, SOUZA FILHO, 2011; SILVA et al., 2011; RANIERI, EL-ROBRINI, 2015; CAMPOS et al., 2016; MARTINS et al., 2016).

O conteúdo condensado, no presente livro, é o resultado de pesquisas pautadas na verificação da posição da linha de costa, através da análise multitemporal de imagens orbitais, e no levantamento das evidências físicas, biológicas e antrópicas de erosão e de sedimentação executado em campo.

A análise multitemporal de imagens é uma forma de avaliação da tendência evolutiva da posição da linha de costa, durante médio prazo. Para isso, são empregadas imagens de diferentes anos para comparação. Isso permite identificar os trechos litorâneos onde ocorreu progradação (acrecção) e retrogradação (erosão).

O movimento de progradação da linha de costa é resultante do avanço da posição da mesma na direção do mar, baía ou estuário. Isso ocorre devido à acumulação ou acreção sedimentar, ao desenvolvimento de formas de relevo (praias, deltas, restingas, dunas, planícies de maré, etc) e ao crescimento ou expansão da cobertura vegetal sobre essas áreas acrescidas. É um fenômeno comum em trechos litorâneos protegidos da ação de ondas, correntes e ventos fortes, em geral situados no interior de baías, enseadas e estuários.

O movimento de retrogradação, ao contrário, é o recuo da linha de costa na direção do continente, como resposta à erosão das praias, dunas, falésias e planícies de maré. Ocorre nos litorais expostos à ação das ondas, correntes e ventos fortes, situados em mar aberto ou em margens estuarinas energéticas (FRANÇA, 2003; SOUZA et al, 2005; SOUZA 2009).

Além da posição da linha de costa, há vários outros indicadores tratados como evidências de dinâmica costeira, tais como: largura da praia, localização da linha de maré alta (LMA), largura da zona de pós-praia, largura da zona de estirâncio, presença/ausência de sistemas barra-calha, granulometria da areia praial, presença/ausência de terracetes, falésias, promontórios, plataformas de abrasão e bancos de cascalho, altura de falésias e promontórios, tipo de vegetação e condição erodida/soterrada, presença/ausência de feições erosivas/acrecionais, construções antrópicas destruídas/soterradas.

Esses indicadores são identificados e localizados, durante trabalhos de campo, o que resulta no mapeamento da distribuição espacial dos mesmos ao longo do litoral. Isso possibilita o reconhecimento dos setores submetidos à erosão ou à acreção, em escala temporal mensal, sazonal ou anual, complementando as informações geradas pela análise da linha de costa. Correspondem a evidências que refletem variações naturais (físicas e biológicas) e antrópicas/antropogênicas, que contribuem para a análise de mudanças de curto período, sendo empregados para a elaboração de diagnósticos das áreas estudadas.

Por fim, a dinâmica costeira é compreendida como um conjunto de mudanças decorrente da erosão ou da acumulação. Está ligada à ação dos principais agentes costeiros sobre os materiais da costa que, removendo e transportando ou acumulando sedimentos, deixam vestígios ou testemunhos dos processos em curso. Isso interfere na paisagem com a reelaboração do relevo, dos solos, da vegetação e do uso/ocupação. Assim, a dinâmica costeira é registrada e avaliada através de elementos indicadores, tratados como evidências espaciais e temporais dessas modificações (FRANÇA; SOUZA FILHO, 2003).



ILHA DE MOSQUEIRO

(BELÉM DO PARÁ)

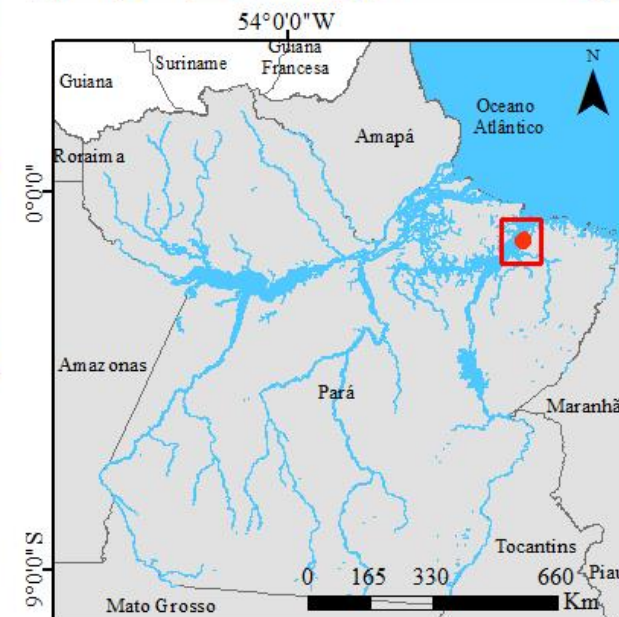
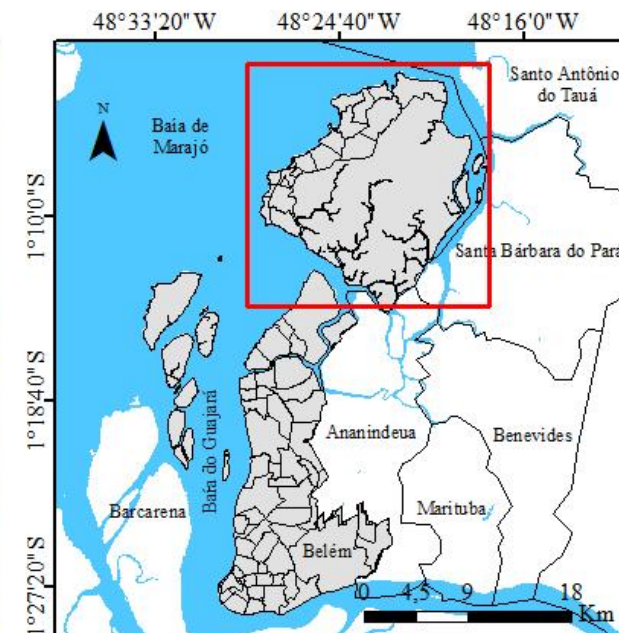
Mateus Alesy Batista Couto da Silva



Sistema de Coordenadas Geográficas
 SIRGAS 2000
 Datum: WGS84
 Fonte: IBGE, 2012/ Landsat 8/OLI.
 Elaboração: COUTO-DA-SILVA, M. A. B.
 Data: Setembro/2018

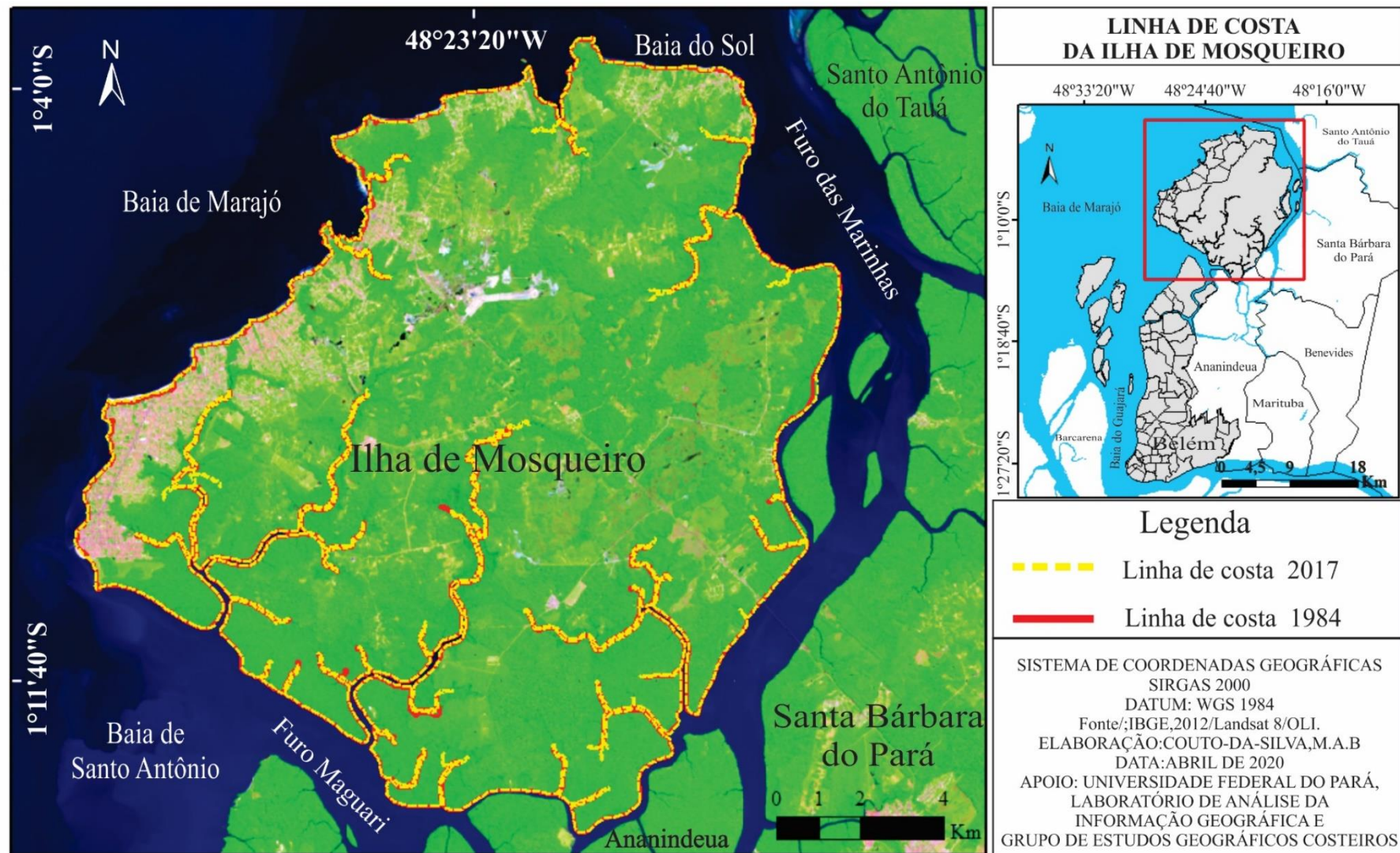


Estudos Geográficos
 Costeiros



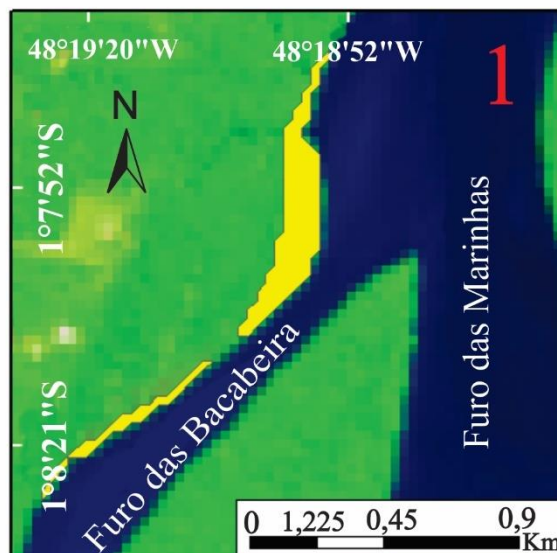
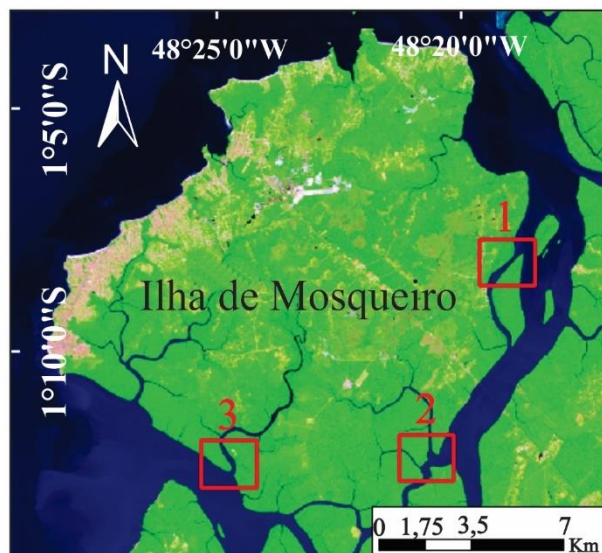
Localização da ilha de Mosqueiro

A ilha de Mosqueiro localiza-se na parte norte do município de Belém, Pará, e a uma distância de cerca de 70 km em relação ao centro da capital. Com uma área de 212 km², a ilha liga-se à Região Metropolitana de Belém através da rodovia PA-391 (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM). Disponível em: <http://www.belem.pa.gov.br/ver-belem/detalhe.php?p=233&i=1>. Acesso em: 14 abr. 2020).



A linha de costa da ilha de Mosqueiro

Os estudos sobre a variação da linha de costa, na ilha de Mosqueiro, foram feitos com base na comparação de imagens LANDSAT 5 TM (1984) e 8 OLI (2017). Os resultados mostram que as áreas de progradação são mais expressivas que as áreas de retrogradação. O perímetro da linha de costa no ano de 1987 possuía 228.210,31 m. Em 2017, o perímetro chegou a 244.921,75 m, totalizando um aumento de 16.711,44 m, com uma taxa de crescimento de 506,40 m/ano (SILVA, 2018).



Principais áreas de progradação da linha de costa, na ilha de Mosqueiro, no intervalo 1984-2017

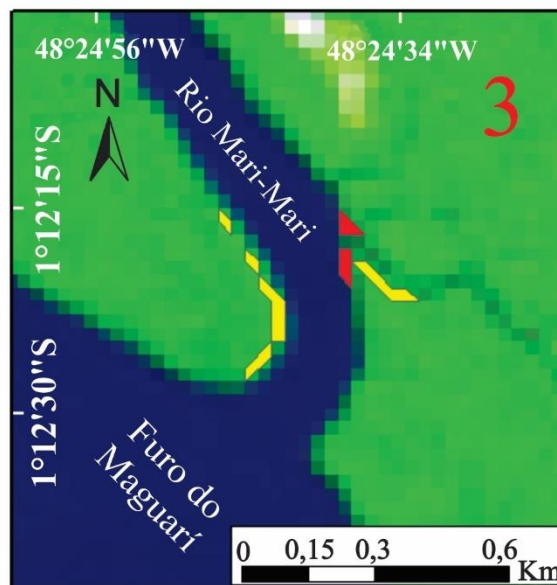
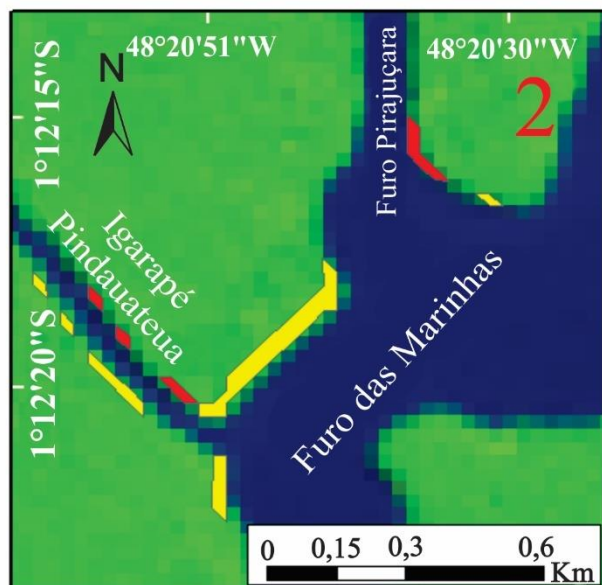
Legenda

□ Setores de maior dinâmica

1. Furo da Bacabeira
2. Furo das Marinhas
3. Furo do Maguari

■ Área de progradação

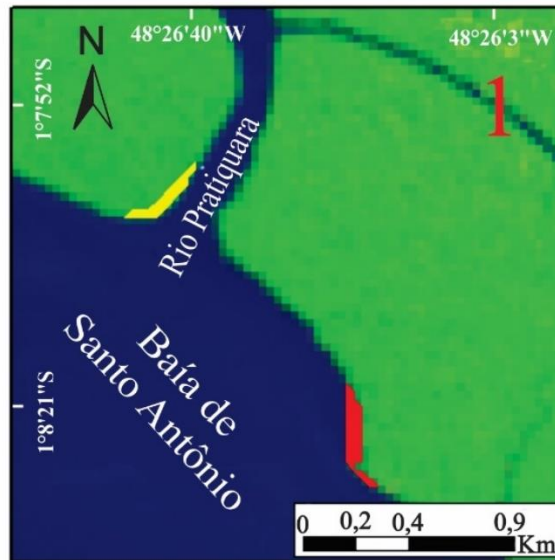
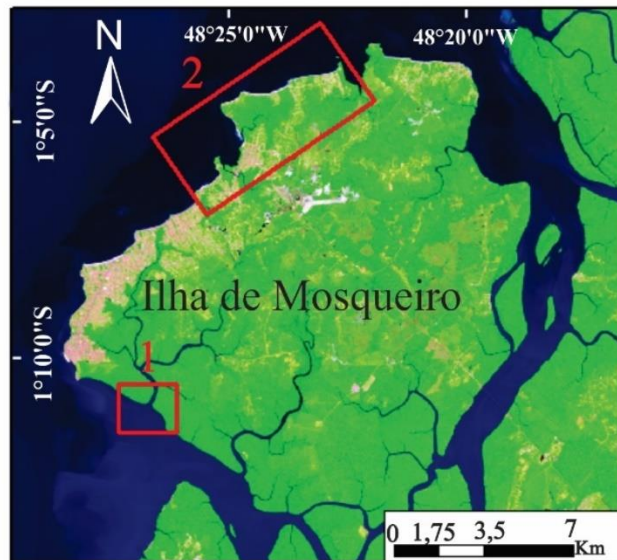
■ Área de retrogradação



SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
SIRGAS 2000
DATUM: WGS 1984
Fonte: IBGE, 2012/Landsat 8/OLI.
ELABORAÇÃO: COUTO-DA-SILVA, M.A.B
DATA: ABRIL DE 2020
APOIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ,
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DA
INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E
GRUPO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS COSTEIROS


Principais áreas de progradação da linha de costa, na ilha de Mosqueiro, no intervalo 1984-2017

- Furo da Bacabeira, porção leste da ilha, total de 109.077,27 m² ± 558,9 m², com taxa de 3.305,38 m²/ano
- Porção sudeste, entre o furo Pirajuçara e igarapé Pindauateua, total de 28.597,31 m² ± 558,9 m², com taxa de 866,59 m²/ano
- Porção sudoeste, no furo do Maguari próximo da embocadura do rio Mari-Mari, total de 11.317,96 m² ± 558,9 m², com taxa de 342,97 m²/ano (SILVA, 2018).




Principais áreas de retrogradação da linha de costa, na ilha de Mosqueiro, no intervalo 1984-2017

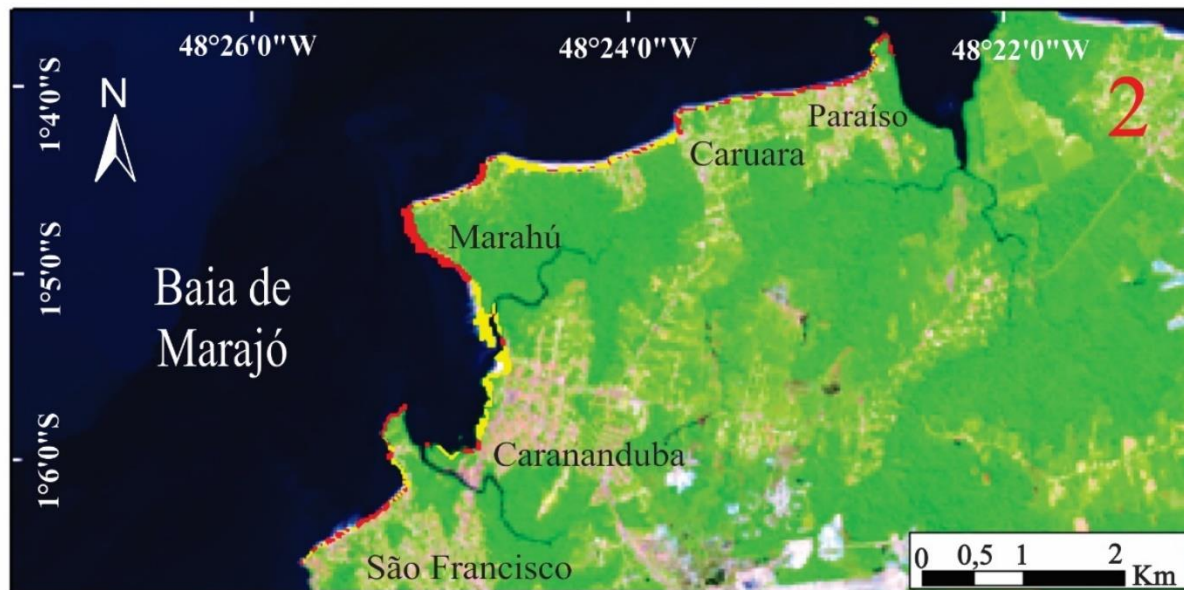
Legenda

 Setores de maior dinâmica

1. Baía de Santo Antônio
2. Norte de Mosqueiro

 Área de progradação

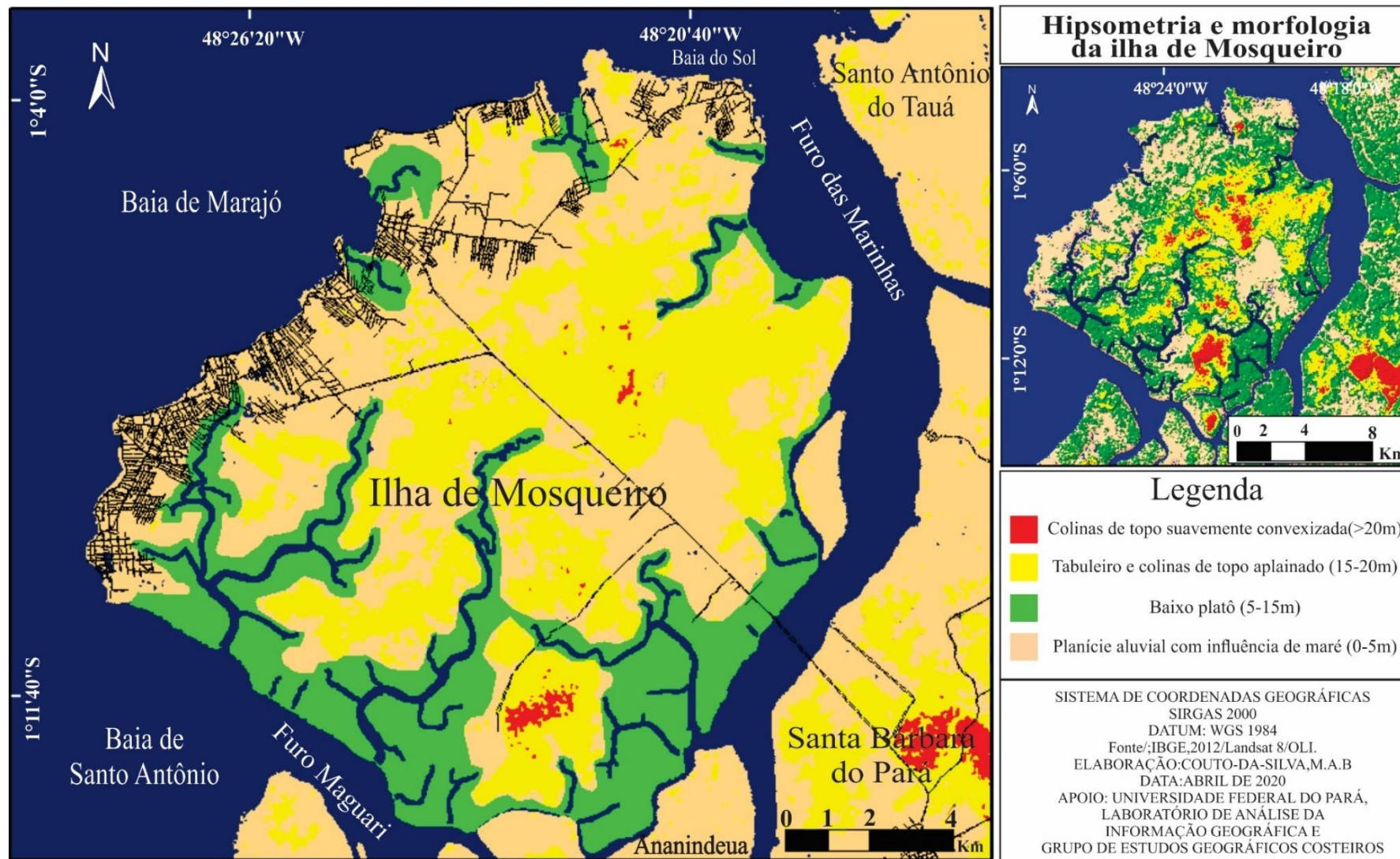
 Área de retrogradação



SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
SIRGAS 2000
DATUM: WGS 1984
Fonte: IBGE, 2012/Landsat 8/OLI.
ELABORAÇÃO: COUTO-DA-SILVA, M.A.B
DATA: ABRIL DE 2020
APOIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ,
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DA
INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E
GRUPO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS COSTEIROS

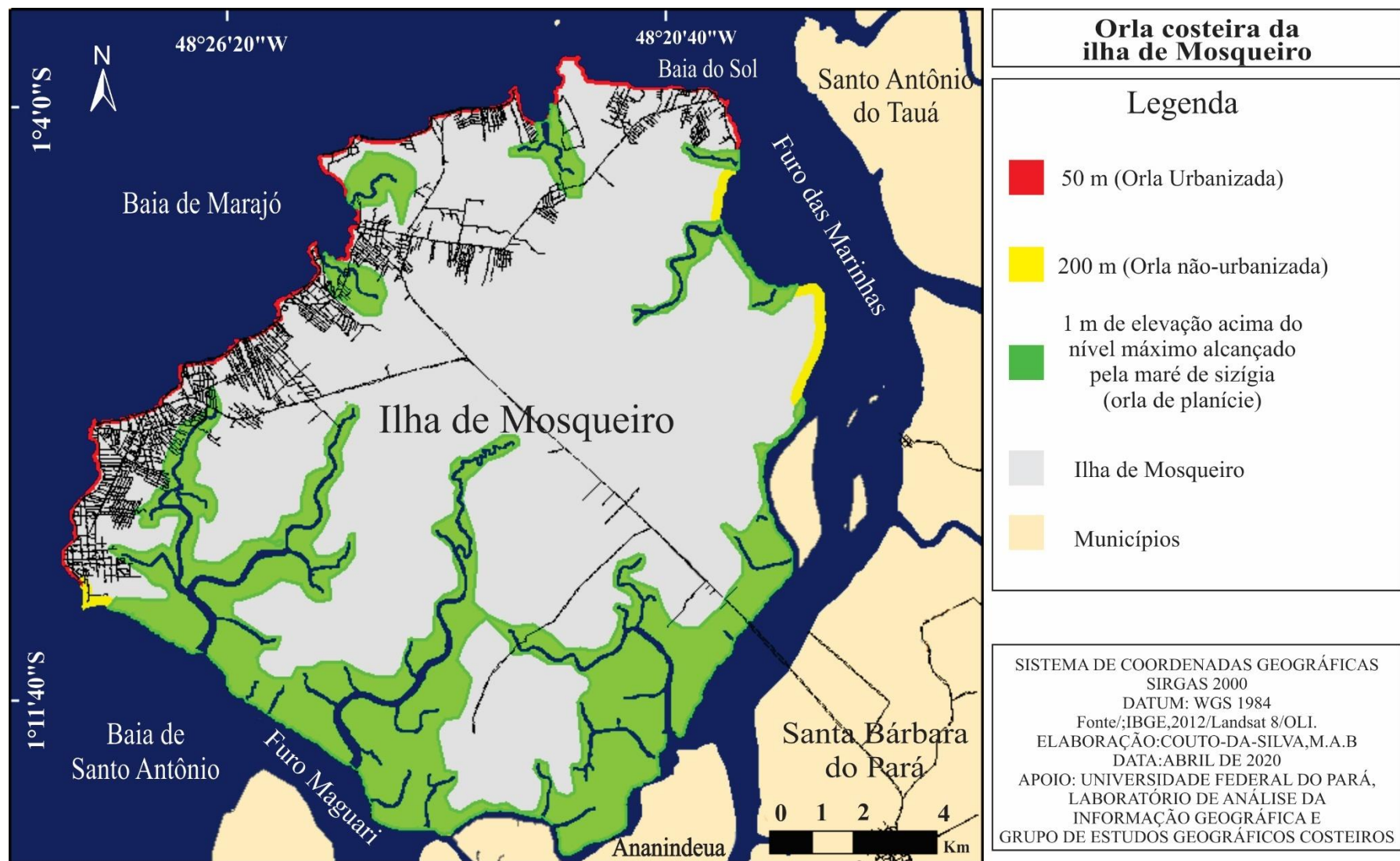
Principais áreas de retrogradação da linha de costa, na ilha de Mosqueiro, no intervalo 1984-2017

- Porção sudoeste da ilha, baía de Santo Antônio próximo à foz do rio Pratiçacara, total de $17.505,48 \text{ m}^2 \pm 558,9 \text{ m}^2$, com taxa de $530,47 \text{ m}^2/\text{ano}$
- Porção norte, total de $25.779,38 \text{ m}^2 \pm 685,8 \text{ m}^2$, com taxa de $781,20 \text{ m}^2/\text{ano}$ (SANTOS, 2018; SILVA, 2018).



Hipsometria e morfologia da ilha de Mosqueiro

Há quatro unidades de relevo para a ilha de Mosqueiro: planície aluvial com influência de maré, baixo platô, tabuleiros e colinas de topo aplainado e colinas de topo suavemente convexizado. As planícies possuem cota topográfica de 0 a 5 m, são predominantes nas porções sudeste, sul e sudoeste da ilha. Os baixos platôs possuem cota de 5 a 15 m, predominam nas porções norte, noroeste e oeste. Os tabuleiros e colinas possuem altimetria acima de 15 metros, e são distribuídos no interior da ilha (SILVA, 2018).



Orla costeira da ilha de Mosqueiro

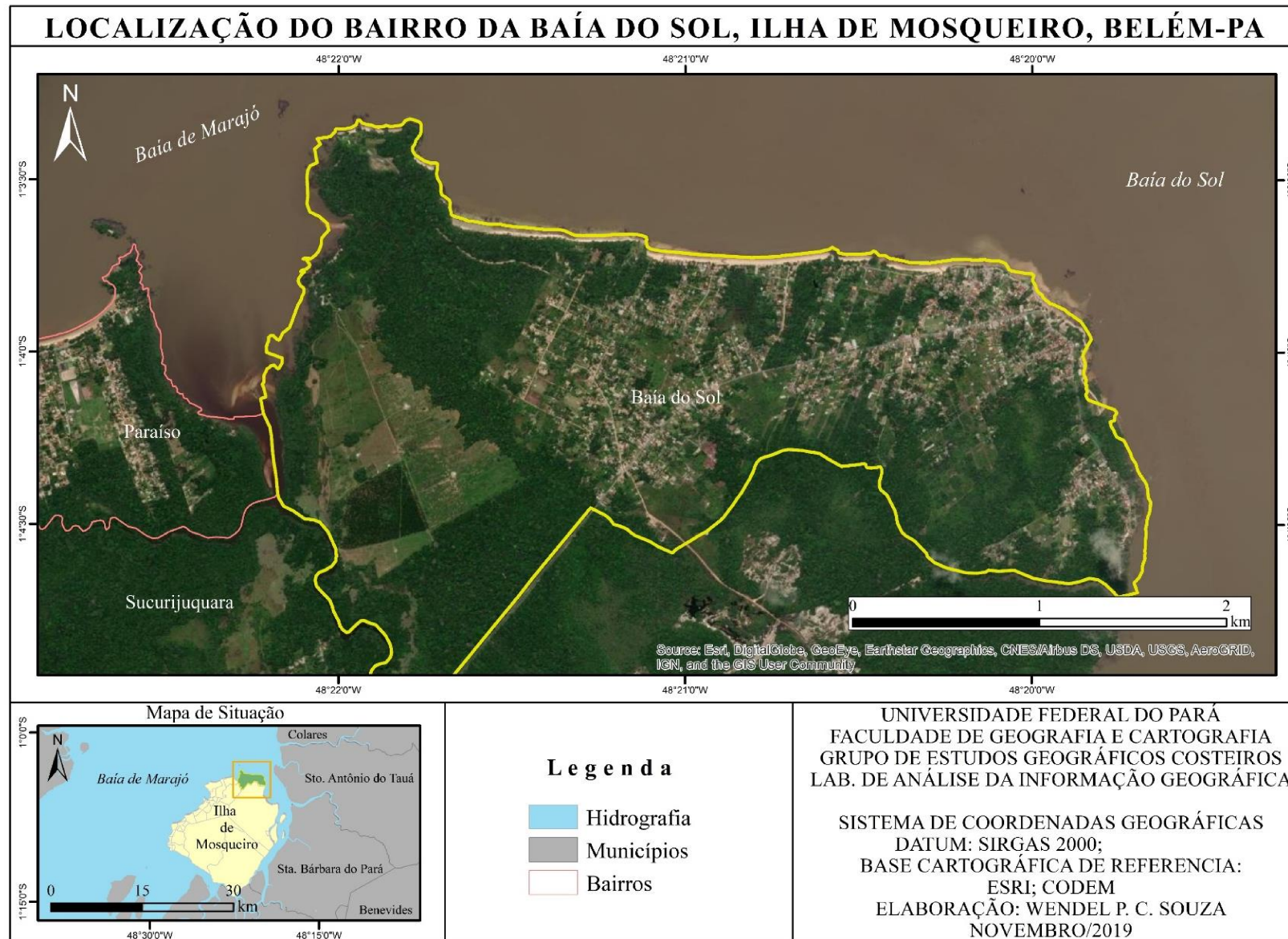
Consiste de um polígono irregular, de largura variável de acordo com as características morfológicas e ocupacionais dos diferentes setores da ilha. A orla ocupa uma área de 60.061.749,05 m², representando 29,15% da ilha de Mosqueiro (SILVA, 2018).

ORLA DA BAÍA DO SOL

ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM-PA)

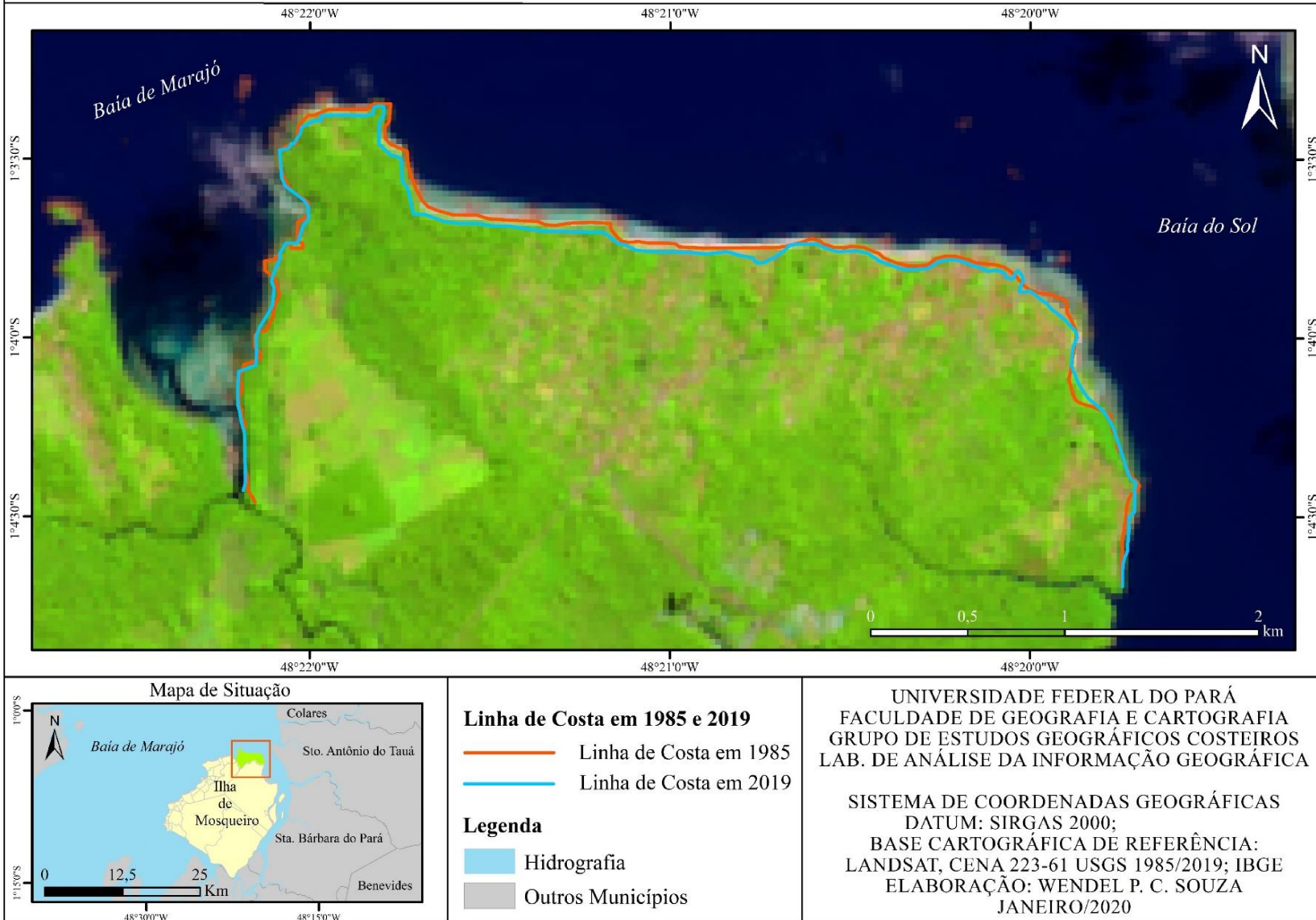
Wendel Patrick Costa Souza



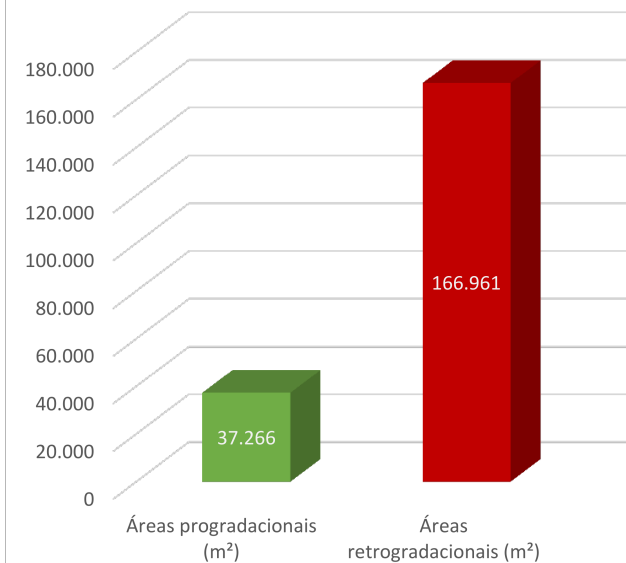
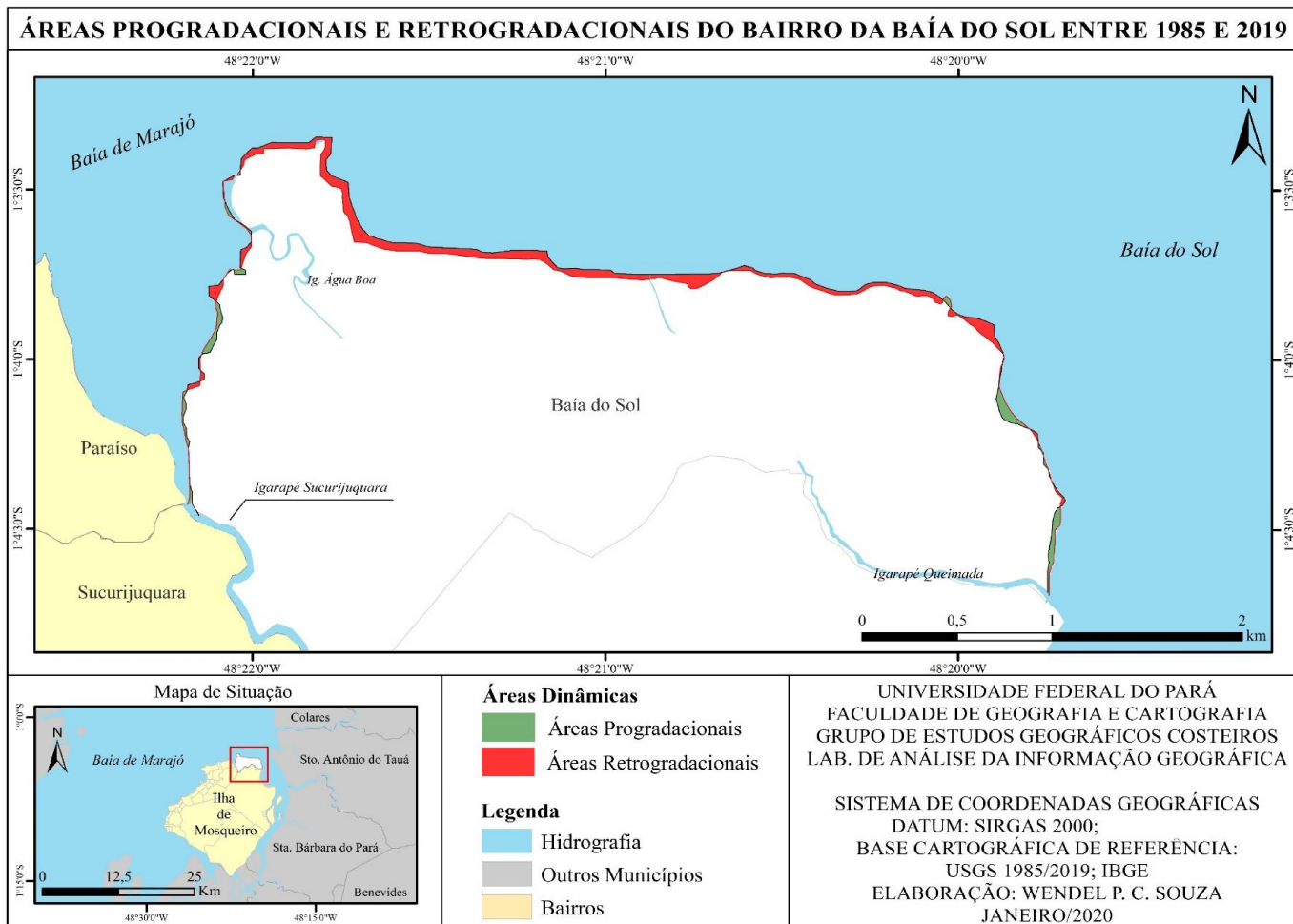


A orla da Baía do Sol localiza-se na parte norte da ilha de Mosqueiro. Assim como as demais orlas da ilha, possui um adensamento populacional significativo em grande parte da sua extensão mediante a instalação de malha urbana viária e de residências, restaurantes, bares e demais serviços voltados à população local e aos visitantes da ilha. Em razão da localização, parte dessas construções está sujeita aos processos físicos atuantes na zona costeira. Por estar situada em uma zona de confluência entre as baías do Sol e do Marajó – com ação de ventos, ondas e correntes geradas dentro do estuário, esta posição geográfica torna-a sujeita a fenômenos dinâmicos de erosão e sedimentação que se distribuem de maneira desigual ao longo da orla (SOUZA, 2021).

VARIAÇÃO DA POSIÇÃO DA LINHA DE COSTA ENTRE 1985 E 2019 NO BAIRRO DA BAÍA DO SOL, ILHA DE MOSQUEIRO-PA



Comparação da posição das linhas de costa no intervalo de 34 anos (1985 – 2019), interpretadas em imagens LANDSAT. A linha vermelha representa a posição da linha de costa em 1985, enquanto que a linha azul mostra a linha de costa de 2019. A sobreposição de ambos os vetores à imagem LANDSAT 2019 demonstrou a predominância do recuo ou da erosão da linha de costa ao longo da orla da Baía do Sol (SOUZA, 2021).

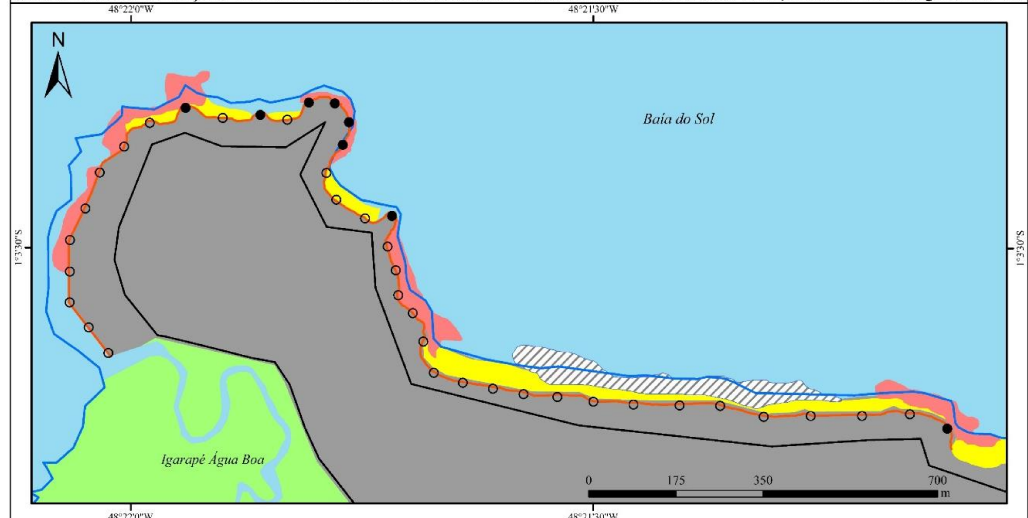


O recuo da linha de costa ao longo dos anos resultou na erosão de uma área de 166.961 m² com taxa de 4,91 m²/ano. Na Baía do Sol as áreas retrogradacionais (erosionais) localizaram-se na parte norte, nordeste e noroeste. No leste e no oeste, foram registradas áreas progradacionais num total de 37.266 m². Admite-se para o presente estudo a variação de ± 559,8 m² como margem de erro geométrico acumulativo areolar, decorrente do georreferenciamento das imagens LANDSAT (SOUZA,2021).

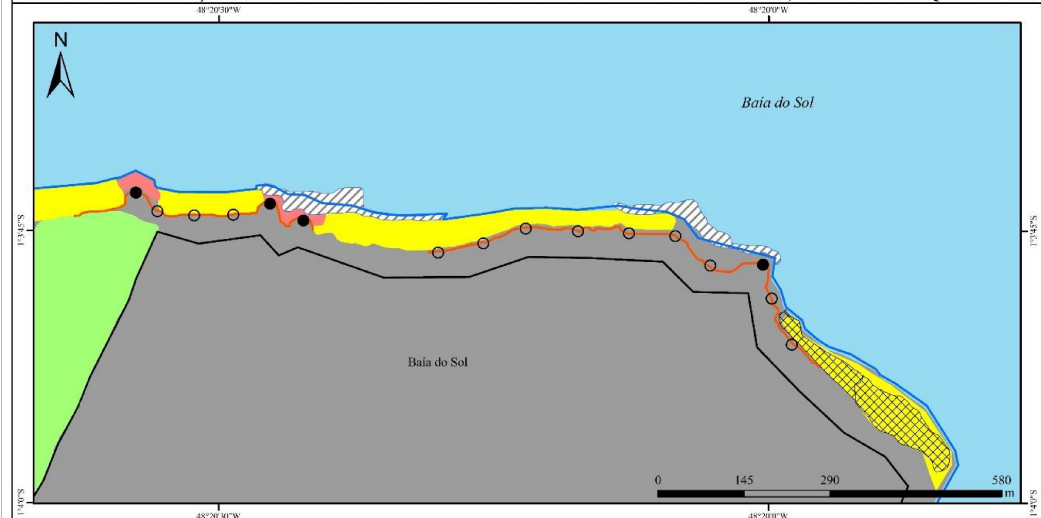


Na parte norte da ilha de Mosqueiro, onde se localiza o bairro da Baía do Sol, foram identificadas formas de relevo de 4.º e 5.º táxons. As unidades de 4.º táxon traduzem-se por: (a) baixo platô, abrangendo a maior parte da área; (b) planícies aluviais: a primeira ligada ao sistema fluvial do Igarapé Queimada, localizada no leste do bairro, duas guarnecem a Praia Grande ao norte e a outra, na parte oeste, pertence ao sistema de drenagem dos igarapés Sucurijuquara e Água Boa; e (c) planície de maré, próximo à foz do igarapé Queimada. As unidades de 5.º táxon são as praias de enseada, falésias e promontórios, que demarcam a linha de costa ao longo de quase toda a extensão norte, nordeste e noroeste do bairro. Assim, a orla do bairro da Baía do Sol apresenta-se como um polígono irregular com larguras que variam de 71 m, nas partes mais estreitas, e 2.300 m nas partes mais largas (SOUZA, 2021).

COMPARTIMENTAÇÃO MORFOLÓGICA DO NOROESTE DA ORLA DA BAIÁ DO SOL, ILHA DE MOSQUEIRO-PA

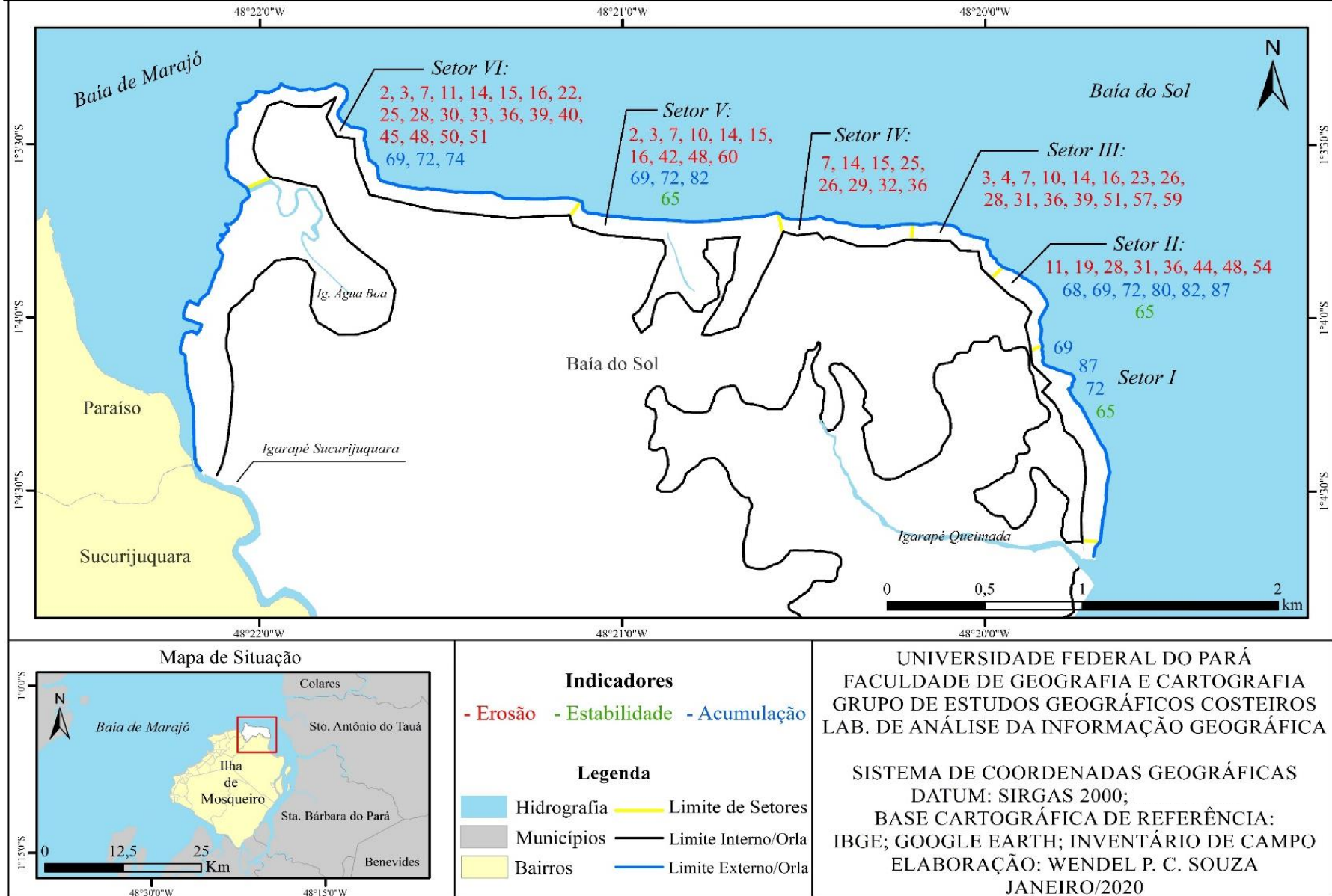


COMPARTIMENTAÇÃO MORFOLÓGICA DO NORDESTE DA ORLA DA BAIÁ DO SOL, ILHA DE MOSQUEIRO-PA

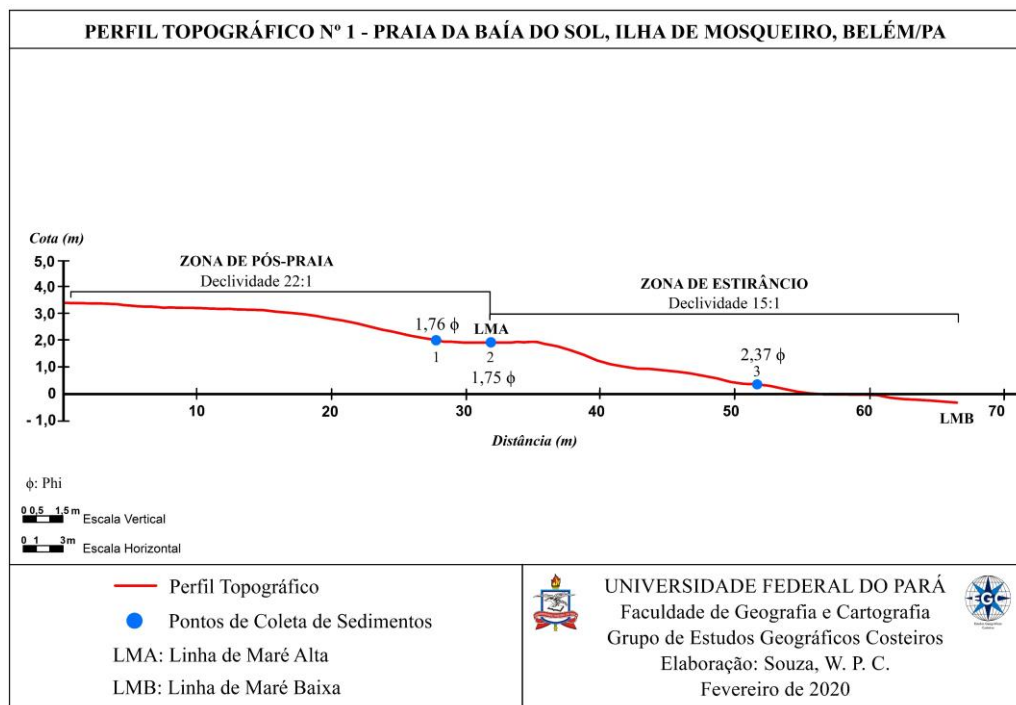


Em maior escala, além das formas de relevo de 4.º e 5.º táxons, foi possível mapear as unidades de 6.º táxon: (a) campos de matação; (b) plataformas de abrasão; e (c) bancos de cascalho. São formas de relevo resultantes da erosão das falésias e promontórios. Essas unidades ocorrem predominantemente nas partes noroeste e nordeste da área de estudo (SOUZA, 2021).

DIVISÃO EM SETORES E INDICADORES DE DINÂMICA COSTEIRA DA ORLA DA BAÍA DO SOL, ILHA DE MOSQUEIRO-PA, COM BASE EM DADOS DE CAMPO LEVANTADOS EM 2019

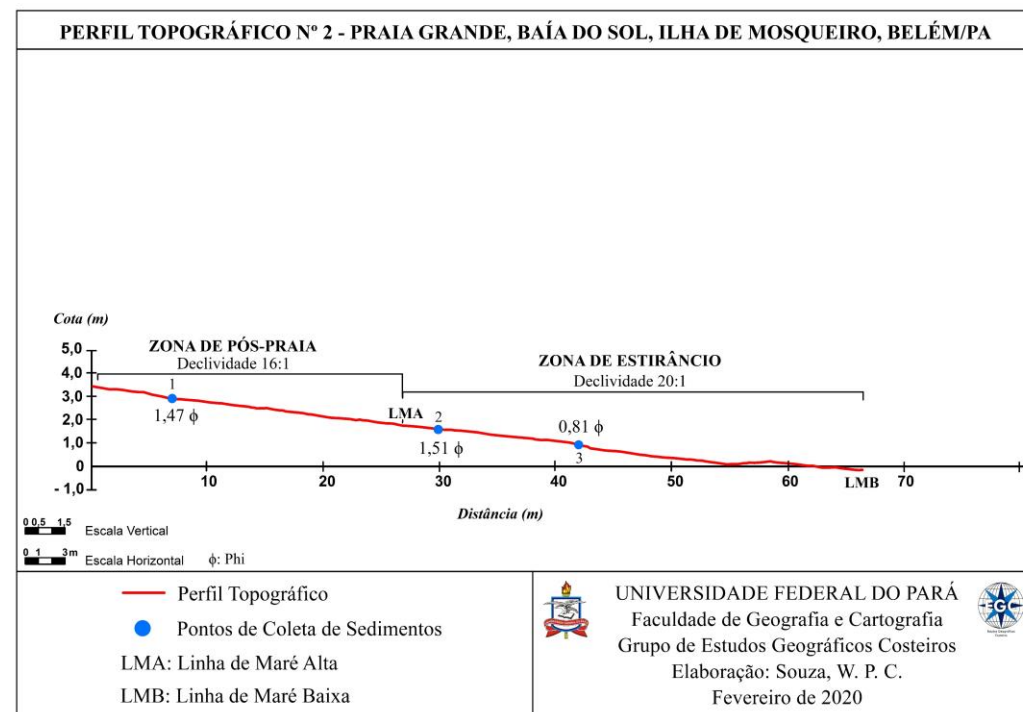


Na área de estudo foram registrados 41 indicadores de dinâmica costeira, sendo 33 de erosão, 7 de acumulação e 1 de estabilidade. Dentre os indicadores de erosão, destacam-se: presença de falésias ativas, promontórios e plataformas de abrasão no arco praiial (até 50 % de extensão da orla) e superfície de pós-praia inexistente ou menor que 1m (acima de 50% de extensão da orla). Há maior ocorrência dos indicadores de acumulação na parte leste; destacam-se: posição da linha de maré alta, em relação à base da falésia, maior que 8m; largura da superfície de pós-praia maior que 8m; vegetação de mangue sobre superfície de estrâncio no interior de canais de maré (em mais de 50% da área) (SOUZA, 2021).



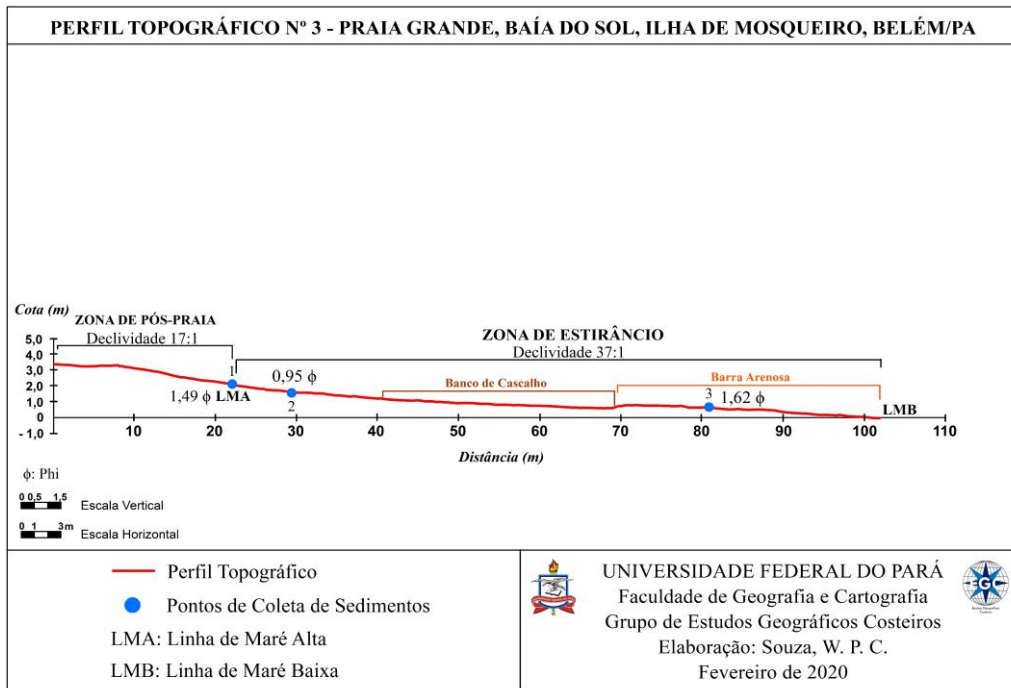
Perfil topográfico n.º 1:

- Arco praial com largura de 67m (extensão total do perfil);
- Zona de pós-praia estende-se até os 32m, onde encontra a linha de maré alta (LMA);
- Zona de estirâncio possui 35m de extensão;
- Declividade mais suave na zona de pós-praia (22:1) e mais acentuada na zona de estirâncio (15:1);
- Granulometria de areia média na zona de pós-praia e na LMA (1,76 phi e 1,75 phi) e areia fina na zona de estirâncio (2,37 phi).



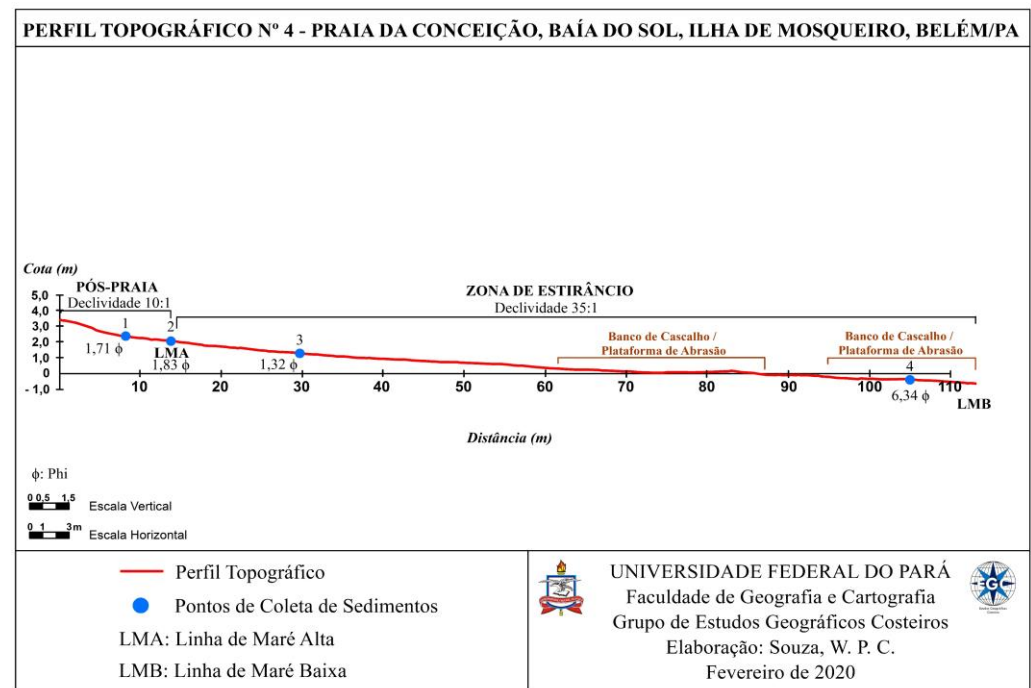
Perfil topográfico n.º 2:

- Arco praial com largura de 66,3m (extensão total do perfil);
- Zona de pós-praia estende-se até os 26,7m;
- Zona de estirâncio possui 39,6m de extensão;
- Declividade mais acentuada na zona de pós-praia (16:1) e mais suave na zona de estirâncio (20:1);
- Granulometria de areia média na zona de pós-praia e no estirâncio superior (1,47 phi e 1,51 phi) e areia grossa na parte média da zona de estirâncio (0,81 phi).



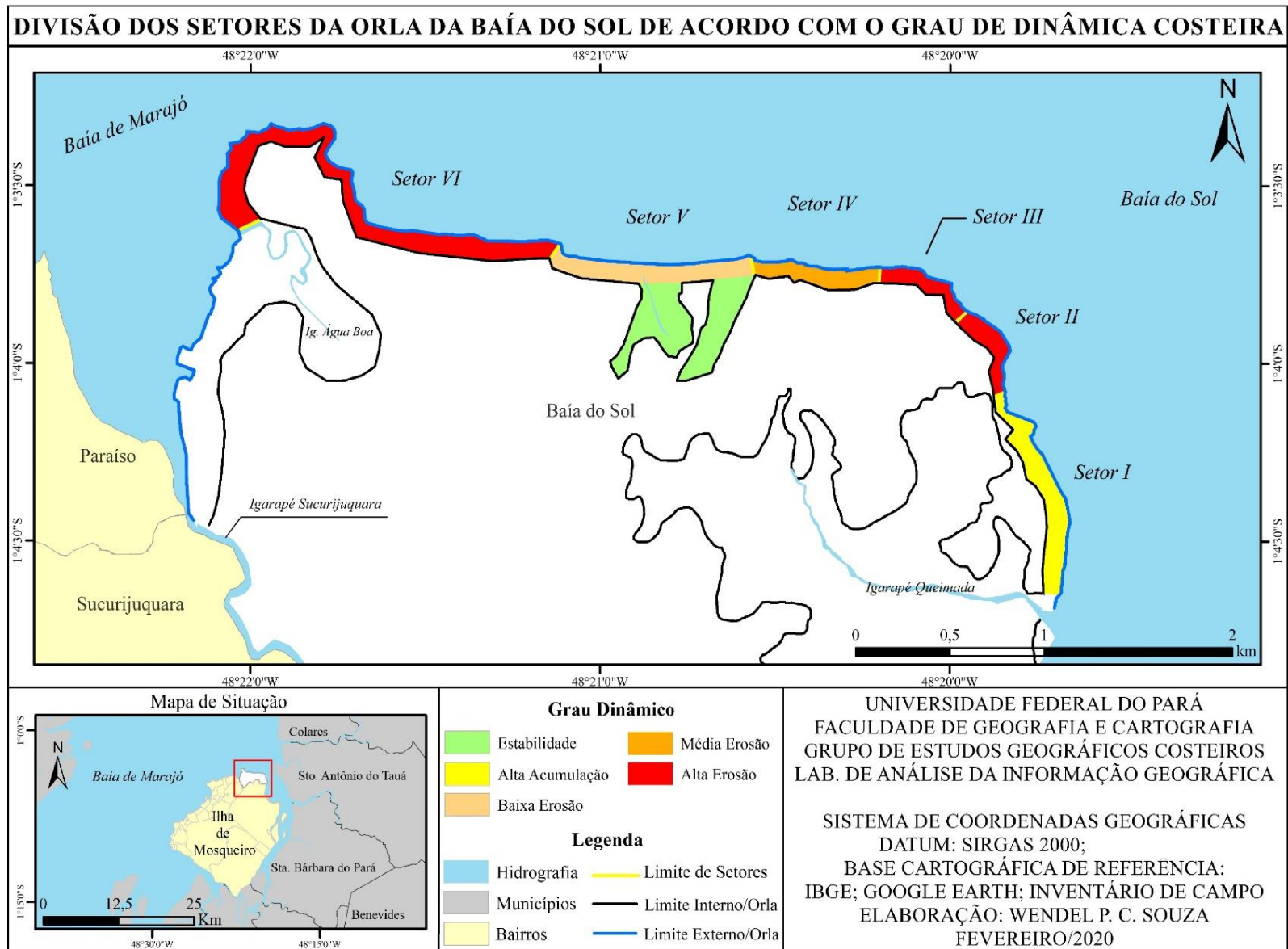
Perfil topográfico n.º 3:

- Arco praial com largura de 101,8m (extensão total do perfil);
- Zona de pós-praia estende-se até os 22,2m;
- Zona de estirâncio possui 79,6m de extensão;
- Declividade mais acentuada na zona de pós-praia (17:1) e mais suave na zona de estirâncio (37:1);
- Ocorrência de banco de cascalho na parte intermediária do estirâncio e de barra arenosa na porção inferior;
- Granulometria de areia média na LMA e no estirâncio inferior (1,49 e 1,62 phi) e areia grossa no estirâncio superior (0,95 phi).



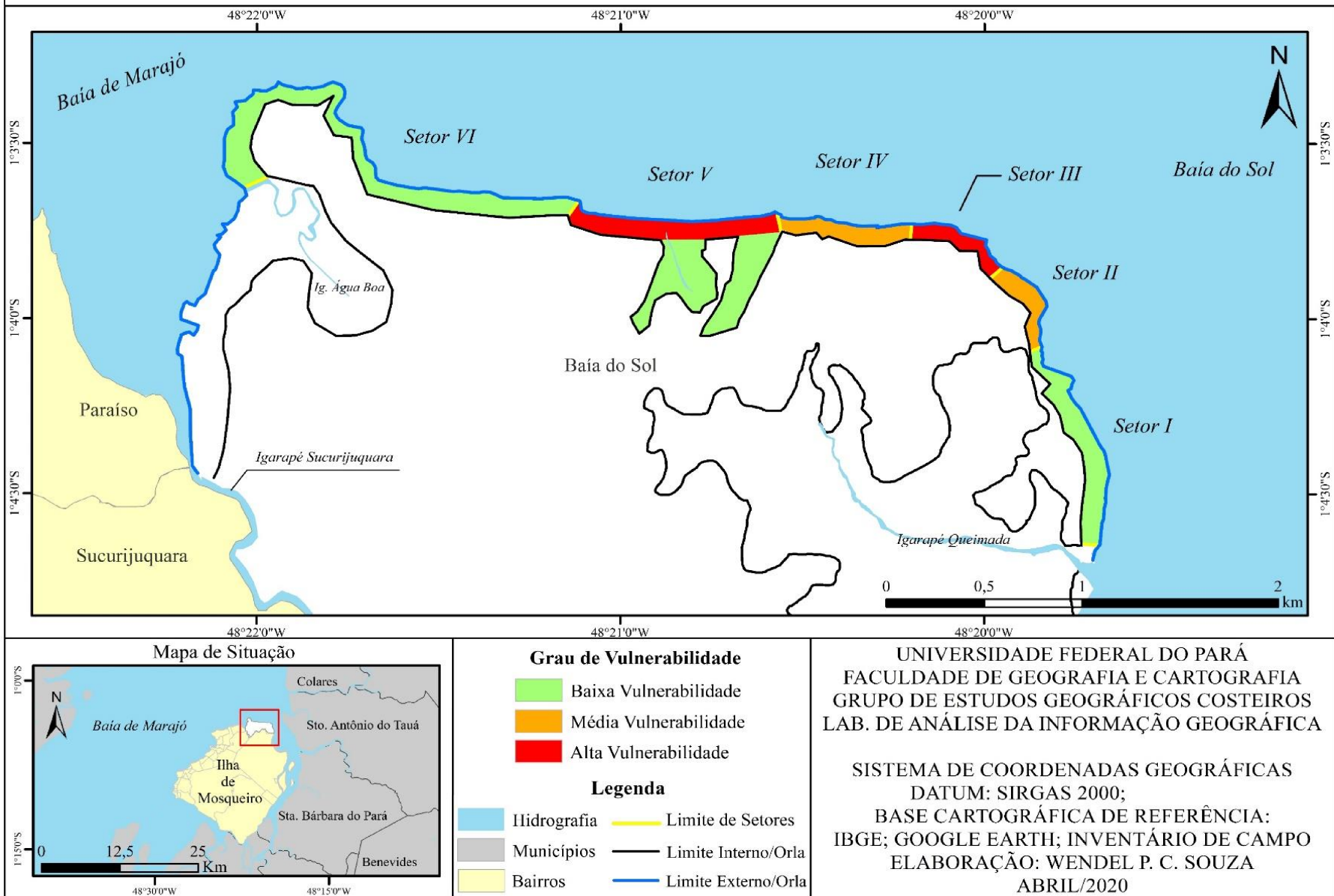
Perfil topográfico n.º 4:

- Arco praial com largura de 113,7m (extensão total do perfil);
- Zona de pós-praia estende-se até os 13,8m;
- Zona de estirâncio possui 99,9m de extensão;
- Declividade mais acentuada na zona de pós-praia (10:1) e mais suave na zona de estirâncio (35:1);
- Ocorrem bancos de cascalho e plataformas de abrasão na zona de estirâncio;
- Granulometria de areia média na zona de pós-praia, na LMA e no estirâncio superior (1,71, 1,83 e 1,32 phi, respectivamente) e de silte fino no estirâncio inferior (6,34 phi).



A distribuição dos indicadores de dinâmica costeira e as análises morfométricas e granulométricas confirmaram o predomínio da erosão em diferentes graus de intensidade em cerca de 80% da orla. Os setores de alta erosão (II, III e VI) registraram as maiores quantidades de indicadores dinâmicos erosivos, seguidos pelos setores de média (IV) e baixa erosão (V) e estão localizados em áreas mais expostas à dinâmica estuarina da Baía de Marajó. O setor de acumulação (I) ocorre no leste da área de estudo; tem sua dinâmica influenciada em grande parte pelas variações semi-diurnas de maré e não sofre ação direta das ondas e ventos advindos da Baía de Marajó (SOUZA, 2021).

DIVISÃO DOS SETORES DA ORLA DA BAÍA DO SOL DE ACORDO COM O GRAU DE VULNERABILIDADE



Os setores de alta vulnerabilidade à erosão localizam-se na parte norte e nordeste e correspondem às áreas de maior ocupação humana e de maior urbanização (setores III e V). Os setores de baixa vulnerabilidade são I e VI em razão do tipo e da distribuição da ocupação humana e da urbanização que são escassas e restritas, com predomínio da ocupação rural. Consta-se, portanto, que a vulnerabilidade à erosão aumenta à medida que a ocupação humana está mais exposta à dinâmica erosiva costeira (SOUZA, 2021).



Fotos: setembro/2019.

Setores da orla da Baía do Sol: A e B) O setor V é classificado como de baixa erosão e de alta vulnerabilidade (ocorrem marcas de deslizamento, desabamento ou solapamento na falésia em até 25% da extensão do setor; largura do arco praial varia de 21 a 100m; ausência de superfície de pós-praia; a granulometria da areia praial é de média a grossa; há presença de indivíduos vegetais de terra firme no arco praial em até 25% de extensão do setor; densa urbanização da zona de pós-praia com número expressivo de bares, restaurantes e de residências sem estruturas de proteção; C e D) O setor VI é de alta erosão e de baixa vulnerabilidade (presença de falésias ativas e promontórios em mais de 50% da extensão do setor, com alturas iguais ou superiores a 3m; plataforma de abrasão ocupa mais de 50% da extensão do setor; marcas de deslizamento, desabamento e solapamento; a faixa frontal de vegetação foi destruída ou tombada pela erosão; zona de pós-praia estreita com largura inferior a 1m; as estruturas de proteção contra erosão se restringem a pontos específicos e são identificadas por pequenos muros construídos no sopé das falésias, mas que já apresentam destruição parcial decorrente da ação dos agentes físicos; urbanização escassa e restrita e predomínio da ocupação rural; a dinâmica costeira no local não causa danos expressivos à sociedade, atuando mais como uma dinâmica natural (SOUZA, 2021).



Fotos: setembro/2019.

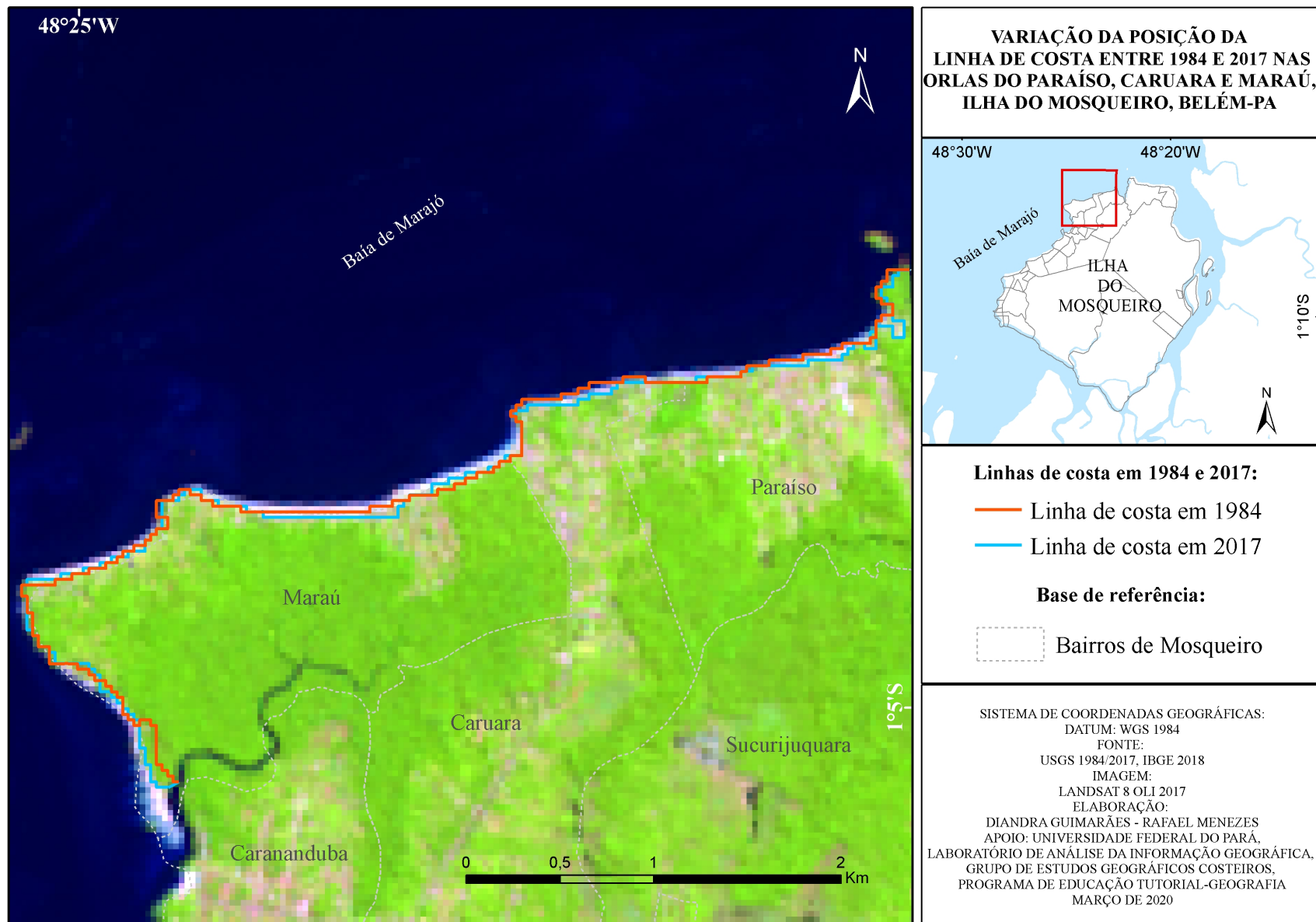
Setores da orla da Baía do Sol: A) O setor I é classificado como de alta acumulação (atestado pelos indicadores: posição da linha de maré alta a mais de 8m de distância em relação à base da falésia; a superfície de pós-praia/berma praial tem largura superior a 8m; há presença de vegetação de mangue sobre a superfície de estirâncio abrangendo mais de 50% da área) e de baixa vulnerabilidade em decorrência da ocupação urbana restrita; B e C) O setor III é de alta erosão e de alta vulnerabilidade (sapatas, vigas e muros de arrimo expostos e destruídos pelo solapamento por ação das ondas, plataformas de abrasão e bancos de cascalho ocupam mais de 50% de extensão da área; a ocupação urbana demanda obras de contenção à erosão (SOUZA, 2021)



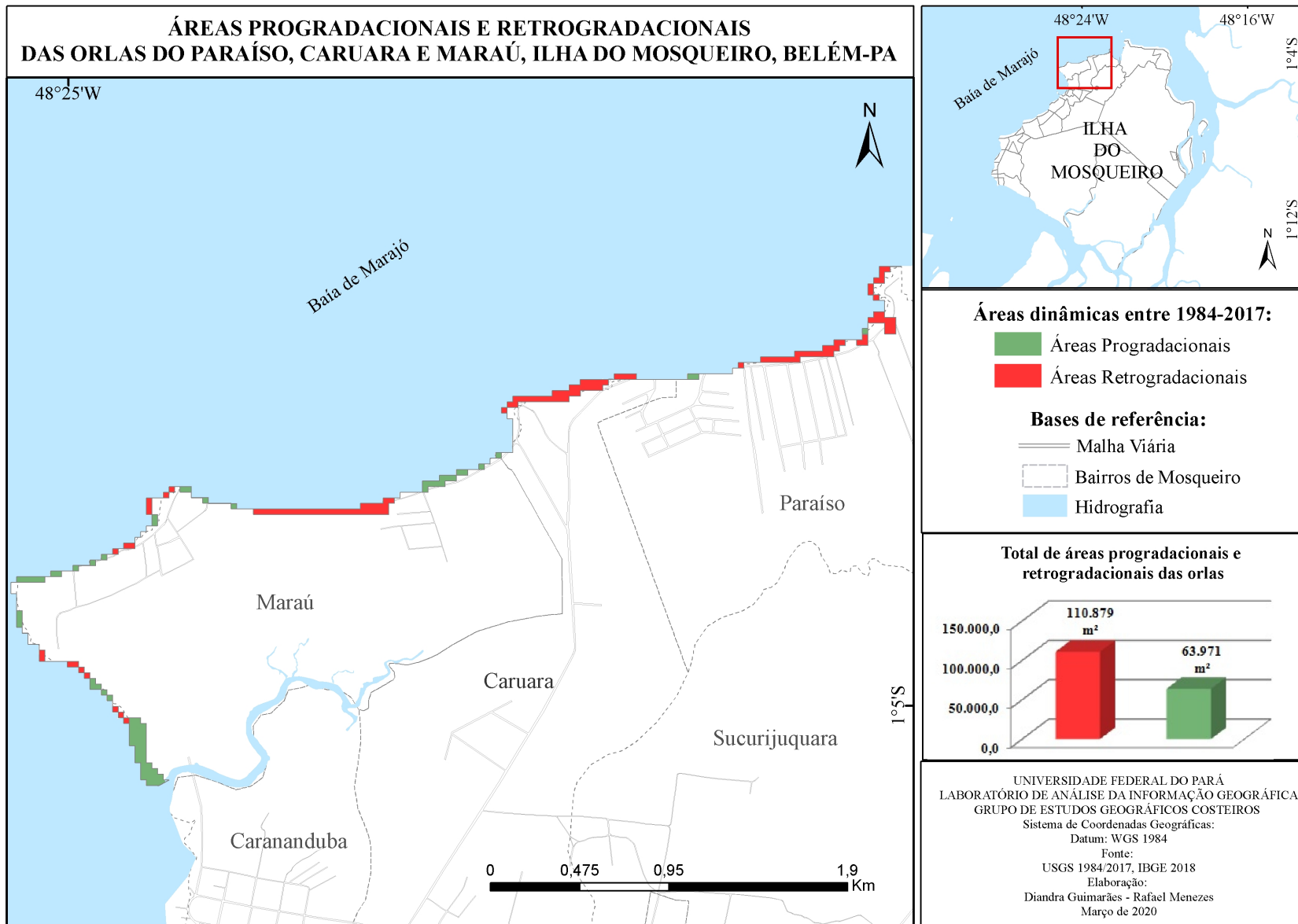
ORLA DO PARAÍSO, CARUARA E MARAÚ

ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM-PA)

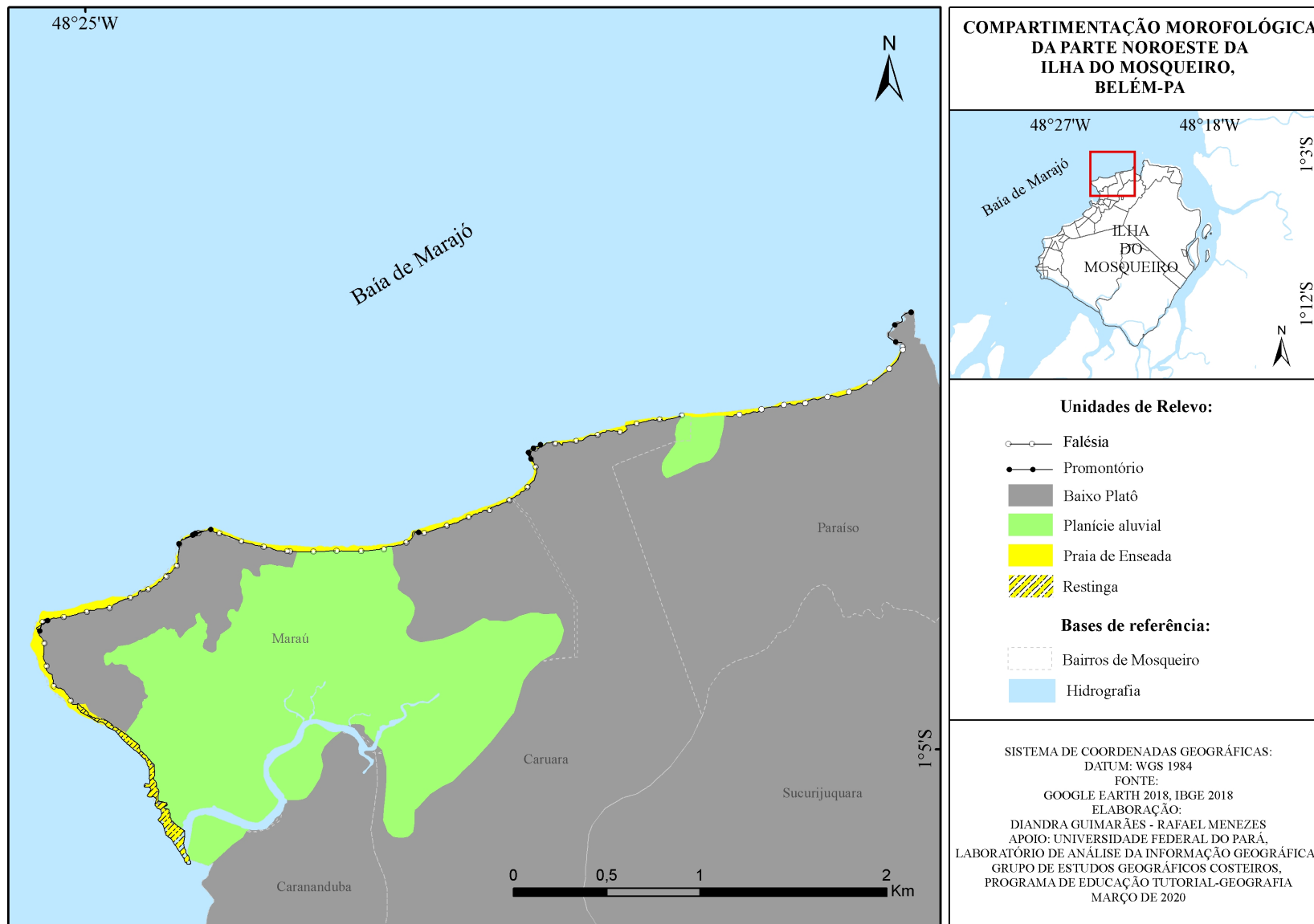
Diandra Karina M. Guimarães
Silvia Caroline Ribeiro Neves



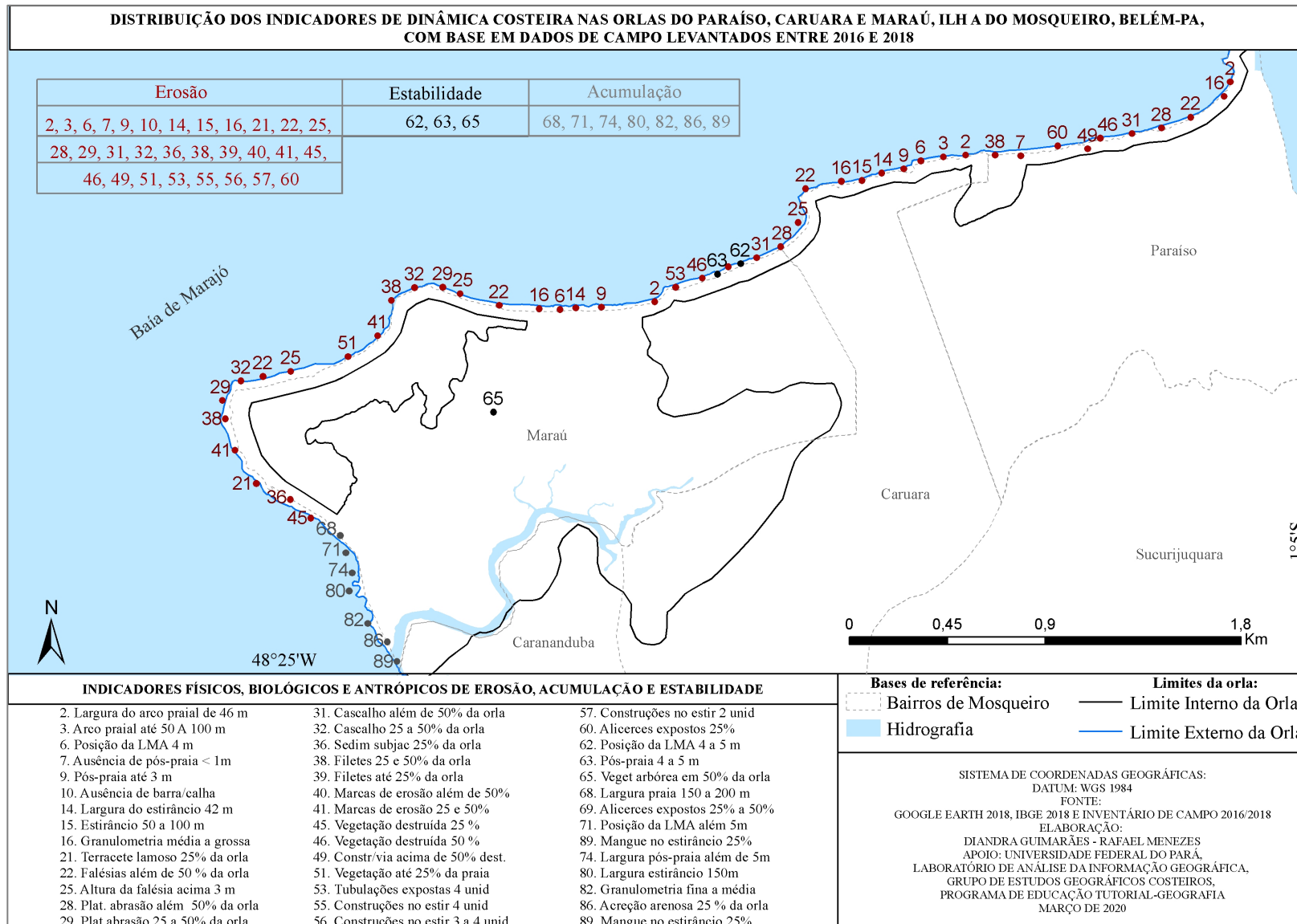
As orlas do Paraíso, Caruara e Maraú situam-se na parte noroeste da ilha de Mosqueiro. Nos últimos anos, a destruição nas orlas do Paraíso, Caruara e Maraú ganhou destaque nos noticiários e nas redes sociais pela frequência dos fenômenos de erosão, que ameaça parte da estrutura urbana e de serviços. Essas orlas são densamente urbanizadas na maior parte da sua extensão, com presença de bares e residências situados próximos à margem das falésias. A comparação entre duas imagens LANDSAT (1984 e 2017) mostrou que a linha de costa, nesses últimos 34 anos, recuou em grande parte da orla e avançou na parte sudoeste (NEVES, 2017; GUIMARÃES, 2019).



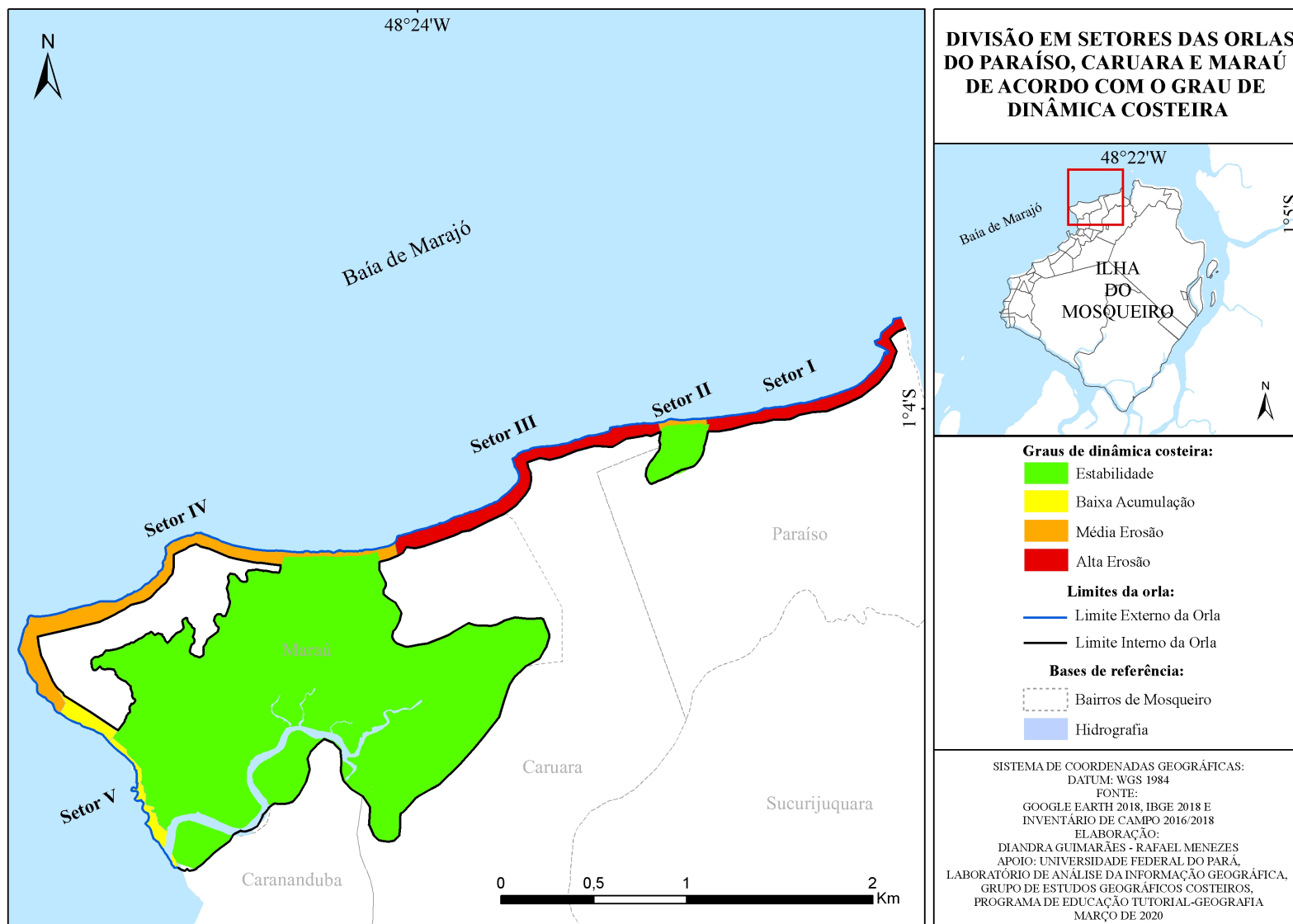
A maioria das áreas retrogradacionais encontra-se na parte norte das orlas com uma taxa de erosão de 3,35 m²/ano, enquanto as áreas progradacionais predominam na parte noroeste e sudoeste, com uma taxa de acreção de 1,93 m²/ano. A orla do Caruara é praticamente toda erosiva com uma área de retrogradação de 26.155,53 m² ± 559 m². A área de maior acreção localiza-se na porção sudoeste do bairro do Marau, um setor pouco ocupado e de uso extrativista com uma área de progradação de 28.799 m² ± 559 m² (GUIMARÃES, 2019).



Na parte noroeste da ilha de Mosqueiro, são identificadas formas de relevo de 4.º e 5.º táxons. São unidades de 4.º táxon: (a) baixo platô, que abrange a maior parte; (b) planícies aluviais, no caso duas: a primeira ligada ao sistema fluvial do Jacarequara, localizada no norte da área de estudo, na orla do Paraíso, e a outra, na parte sudoeste, pertencente à bacia do Carananduba ou Poção; (c) uma restinga na parte sudoeste da orla do Maraú, próximo à foz do igarapé do Carananduba (Poção); e (d) praias de enseada. As unidades de 5.º táxon são falésias e promontórios, que demarcam a linha de costa ao longo de quase toda a extensão (GUIMARÃES, 2019; NEVES, FRANÇA, SILVA, 2019).



Na área de estudo, foram registrados 42 indicadores de dinâmica costeira, sendo 32 de erosão, 3 de estabilidade e 7 de acumulação. Dentre os indicadores de erosão, destacam-se: marcas de deslizamento, desabamento e solapamento na falésia (além de 50 % da extensão da orla); presença de vegetação de terra firme no arco praial (acima de 50 % da praia) e alicerces, sapatas, pilares e vigas expostos devido à remoção de areia praial por ação das ondas (até 25% da extensão da orla). Os indicadores de acumulação localizam-se na parte sudoeste: largura do arco praial 150 a 200 m; granulometria de areia fina a média; vegetação de mangue sobre superfície de estirâncio e/ou sobre banco lamoso no interior de canais (em até 25 % da área) (GUIMARÃES, 2019)



Os setores de alta erosão (I e III) e média erosão (II e IV) estão localizados em uma área exposta às ondas e ventos da baía de Marajó, sobretudo aos que são provenientes do quadrante Norte, que chegam à costa de Mosqueiro com maior intensidade. O setor de baixa acumulação (V) está situado em uma área protegida em relação às ondas e ventos frontais oriundos da direção Norte. Quanto à delimitação da orla os setores I, III e IV possuem um limite interno da orla de 50m, contados a partir da margem das falésias por se tratarem de áreas urbanizadas. O setor II enquadra-se em um limite definido pela cota topográfica de 1m acima do limite alcançado pela preamar de sizígia, pois possui uma planície aluvial. O setor V, dadas às características morfológicas e ocupacionais, a delimitação interna da orla deve adotar dois critérios: (a) na porção abrangida pelo baixo platô e falésias, o limite interno deve ser fixado em 200m contados a partir do rebordo das falésias (linha de costa); e (b) na porção compreendida pela restinga e pela planície aluvial, este limite deve se estender até 1m de cota topográfica acima do nível das marés de sizígia (GUIMARÃES, 2019).



Erosão de um promontório na orla do Caruara, visualizada em sequência de fotos tiradas em maio de 2016, outubro de 2017 e dezembro de 2018.
(Fonte: Carmena França e Diandra Guimarães, acervos particulares).



A



B

Indicadores de erosão na orla do Paraíso e de recuo da linha de costa (borda da falésia): (A) O desmoronamento das escarpas provoca a destruição de residências e bares e o tombamento de árvores e arbustos; (B) A presença de plataforma de abrasão e banco de cascalho é também evidência do recuo da linha de costa pela erosão. (Foto: Diandra Guimarães, Outubro/2017).

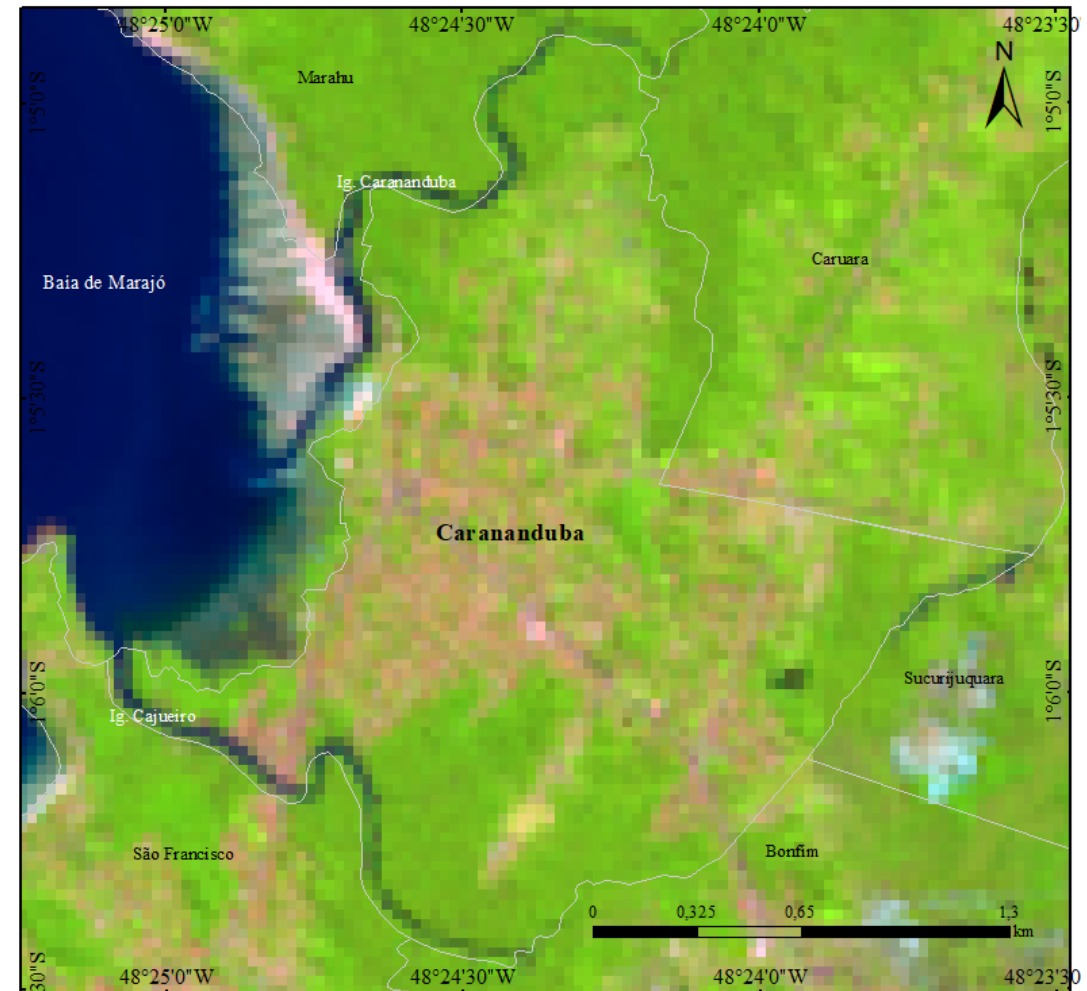
An aerial photograph of a lush green island, likely Ilha de Mosqueiro, with a blue body of water visible on the left side. The image is slightly blurred, creating a soft, natural background for the text.

ORLA DE CARANANDUBA

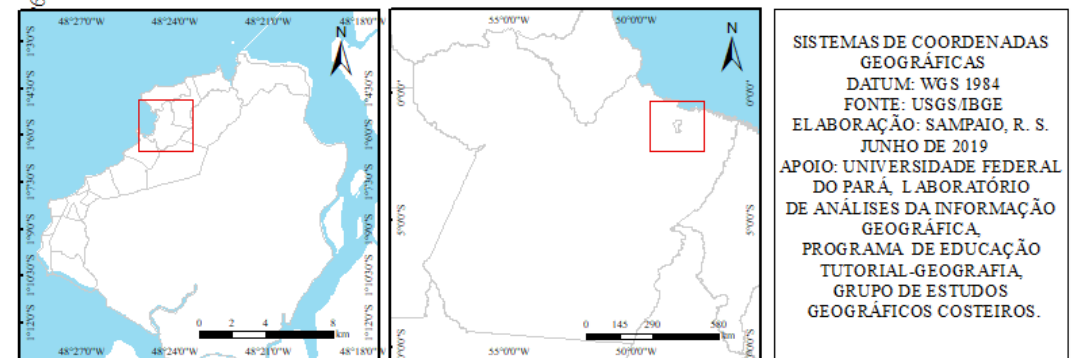
ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM-PA)

Rafaele da Silva Sampaio

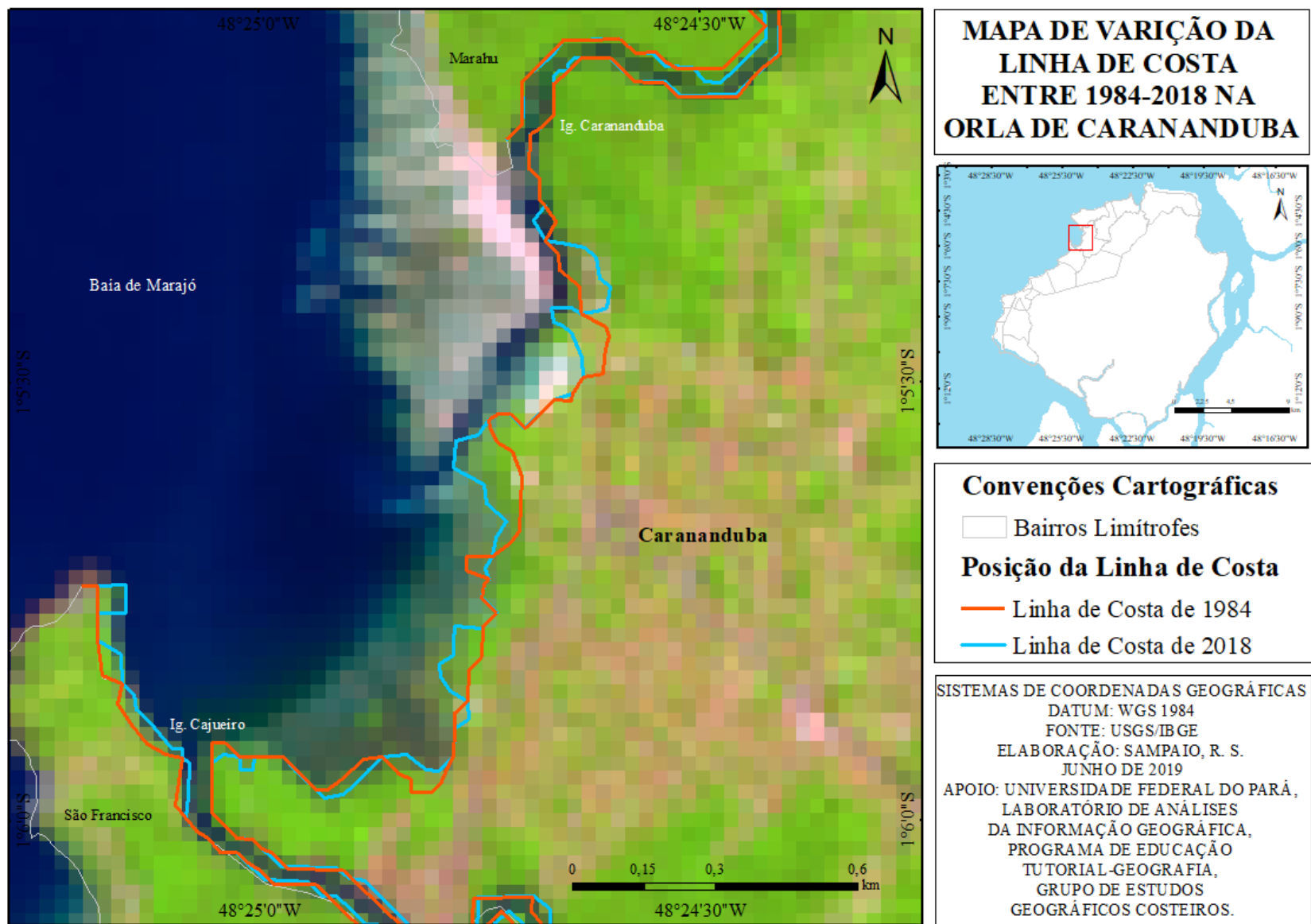
CARTA IMAGEM DE LOCALIZAÇÃO DO BAIRRO DE CARANANDUBA, PORÇÃO NOROESTE DA ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM-PA



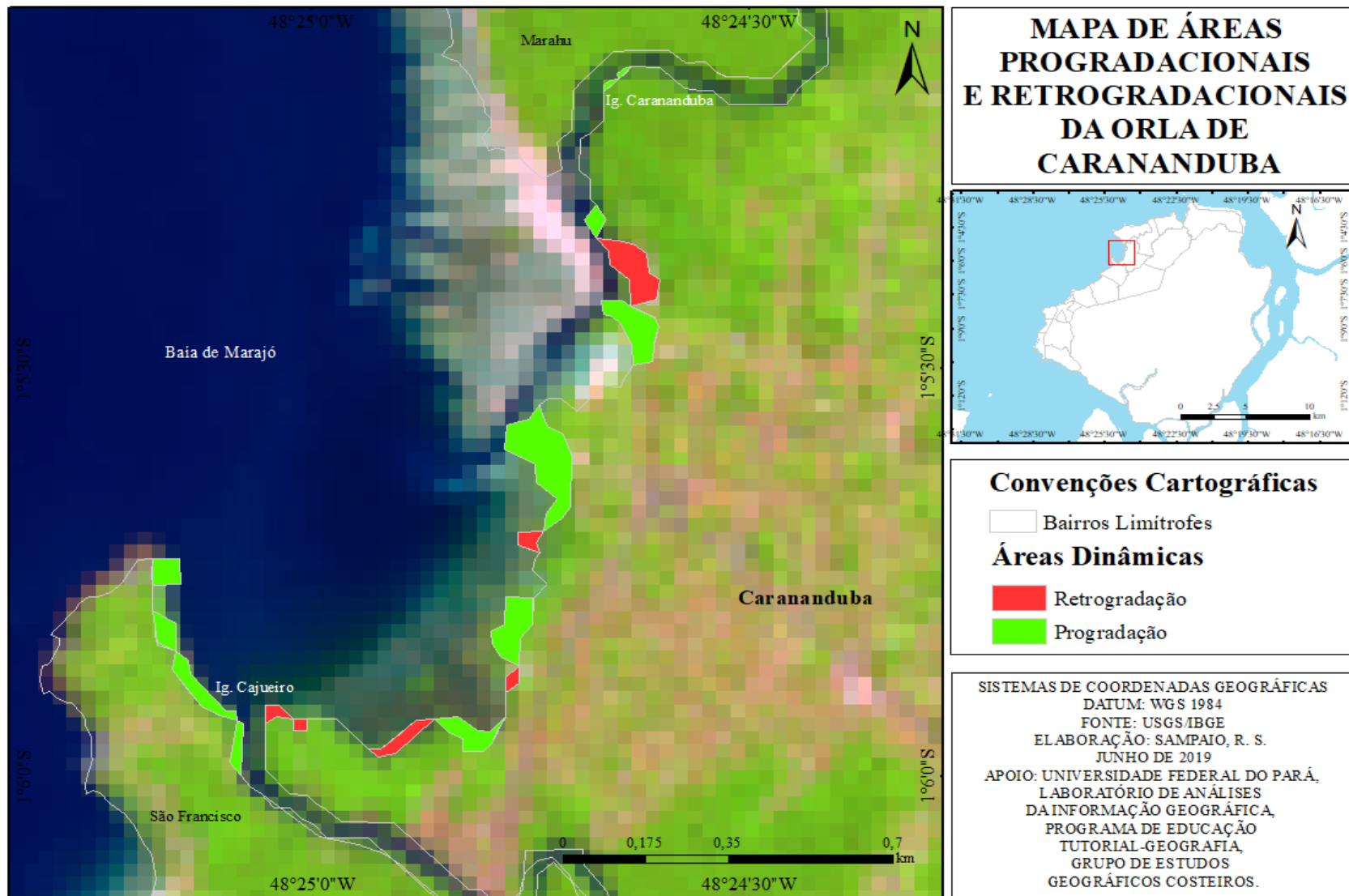
Carta imagem de localização do bairro de Carananduba, porção noroeste da ilha de Mosqueiro, Belém-PA. Imagem LANDSAT 8 - 2018. A posição geográfica da orla de Carananduba insere-a dentro da região de influência da Baía de Marajó, com ação de ondas, ventos e correntes geradas dentro do próprio estuário. Tem cerca de 1,5 km de extensão, limita-se com Marahú ao norte e São Francisco ao sul. A principal via de acesso ao bairro é através da PA-391 e as ruas Lalor Mota, Palma Muniz e Av. Barão do Rio Branco (SAMPAIO, 2019).



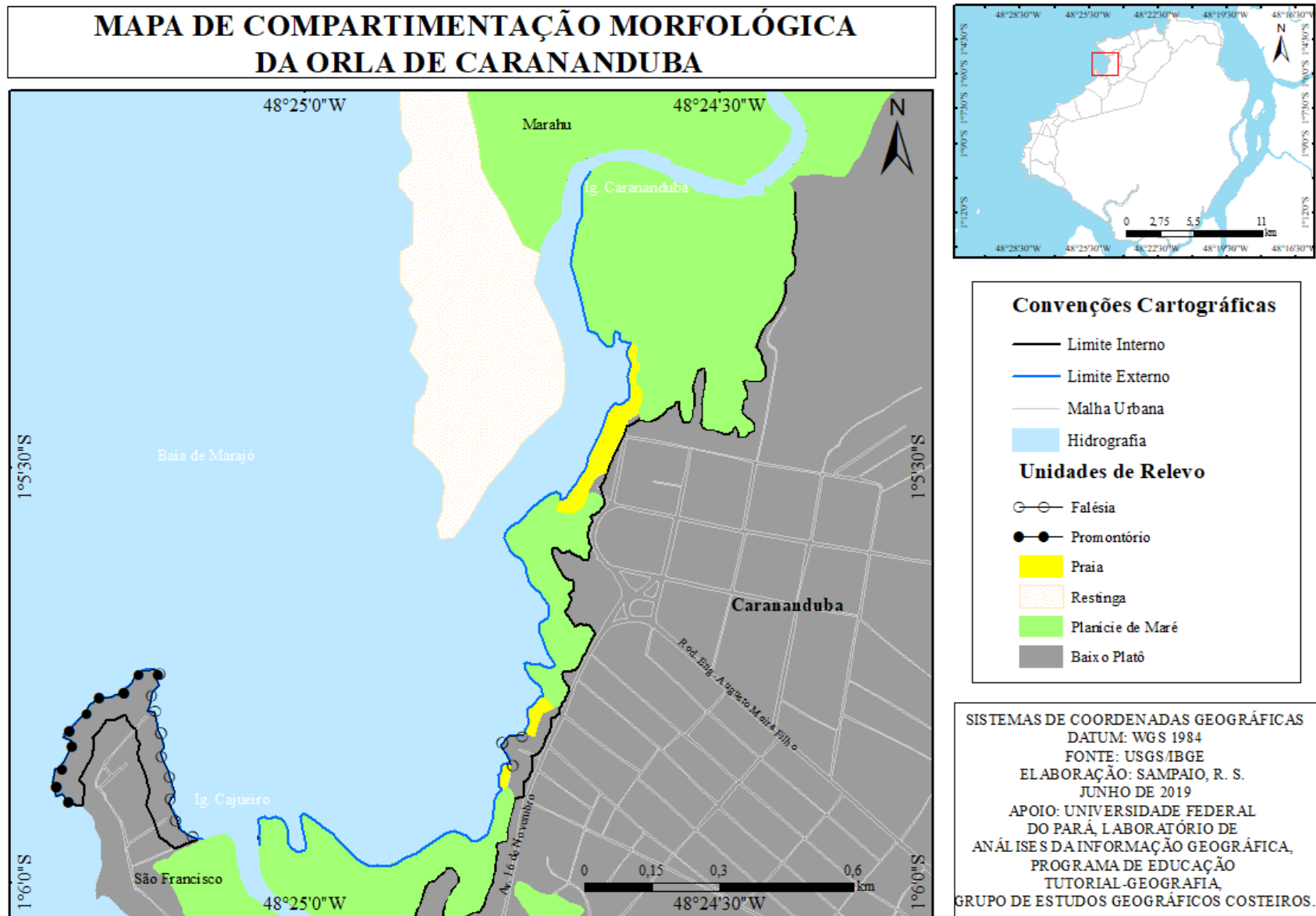
SISTEMAS DE COORDENADAS
GEOGRÁFICAS
DATUM: WGS 1984
FONTE: USGS/IBGE
ELABORAÇÃO: SAMPAIO, R. S.
JUNHO DE 2019
APOIO: UNIVERSIDADE FEDERAL
DO PARÁ, LABORATÓRIO
DE ANÁLISES DA INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA,
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO
TUTORIAL-GEOGRAFIA,
GRUPO DE ESTUDOS
GEOGRÁFICOS COSTEIROS.



Para a análise da variação temporal da linha de costa, na orla de Carananduba, foram utilizadas as imagens de Landsat 5 TM de 1984 e Landsat 8 OLI de 2018, correspondendo ao intervalo de 34 anos, e a linha de costa identificada é a linha de maré alta de sizígia. Entre 1984 e 2018, a posição da linha de costa foi variável, apresentando recuo (erosão) em alguns trechos e avanço (acrecção) em outros. Nos setores erosivos, a linha de costa sofreu um recuo médio de 37,17 m ($\pm 18,6$ m) com uma taxa de recuo de 1,9 m/ano. Ao contrário, nos setores acrescenciais, o avanço médio da linha de costa foi de 65,51 m ($\pm 18,6$ m) com taxa de avanço de 1,92 m/ano.

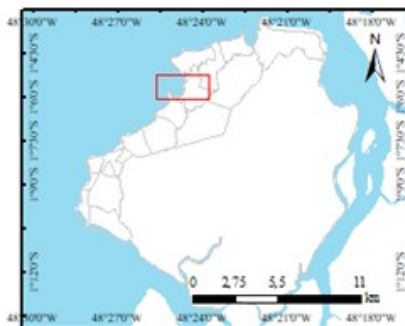


As áreas erodidas totalizaram 22.777,94 m² (± 553,53 m²) com uma taxa de erosão de 669,93 m²/ano. As áreas progradacionais totalizaram 57.522,95 m² (± 553,53 m²) com taxa de acreção de 1.691,85 m²/ano. Desse modo, a análise desse geoindicador (linha de costa) mostrou o predomínio de processos progradacionais, nos últimos 34 anos. A orla de Caranduba é limitada por dois igarapés nas extremidades norte e sul: Caranduba e Cajueiro. Esses igarapés influenciam na dinâmica da orla de Caranduba. Em 1984 o igarapé Caranduba desembocava na baía de Marajó em posição NW-SE, onde separava as orlas de Marahú e Caranduba. Com o crescimento da restinga do Marahú, a desembocadura passou a verter pela saída NNW-SSE, após um deslocamento de 959,16 m, com taxa de 28,21m/ano. O igarapé do Cajueiro migrou 30 m para leste, erodindo uma área de 1.835,17 m². Sua embocadura sofreu uma inflexão e passou a desaguar no sentido SW-NE (SAMPAIO, 2019).



As unidades de relevo são: planície de maré, praia de enseada e baixo platô. A orla de Carananduba, neste contexto morfológico, apresenta-se como um ambiente litorâneo protegido da incidência direta das ondas provenientes da baía de Marajó. Ao norte, estão localizadas a ponta de Marahú (promontório) e a restinga de mesmo nome. Ao sul, está o promontório de São Francisco. Compondo o interior da enseada, predomina a planície de maré, a praia e as embocaduras dos igarapés do Carananduba e Cajueiro, que contribuem com aporte sedimentar para a enseada. (SAMPAIO, 2019).

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS INDICADORES DE DINÂMICA COSTEIRA NA ORLA DE CARANANDUBA, ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM-PA, COMBASE EM DADOS DE CAMPO LEVANTADOS ENTRE 2017 E 2018



Legenda

- Limite entre Setores
- Limite Interno
- Limite Externo
- Malha Urbana
- Hidrografia
- Praia
- Restinga
- Planície de Maré
- Baixo Platô

Erosão
15, 19, 21, 24, 26,
30, 33, 42, 45, 48,
57, 60

Estabilidade

65
Acumulação
66, 72, 75, 81, 82,
87

SISTEMAS DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM: WGS 1984
FONTE: USGS/IBGE
ELABORAÇÃO: SAMPAIO, R. S.
JUNHO DE 2019
APOIO: UNIVERSIDADE FEDERAL
DO PARÁ, LABORATÓRIO DE
ANÁLISES DA INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA, PROGRAMA
DE EDUCAÇÃO
TUTORIAL-GEOGRAFIA,
GRUPO DE ESTUDOS
GEOGRÁFICOS COSTEIROS.

Na orla de Carananduba foram identificados 27 indicadores sendo 15 de erosão, 10 de acumulação e 2 de estabilidade e a partir da análise da distribuição dos indicadores a orla de Carananduba foi dividida em 2 setores que se diferenciam pelas suas características físicas, morfométricas, cobertura vegetal, processos dinâmicos (erosão, acumulação ou estabilidade) e ocupacionais (SAMPAIO, 2019).



Ao fundo da foto, visualiza-se um trecho do igarapé Carananduba e da restinga de Marahú. Este setor de orla é ocupado por uma comunidade de pescadores. A altura das palafitas reflete o nível alcançado pelas marés (Foto: dezembro/2018).



O limite entre a praia de Carananduba e a planície de maré é marcado pelo recuo de mangue e formação de terracetes lamosos. Presença de terracete próximo a embocadura fluvial (Foto: dezembro/2018).

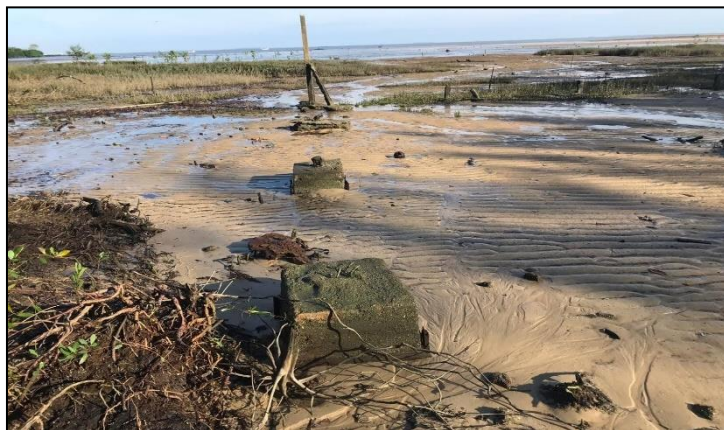


Ravina sobre a zona de pós-praia devido ao escoamento de efluentes urbanos e de água pluvial. Presença de escoamento de água superficial sobre a praia (Foto: dezembro/2018).

O setor I abrange a parte norte próximo à embocadura do Igarapé Carananduba, incluindo a praia e a planície de maré. Sua ocupação é extrativista, residencial e comercial (bares e restaurantes). É um setor protegido pela restinga do Marahú, cuja posição atenua a ação das ondas durante as marés altas, na maior parte do ano. Foram identificados 6 indicadores de erosão, 1 de estabilidade e 6 de acumulação. Devido ao peso mais frequente, este setor é classificado como de alta acumulação (SAMAPAI, 2019).



Indicadores de erosão no setor II: marcas de deslizamento na falésia. Presença de matacões e bancos de cascalho (Foto: dezembro/2018).



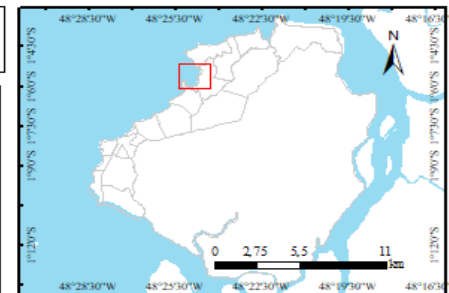
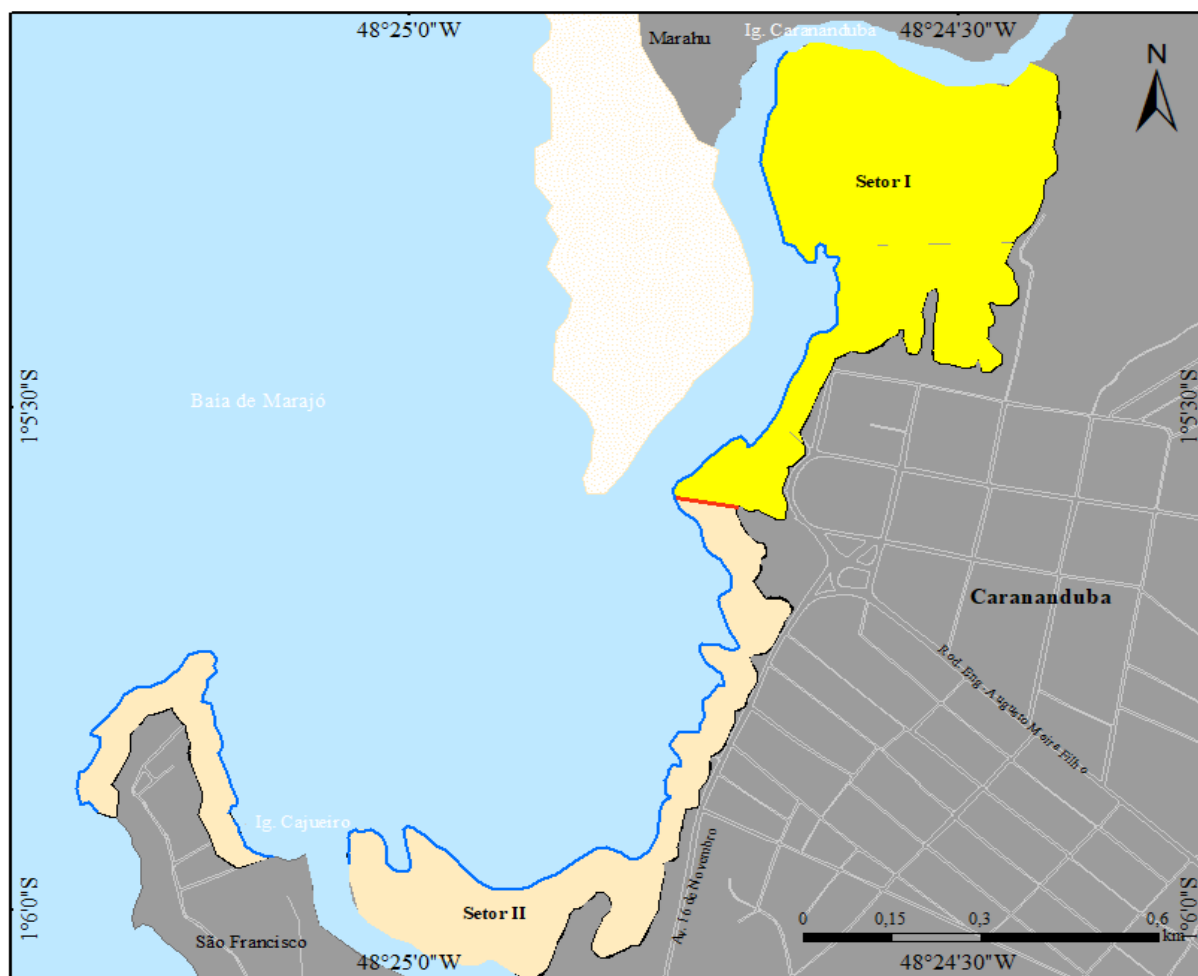
Indicadores de erosão no setor II: presença de alicerces e pilares expostos devido a remoção de areia praiar pela ação das ondas (Foto: dezembro/2018).



Indicador de acumulação no setor II: zona de retenção arenosa e lamosa próxima à embocadura fluvial. Ao fundo, vegetação arbórea e herbácea sobre planície alagável (Foto: dezembro/2018).

O setor II da orla de Carananduba localiza-se na parte sul. A ocupação é extrativista e residencial. Livre da influência protetora da restinga, este setor recebe com mais intensidade a ação de ondas. Foram encontrados 9 indicadores de erosão, 1 de estabilidade e 4 de acumulação. Dentre os indicadores de erosão destacam-se a presença de plataformas de abrasão e bancos de cascalho, marcas de deslizamento e desabamento na falésia, além de construções com alicerces e pilares expostos. Este setor é classificado como de baixa erosão (SAMAPAI, 2019).

MAPA DO GRAU DE DINÂMICA DA ORLA DE CARANANDUBA



Legenda

- Limite entre Setores
- Limite Interno
- Limite Externo
- Malha Urbana
- Restinga
- Hidrografia

Grau de Dinâmica

- Baixa Erosão
- Alta A acumulação

SISTEMAS DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM: WGS 1984
FONTE: USGS/IBGE
ELABORAÇÃO: SAMPAIO, R. S.
JUNHO DE 2019
APOIO: UNIVERSIDADE FEDERAL
DO PARÁ, LABORATÓRIO DE
ANÁLISES DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA,
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO
TUTORIAL-GEOGRAFIA,
GRUPO DE ESTUDOS
GEOGRÁFICOS COSTEIROS.

Na orla de Carananduba predominam os indicadores de acumulação no setor I, com a maior frequência de pesos altos. A restinga do Marau é elemento influenciador importante na dinâmica deste setor, pois atingiu uma taxa de crescimento de 7.266,54 m²/ano nos últimos 34 anos. Embora seja acumulativo e de caráter abrigado, a área passa por momento de erosão nos meses de março e abril, segundo relatos de moradores. Dentro de um contexto progracional existem episódios de erosão que ocorrem durante as maiores sizígias do ano No setor II os indicadores apresentam predomínio de erosão, porém com maior frequência de indicadores de baixa erosão (SAMPAIO, 2019).



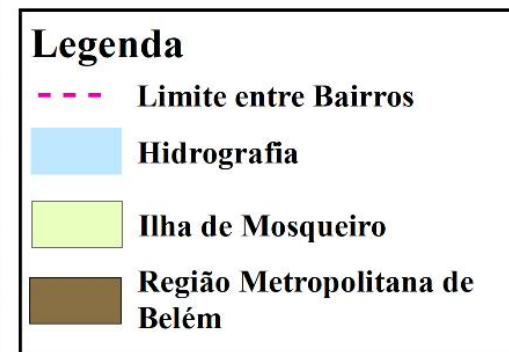
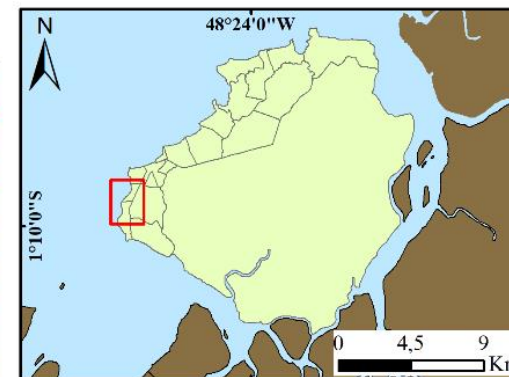
ORLA GRANDE E BISPO

ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM-PA)

Rhuan Rodrigo Pereira e Silva

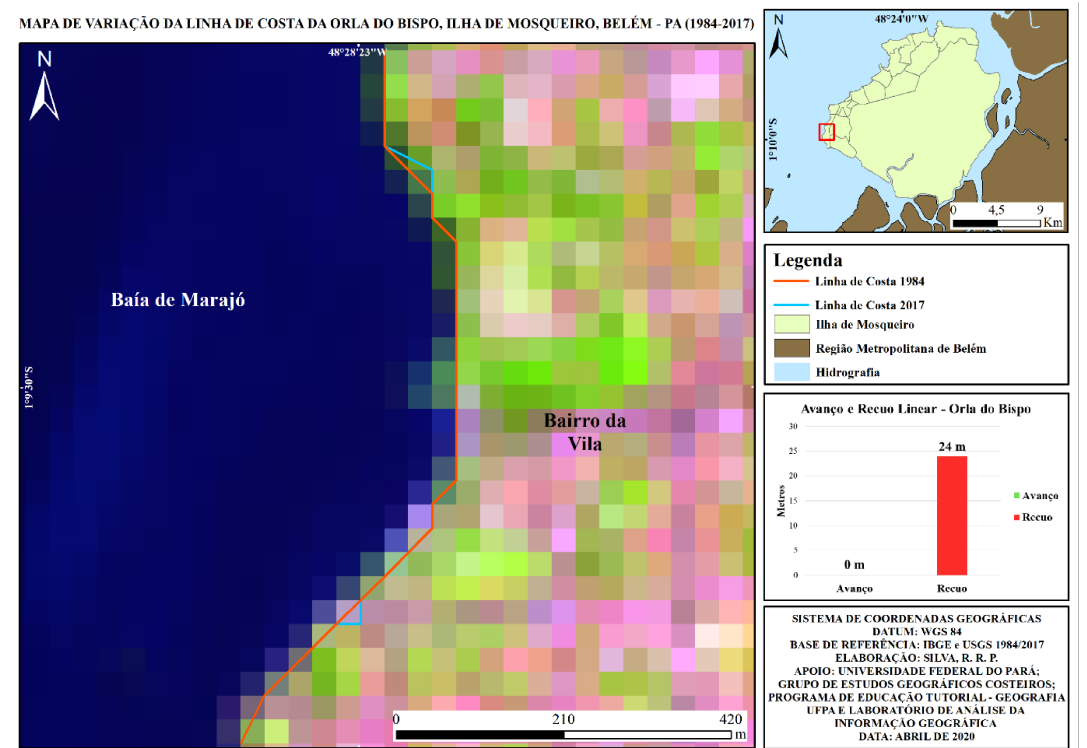
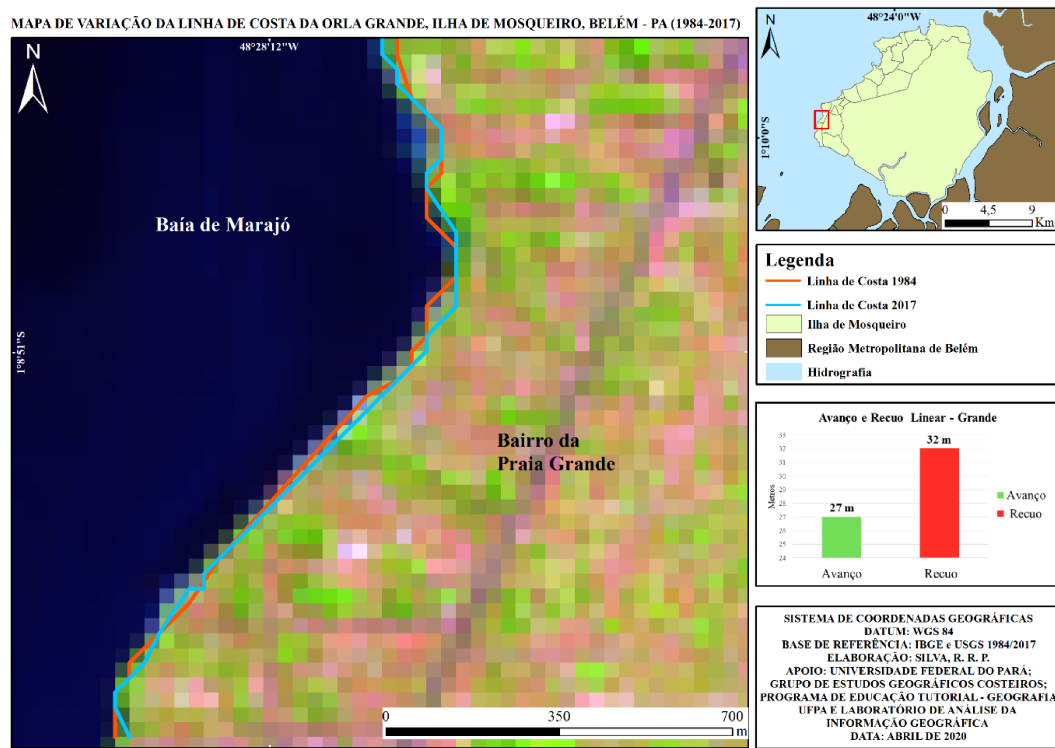
José Luis do Amaral Ferreira Júnior

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ORLA GRANDE-BISPO, ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM - PA

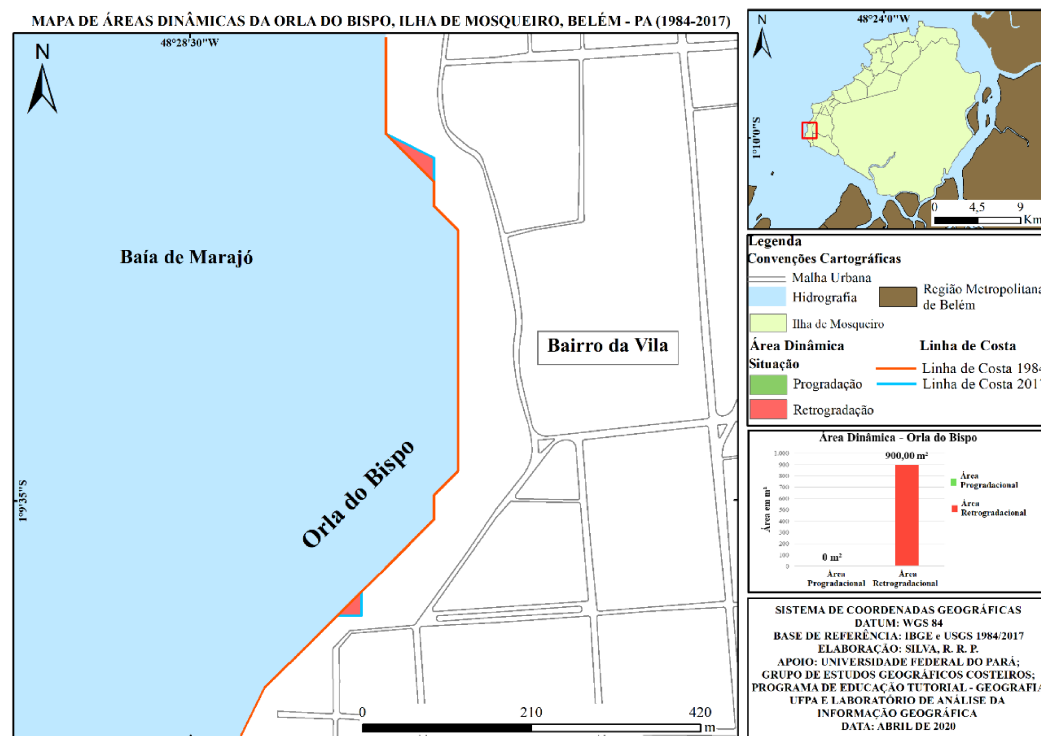
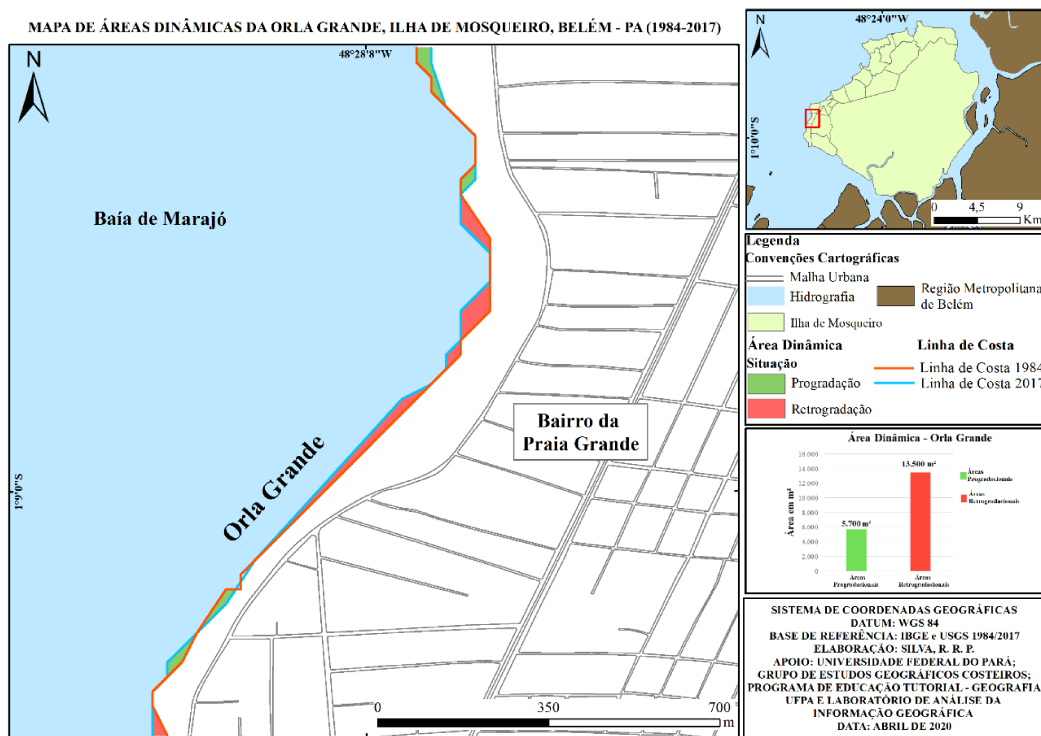


SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM: WGS 84
BASE DE REFERÊNCIA: IBGE 2010
FONTE: ESRI 2019
ELABORAÇÃO: SILVA, R. R. P.
APOIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ;
GRUPO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS COSTEIROS;
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL - GEOGRAFIA
UFPa E LABORATÓRIO DE ANÁLISE DA
INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
DATA: ABRIL DE 2020

As orlas Grande e do Bispo estendem-se por 3 km na margem sudoeste da ilha de Mosqueiro. Devido à posição geográfica, recebem influência da baía de Marajó. Assim, estão sujeitas à ação de ondas com alturas de 1 m ou 1,5 m e de ventos provenientes de Norte-nordeste, mais fortes entre julho e novembro. As marés alcançam amplitudes de, no máximo, 3,9 m durante as sizígias de março, abril e setembro (PINHEIRO, 1987; BRASIL, 2018; FRANÇA, SILVA, FERREIRA JÚNIOR, ARAÚJO, 2020).

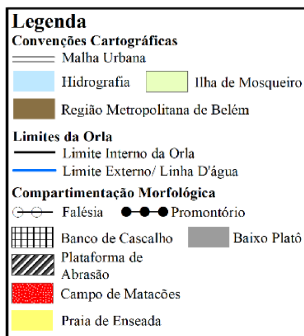
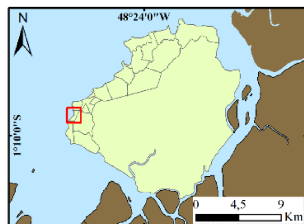
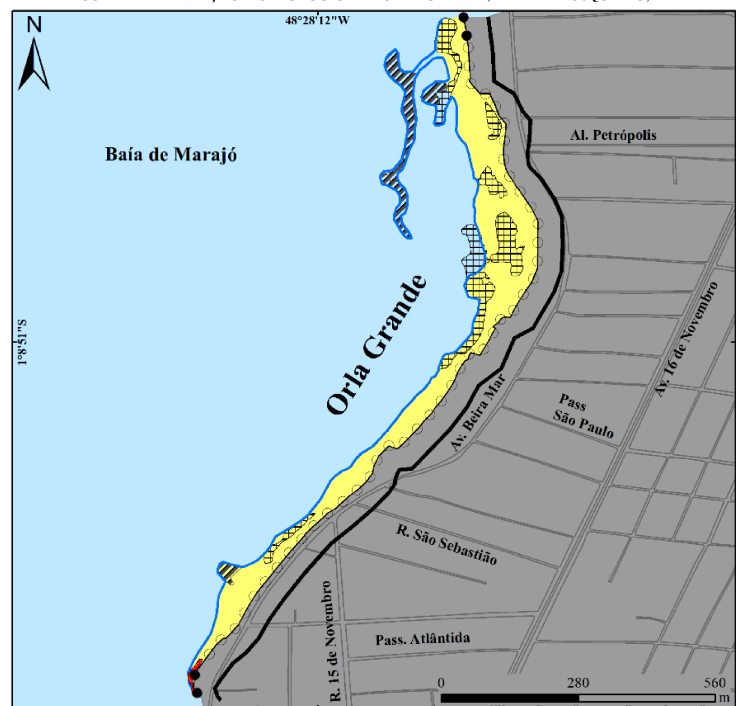


Para a análise da variação temporal da linha de costa, nas orlas Grande e do Bispo, foram interpretadas as imagens de LANDSAT 5 TM de 1984 e LANDSAT 8 OLI de 2017 sobre as quais foram vetorizadas as linhas de costa dos respectivos anos. A sobreposição desses vetores permitiu comparar a posição da linha de costa em 1984 e em 2017, revelando mobilidade (recuo ou avanço) em alguns setores e estabilidade em outros (SILVA, 2019).



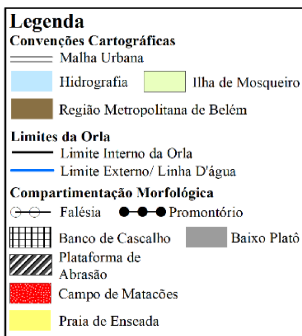
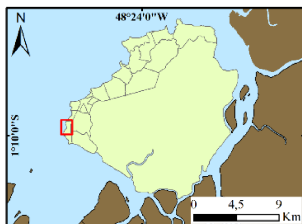
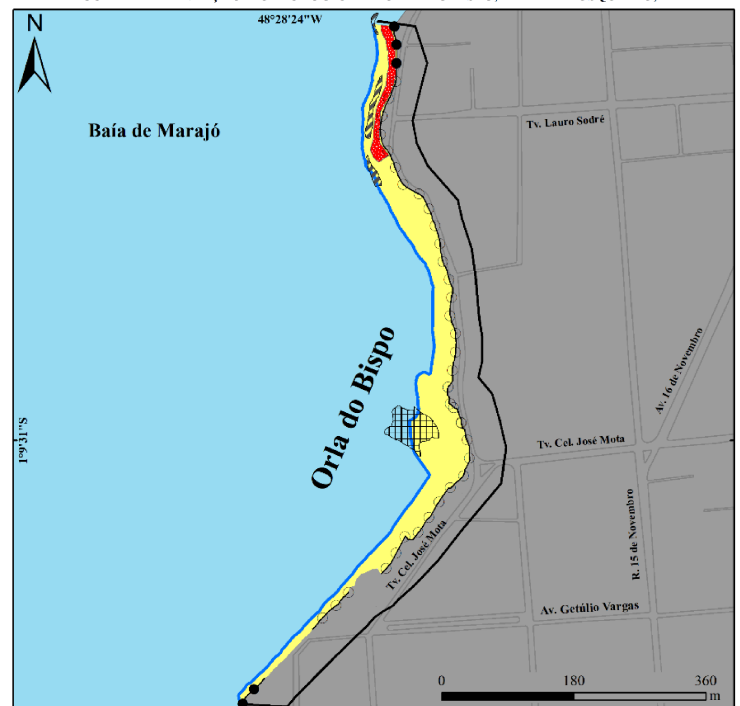
Na orla Grande, o recuo médio da linha de costa foi de 32 m com taxa de 0,9 m/ano. Desse modo, foram erodidos 13.500 m². Entretanto, na extremidade norte, as áreas acrescidas somaram 5.700 m², com avanço linear médio de 27 m e taxa de 0,8 m/ano. Na orla do Bispo, a linha de costa mostrou-se estável na maior parte da área. A erosão ocorreu em locais restritos, onde o recuo da linha de costa atingiu a média de 24 m. A erosão subtraiu uma área de 900 m², com taxa de 27 m²/ano. Admite-se para o presente estudo a variação de ± 558,9 m² como margem de erro geométrico acumulativo areolar e de ± 18,629 m como margem de erro geométrico acumulativo linear, decorrentes do georreferenciamento das imagens LANDSAT (FRANÇA, SILVA, FERREIRA JÚNIOR, ARAÚJO, 2020).

MAPA DE COMPARTIMENTAÇÃO MORFOLÓGICA DA ORLA GRANDE, ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM - PA



SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM: WGS 84
BASE DE REFERÊNCIA: IBGE 2010
FONTE: GOOGLE EARTH PRO E TRABALHO DE CAMPO (Maio e Dezembro de 2016; Janeiro de 2019)
ELABORAÇÃO: SILVA, R. R. P.
APOIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ;
GRUPO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS COSTEIROS;
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL - GEOGRAFIA
UFPA E LABORATÓRIO DE ANÁLISE DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
DATA: ABRIL DE 2020

MAPA DE COMPARTIMENTAÇÃO MORFOLÓGICA DA ORLA DO BISPO, ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM - PA

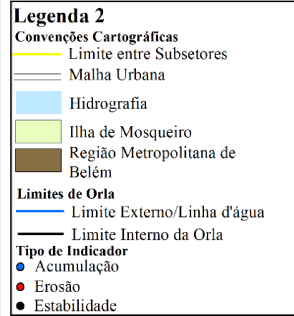
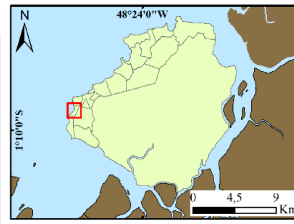
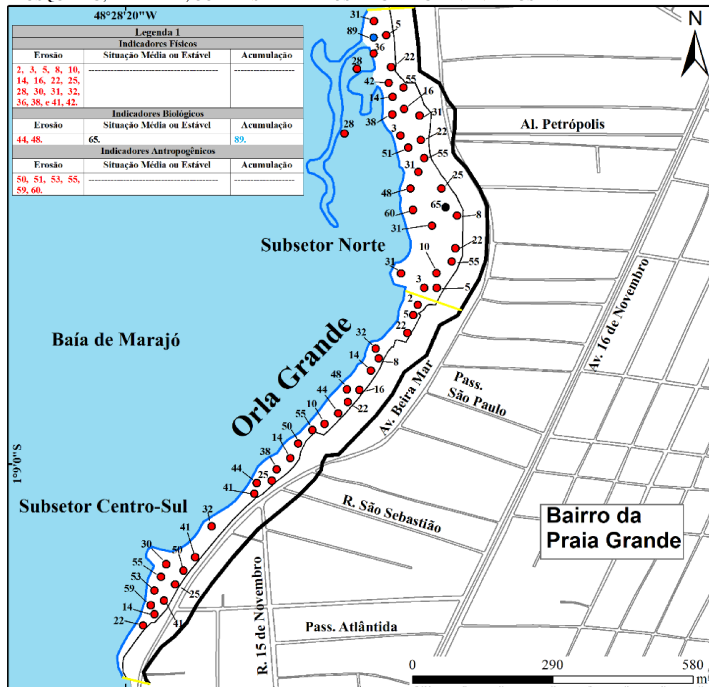


SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM: WGS 84
BASE DE REFERÊNCIA: IBGE 2010
FONTE: GOOGLE EARTH PRO E TRABALHO DE CAMPO (Maio e Dezembro de 2016; Janeiro de 2019)
ELABORAÇÃO: SILVA, R. R. P.
APOIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ;
GRUPO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS COSTEIROS;
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL - GEOGRAFIA
UFPA E LABORATÓRIO DE ANÁLISE DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
DATA: ABRIL DE 2020

Conforme a escala de trabalho, a área compartimenta-se em unidades de relevo de 4.º e 5.º táxon. A demarcação das orlas Grande e do Bispo, enquanto faixas de proteção costeira, baseou-se na divisão do relevo, na forma de ocupação e na taxa de variação da linha de costa. Assim, a orla Grande tem extensão de 1.850m e largura de 60 a 170 m. A orla do Bispo estende-se por 1.100m com largura entre 50 e 170m (FRANÇA, SILVA, FERREIRA JÚNIOR, ARAÚJO, 2020).

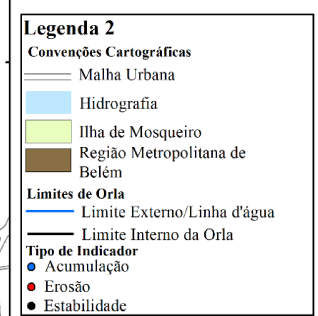
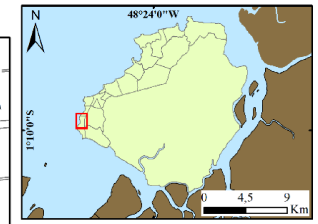
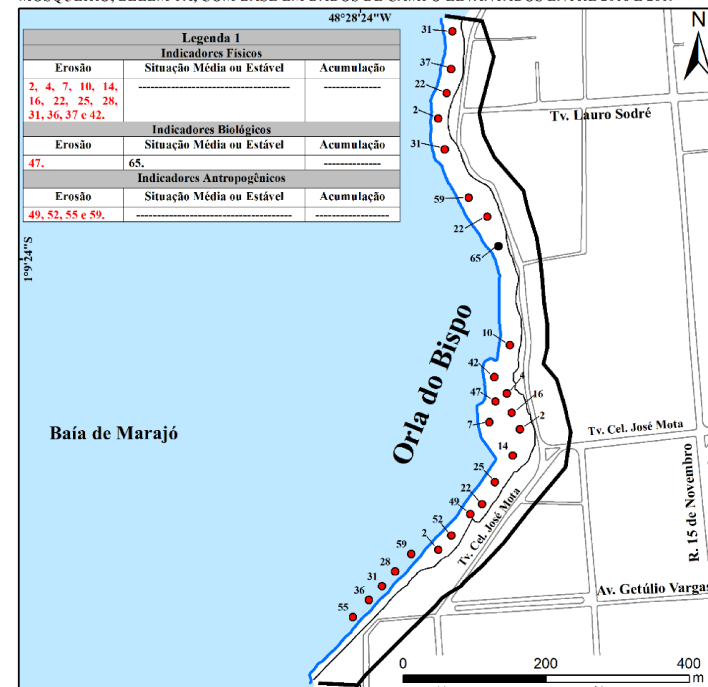
Unidades de 4.º táxon	Unidades de 5.º táxon
Praia de enseada	Superfície de pós-praia Superfície de estirâncio Banco de cascalho
Baixo platô	Falésia Promontório Plataforma de abrasão Campo de matacões

DISTRIBUIÇÃO DOS INDICADORES DE DINÂMICA COSTEIRA DA ORLA GRANDE, ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM-PA, COM BASE EM DADOS DE CAMPO LEVANTADOS ENTRE 2016 E 2019



SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM: WGS 84
BASE DE REFERÊNCIA: IBGE 2010
FONTE: GOOGLE EARTH PRO E TRABALHO DE CAMPO (Maio e Dezembro de 2016; Janeiro de 2019)
ELABORAÇÃO: SILVA, R. R. P.
APOIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ;
GRUPO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS COSTEIROS;
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL - GEOGRAFIA
UFPA E LABORATÓRIO DE ANÁLISE DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
DATA: ABRIL DE 2020

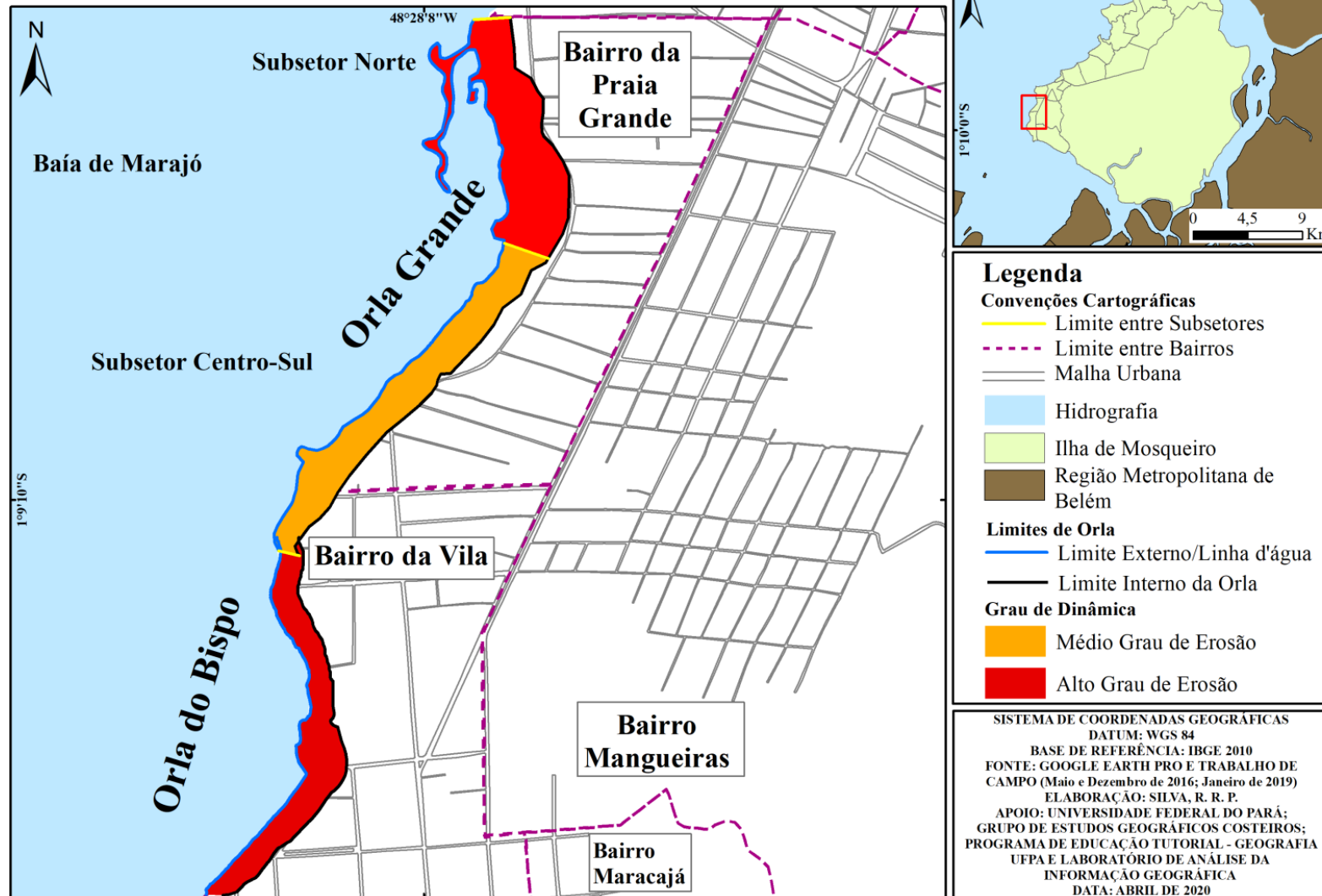
DISTRIBUIÇÃO DOS INDICADORES DE DINÂMICA COSTEIRA DA ORLA DO BISPO, ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM-PA, COM BASE EM DADOS DE CAMPO LEVANTADOS ENTRE 2016 E 2019



SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM: WGS 84
BASE DE REFERÊNCIA: IBGE 2010
FONTE: GOOGLE EARTH PRO E TRABALHO DE CAMPO (Maio e Dezembro de 2016; Janeiro de 2019)
ELABORAÇÃO: SILVA, R. R. P.
APOIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ;
GRUPO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS COSTEIROS;
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL - GEOGRAFIA
UFPA E LABORATÓRIO DE ANÁLISE DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
DATA: ABRIL DE 2020

O levantamento dos indicadores atuais de dinâmica costeira mostra que, na orla Grande, estão presentes 35 indicadores de erosão com predomínio dos grau médio e alto. Na orla do Bispo ocorrem 18 indicadores dos quais 12 são de alta erosão (FRANÇA, SILVA, FERREIRA JÚNIOR, ARAÚJO, 2020).

MAPA DE GRAU DE DINÂMICA DA ORLA GRANDE-BISPO, ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM - PA (1984-2017)



A distribuição espacial dos indicadores conduz à classificação de três setores: (a) setor norte da orla Grande (erosão de alto grau); (b) setor centro-sul da orla Grande (erosão de médio grau); e (c) orla do Bispo (erosão de alto grau) (FRANÇA, SILVA, FERREIRA JÚNIOR, ARAÚJO, 2020).



A



B



C

Fotos: maio/2016 e janeiro/2019

O setor norte da orla Grande caracteriza-se pela erosão de alto grau. Dentre os indicadores erosivos, destacam-se: A) vegetação de terra firme presente no arco praial em até 25% do setor de orla; B) afloramento de argilitos da Formação Barreiras antes encobertos por areias praias; C) falésias ativas com altura igual ou maior que 3m ocupadas pelo uso urbano estendem-se por mais de 50% do setor de orla (SILVA, 2019; FERREIRA JÚNIOR, 2020).



A



B



C

Fotos: maio/2016 e janeiro/2019

O setor centro-sul da orla Grande caracteriza-se pela erosão de médio grau. Dentre os indicadores erosivos, destacam-se: A) marcas de deslizamento, desabamento e solapamento na falésia entre 25% e 50% da extensão do setor de orla; B e C) alicerces, sapatas, pilares e vigas expostos devido à remoção de areia praial por ação das ondas entre 25% e 50% do setor de orla (SILVA, 2019; FERREIRA JÚNIOR, 2020).



A



B



C

Fotos: maio/2016 e janeiro/2019

Na orla do Bispo, a erosão de grau alto atinge sobretudo a área situada abaixo do nível topográfico das falésias, que corresponde à praia. Ou seja, os agentes erosivos atuam com mais eficiência sobre a praia do que sobre as falésias (linha de costa). Isso é demonstrado pelos indicadores: A) matacões e árvores tombadas com raízes expostas; B e C) estreito arco praial com estirâncios que apresentam larguras entre 21 e 50 m, constituídos de areias médias a grossas, plataformas de abrasão e bancos de cascalho ocupam além de 50 % da extensão da orla; construções situadas na porção superior da praia e flanco das falésias apresentam alicerces, pilares, vigas e tubulações expostos (SILVA, 2019) .



ORLA DO AREIÃO



ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM-PA)

Laise da Costa Coelho
Wendel Patrick Costa Souza

O bairro da Vila localiza-se na margem sudoeste da ilha de Mosqueiro. Ao longo de sua extensão, sucedem-se vários ambientes físicos, como as praias do Bispo e do Areião, diferentes coberturas vegetais e tipos de ocupação humana. Do ponto de vista espacial e de acordo com uma perspectiva em planta, a linha de costa apresenta geometria côncava e convexa, alternadamente. Devido à posição geográfica, recebe influência das baías de Santo Antônio e de Marajó, sendo atingida por correntes de maré e ondas provenientes dessas baías. As marés alcançam amplitudes de no máximo 3,9 m, durante as sizígias de março, abril e setembro (BRASIL, 2018; COELHO, 2018)

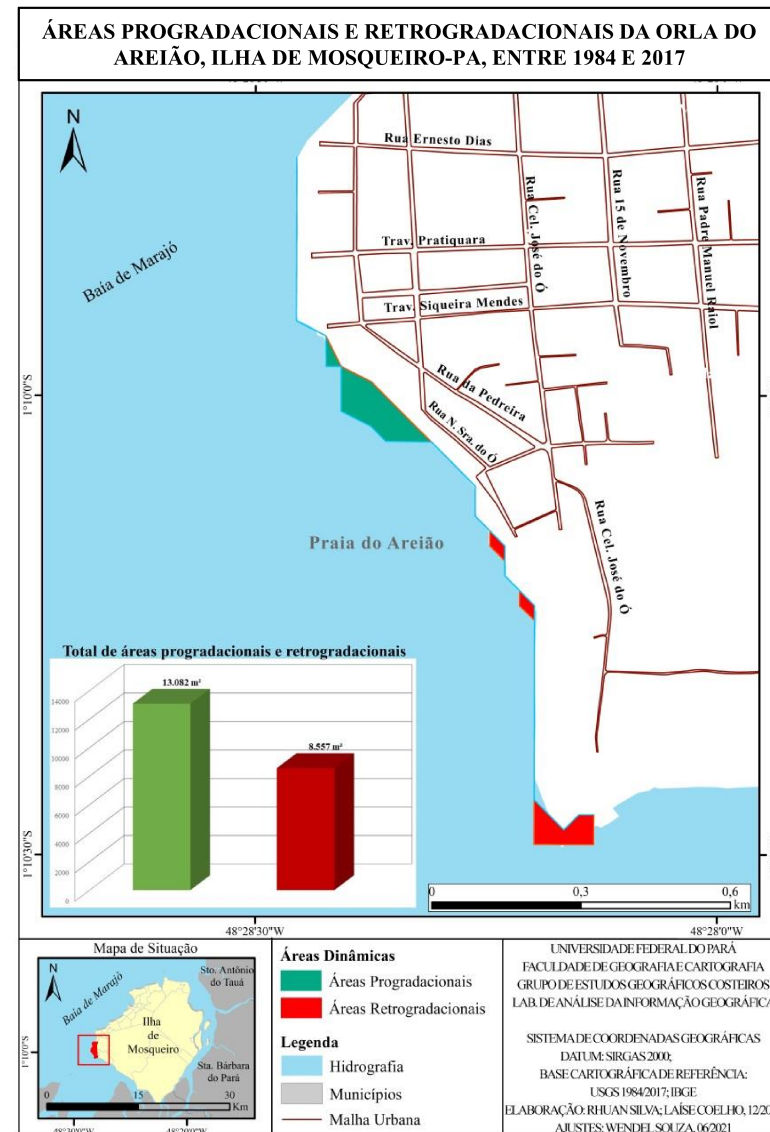
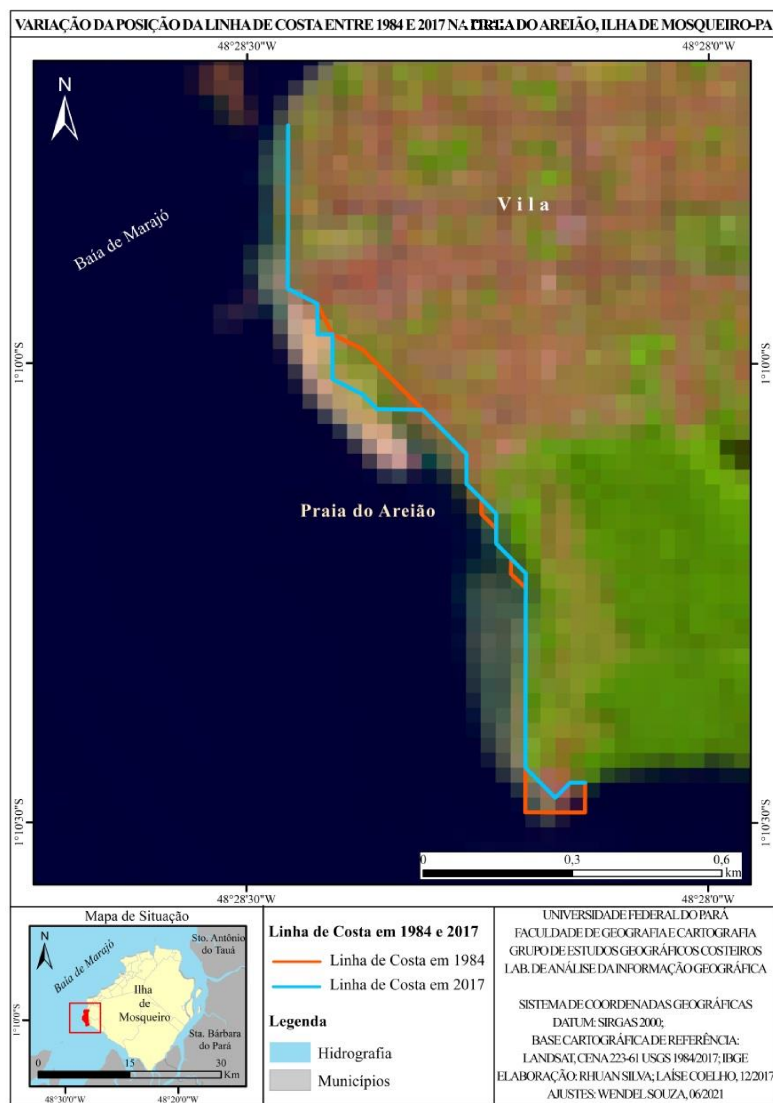
LOCALIZAÇÃO DO BAIRRO DA VILA, ILHA DE MOSQUEIRO, BELÉM-PA



Legenda	
	Hidrografia
	Municípios
	Bairros
	Bairro da Vila

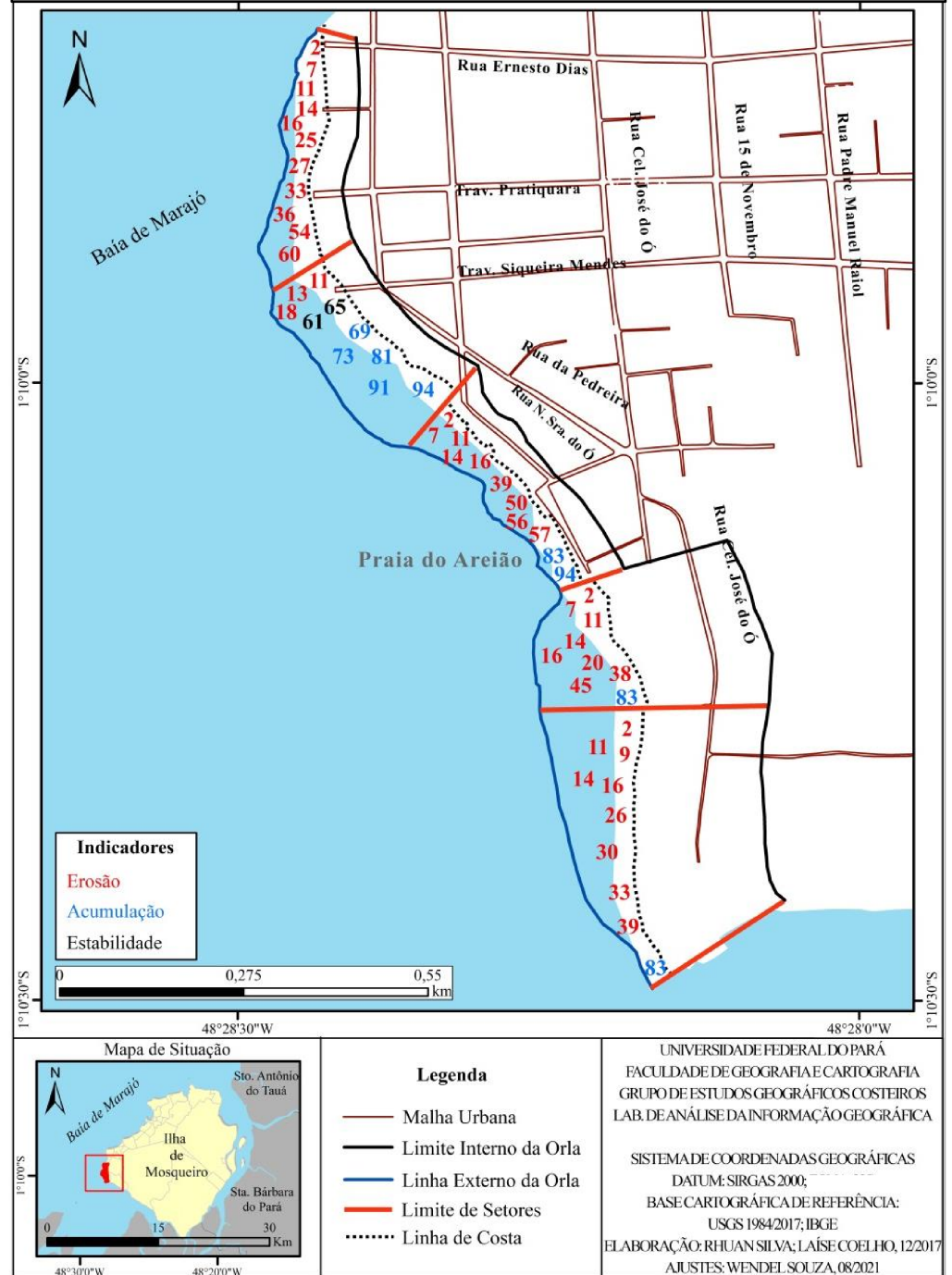
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
 FACULDADE DE GEOGRAFIA E CARTOGRAFIA
 GRUPO DE ESTUDOS GEOGRÁFICOS COSTEIROS
 LAB. DE ANÁLISE DA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
 DATUM: SIRGAS 2000;
 BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA:
 ESRI; CODEM
 ELABORAÇÃO: WENDEL P. C. SOUZA
 JUNHO/2021



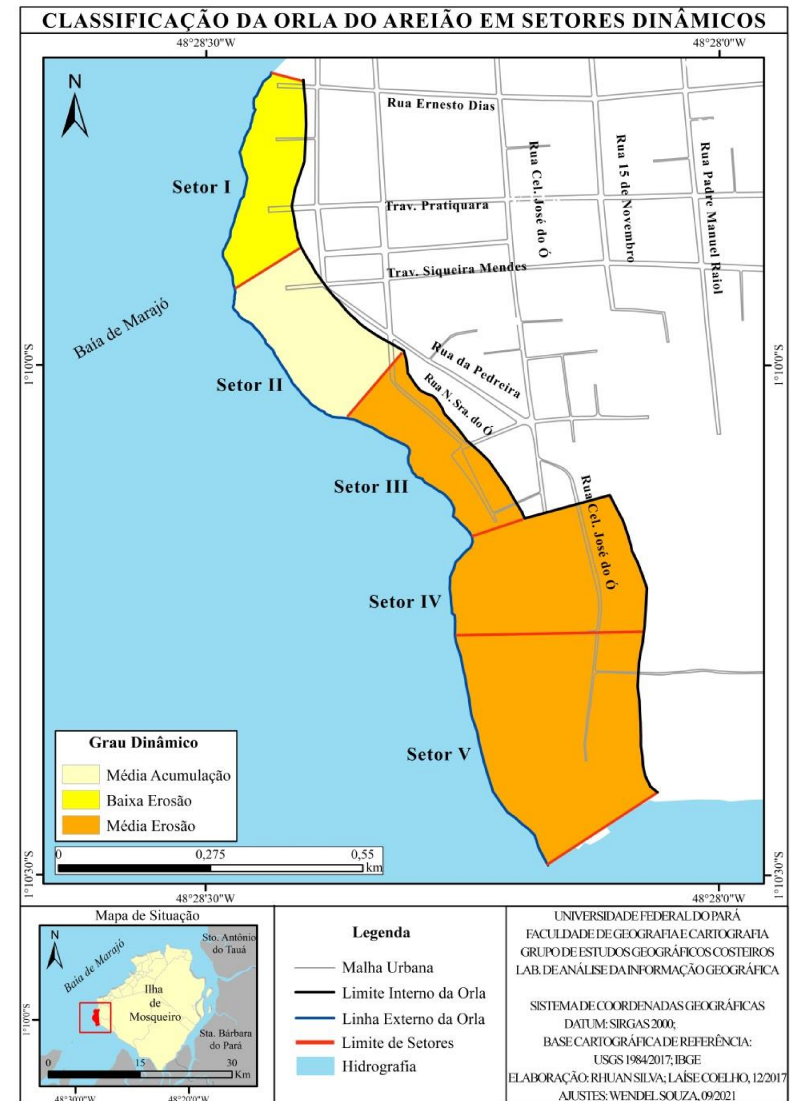
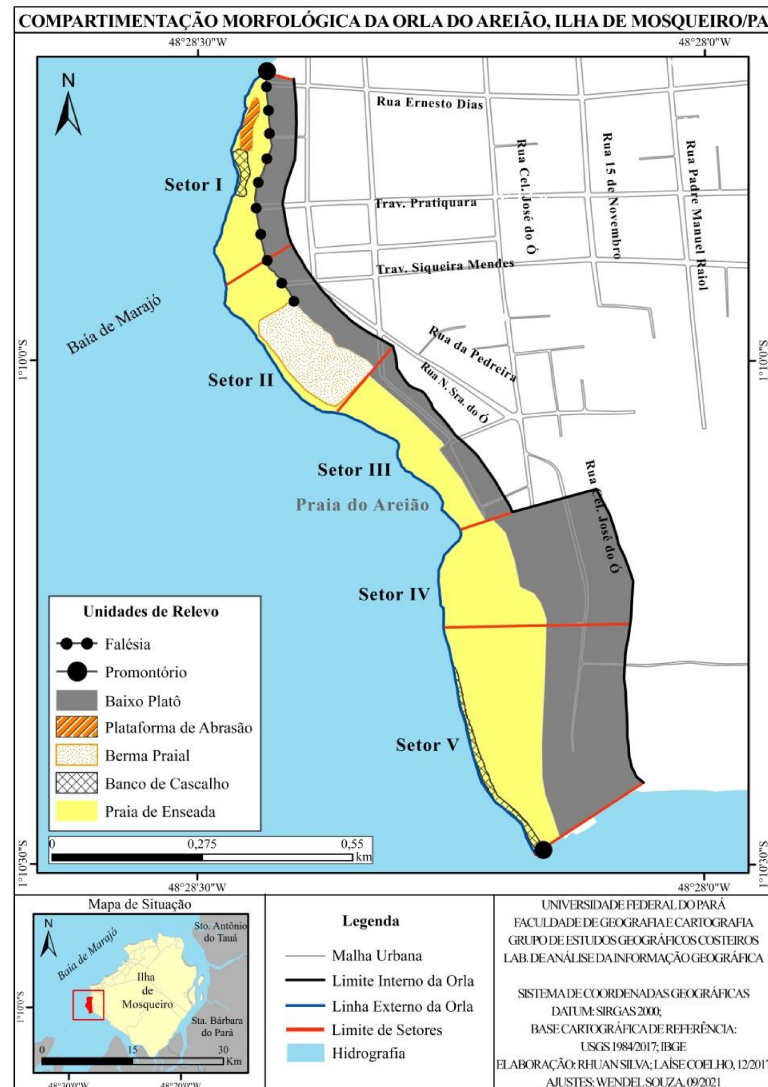
A análise da variação temporal da linha de costa, na orla do Areião, baseou-se na comparação entre as imagens de LANDSAT 5 TM de 1984 e LANDSAT 8 OLI de 2017. Nesse intervalo de 33 anos, houve trechos onde a linha de costa avançou, recuou e manteve-se estável ao longo da orla. No primeiro caso, o avanço linear médio foi de 66 metros, equivalente a uma taxa de 2 m/ano. Isso acarretou a formação de uma área progradacional que totalizou 13.082,52 m², com taxa de acreção de 396,44 m²/ano. Por outro lado, o recuo linear médio foi de 38,79 m, taxa de 1,17 m/ano. Isso provocou a erosão de uma área correspondente a 8.557,21 m² (área retrogradacional), indicando que a erosão se processou a uma taxa de 259,3 m²/ano. Admite-se para o presente estudo a variação de $\pm 558,9$ m² como margem de erro geométrico acumulativo areolar e de $\pm 18,629$ m como margem de erro geométrico acumulativo linear, decorrentes do georreferenciamento das imagens LANDSAT. Os resultados quantitativos mostraram, portanto, o predomínio da progradação (avanço) da linha de costa na orla do Areião. Porém, este fenômeno concentrou-se num setor restrito da orla (COELHO, 2018).

DISTRIBUIÇÃO DOS INDICADORES DE DINÂMICA COSTEIRA DA ORLA DO AREIÃO, ILHA DE MOSQUEIRO-PA, COM BASE EM DADOS DE CAMPO LEVANTADOS EM 2016



De acordo com o levantamento de campo, foram identificados e localizados 31 indicadores atuais de dinâmica costeira, sendo 23 de erosão, 6 de acumulação e 2 de estabilidade. A distribuição espacial desses indicadores mostrou que a erosão predominou ao longo da praia e da linha de costa, atingindo zonas ocupadas tanto pelo uso urbano quanto rural (COELHO, 2018).

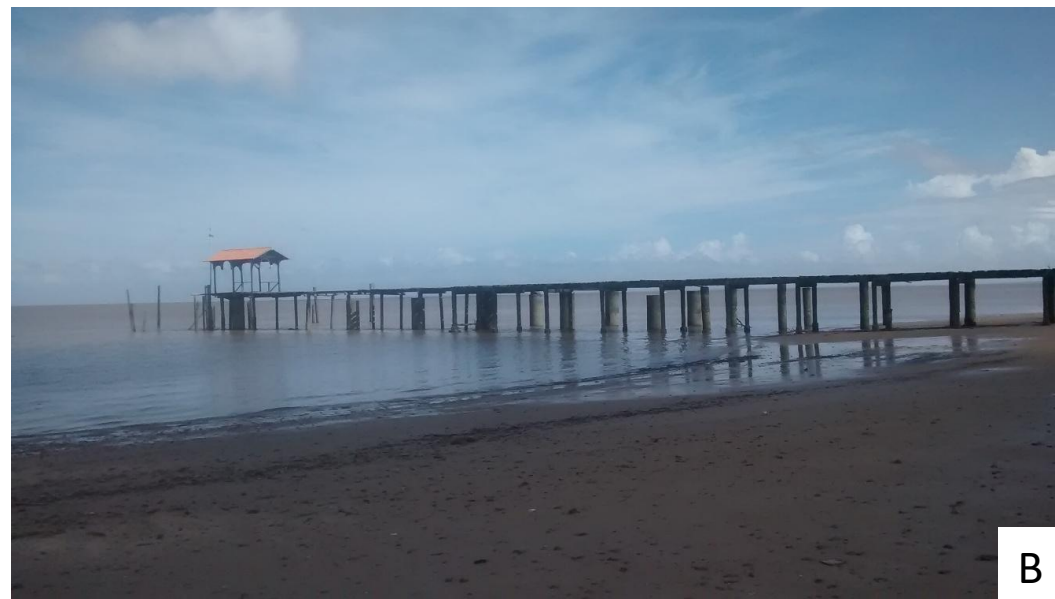
UNIDADES DE RELEVO	
4.º TÁXON	5.º TÁXON
Praia de enseada	Berma praial Banco de cascalho
Baixo platô	Falésia Promontório Plataforma de abrasão



A compartimentação do relevo e a distribuição espacial dos indicadores permitiu a delimitação da orla do Areião e a sua subdivisão em cinco setores, classificados de acordo com o grau de dinâmica costeira: Setor I (erosão baixa), Setor II (acumulação média), Setores III, IV e V (erosão média) (COELHO, 2018).



A



B

Foto: maio/2016

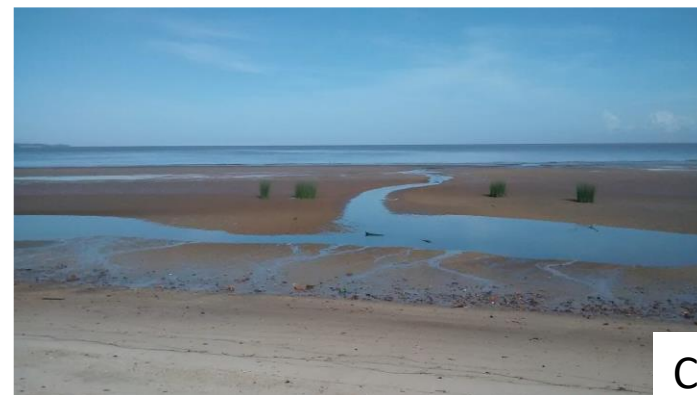
Setor de acumulação média da orla do Areião, onde se destacam os seguintes indicadores: A) posição da linha de maré alta em relação à base da falésia superior a 8 m, largura da superfície de pós-praia/berma praial entre 7 e 8 m, granulometria da areia fina, zona de retenção ou acreção arenosa por influência de construção perpendicular à linha de costa (trapiche da Vila); B) o trapiche da Vila influencia provavelmente na acumulação de sedimentos neste setor, diminuindo a energia das ondas e das correntes, favorecendo a acreção sedimentar, a formação da berma e a geometria convexa do arco praial (perspectiva em planta) (VIANA, 2013; COELHO, 2018).



A



B



C

Fotos: maio/2016

Setores de erosão média da orla do Areião: A) Murro de arrimo parcialmente destruído e estrutura rudimentar de contenção da erosão através do empilhamento de sacas de areia e cimento; B) Árvores tombadas e raízes expostas por erosão na faixa de contato com o cordão praial; C) Sistema barra/calha e banco de cascalho na superfície de estirâncio (COELHO, 2018).



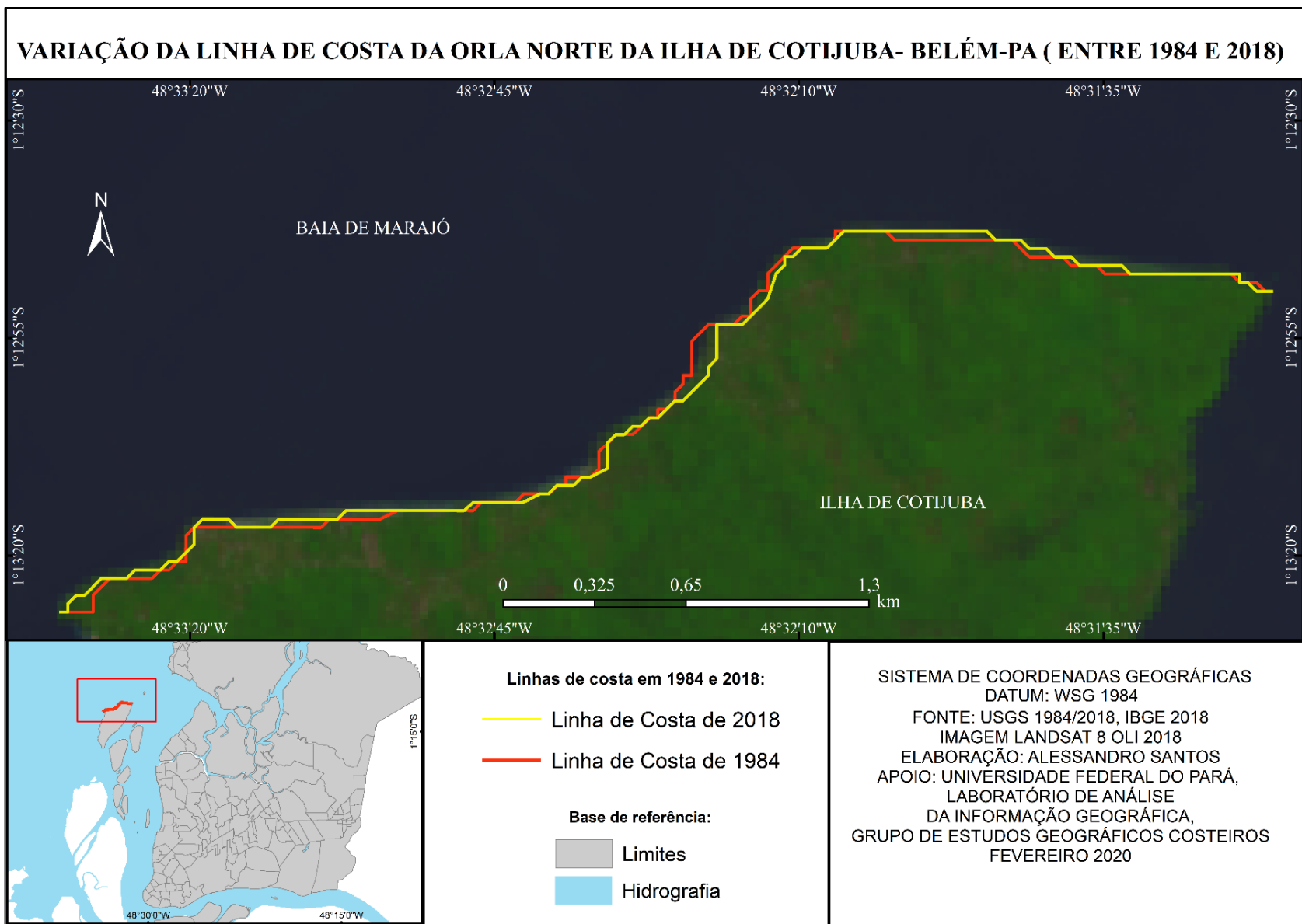
ORLA DO VAI QUEM QUER

ILHA DE COTIJUBA (BELÉM-PA)

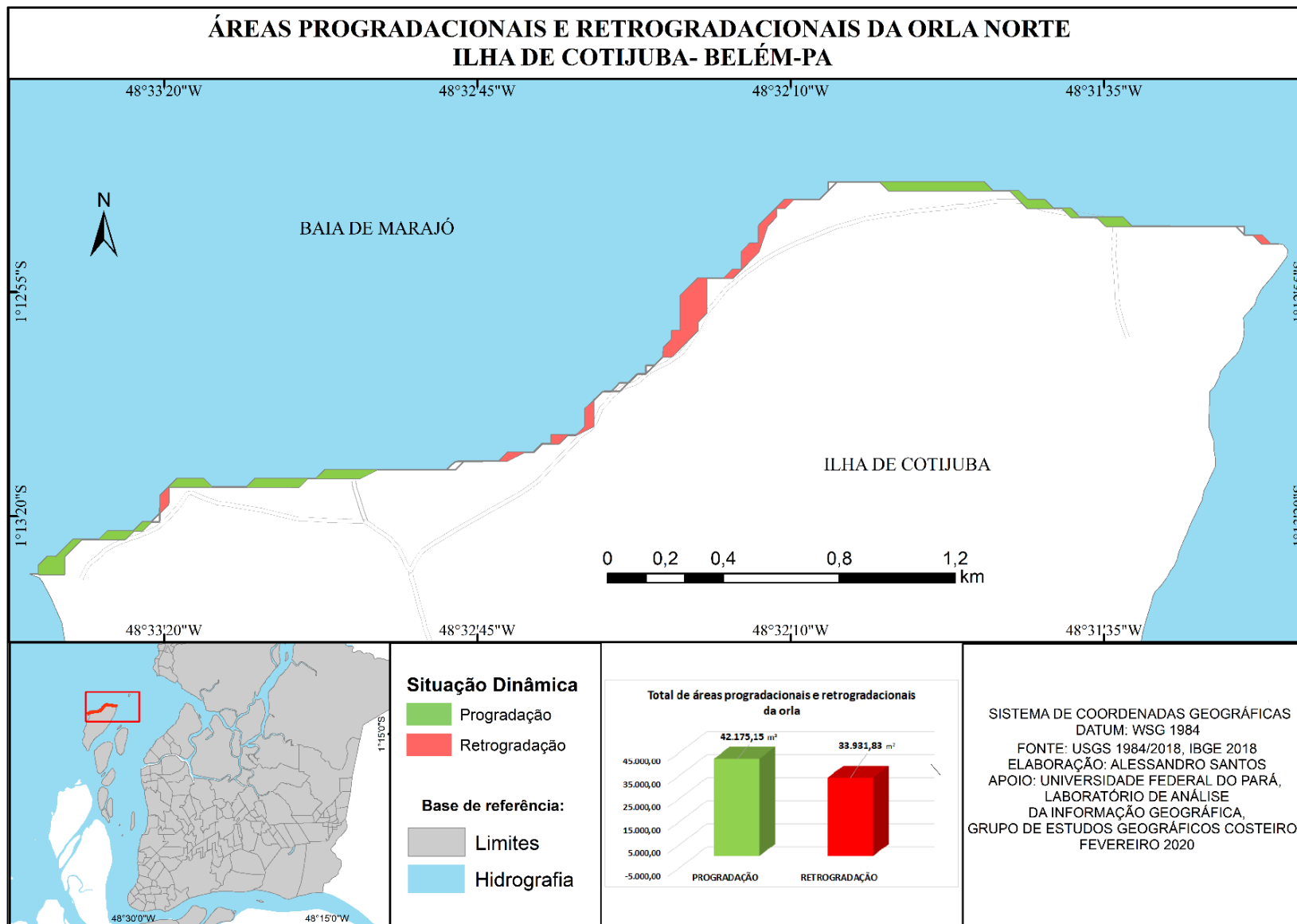
Alessandro Ferreira dos Santos



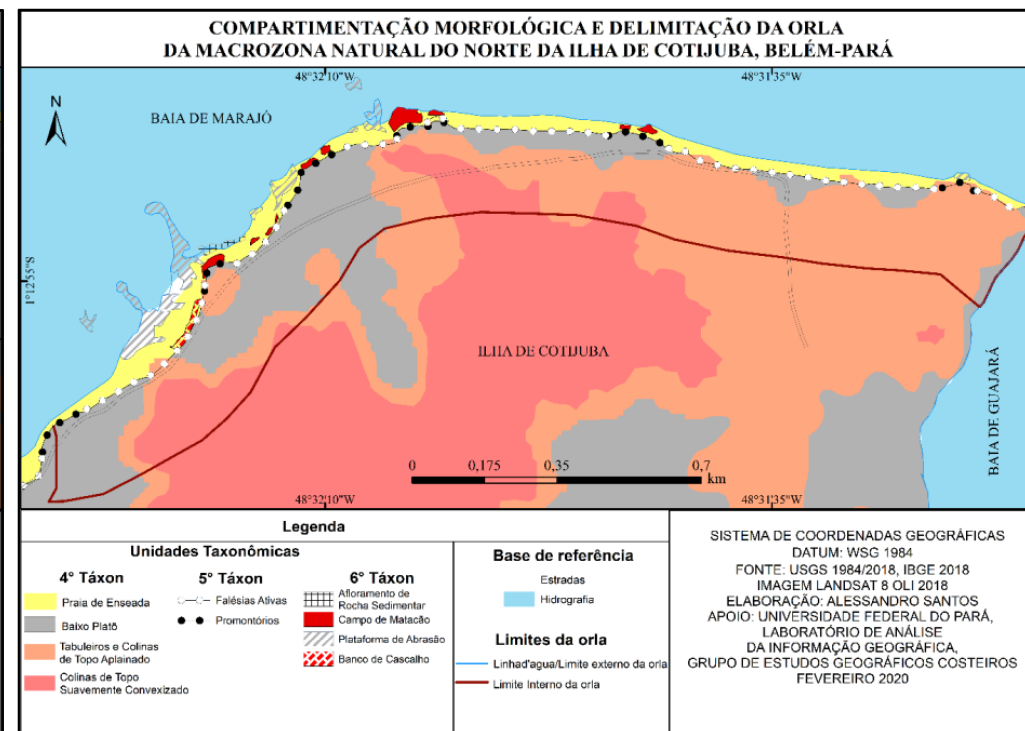
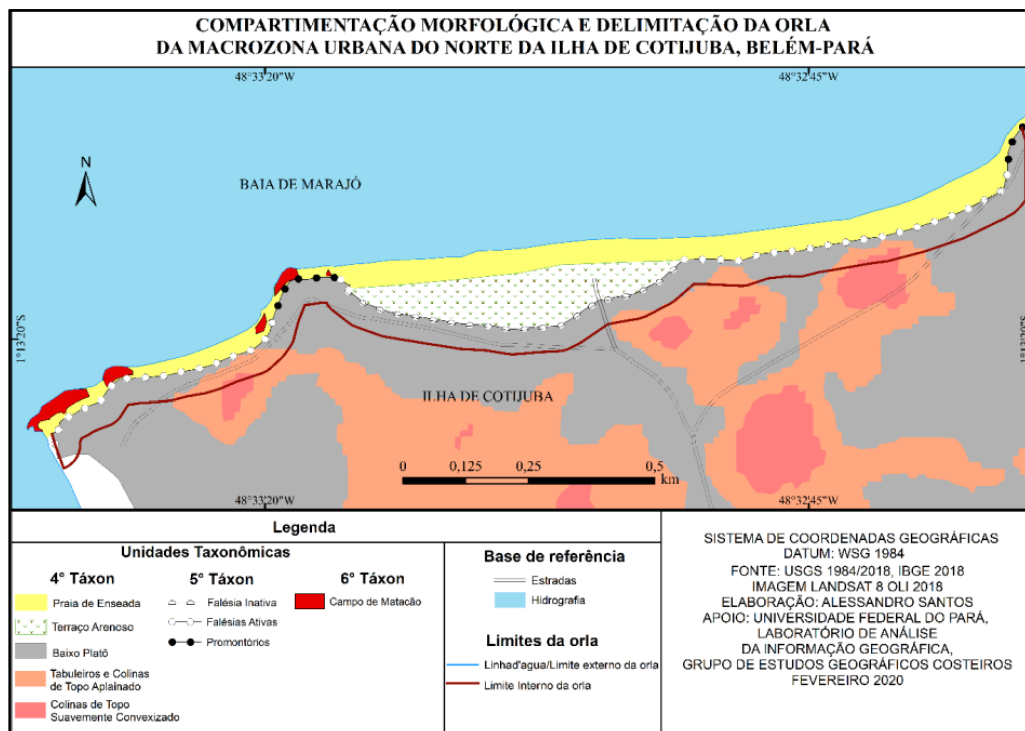
A parte norte da ilha de Cotijuba enquadra-se no sistema estuarino da baía de Marajó. É atingida por mesomarsés semi-diurnas, que apresentam sizígias médias de 3,08 a 3,78m, e quadraturas médias de 1,28 a 2,02 m. As ondas arrebentam com alturas entre 0,4 e 1,3m associadas a ventos com velocidade de 3,5 a 7,5m/s. O período de maior intensidade de chuvas ocorre entre dezembro e maio, com total de 2.500mm. Ao contrário, de junho a novembro, cai o índice pluviométrico para 400mm. Esses fatores ligados à circulação hídrica e atmosférica são responsáveis por processos que modelam a costa e a orla, favorecem processos de erosão e de sedimentação com desigual intensidade e distribuição (SANTOS, 2021).



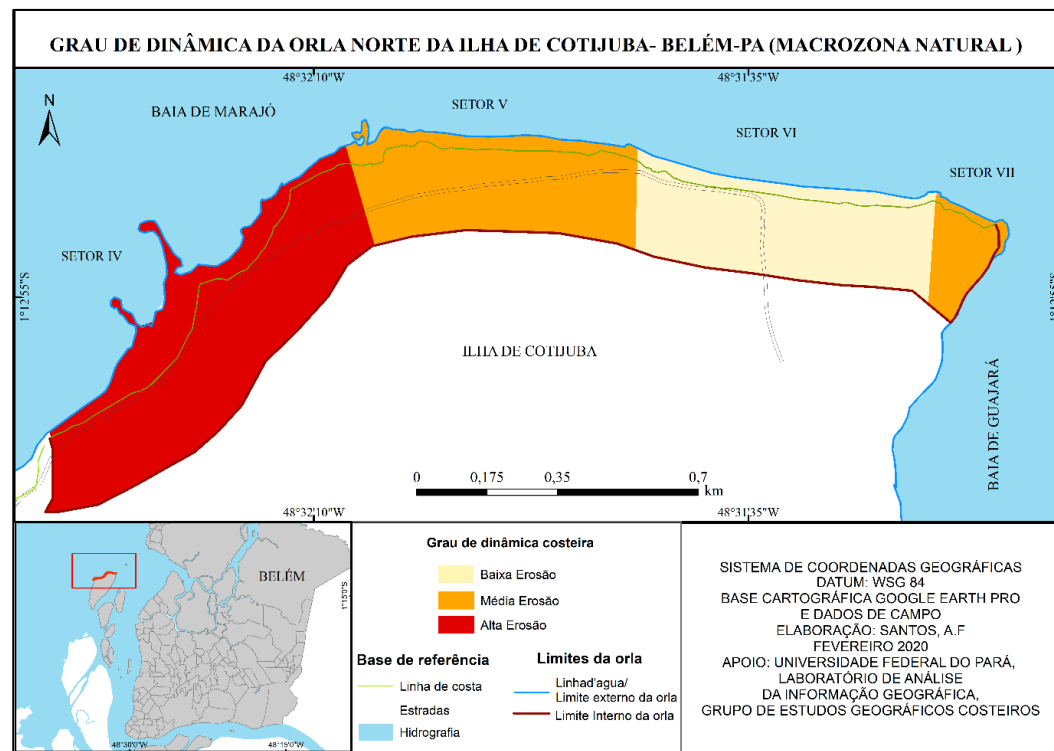
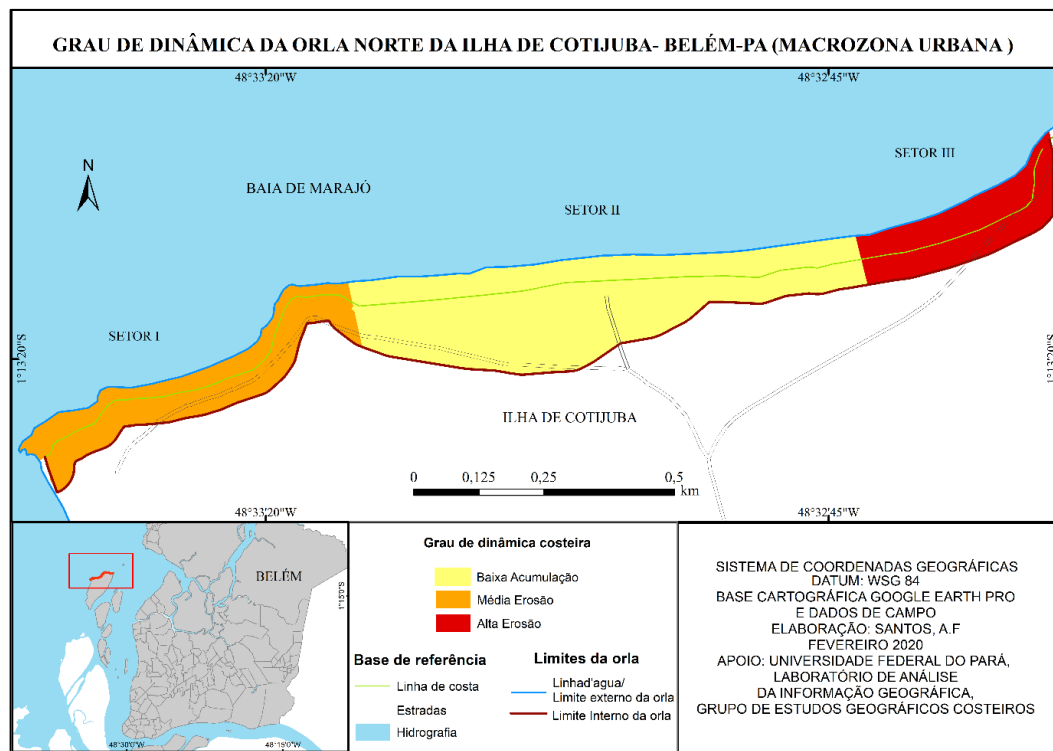
Através da interpretação das imagens LANDSAT TM 5 1984 e LANDSAT OLI 8 2018, foi feita a vetorização das linhas de costa. A sobreposição dos vetores possibilitou a comparação, constatando-se que houve mobilidade na posição da linha de costa, na parte norte da ilha de Cotijuba. Ocorreu recuo (erosão) em alguns setores e avanço (acrecção) na maior parte da área. O avanço médio da linha de costa foi de 72,03 metros lineares, com taxa de 2,13 m/ano (SANTOS, 2021).



Nos últimos 34 anos, desenvolveram-se 42.175,15 m² de áreas progradacionais devido ao avanço da linha de costa em relação à baía de Marajó. O crescimento dessas áreas se deu a uma taxa de 1.240,45 m²/ano. Ao contrário, nos setores de recuo da linha de costa, houve a erosão de uma área de 33.931,83 m². Nesses locais, a taxa de erosão foi de 997,99 m²/ano. Admite-se para o presente estudo a variação de ± 556,8 m² como margem de erro geométrico acumulativo areolar e de ± 18,6 m como margem de erro geométrico acumulativo linear, decorrentes do georreferenciamento das imagens LANDSAT (SANTOS, 2021).



Conforme a escala de trabalho, as formas de relevo identificadas no norte da ilha de Cotijuba pertencem às unidades de 4.º, 5.º e 6.º táxons. A divisão morfológica, as formas de ocupação e a taxa de mobilidade da linha de costa deram embasamento para a delimitação da faixa de orla. O limite externo foi fixado na linha d'água e o externo foi estabelecido pelos marcos de 50 e 200m contados a partir da margem da falésia, estendendo-se na direção do interior da ilha. Desse modo, a orla tem extensão de 4.556m e larguras que variam de 74 a 216m, na macrozona urbana, e de 224 a 489m na macrozona natural (SANTOS, 2021).



A distribuição espacial dos indicadores dinâmicos e sua relação com a morfologia da orla, a taxa de variação da linha de costa e as formas de ocupação levaram à divisão da orla em sete setores, que se individualizam pelo grau de dinâmica costeira (SANTOS, 2021).



A



B

Fotos: outubro/2017

O setor II da orla norte de Cotijuba, na macrozona urbana, caracteriza-se pela acumulação de baixo grau. Esta situação é definida pelos indicadores: A) Terraço arenoso situado à retaguarda da praia, colonizado por vegetação arbórea, arbustiva e herbácea influenciada por ação antrópica, utilizado como área de construção residencial e criação de animais de pequeno porte; B) praia de enseada cujo pós-praia é ocupação por bares e restaurantes que se estendem para o interior, na direção do terraço arenoso. O arco praiar apresenta largura de 63m. A linha de maré alta situa-se a 40m de distância em relação à base do terraço arenoso (SANTOS, 2021).



Fotos: outubro/2017

Os setores III (macrozona urbana) e IV (macrozona natural) da orla norte de Cotijuba são classificados como de alta erosão de acordo com o grau de dinâmica costeira. Individualizam-se pela presença das seguintes características: A e B) falésias ativas com mais de 3m de altura guardam mais de 50% do setor de orla, apresentam ravinas, sulcos erosivos, marcas de desabamento, árvores e arbustos tombados, estruturas de contenção danificadas pela erosão. A ocupação residencial e a via de circulação encontram-se próximos à borda superior das falésias; C e D) plataformas de abrasão, bancos de cascalho e campos de matacão têm grande representatividade e ocupam mais de 50% da extensão do setor, zona de pós-praia estreita ou inexistente (SANTOS, 2021).



Fotos: outubro/2017

O setor VI (macrozona natural) é classificado como de baixa erosão. Dentre os indicadores, destacam-se: falésias ativas com altura igual ou maior que 3m, parcialmente vegetadas. Plataformas de abrasão, bancos de cascalho e matacões têm baixa representatividade e ocupam até 25% do setor de orla. O arco praial é constituído de areia fina e apresenta largura superior a 20m. A linha de maré alta posiciona-se a 7,6m de distância da base da falésia (SANTOS, 2021).



ORLAS FUNDA E DA SAUDADE

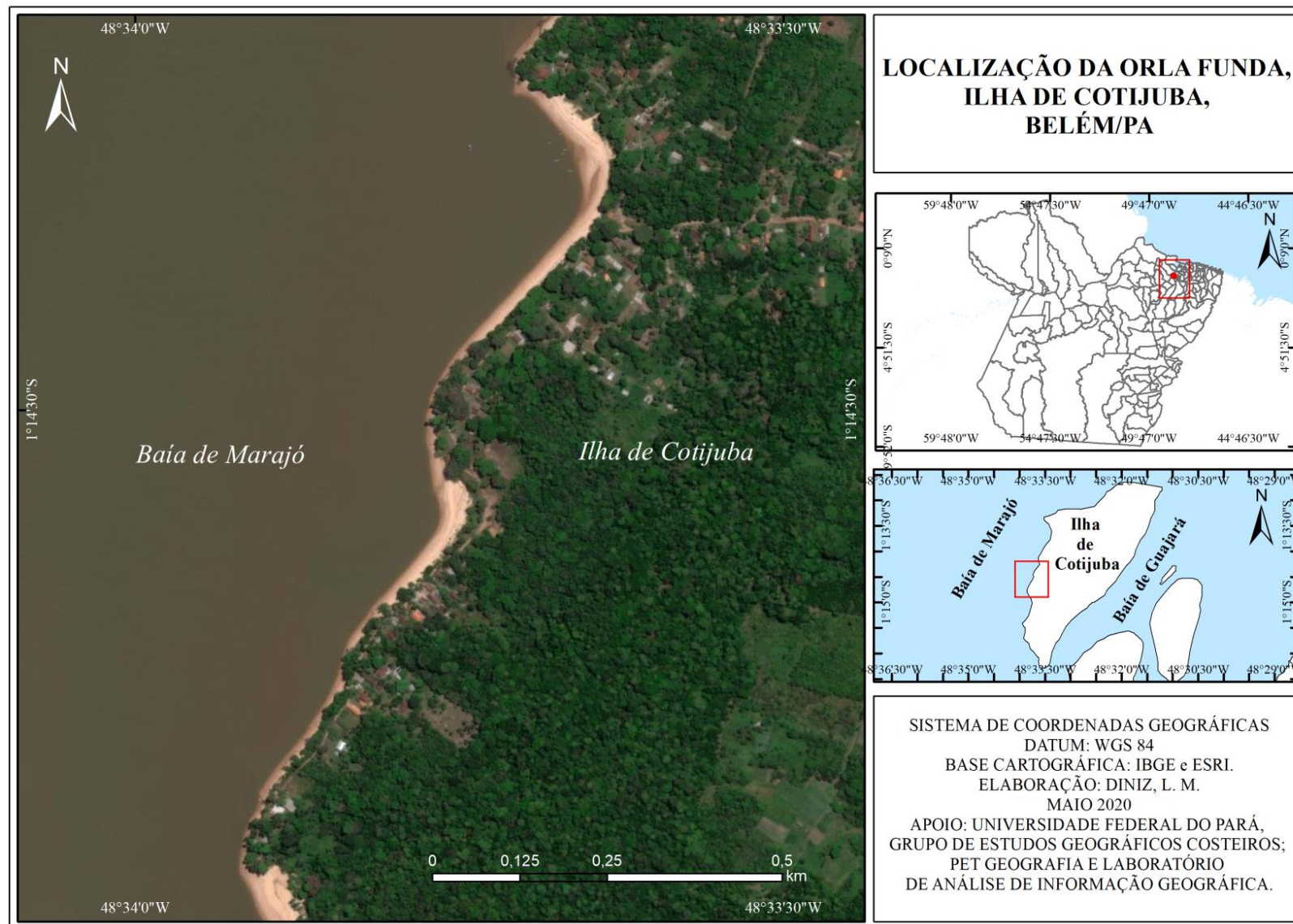
ILHA DE COTIJUBA (BELÉM-PA)

Lorena Miranda Diniz

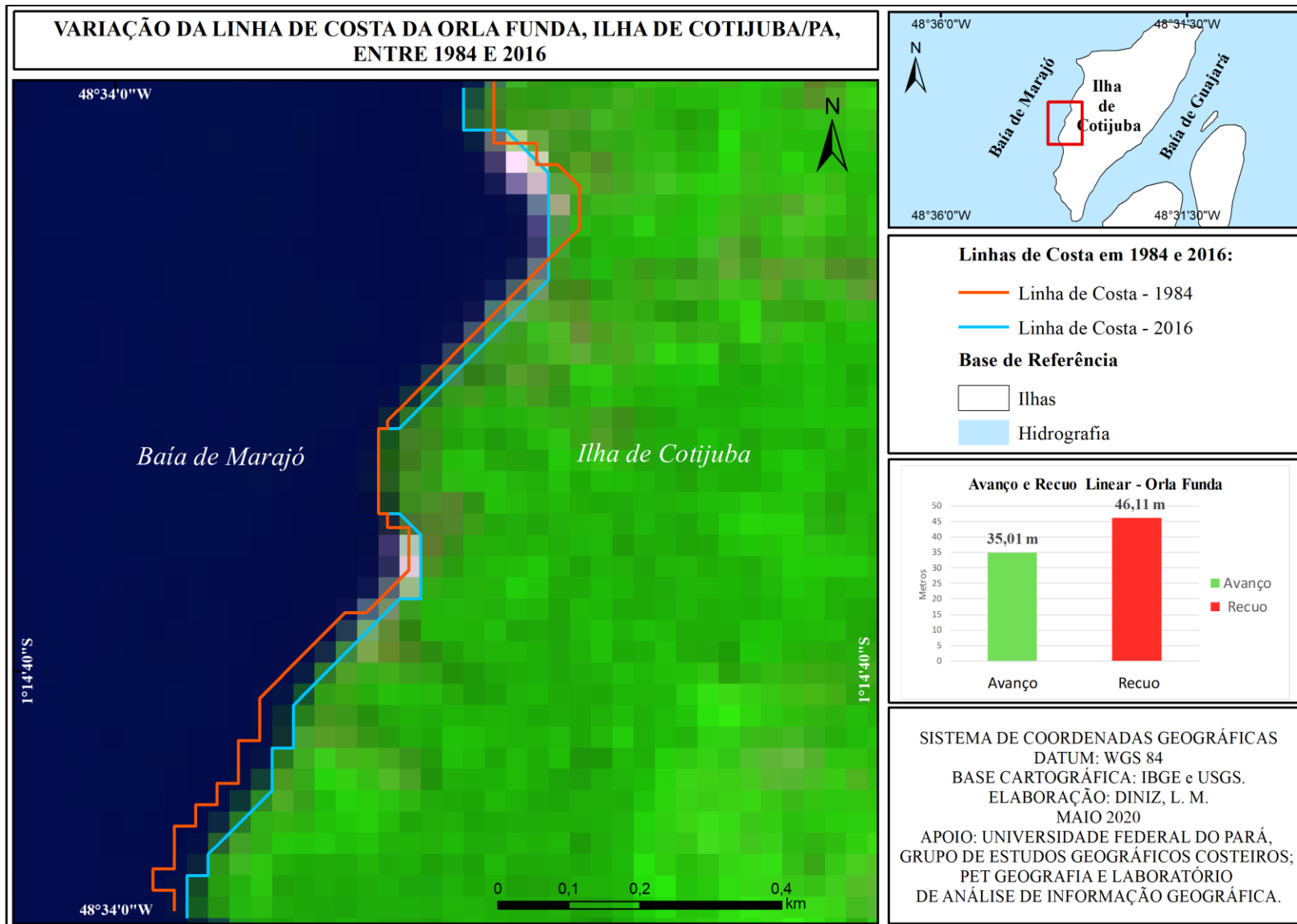


ORLA FUNDA

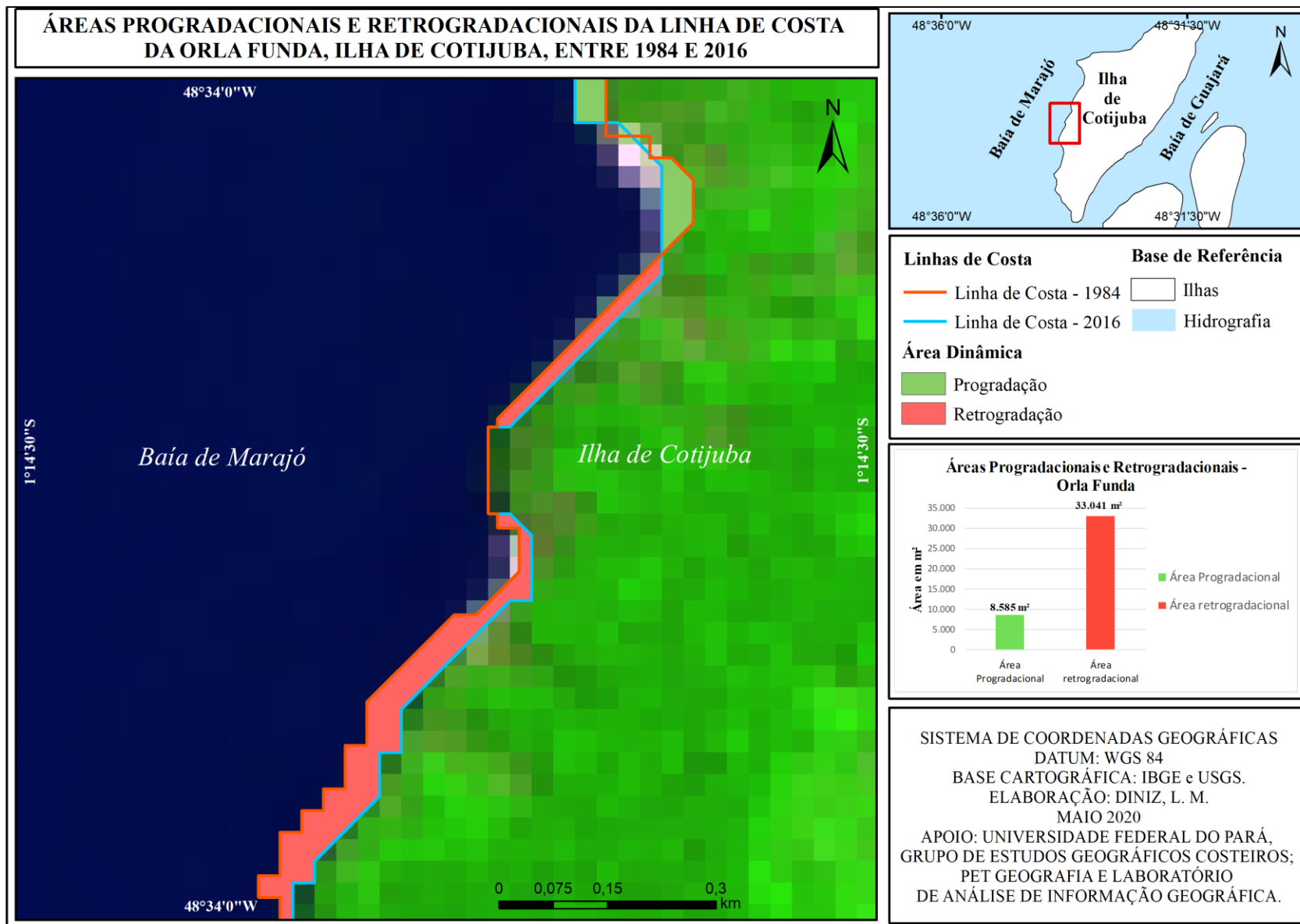
ILHA DE COTIJUBA



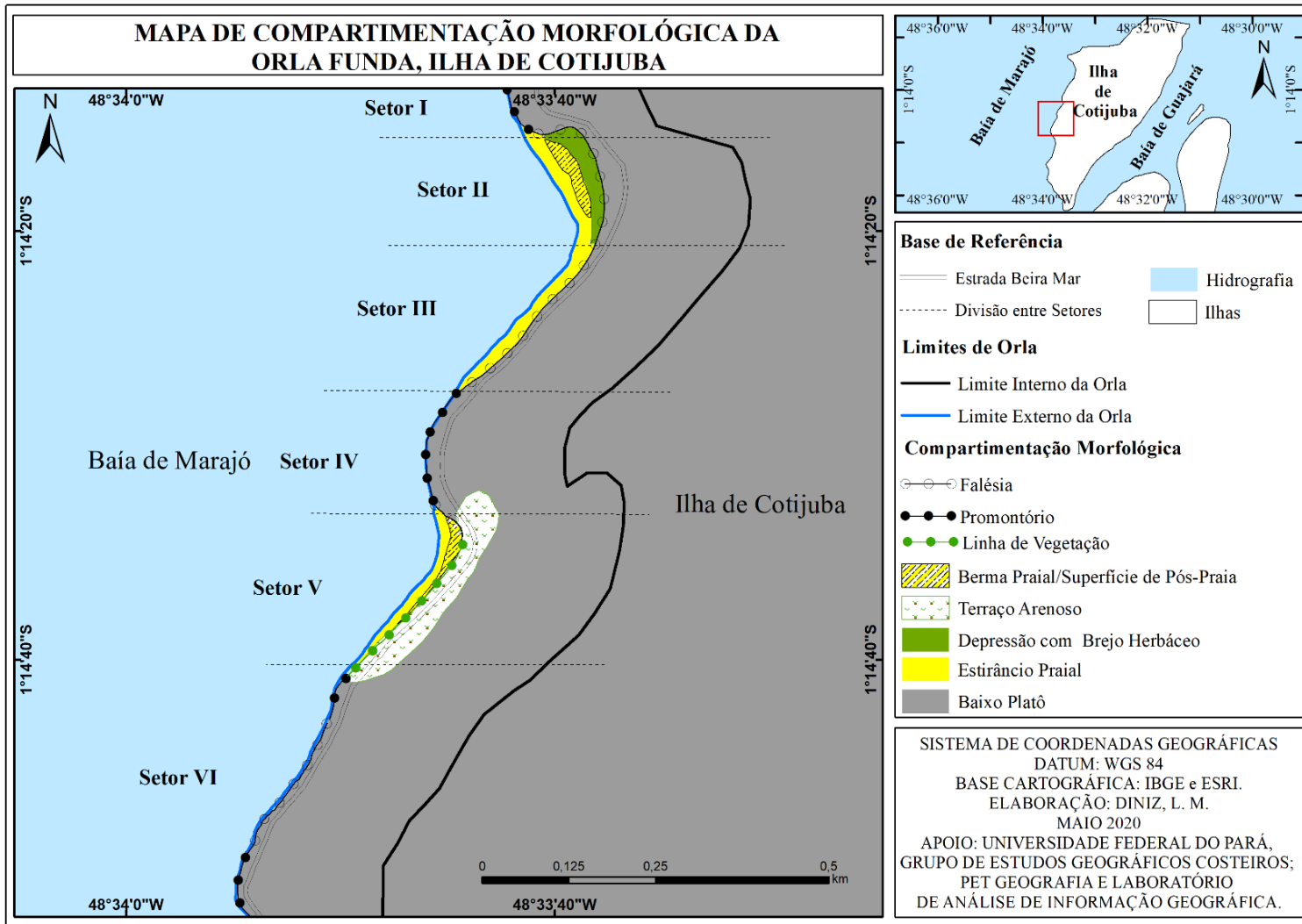
A Orla Funda localiza-se na porção oeste da Ilha de Cotijuba e é influenciada pelos processos dinâmicos da baía de Marajó, tais como ondas, ventos e correntes de maré. É uma área pouco urbanizada, onde predominam sítios arborizados cujo acesso se dá através de trilhas e estradas sem pavimentação asfáltica. Não há serviços regulares de saneamento, permanecendo isolada no que se refere à dotação de rede de energia elétrica, telefonia, transporte público e distribuição de água encanada. Por isso, apresenta um dinamismo populacional menor se comparado com outros setores da ilha. Fonte: Imagem Database do ArcMap 10.1. Ano da imagem: 2017 (DINIZ, 2019).



A partir da interpretação das imagens LANDSAT 5 TM de 1984 e LANDSAT 8 OLI de 2016, da vetorização das linhas de costa e da sobreposição dos resultados, constatou-se que, nesses 32 anos, predominou o recuo da linha de costa, na orla Funda. O gráfico ao lado do mapa expõe as médias de recuo e avanço no intervalo temporal de análise. Os valores mostrados devem considerar o erro acumulativo das imagens, que totalizam 23,6 m. O recuo linear médio foi de 46,11 m com taxa anual de 1,44 m/ano, mostrando o predomínio da erosão costeira (DINIZ, 2019).

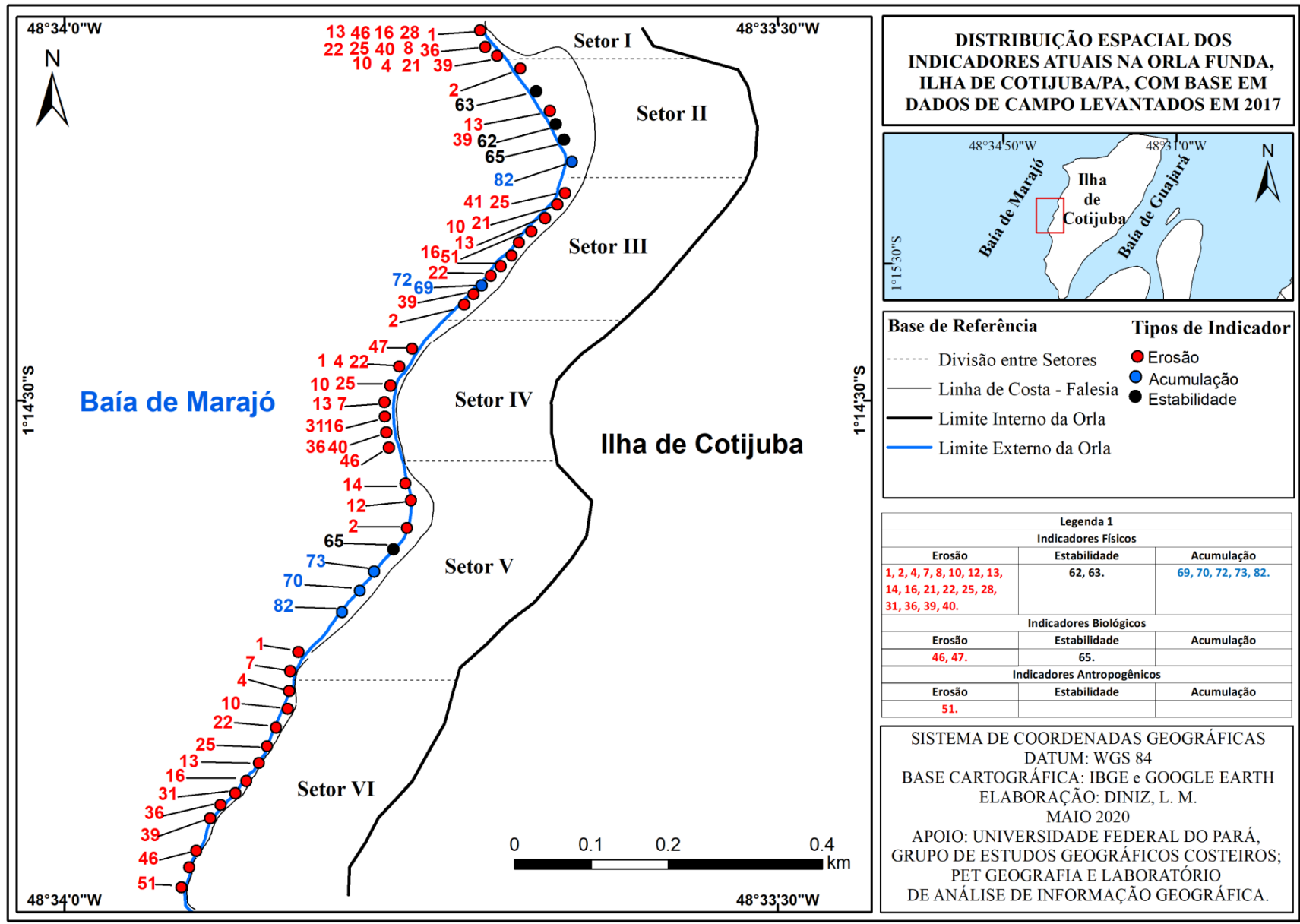


A sobreposição dos vetores (linhas de costa de 1984 e de 2016) possibilitou a criação de polígonos e a sua quantificação. Os resultados obtidos mostraram que o recuo da linha de costa, na orla Funda, provocou a erosão de uma área de 33.041 m² (área retrogradacional). Ao contrário, nos locais onde houve avanço da linha de costa, ocorreu a acreção de uma área correspondente a 8.585 m² (área progradacional). Admite-se para o presente estudo a variação de $\pm 707,4 \text{ m}^2$ como margem de erro geométrico acumulativo areolar decorrente do georreferenciamento das imagens LANDSAT. Os fenômenos dinâmicos da linha de costa não se distribuíram de maneira uniforme ao longo da área de estudo: no extremo norte da orla, houve o predomínio da acreção (DINIZ, 2019).

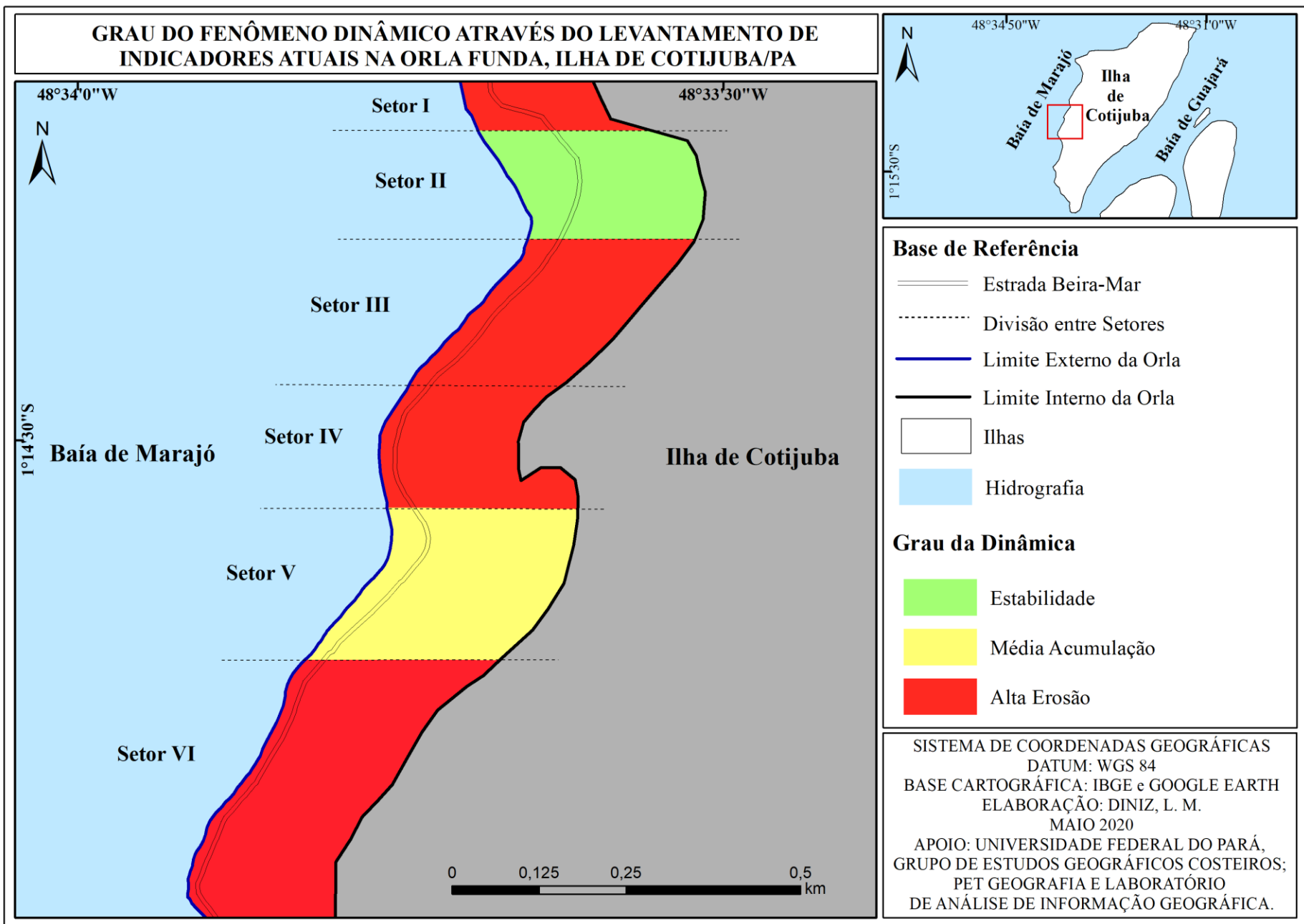


Unidades de 4.º táxon	Unidades de 5.º táxon
Baixo platô	Falésia e promontório
Cordão arenoso	Depressão com brejo herbáceo Terraço arenoso Berma/superfície de pós-praia Estirâncio praial

De acordo com a escala de trabalho, as formas de relevo identificadas na orla Funda pertencem às unidades 4.º e 5.º táxons. A compartimentação do relevo, a taxa de variação da linha de costa e as formas de ocupação enquadram a orla Funda no tipo não urbanizado com falésias sedimentares. O seu limite interno é demarcado em 200 m contados a partir da borda superior das falésias e promontórios. Desse modo, a orla Funda possui uma largura entre 200 e 250 m e uma extensão de 1.400 m (DINIZ, 2019).



A distribuição espacial dos indicadores atuais, que aponta as evidências dos processos dinâmicos mais recentes, comprovou o predomínio da erosão na orla Funda. Dentre os 30 indicadores identificados e localizados, 22 foram de erosão (DINIZ, 2019).



Com base no tipo, quantidade e peso dos indicadores atuais, a orla Funda foi setorizada e classificada de acordo com o grau ou intensidade do fenômeno dinâmico. Desse modo, a orla Funda foi dividida em seis setores, sendo três de alta erosão, um de estabilidade e um de média acumulação (DINIZ, 2019).



Fotos: janeiro e maio/2017

Os setores de alta erosão da orla Funda caracterizam-se pela presença dos seguintes indicadores: A e B) Falésias ativas com altura igual ou superior a 3 metros ocupam mais de 50% da extensão da orla; marcas de deslizamento, desabamento e solapamento na falésia; árvores tombadas sobre o arco praial e raízes expostas; terracete/escarpa arenosa na superfície de pós-praia; C e D) plataforma de abrasão e mato de argilitos da Formação Barreiras (DINIZ, 2019) .



A



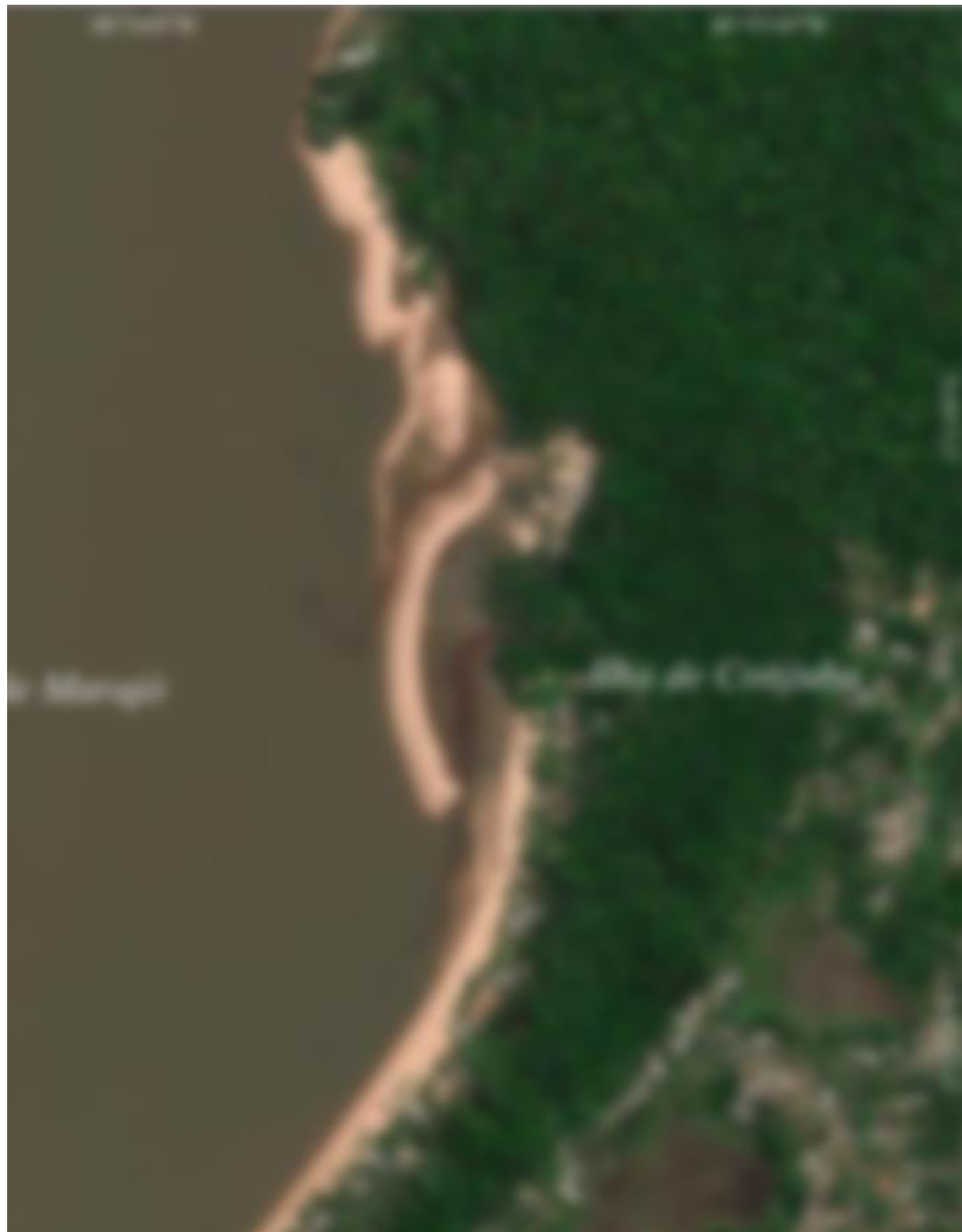
B

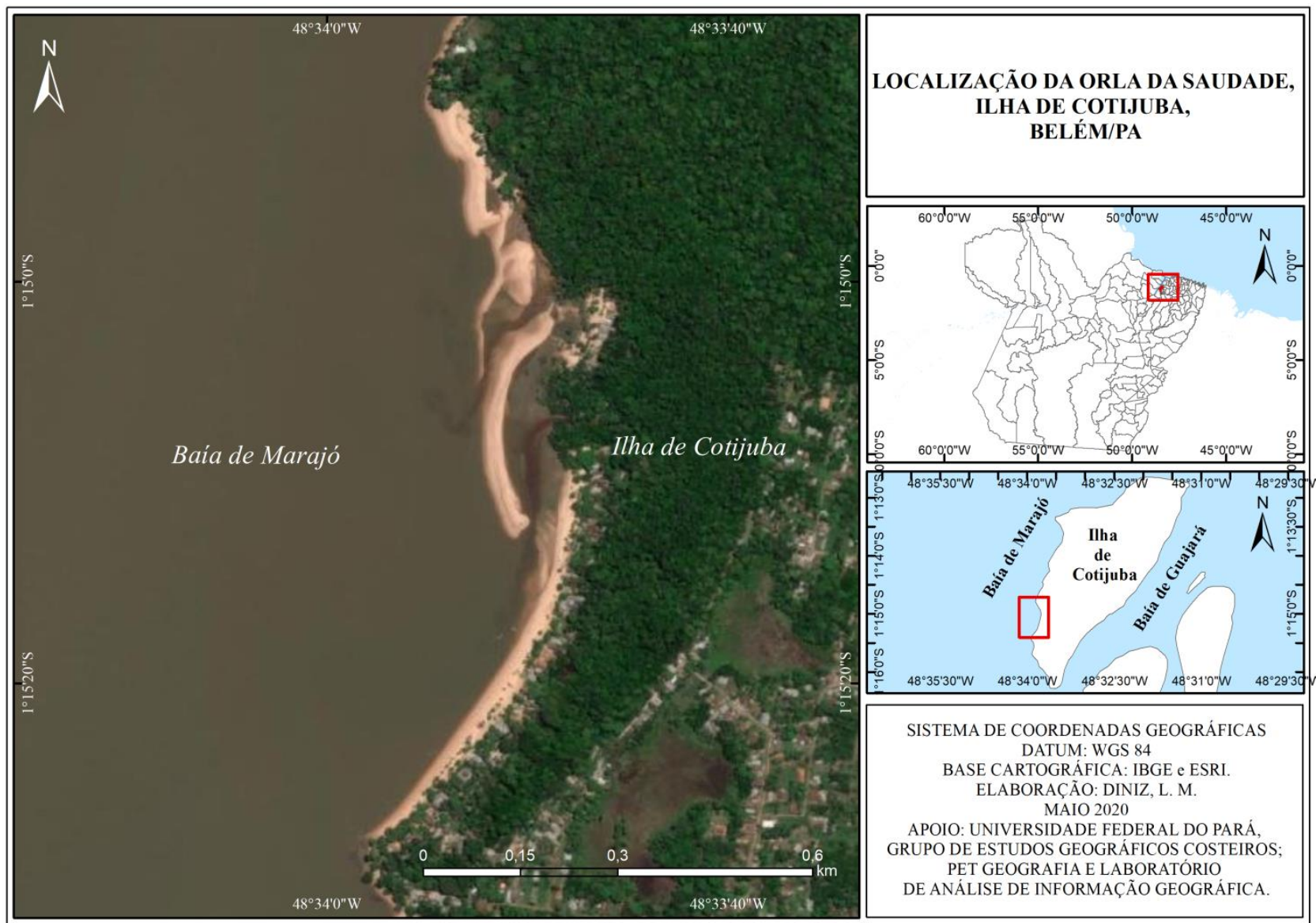
Fotos: maio/2017

Indicadores de estabilidade da orla Funda: A) desenvolvimento de berma praial revestida parcialmente por vegetação arbustiva e herbácea; largura de pós-praia e posição da linha de maré alta entre 4 e 5 metros; B) depressão com brejo herbáceo e falésia inativa (DINIZ, 2019).

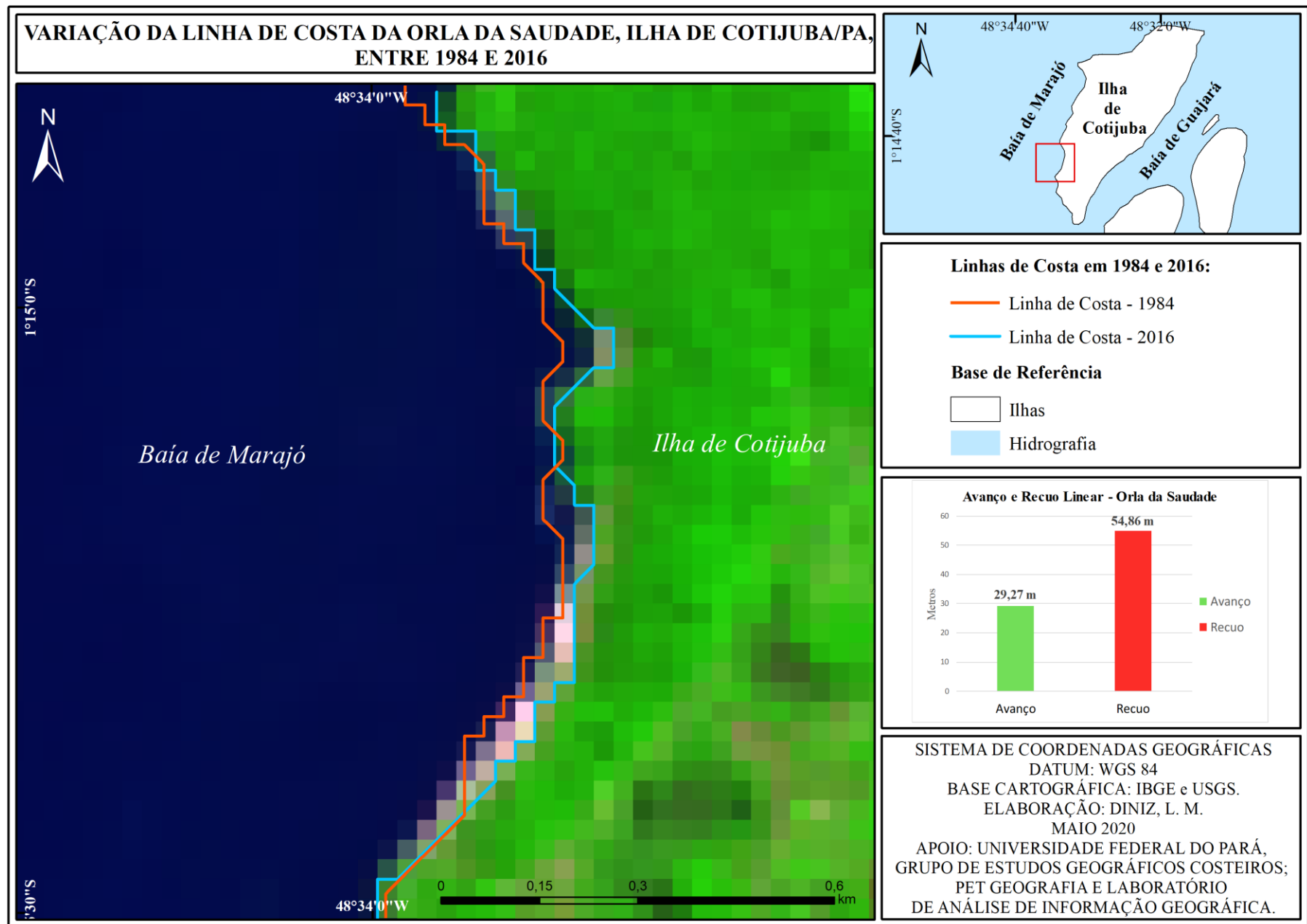
ORLA DA SAUDADE

ILHA DE COTIJUBA

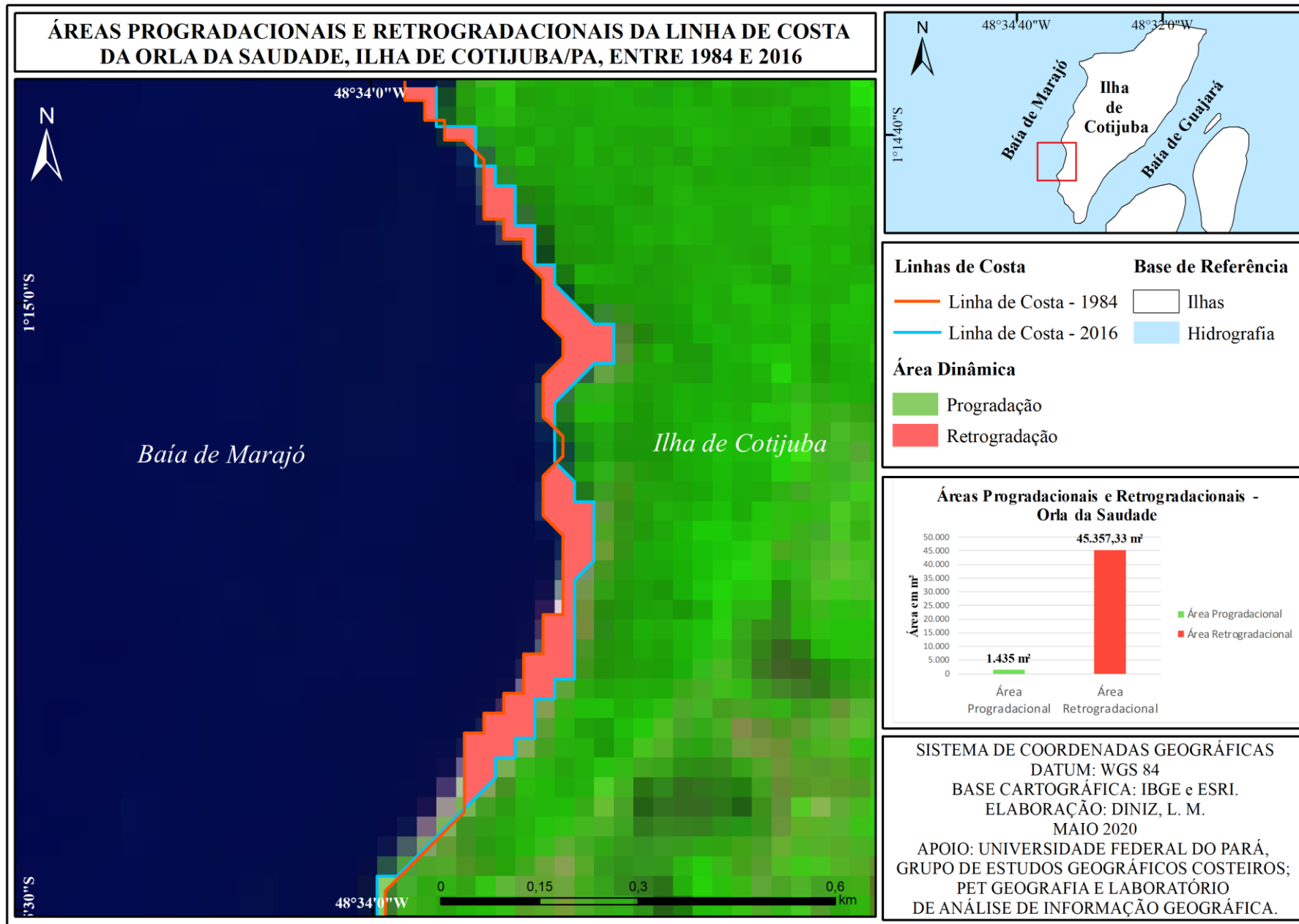




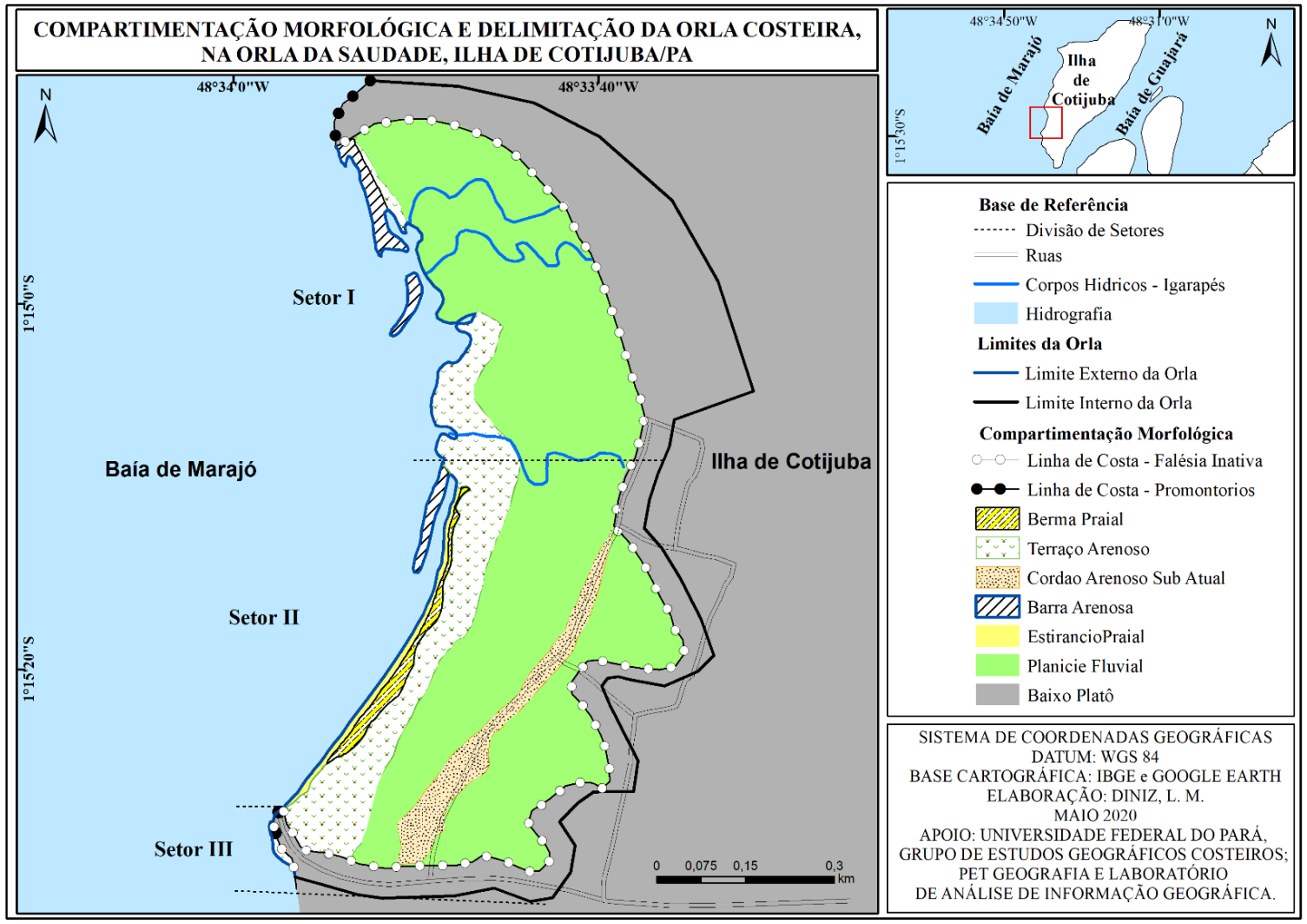
A Orla da Saudade está localizada no sudoeste da ilha de Cotijuba e ao sul da Orla Funda, e também se situa às margens da baía de Marajó. O acesso a partir do centro urbano da ilha se dá por via terrestre em itinerários diários oferecidos por mototáxis, charretes e bondinhos puxados a trator. Por estar localizada mais próxima do centro comercial, apresenta uma ocupação mais adensada e com maior visitação nos períodos de veraneio e feriados do que a orla Funda. Caracteriza-se pela presença de estabelecimentos comerciais e residenciais que se estendem ao longo da porção superior da praia. Há três embocaduras de igarapés que contribuem com aporte sedimentar para alimentar os fenômenos dinâmicos costeiros, originando formas de relevo decorrentes desses processos. Fonte: Imagem Database do ArcMap 10.1. Ano da imagem: 2017 (DINIZ, 2019).



Na orla da Saudade, a sobreposição dos vetores de 1984 e de 2016 revelou o recuo da linha de costa em quase toda sua extensão (média de $54,86 \text{ m} \pm 23,6 \text{ m}$ e taxa de $1,74 \text{ m/ano}$) (DINIZ, 2019).

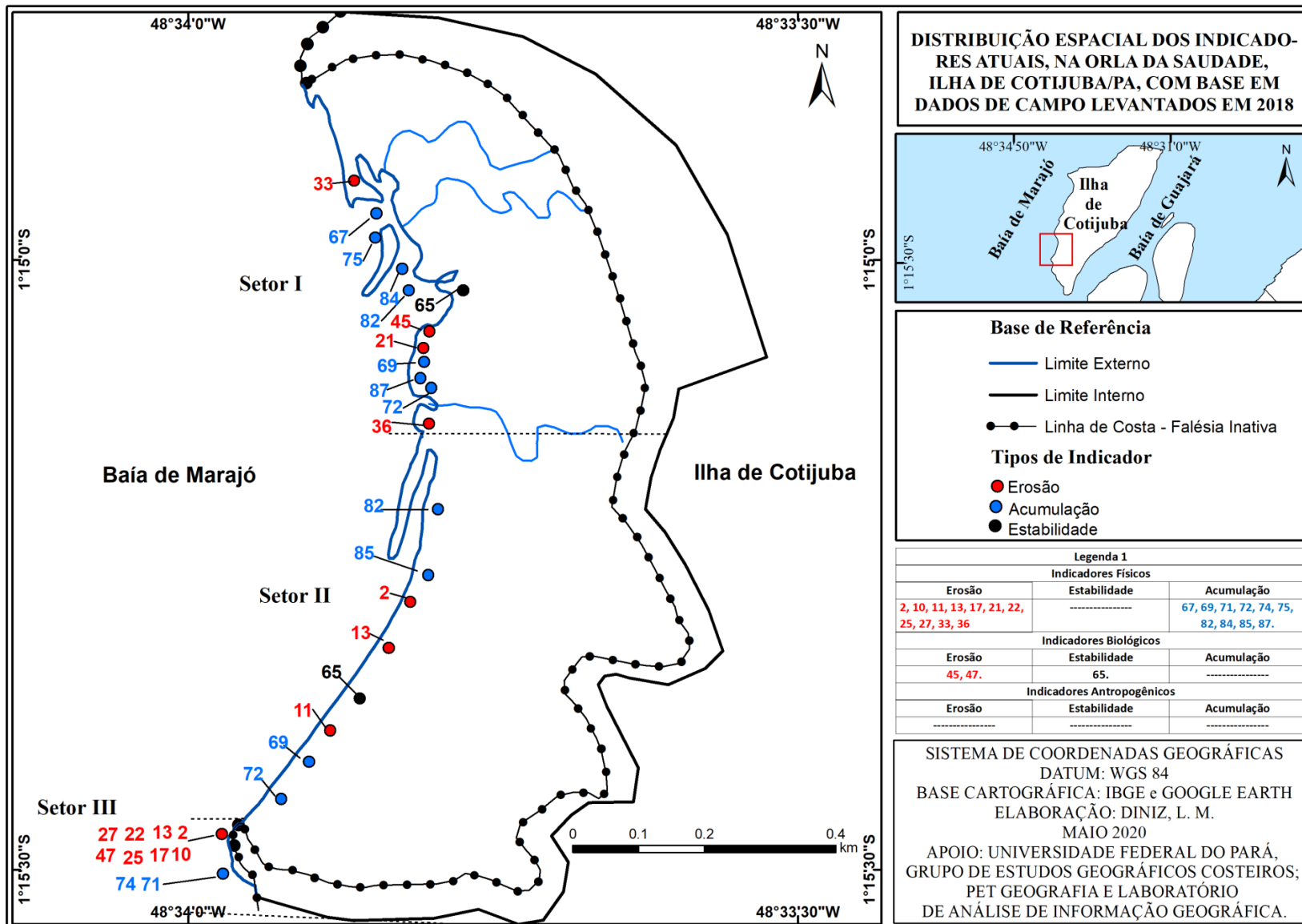


Na orla da Saudade, a erosão da linha de costa (1984-2016) subtraiu uma área de $45.357,33 \text{ m}^2 \pm 707,4 \text{ m}^2$. A erosão se processou com uma taxa de $1.417 \text{ m}^2/\text{ano}$ (DINIZ, 2019).

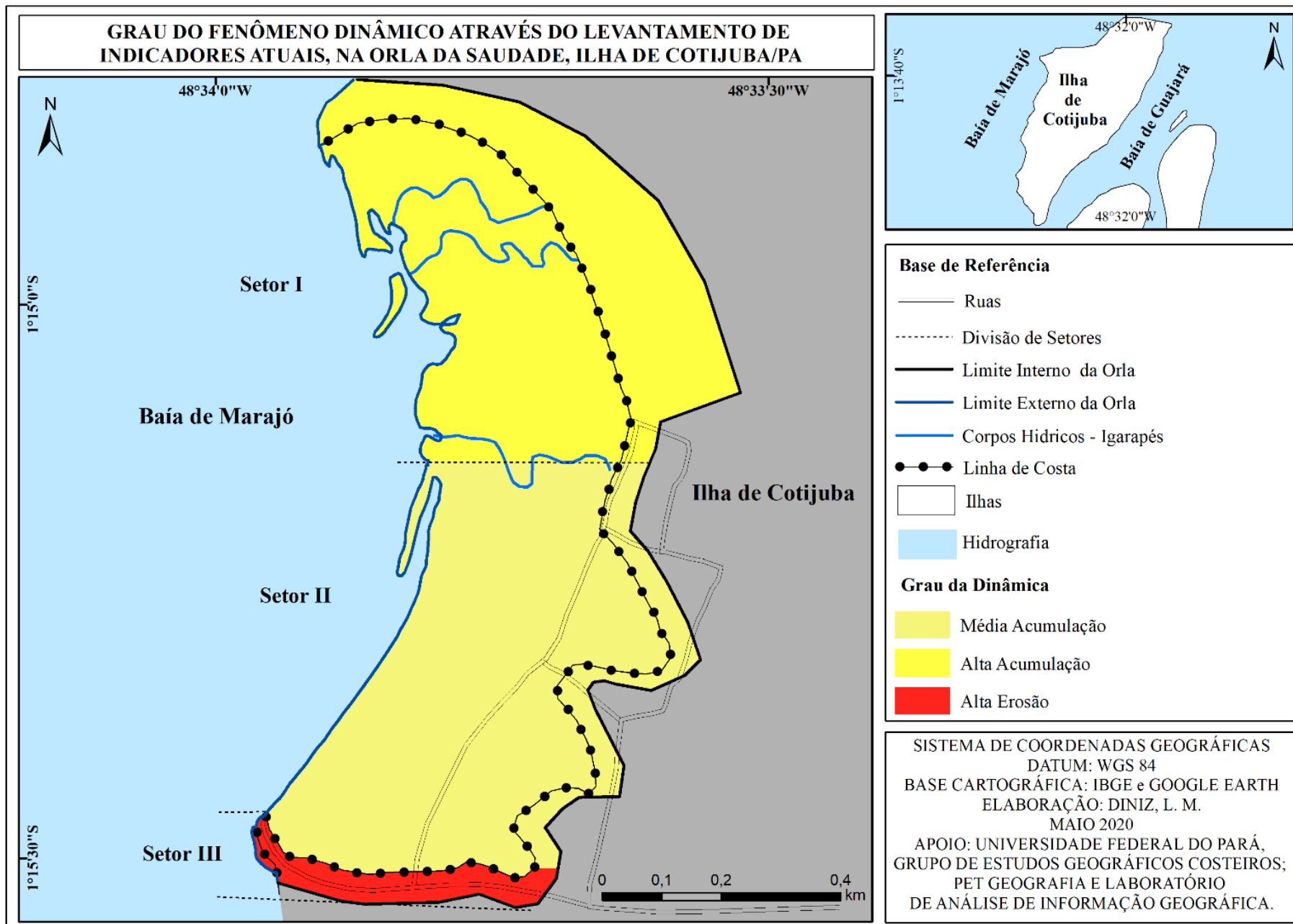


Unidades de 4.º táxon	Unidades de 5.º táxon
Baixo platô	Falésia inativa Promontório
Planície fluvial	
Cordão arenoso	Berma praial Terraço arenoso Cordão arenoso sub-atual Barra arenosa Estirâncio praial

De acordo com a escala de trabalho, as formas de relevo identificadas na orla da Saudade pertencem às unidades 4.º e 5.º táxons. A divisão do relevo, formas de ocupação e as taxas de variação da linha de costa foram os critérios utilizados para a definição dos limites internos e externos da faixa de orla. Como limite externo foi considerado a linha d'água e o interno foi estabelecido os marcos de 50 a 200m contados a partir da margem das falésias inativas, estendendo-se para o interior. Sendo assim, a faixa de orla possui larguras que variam entre 250. a 550m e extensão de 1.300m (DINIZ, 2019).



Na orla da Saudade, foram registrados 23 indicadores dinâmicos, sendo 13 de erosão, 1 de estabilidade e 9 de acumulação. No entanto, apesar de serem mais numerosos, os indicadores de erosão concentraram-se na extremidade sul, enquanto que os indicadores de acumulação distribuíram-se ao longo da orla. Dessa maneira, a orla da Saudade apresentou uma dinâmica diferente da que ocorreu na orla Funda: erosão de promontórios, falésias e plataformas de abrasão da extremidade sul e acumulação sedimentar que opera no desenvolvimento das barras arenosas, das bermas e estirâncios praiais no restante da orla (DINIZ, 2019).



De acordo com a distribuição espacial dos indicadores atuais, a orla da Saudade foi dividida e classificada em 3 setores : alta acumulação, média acumulação e alta erosão (DINIZ, 2019).



A



C



B



D

Fotos: outubro/2018

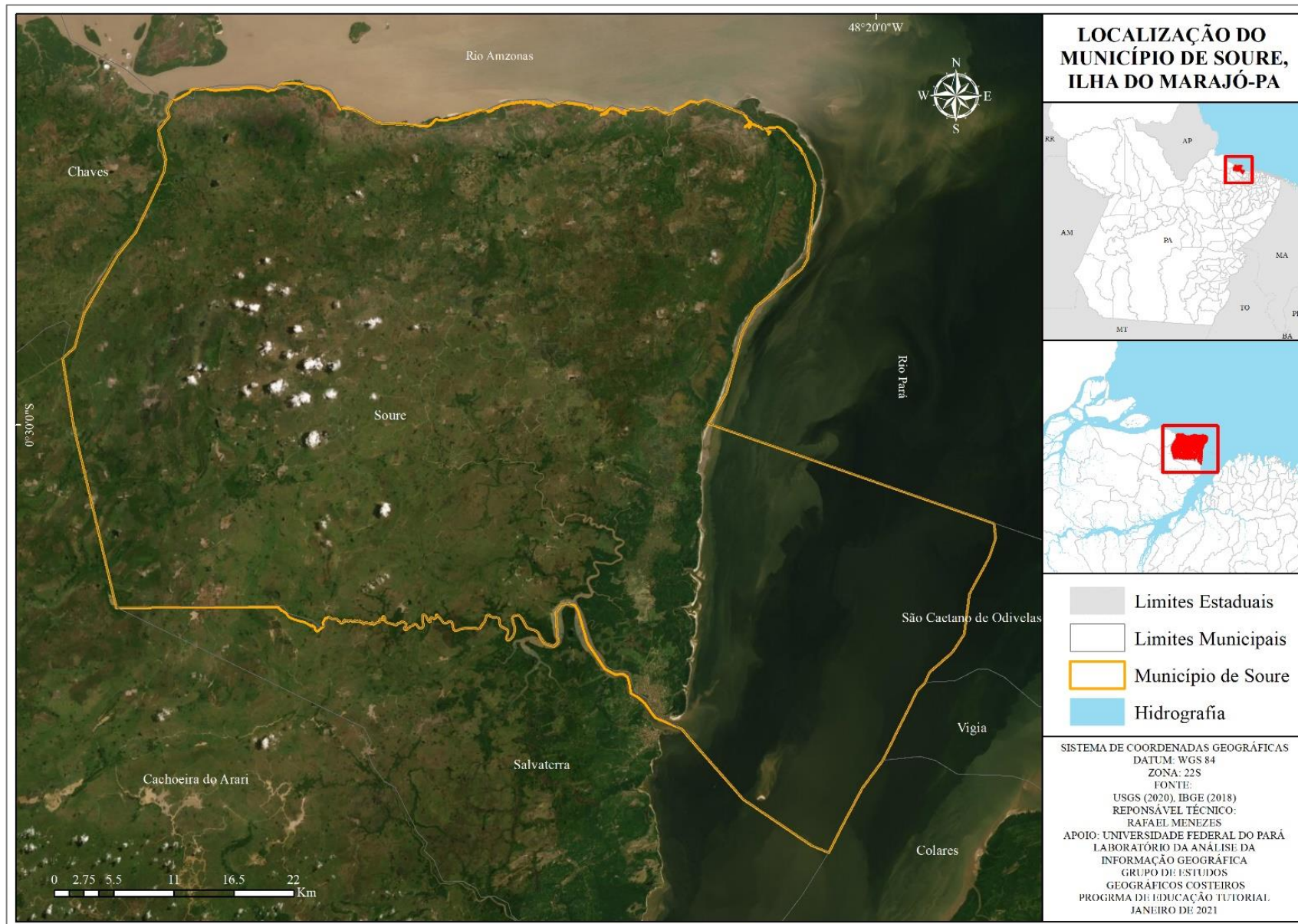
Os setores de alta e média acumulação da orla da Saudade apresentam como características: A e B) Ângulo de incidência ou inclinação das ondas, propiciando a deposição arenosa em sentido longitudinal à costa e a formação de barras arenosas; faixa de acreção arenosa por influência de embocadura fluvial de baixa hierarquia ocupando acima de 50 % da área considerada; C e D) Presença de vegetação arbórea, arbustiva ou herbácea, recobrando, no mínimo 50 % da extensão do setor de orla; presença de sistemas barra/calha, largura do arco praiar de 201 a 250 m; granulometria da areia entre fina a média; distância da LMA mais de 8 m em relação à planície alagável; largura da superfície de pós-praia/berma praiar superior a 8 m (DINIZ, 2019).

An aerial photograph of a lush green island, likely Ilha de Marajó, with a yellow outline tracing its irregular shape. The text is overlaid on the central part of the island.

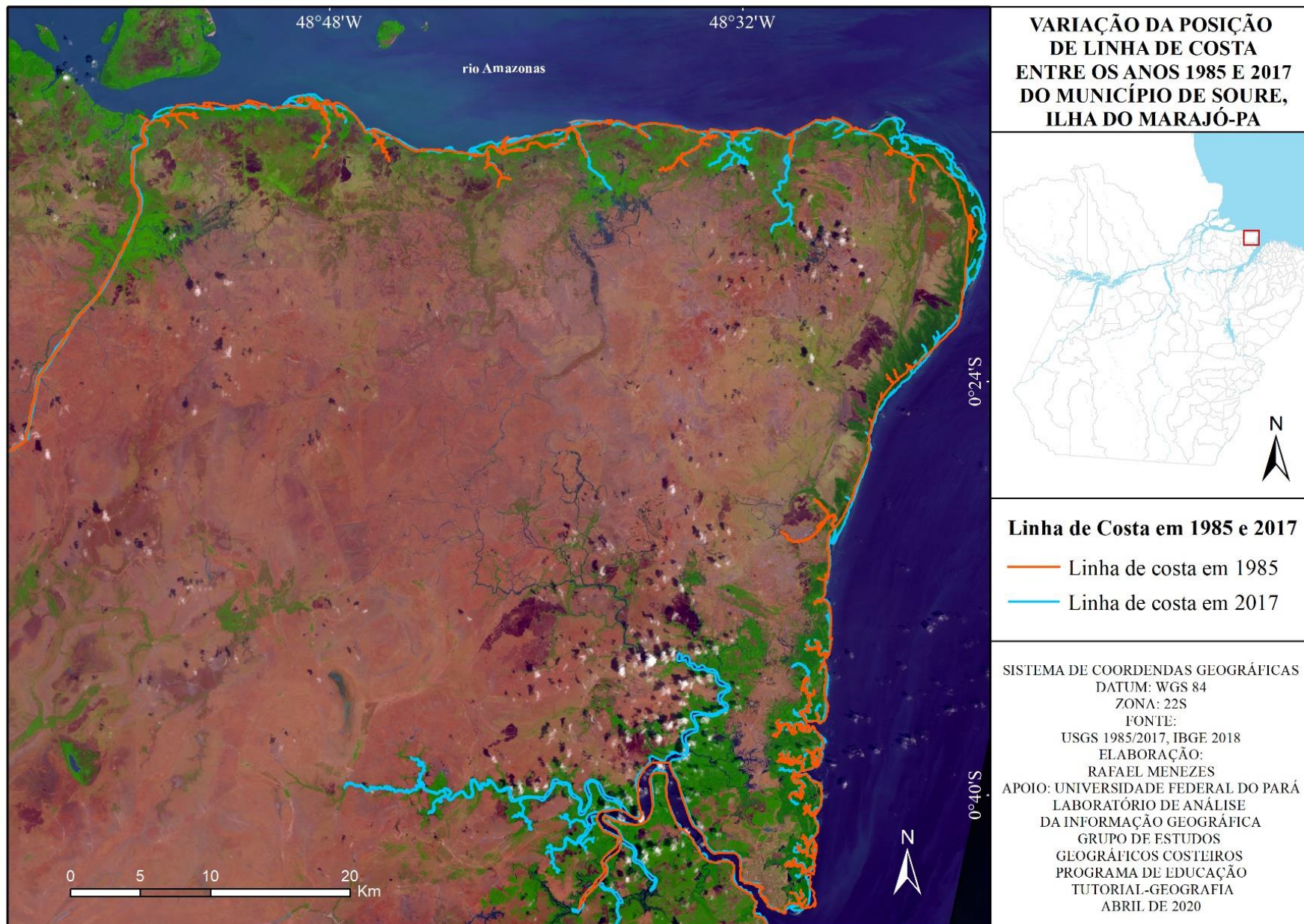
MUNICÍPIO DE SOURE

ILHA DE MARAJÓ (PARÁ)

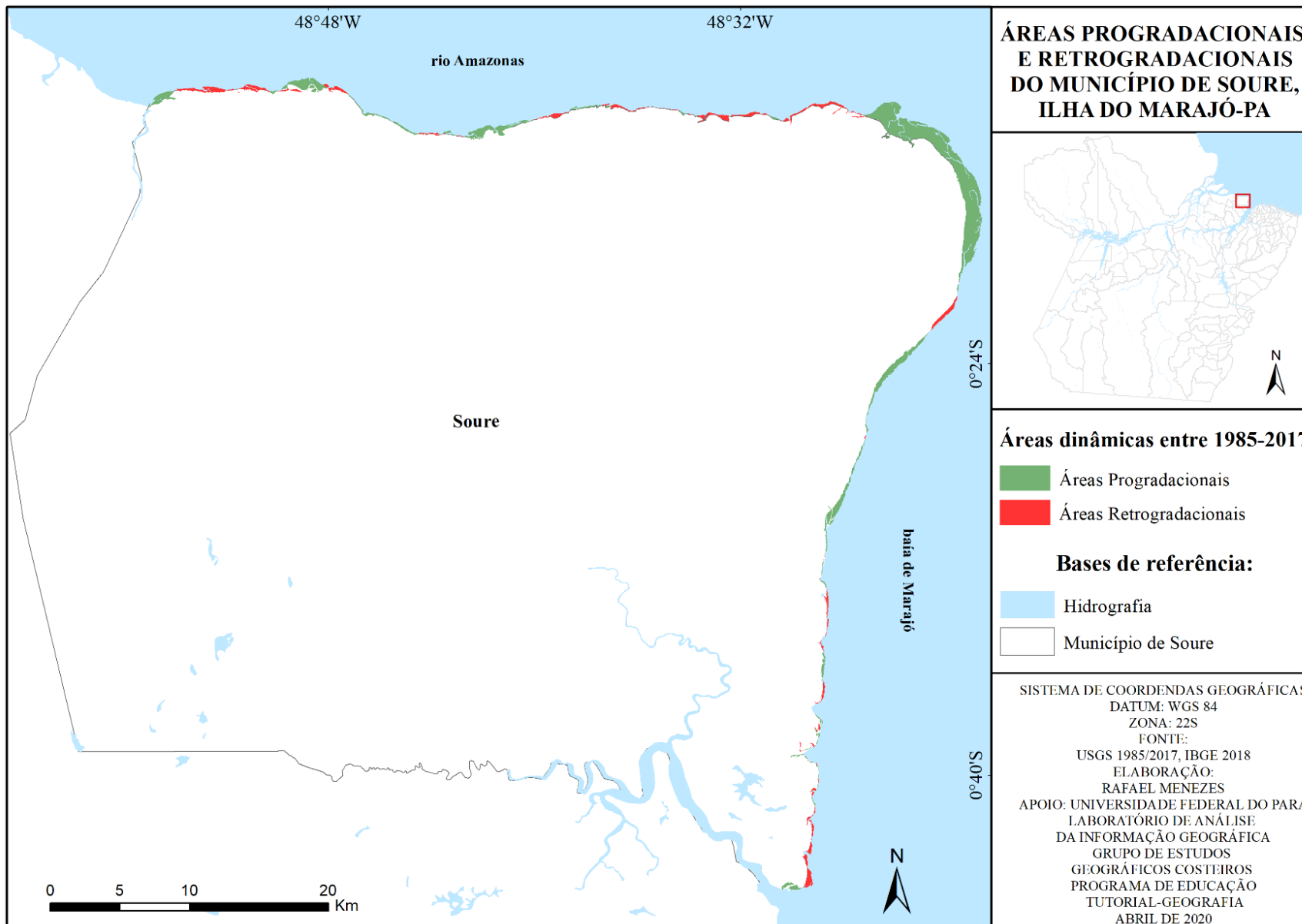
Rafael Alexandre Alves Menezes



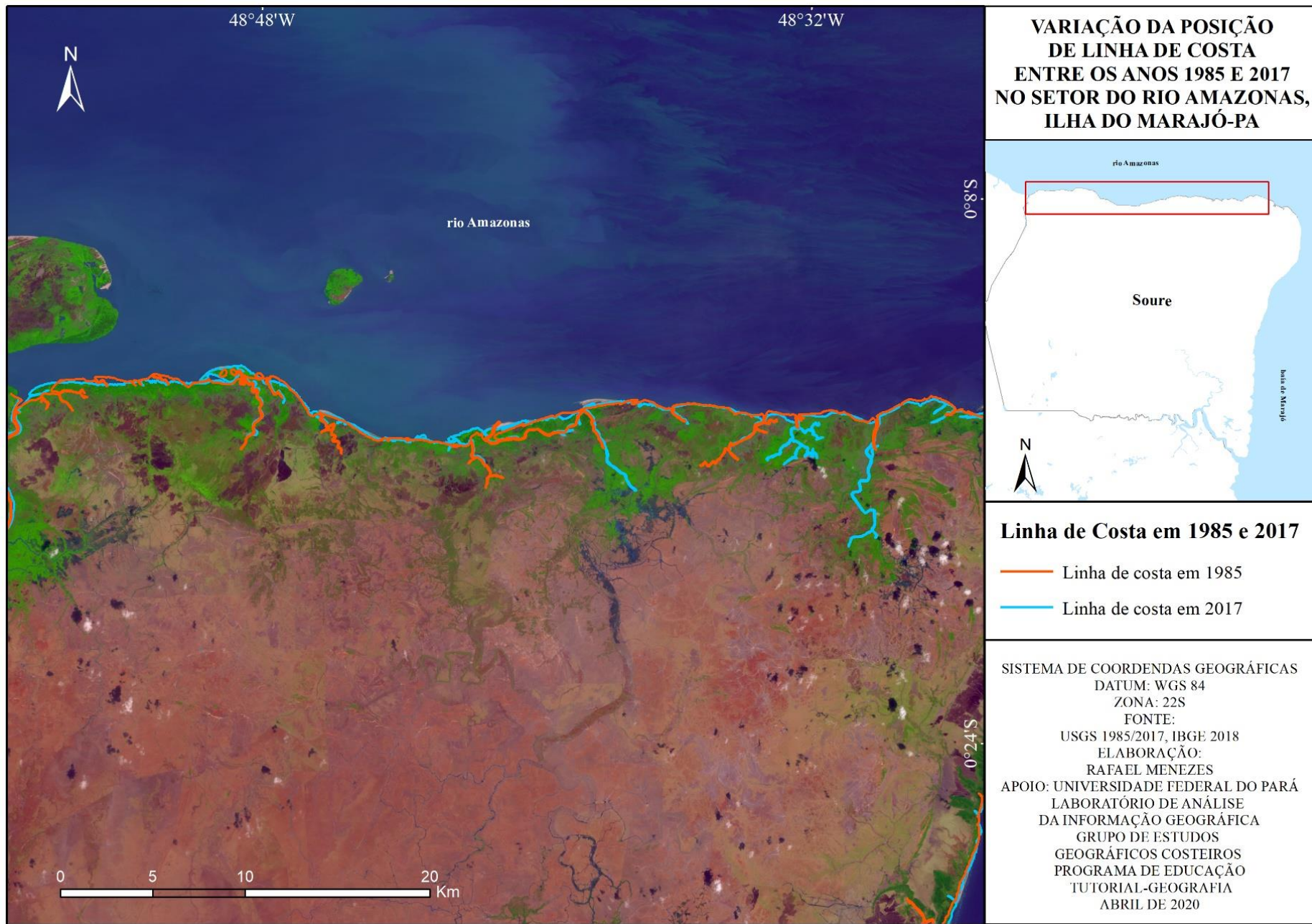
O município de Soure está localizado no nordeste da ilha de Marajó, entre as coordenadas geográficas $0^{\circ} 14' 03''$ a $0^{\circ} 51' 29''$ de latitude Sul e $48^{\circ} 22' 00''$ a $48^{\circ} 59' 39''$ de longitude Oeste. A linha de costa do município possui uma extensão de aproximadamente 136 km, desde o canal das Tartarugas e o estuário do Paracauari (MENEZES, 2019).



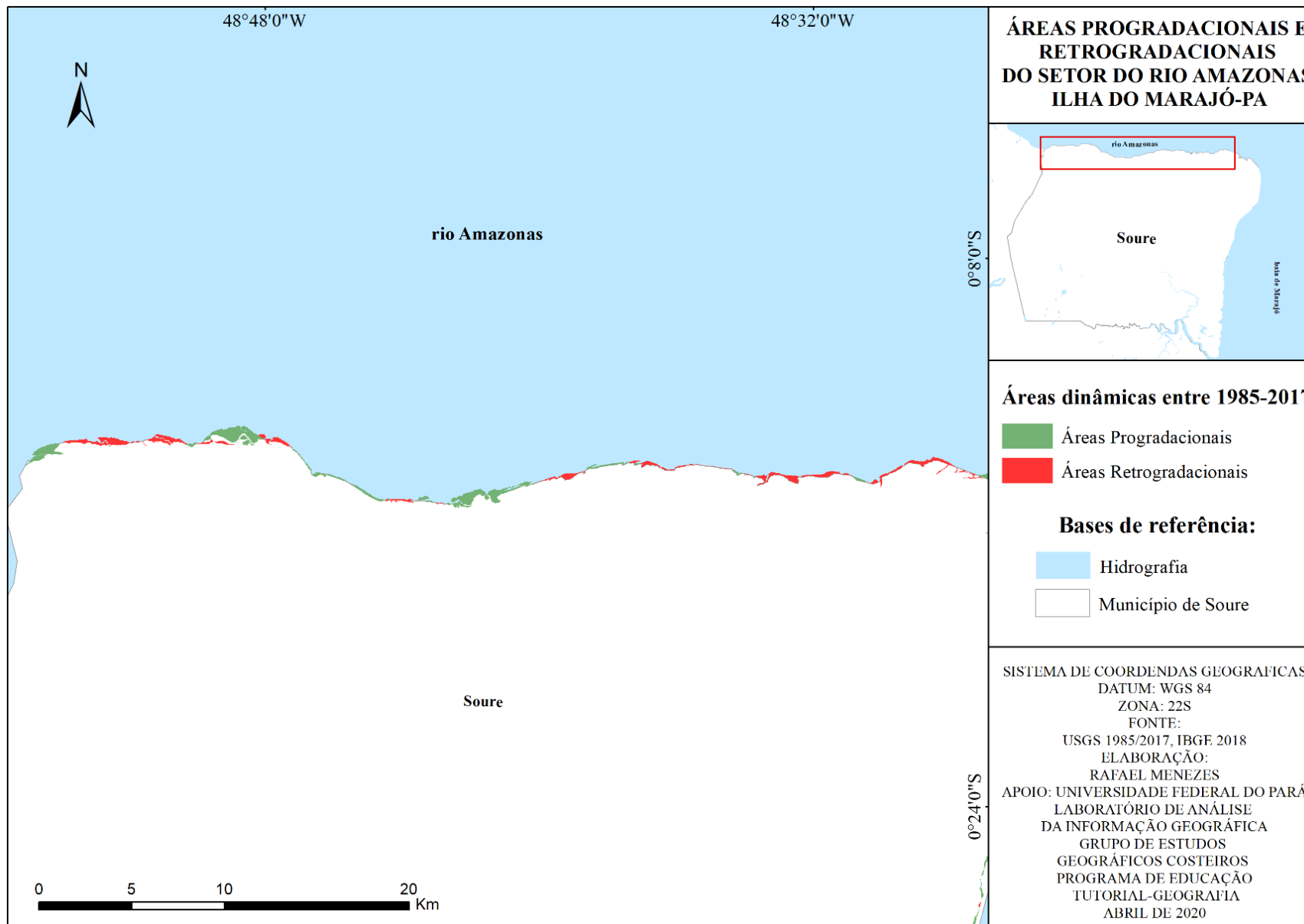
Em decorrência da localização geográfica, a costa do município de Soure recebe influência das duas maiores embocaduras do Golfão Marajoara: a do rio Amazonas (ao Norte) e a da baía de Marajó (a Leste). A ação das ondas, marés, ventos e correntes modificam a paisagem costeira através da erosão e sedimentação, do crescimento e redução de manguezais. Ao comparar a posição da linha de costa, nos anos de 1985 e 2017, constata-se o predomínio do avanço da mesma em grande parte do município, principalmente na porção nordeste. Isso significa que a progradação e, conseqüentemente, a expansão de manguezais são os fenômenos mais importante da dinâmica costeira (MENEZES, 2019).



Entre 1985 e 2017, as áreas progradacionais totalizaram $25.382.783,18 \text{ m}^2 \pm 575,28 \text{ m}^2$, apresentando taxa de acreção de 4,72 m/ano. O avanço linear médio da linha de costa foi de 151,10 m. Ao contrário, as áreas retrogradacionais totalizaram $6.696.780,64 \text{ m}^2 \pm 575,28 \text{ m}^2$, apresentando taxa de erosão de 3,03 m/ano. O recuo linear médio da linha de costa foi de 97 m. As maiores áreas de progradação situam-se na parte norte e nordeste de Soure, enquanto que as maiores áreas retrogradacionais estão na parte norte e sudeste do município (MENEZES, 2019).

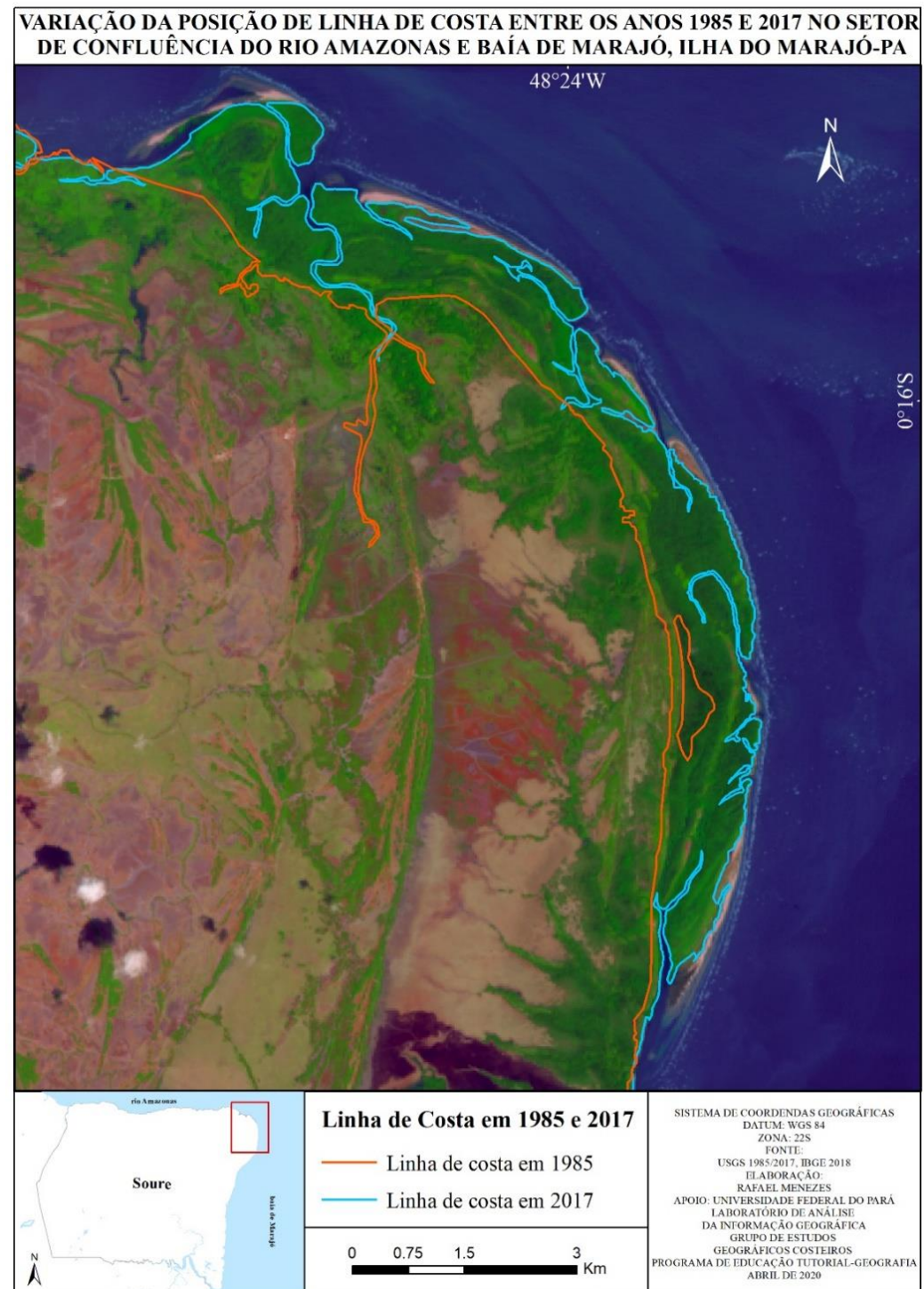


A costa Norte do município de Soure, chamada neste trabalho de Setor do Rio Amazonas, tem aproximadamente 52,1 km de extensão, e se estende desde o canal das Tartarugas até o cabo Maguari. É influenciado pelo rio Amazonas, mais especificamente pelo canal Sul (MENEZES, 2019).

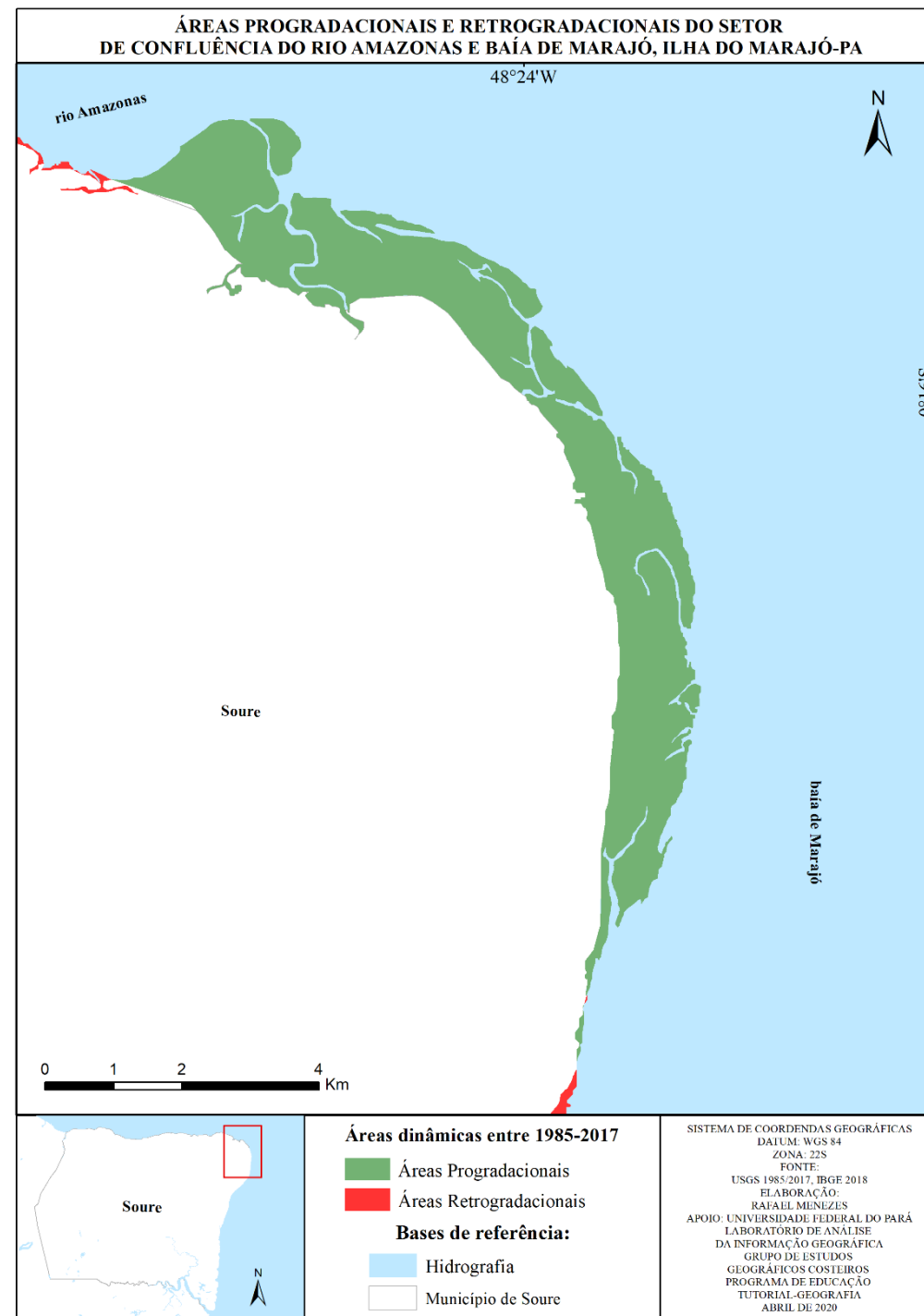


A análise da variação da linha de costa entre 1985 e 2017, no Setor do Rio Amazonas, demonstra que predominam áreas progradacionais. Estas chegam a um total de 4.853.896,10 m² ± 575,28 m², correspondendo a cerca de 19 % do total das áreas progradacionais do município de Soure. A taxa de acreção é de 151.684,25 m² por ano e a taxa de avanço linear médio da linha de costa é de 4,14 m por ano. As áreas retrogradacionais somaram 4.228.224,71 m² ± 575,28 m² com taxa de erosão de 132.132,02 m²/ano. A taxa de recuo linear médio da linha de costa é de 2,95 m/ano (MENEZES, 2019).

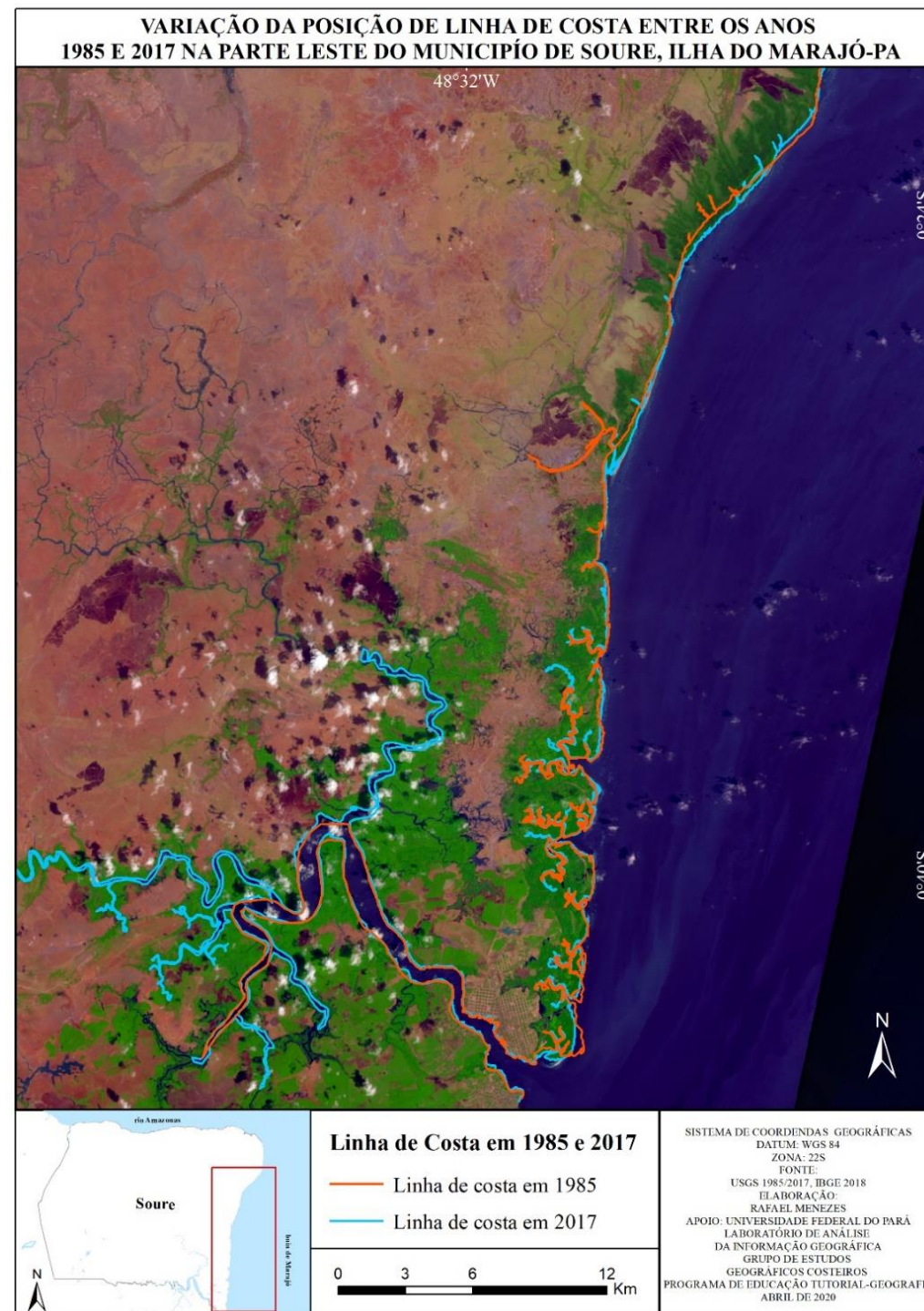
A costa Nordeste do município de Soure localiza-se na confluência do canal Sul do rio Amazonas com a baía de Marajó, onde se encontra o cabo Maguari. Sua extensão é de aproximadamente 19,6 km. A análise multitemporal da variação da linha de costa revela a presença de uma significativa área de progradação (MENEZES, 2019).



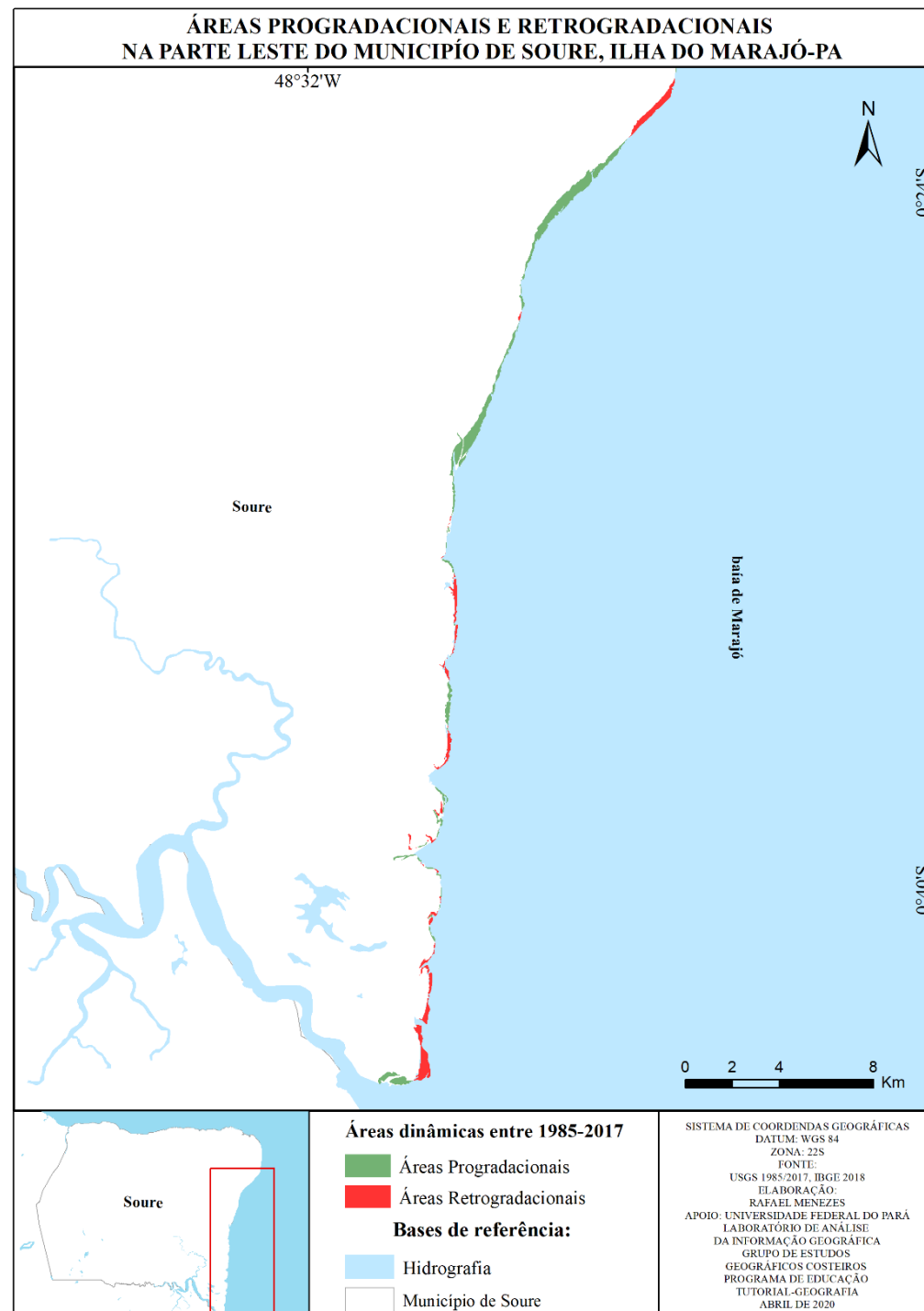
No setor de confluência do rio Amazonas com a baía de Marajó, a área progradacional alcança $15.968.622,22 \text{ m}^2 \pm 575,28 \text{ m}^2$. A acreção ocorre com uma taxa de $499.019,44 \text{ m}^2/\text{por ano}$. A taxa de avanço linear médio da linha de costa é de $12,90 \text{ m por ano}$. Esta área representa 63% das áreas progradacionais do município. A presença desta grande área acrecional pode ser explicada pela formação e justaposição progressiva de barras lamosas. Os sedimentos finos transportados pelas águas do rio Amazonas e da baía do Marajó são depositados na confluência. Isso favorece a ocorrência de dois fenômenos: o primeiro é o desenvolvimento de um cabo arenoso e lamoso, chamado de cabo Maguari, que se estende na direção do oceano; o segundo é a expansão da vegetação de mangue sobre a extensa planície lamosa em dois eixos principais, um na direção do oceano e outro na direção do interior do município, seguindo ao longo das margens dos canais de maré. A área progradacional, resultante do acúmulo de gigantesca massa de sedimentos, apresenta uma geometria recurvada em forma de arco, acoplada à extremidade Nordeste do município (MENEZES, 2019).

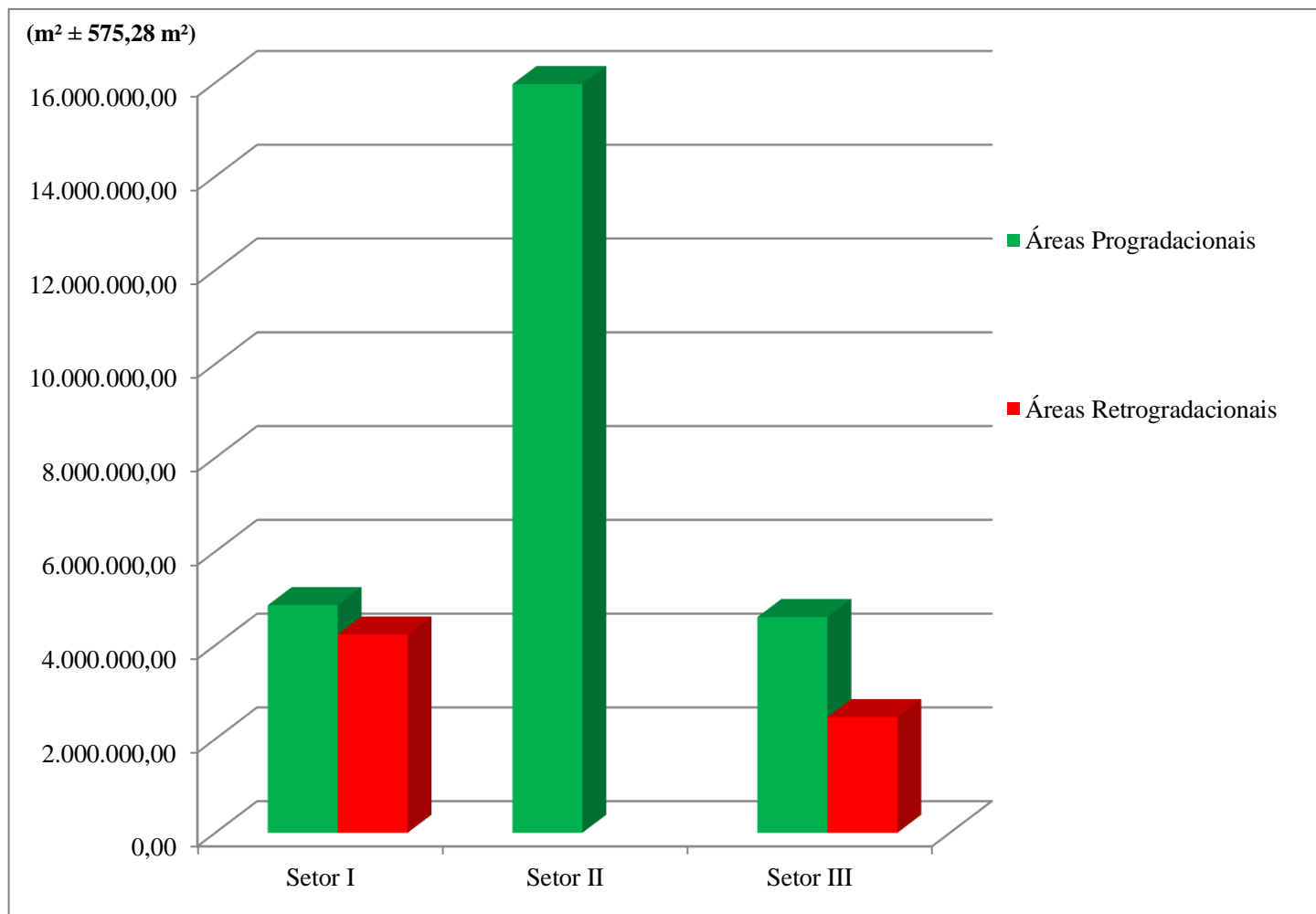


A costa leste de Soure localiza-se entre o cabo Maguari e a foz do estuário Paracauari. Pela posição geográfica, é influenciada pela baía de Marajó. Possui uma extensão aproximada de 50 km e apresenta áreas de progradação e retrogradação que se alternam. As praias mais conhecidas do município estão neste setor (Turé, Cajuúna, Céu, Pesqueiro, Goiabal, Araruna e Garrote). Na extremidade sul, está localizada a cidade de Soure, que concentra maior fluxo de pessoas, melhor infraestrutura viária e serviços (MENEZES, 2019).

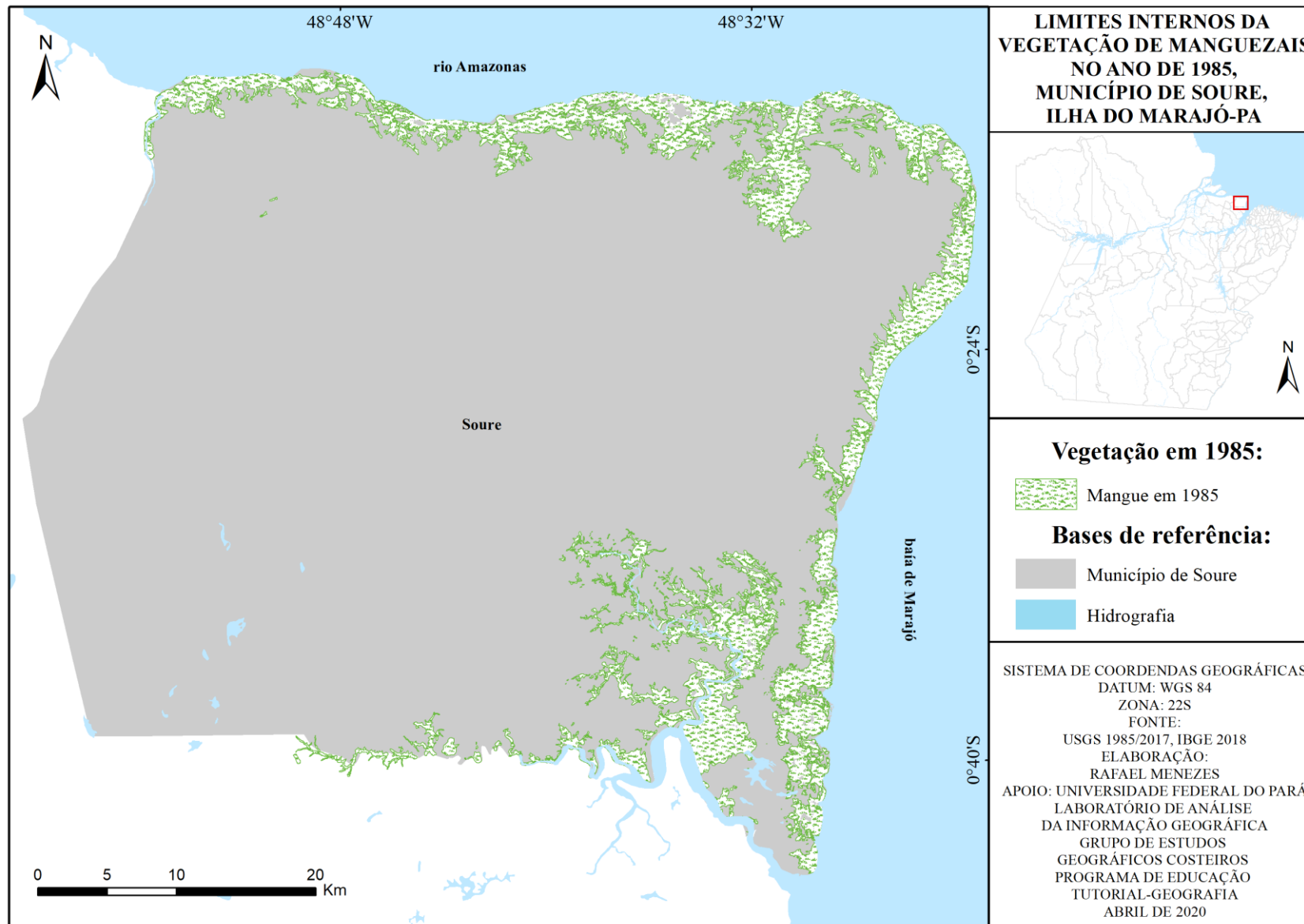


A análise da variação da linha de costa, no Leste de Soure, entre 1985 e 2017 revela que as áreas progradacionais abrangem $4.602.088,69 \text{ m}^2 \pm 575,28 \text{ m}^2$ (18% do total). Essas áreas crescem a uma taxa de $143.815,27 \text{ m}^2/\text{ano}$. Ao contrário, as áreas retrogradacionais totalizam $2.466.665,80 \text{ m}^2 \pm 575,28 \text{ m}^2$ que representa 37% das áreas de erosão do município. A taxa de erosão é de $77.083,31 \text{ m}^2$ por ano. A maior área de retrogradação da linha de costa, na parte Leste, fica próximo à foz do rio Paracuari (MENEZES, 2019).

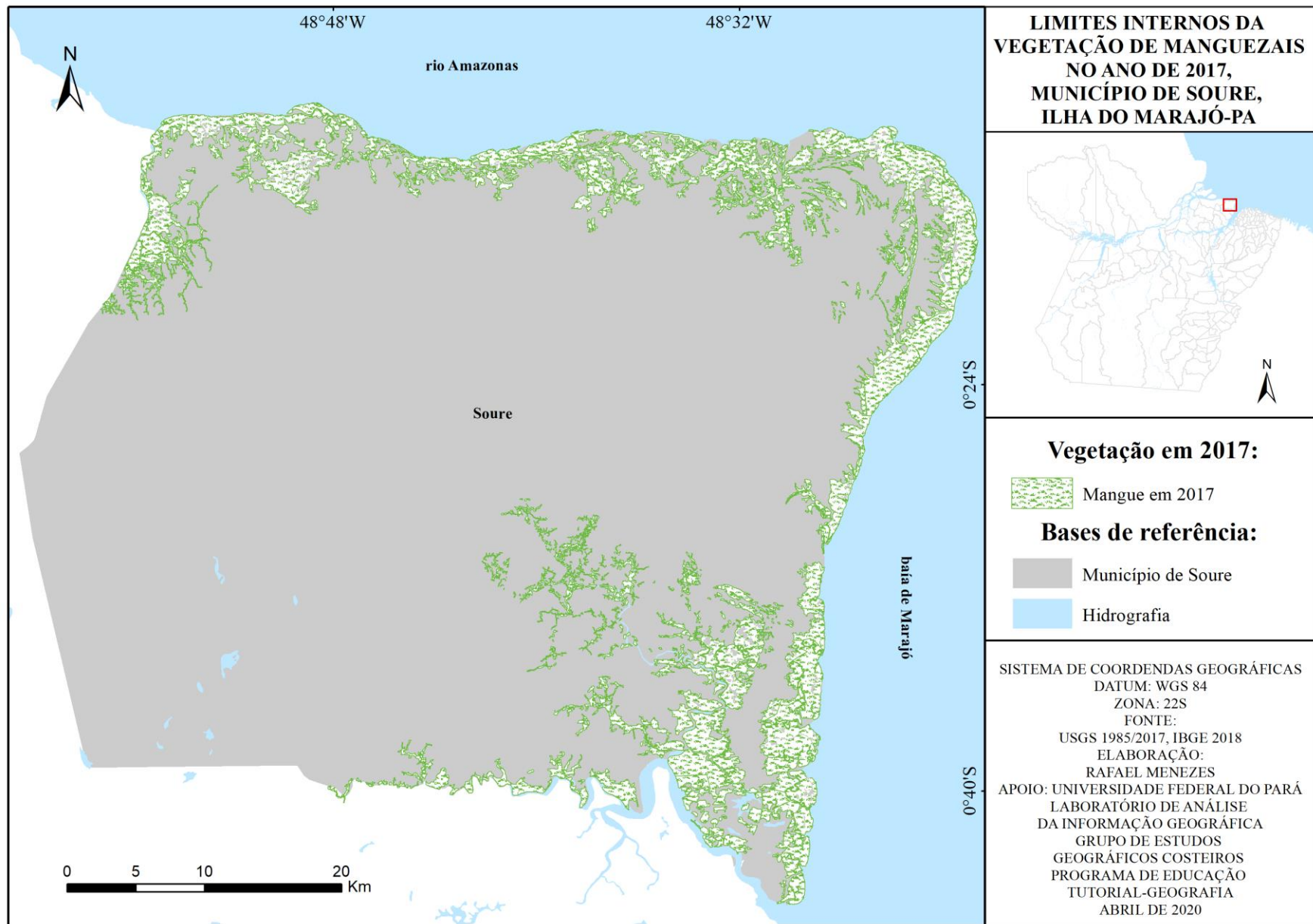




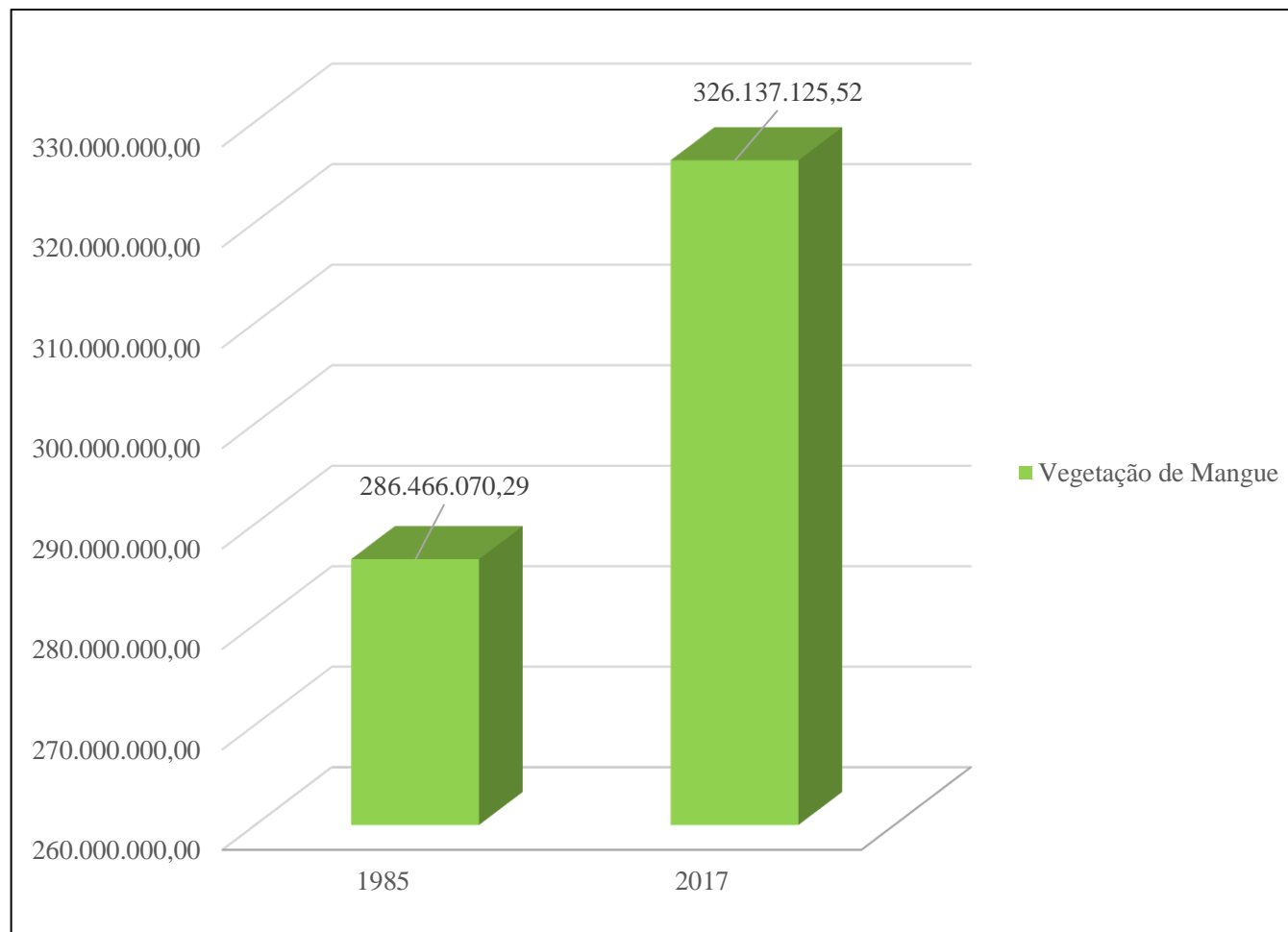
A comparação das áreas progradacionais e retrogradacionais entre os setores I (costa Norte ou setor do rio Amazonas), II (costa Nordeste ou setor de confluência do rio Amazonas com a baía de Marajó) e III (costa Leste ou setor da baía de Marajó) demonstra o predomínio das áreas progradacionais na costa de Soure, com destaque para o setor II (MENEZES, 2019).



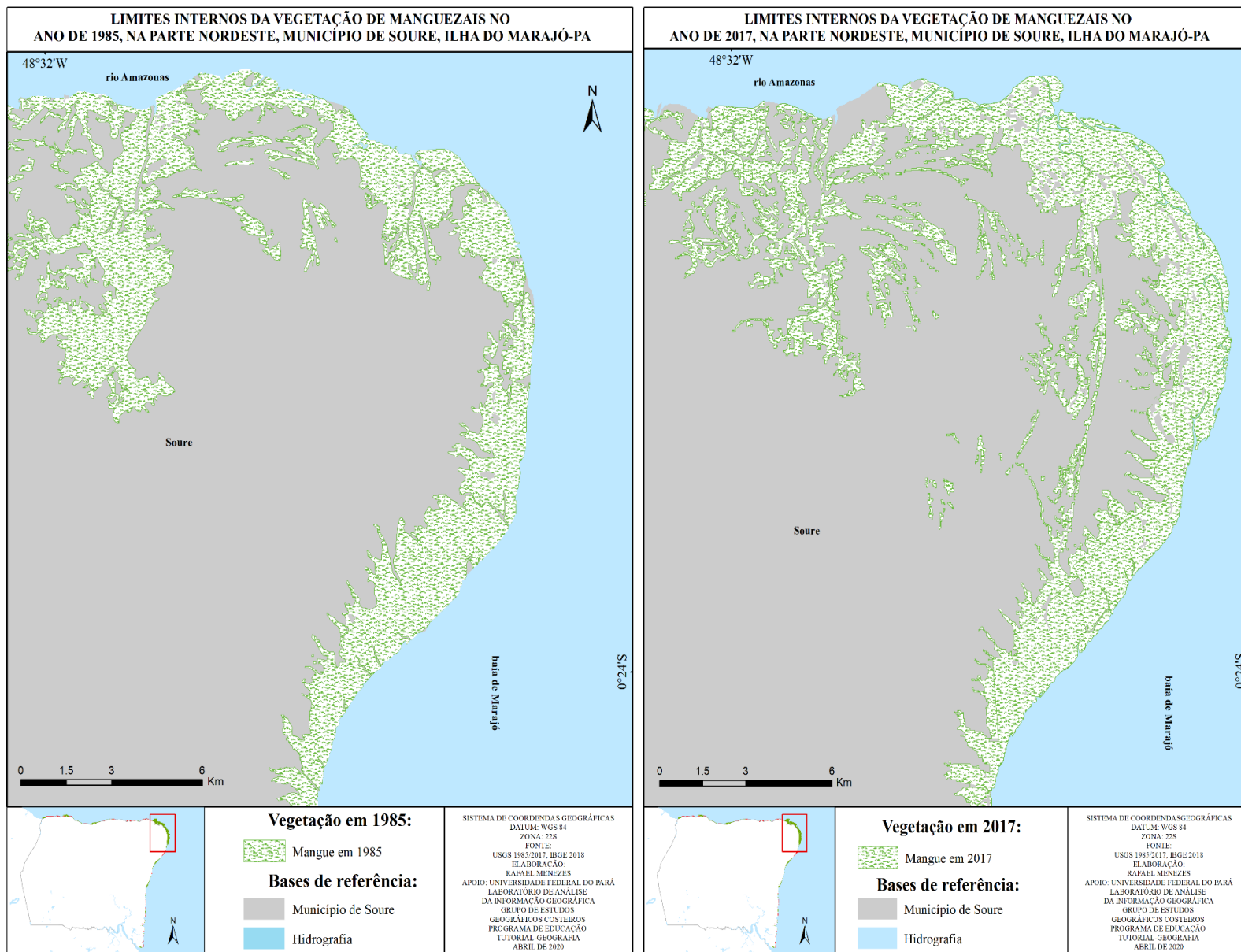
Área ocupada pela vegetação de mangue em 1985, no município de Soure: 286.466.070,29 m² ± 575,28 m² (MENEZES, 2019).



Área ocupada pela vegetação de mangue em 2017, no município de Soure: $326.137.125,52 \text{ m}^2 \pm 575,28 \text{ m}^2$. Isso representa um crescimento de 12% em relação à área de 1985. A taxa de expansão da vegetação de mangue, entre 1985 e 2017, é de $19.143.849,87 \text{ m}^2/\text{ano}$ (MENEZES, 2019).



Os dados quantitativos demonstram a diferença entre o total de áreas ocupadas por vegetação de mangue, em Soure, nos anos de 1985 e 2017 (MENEZES, 2019).



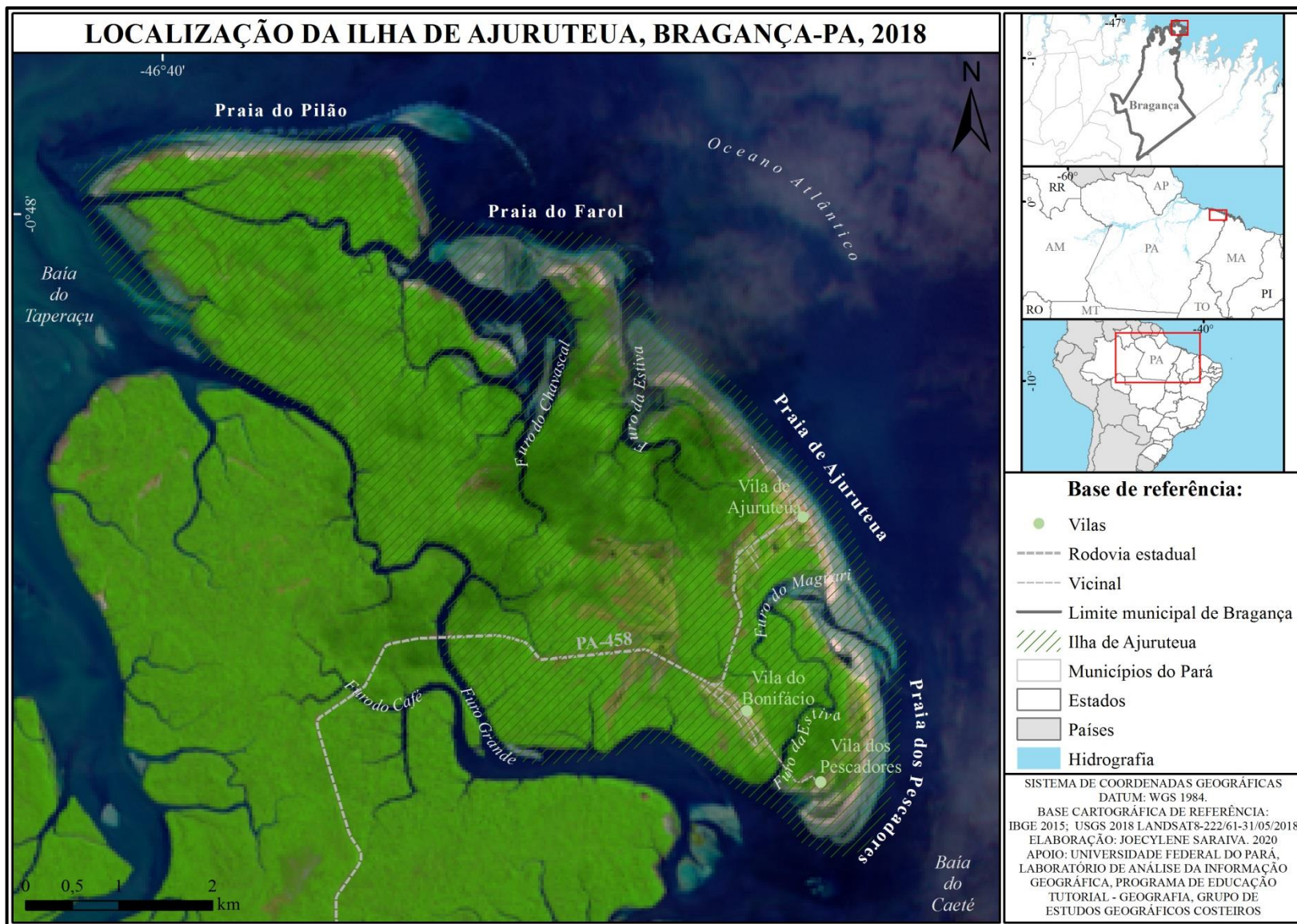
A maior área de crescimento da vegetação de mangue, em Soure, entre 1985 e 2017, ocorre no setor II. Este fenômeno está relacionado à grande progradação de áreas lamosas na confluência do rio Amazonas e da baía de Marajó. As feições morfológicas resultantes do processo de deposição sedimentar são representadas por planícies de maré, bancos de inframaré e cabos. Nessas unidades, as condições do meio físico contribuem para que a vegetação de mangue se desenvolva e se amplie. Assim, a vegetação de mangue avança mediante o aumento da área progradativa (MENEZES, 2019).



ILHA DE AJURUTEUA

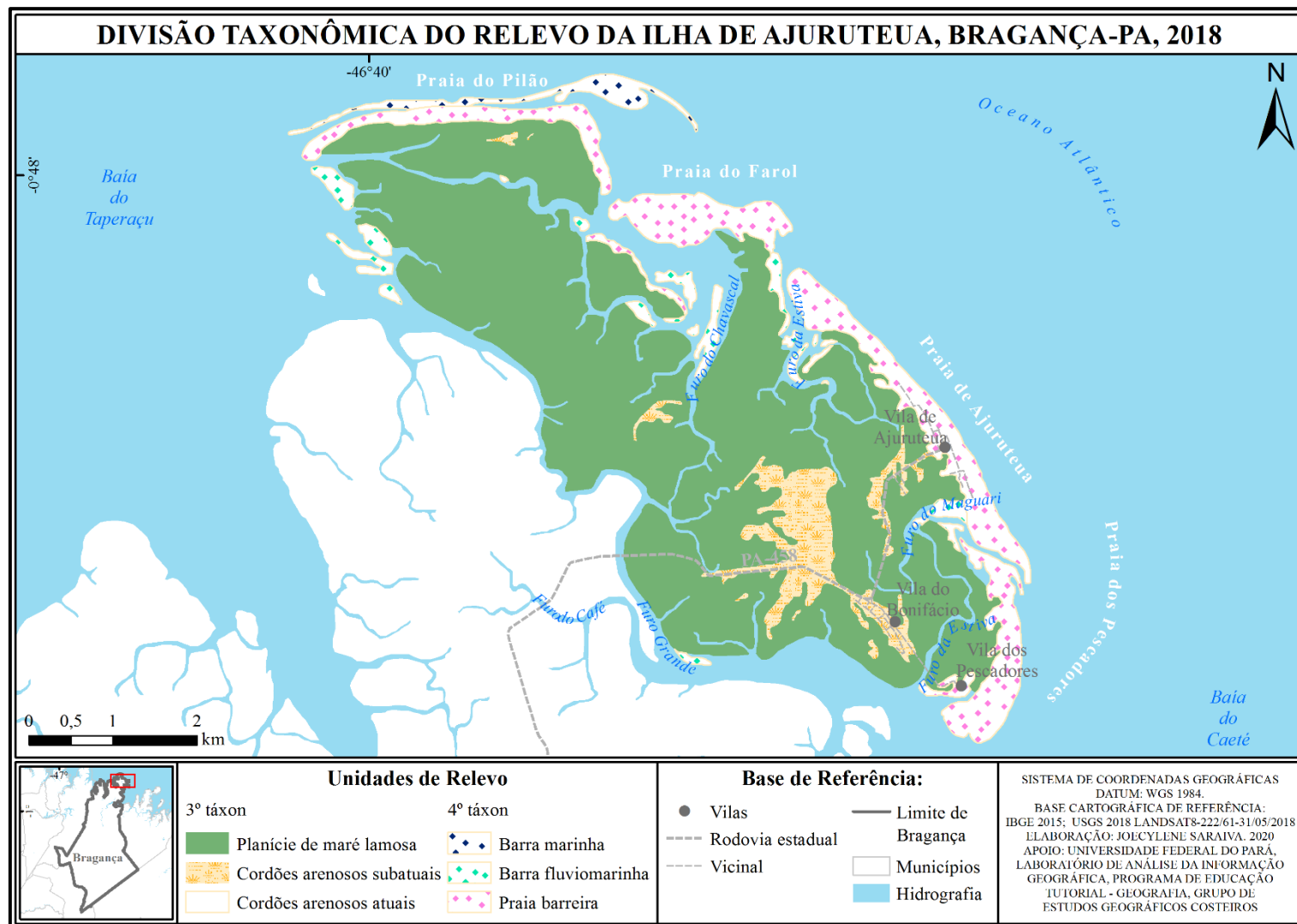
BRAGANÇA (PARÁ)

Joecylene Santos Saraiva

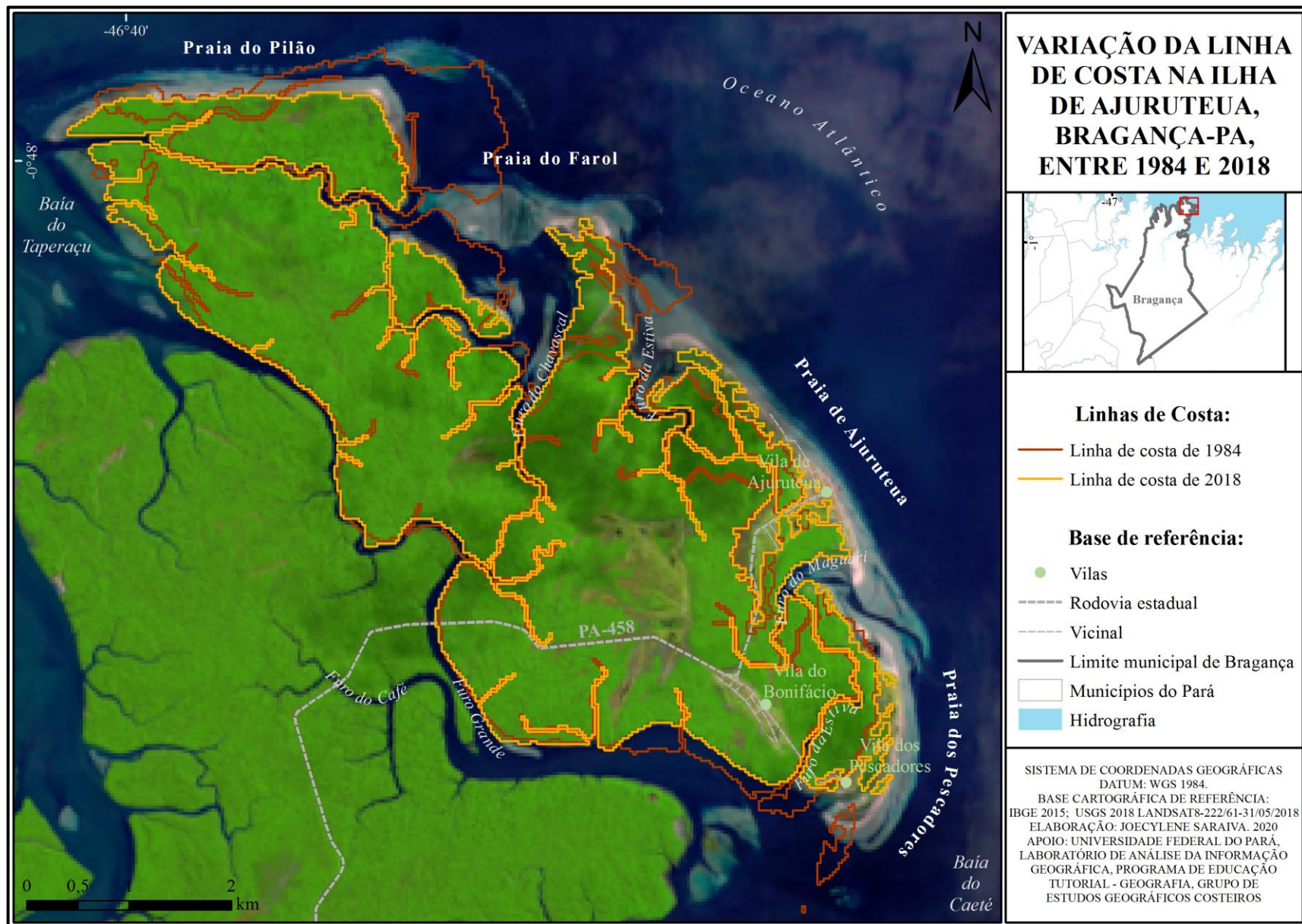


A ilha de Ajuruteua localiza-se na costa do município de Bragança, sob influência do oceano Atlântico. É uma região dominada por macromarés semi-diurnas com amplitudes de 4 a 6 m. As marés geram correntes que atingem velocidades de até 1,08 m/s durante as preamares. As ondas que chegam à costa apresentam alturas de até 2 m, são provenientes das direções E-NE e NE impulsionadas pelos ventos alísios, oriundos de NE, com variações de N e de E. Trata-se de um contexto ambiental de alta energia, cujos agentes modelam a dinâmica fisiográfica na ilha de Ajuruteua (SARAIVA, 2020).

Unidades de 3.º táxon	Unidades de 4.º táxon
Planície de maré lamosa	
Cordões arenosos subatuais	
Cordões arenosos atuais	Barra Marinha Barra Fluviomarinha Praia Barreira

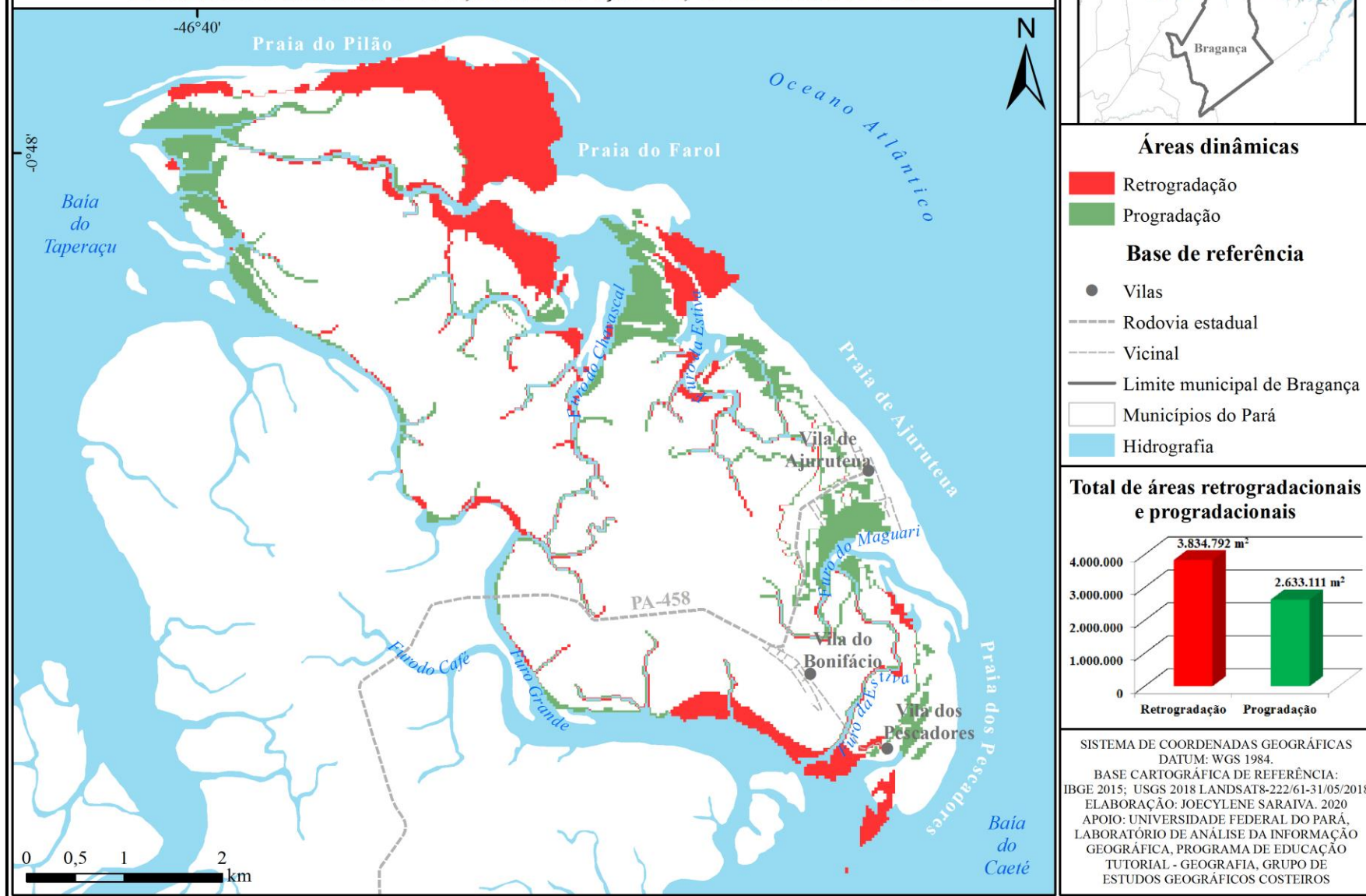


A escala cartográfica e geográfica adotada para a investigação da ilha de Ajuruteua conduziu à identificação de unidades morfológicas em escala média e permitiu o mapeamento de duas ordens de grandeza taxonômica: unidades morfológicas (3º táxon) e tipos de formas de relevo (4º táxon) (SARAIVA, 2020).



O estudo da variabilidade da posição da linha de costa como indicador de mudanças possui considerável relevância no que tange à possibilidade de monitoramento, mensuração e avaliação da dinâmica costeira. Para a interpretação e digitalização da linha de costa da ilha de Ajuruteua, utilizou-se a linha de maré alta de sizígia, definida nas imagens LANDSAT por dois elementos: (a) pela linha de contato entre a planície de maré coberta pela vegetação de mangue e os cordões arenosos praias; e (b) pela interface da planície de maré com a margem dos canais de maré. A linha de costa foi interpretada e vetorizada sobre as imagens LANDSAT de 1984 e de 2018. Posteriormente, os vetores foram sobrepostos à imagem de 2018, evidenciando o arranjo das áreas onde a linha de costa sofreu avanço, recuo ou estabilidade, numa escala temporal de médio período (34 anos) (SARAIVA, 2020).

ÁREAS RETROGRADACIONAIS E PROGRADACIONAIS DA ILHA DE AJURUTEUA, BRAGANÇA-PA, ENTRE 1984 E 2018

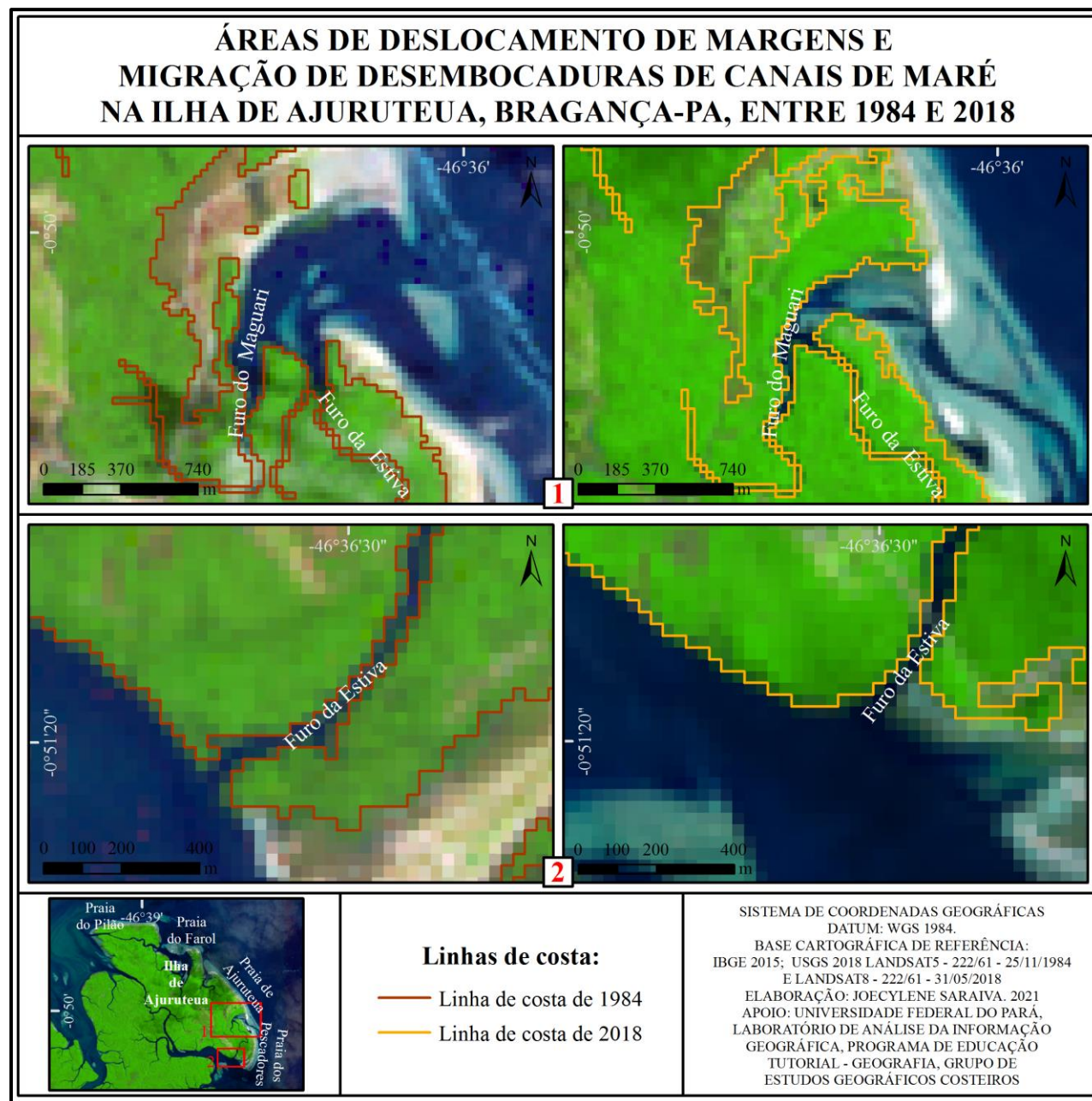


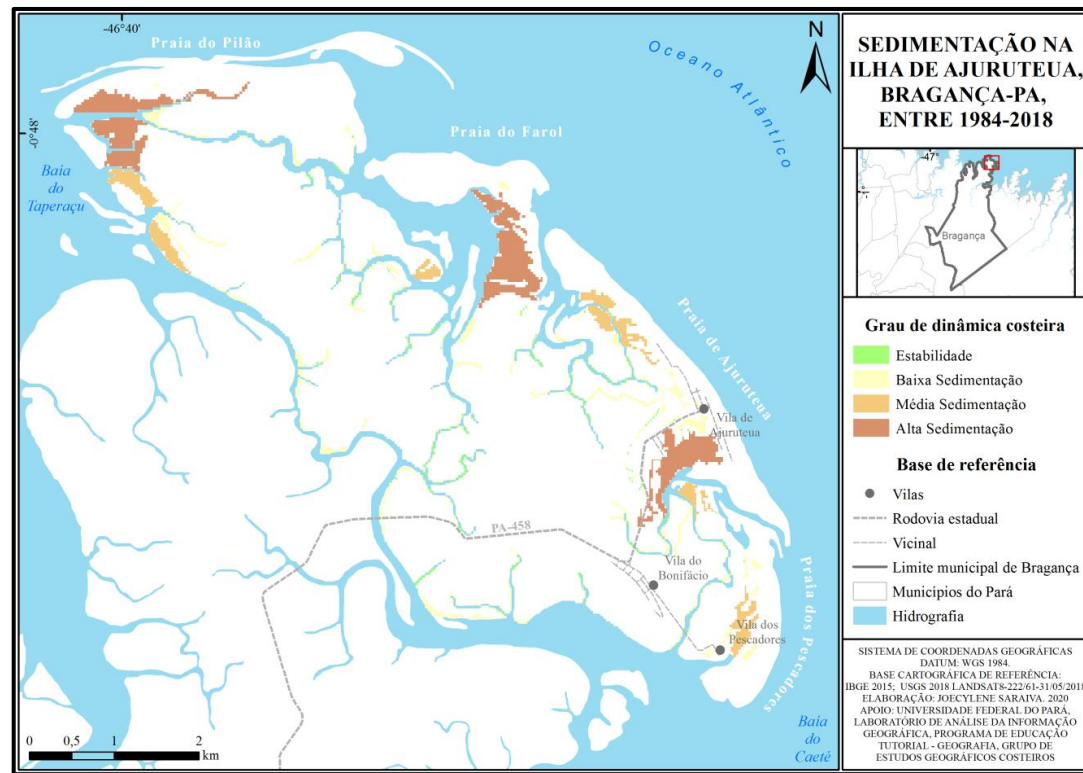
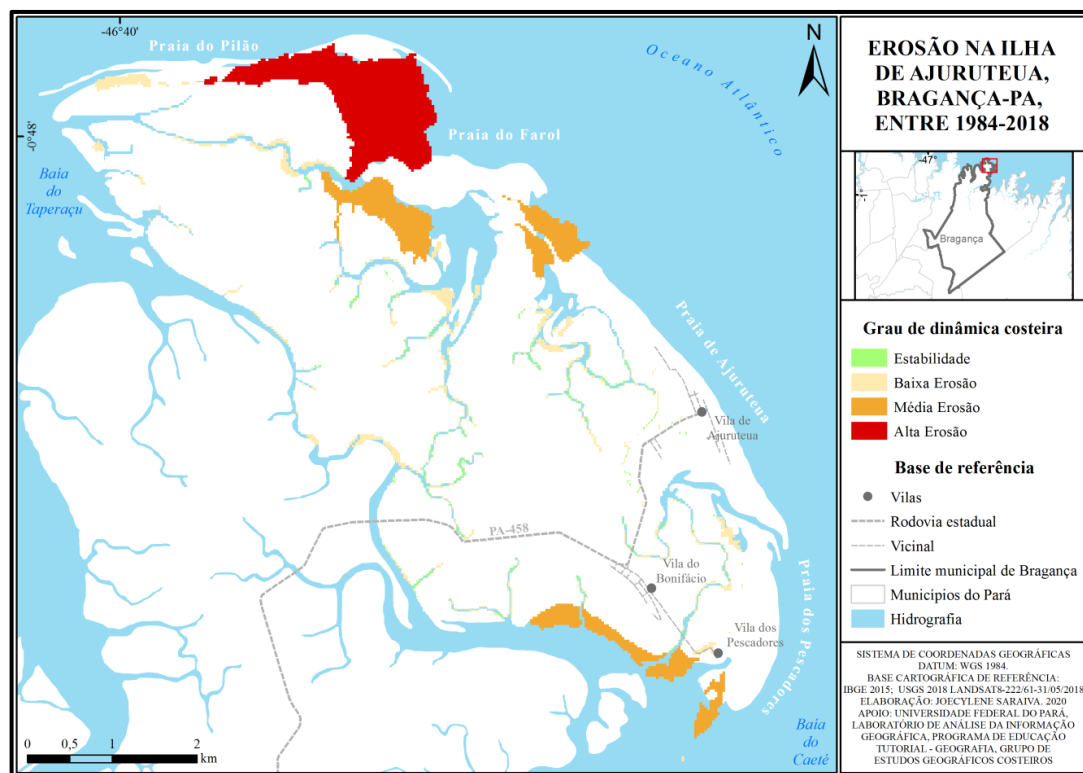
Os dados quantitativos obtidos pelo cálculo das áreas, medidas lineares e taxas indicam a predominância de áreas retrogradacionais. Ou seja, no intervalo 1984-2018, o recuo linear médio da linha de costa foi de 85 m com taxa de 2,5 m/ano. Isso levou à erosão de uma área de 3.834.792 m², com taxa de 112.788 m²/ano. Ao contrário, nos setores onde a linha de costa sofreu avanço, a acreção sedimentar produziu um total de 2.633.111 m² de áreas progradacionais, com taxa de 77.444 m²/ano. O avanço linear médio foi de 53 m, correspondente a taxa de 1,55 m/ano. Admite-se para o presente estudo a variação de ± 702 m² como margem do erro geométrico acumulativo areolar e de ± 23,5 m como margem de erro geométrico linear (SARAIVA, 2020).

ÁREAS DE DESLOCAMENTO DE MARGENS E MIGRAÇÃO DE DESEMBOCADURAS DE CANAIS DE MARÉ NA ILHA DE AJURUTEUA, BRAGANÇA-PA, ENTRE 1984 E 2018

As mudanças na posição da linha de costa refletem-se também no deslocamento de margens e de embocaduras dos canais de maré, na parte sudeste da ilha de Ajuruteua:

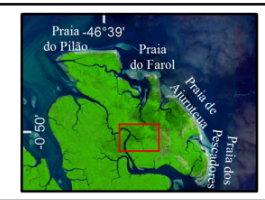
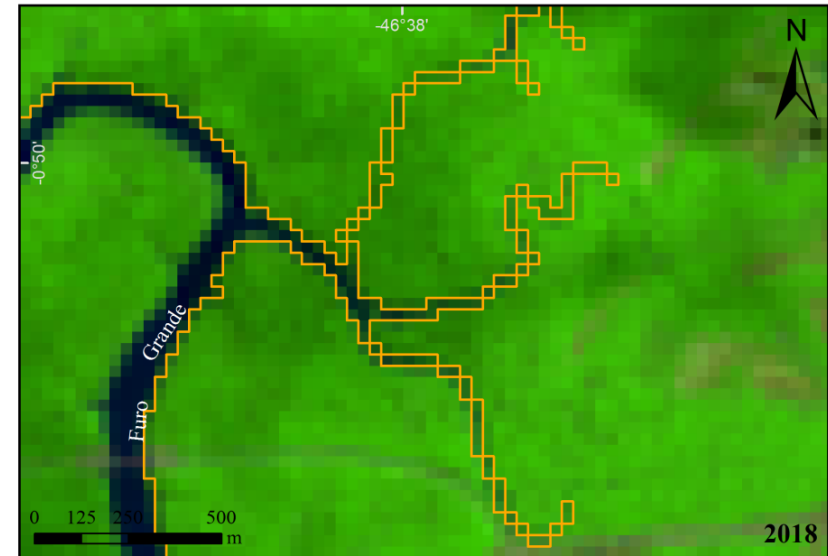
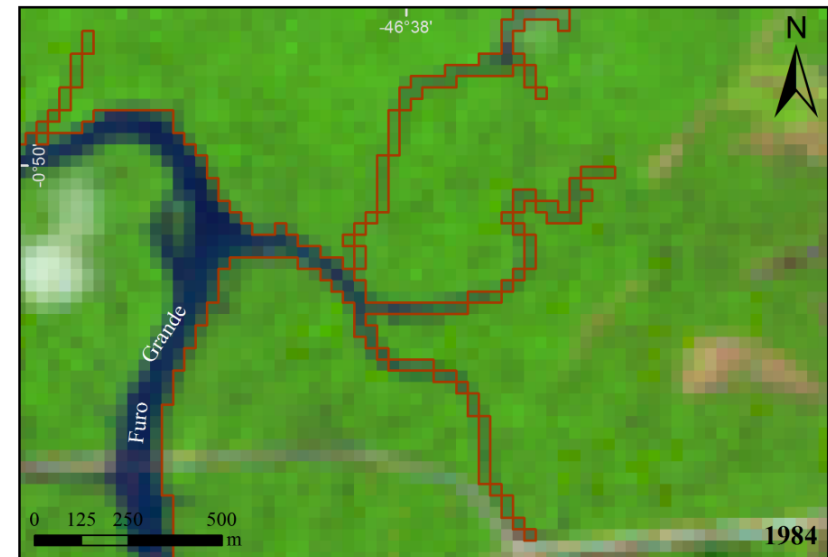
- (1) Deslocamento de 336 m ($\pm 23,5$ m) para noroeste da embocadura norte do furo da Estiva, concomitante com o crescimento do mangue e o desenvolvimento de barras fluviomarinhas;
- (2) Deslocamento de 496 m ($\pm 23,5$ m) para norte da embocadura sul do furo da Estiva, na porção sudeste da ilha, entre 1984 e 2018 (SARAIVA, 2020).





A classificação dos diferentes setores da ilha de Ajuruteua de acordo com o grau do fenômeno dinâmico (baixa, média e alta sedimentação ou erosão e estabilidade) baseou-se no erro geométrico do georreferenciamento das imagens e no método automatizado de quebras naturais do software ArcGIS versão 10.1 (Natural Breaks/Jenks). As áreas com dimensões de até 702 m^2 foram classificadas como de estabilidade por estarem inclusas no erro geométrico areolar acumulativo. As áreas de baixa erosão ($706 \text{ m}^2 - 78.446 \text{ m}^2$), média erosão ($78.447 \text{ m}^2 - 503.538 \text{ m}^2$) e alta erosão ($503.539 \text{ m}^2 - 1.682.432 \text{ m}^2$), assim como, as áreas de baixa sedimentação ($710 \text{ m}^2 - 35.499 \text{ m}^2$), média sedimentação ($35.500 \text{ m}^2 - 104.259 \text{ m}^2$) e alta sedimentação ($104.260 \text{ m}^2 - 434.909 \text{ m}^2$) foram definidas em classes, onde os intervalos são obtidos pelo agrupamento de dados areolares semelhantes ou com menor variação. (SARAIVA, 2020)

SETOR DE ESTABILIDADE DA LINHA DE COSTA NA ILHA DE AJURUTEUA, BRAGANÇA-PA, ENTRE 1984 E 2018



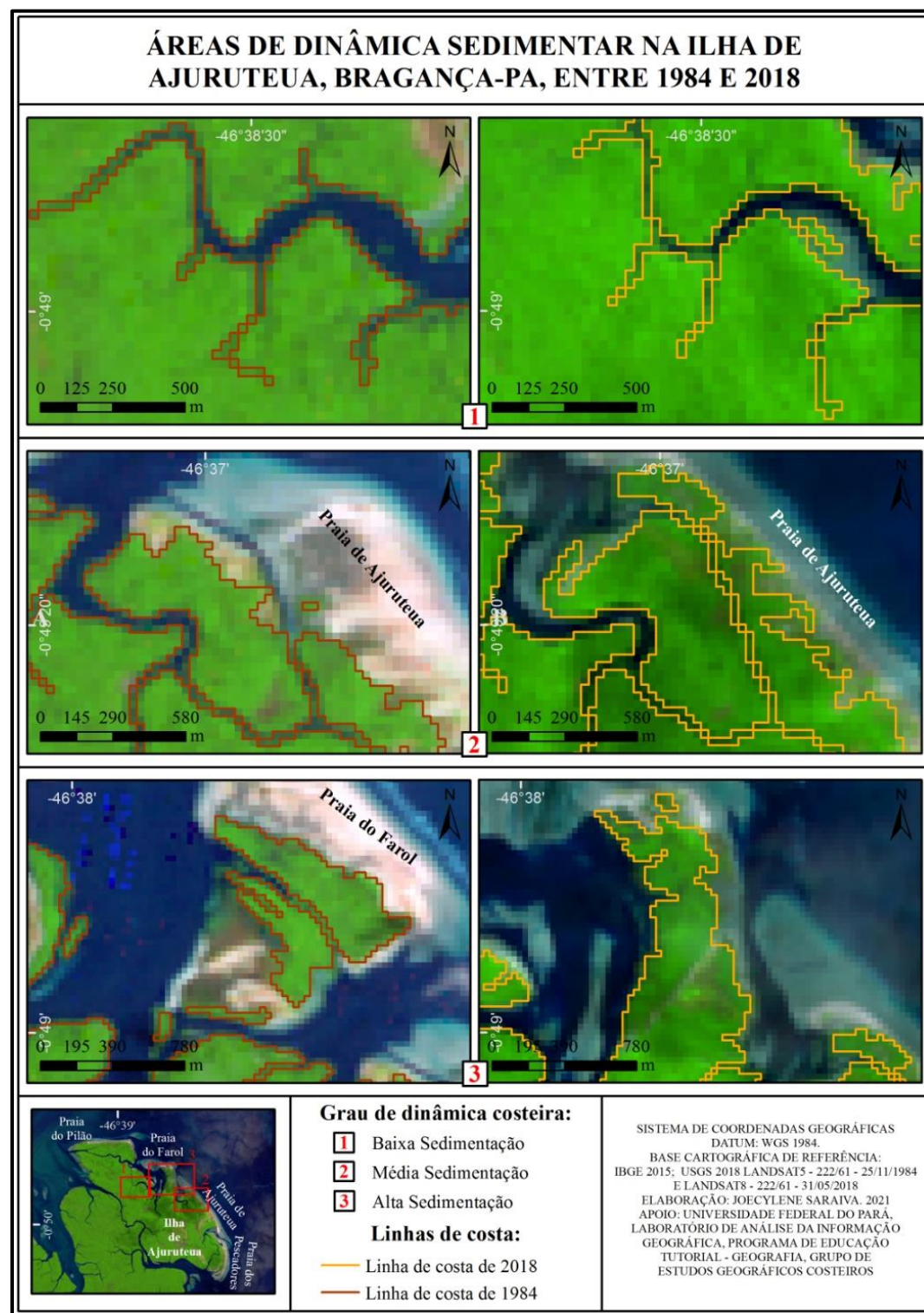
Linhas de Costa:

- Linha de costa de 1984
- Linha de costa de 2018

SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
DATUM: WGS 1984.
BASE CARTOGRÁFICA DE REFERÊNCIA:
IBGE 2015; USGS 2018 LANDSAT5 - 222/61 - 25/11/1984
E LANDSAT8 - 222/61 - 31/05/2018
ELABORAÇÃO: JOECYLENE SARAIVA, 2021
APOIO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ,
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DA INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA, PROGRAMA DE EDUCAÇÃO
TUTORIAL - GEOGRAFIA, GRUPO DE
ESTUDOS GEOGRÁFICOS COSTEIROS

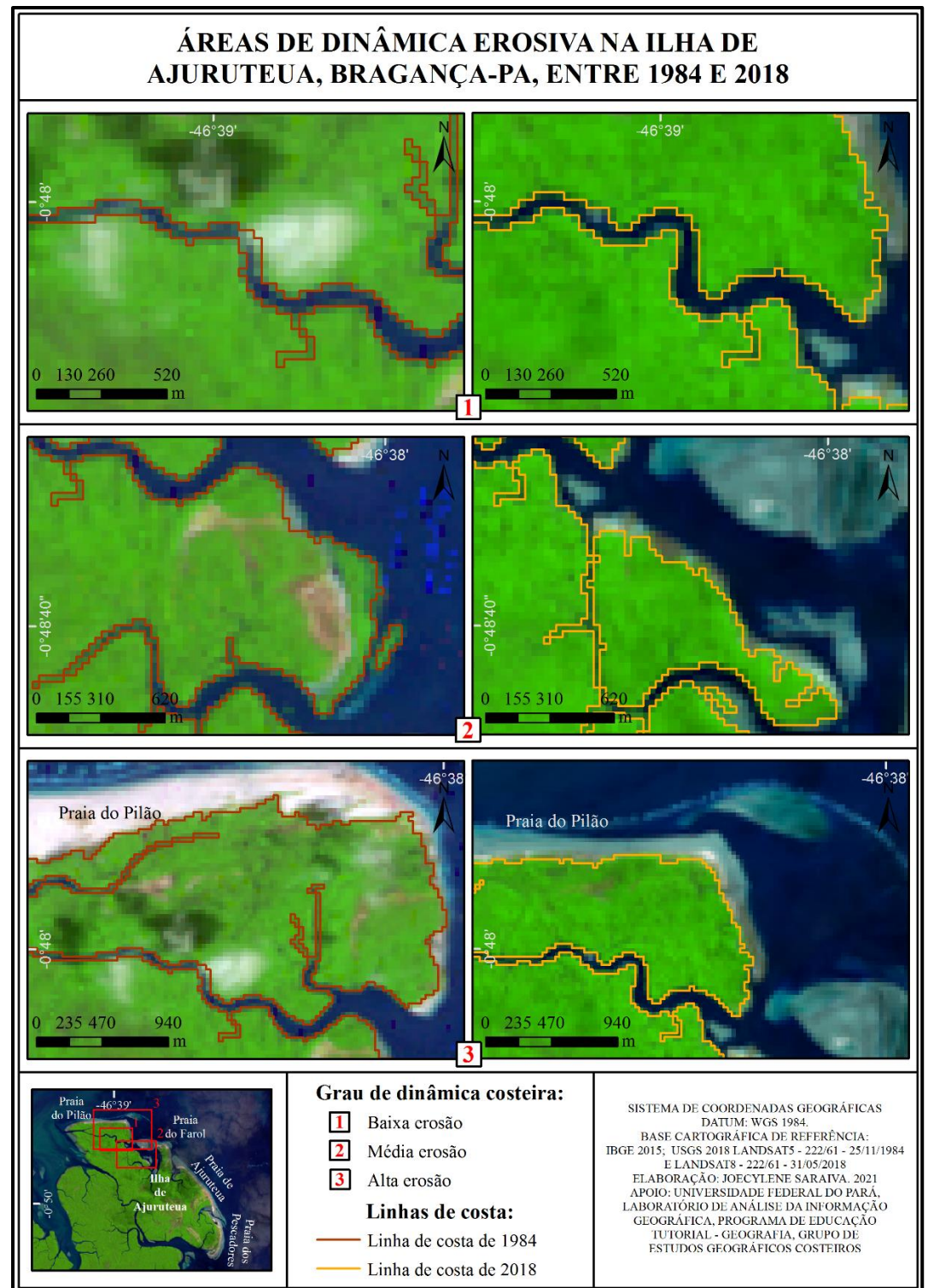
Setores de estabilidade ocorreram, predominantemente, nas margens dos canais de maré que possuem reduzido suprimento sedimentar e baixa influência de agentes naturais energéticos, ao abrigo da arrebentação das ondas e de correntes mais velozes. Tal classificação abrange as áreas incluídas no cálculo de erro geométrico areolar acumulativo de 702 m^2 , caracterizando-se como setores de manutenção da linha de costa, onde não houve registro de avanço ou recuo nos últimos 34 anos. (SARAIVA, 2020).

- (1) Os setores de baixa sedimentação foram classificados dentro do intervalo espacial de 710 m^2 a 35.499 m^2 . Nesses casos, a linha de costa apresentou avanço linear médio de 37 m ($\pm 23,5 \text{ m}$) e máximo de 339 m ($\pm 23,5 \text{ m}$) e taxa de $1,1 \text{ m/ano}$. Distribuíram-se, principalmente, no interior dos canais de maré, locais protegidos de agentes naturais de alta energia.
- (2) Os setores de média sedimentação pertenceram ao intervalo 35.500 m^2 - 104.259 m^2 . A linha de costa teve avanço médio de 117 m ($\pm 23,5 \text{ m}$), avanço máximo de 391 m ($\pm 23,5 \text{ m}$) e taxa de $3,5 \text{ m/ano}$. Estes setores localizaram-se nas proximidades de canais distributários de maior suprimento arenoso ou argiloso, como o furo Grande, furo do Chavascal e furo do Maguari e o setor noroeste da praia de Ajuruteua.
- (3) Os setores de alta sedimentação, inseridos no intervalo entre 104.260 m^2 - 434.909 m^2 , apresentaram medidas de avanço linear médio e máximo correspondente, respectivamente, a 157 m ($\pm 23,5 \text{ m}$) e 1.080 m ($\pm 23,5 \text{ m}$), assim como uma taxa linear de $4,6 \text{ m/ano}$. Esses setores possuem um conjunto de características que promovem a dinâmica sedimentar mais acentuada: (a) estão em ambientes resguardados da forte ação de ondas e correntes; (b) o acúmulo de sedimentos favorece a posterior colonização pela vegetação de mangue. Dentre essas áreas, destaca-se a foz do furo do Chavascal, que registrou um total de 434.909 m^2 ($\pm 702 \text{ m}^2$) de área progradação e máxima linear de 601 m ($\pm 23,5 \text{ m}$). (SARAIVA, 2020).



ÁREAS DE DINÂMICA EROSIVA NA ILHA DE AJURUTEUA, BRAGANÇA-PA, ENTRE 1984 E 2018

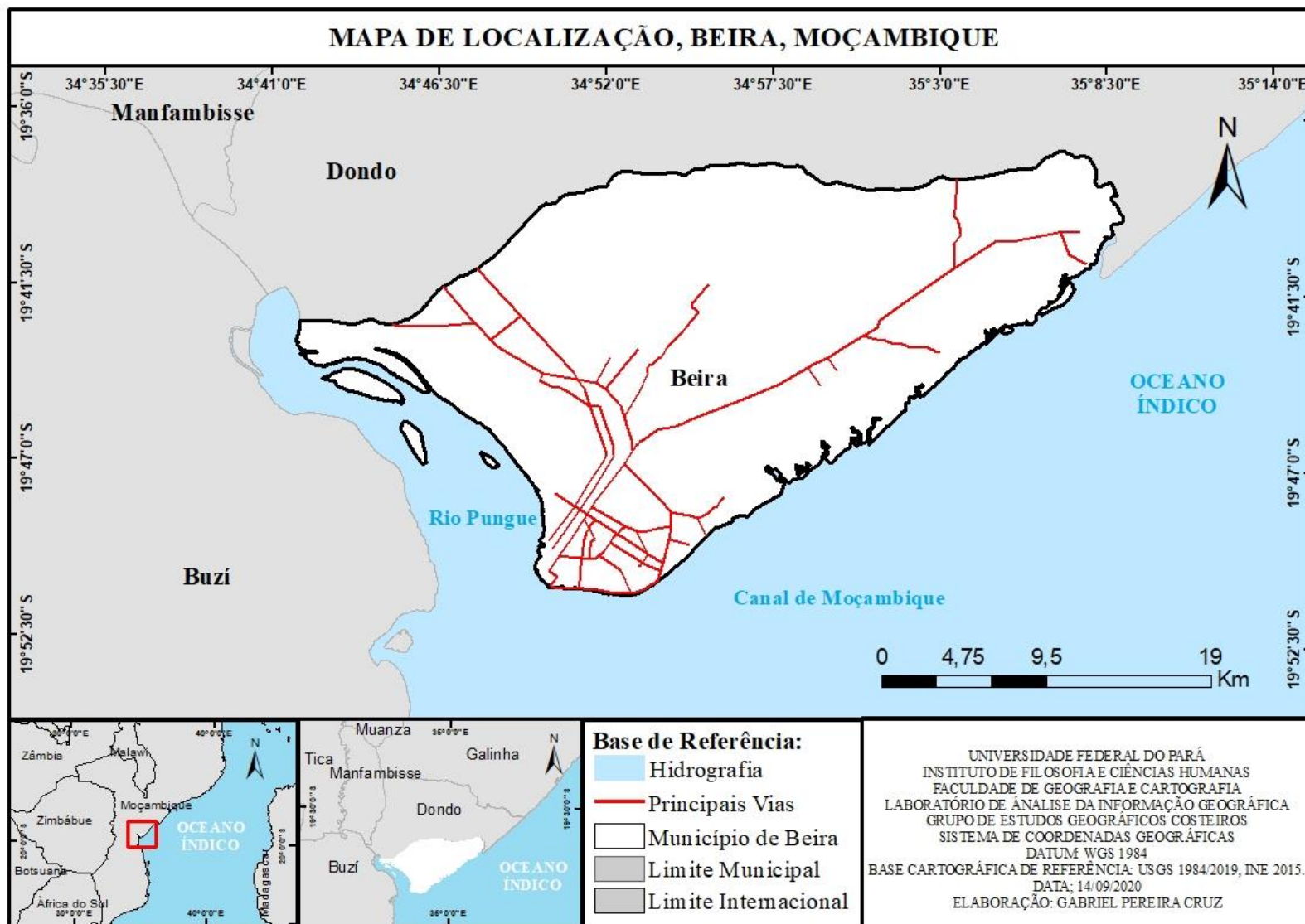
- (1) Os setores de baixa erosão foram agrupados na classe de dados areolares entre 706 m^2 - 78.446 m^2 , correspondentes às margens dos canais de maré. A linha de costa apresentou recuo médio de 44 m ($\pm 23,5$ m), recuo máximo de 510 m ($\pm 23,5$ m) e taxa de 1,3 m/ano.
- (2) Nos setores de média erosão (intervalo 78.447 m^2 a 503.538 m^2), a linha de costa teve um recuo médio de 239 m ($\pm 23,5$ m), máximo de 758 m ($\pm 23,5$ m) e taxa de 7 m/ano. Esses locais encontram-se suscetíveis à exposição de agentes naturais marítimos e fluviais de expressiva energia, como a porção sudeste da ilha de Ajuruteua sob influência do furo Grande e baía do Caeté, e a praia do Farol; com destaque para a erosão da área de $503.538,28 \text{ m}^2$ ($\pm 702 \text{ m}^2$) na região sudeste à praia do Pilão.
- (3) A classe de alta erosão (503.539 m^2 - $1.682.432 \text{ m}^2$) situou-se na porção noroeste da ilha, onde o recuo médio da linha de costa foi de 517 m ($\pm 23,5$ m) e máximo de 1.479 m ($\pm 23,5$ m), admitindo-se uma taxa de 15,2 m/ano. A extensa área retrogradacional resultou da exposição aos agentes naturais (correntes de maré e ondas) e da migração dos cordões arenosos atuais sobre a planície de maré lamosa. (SARAIVA, 2020).



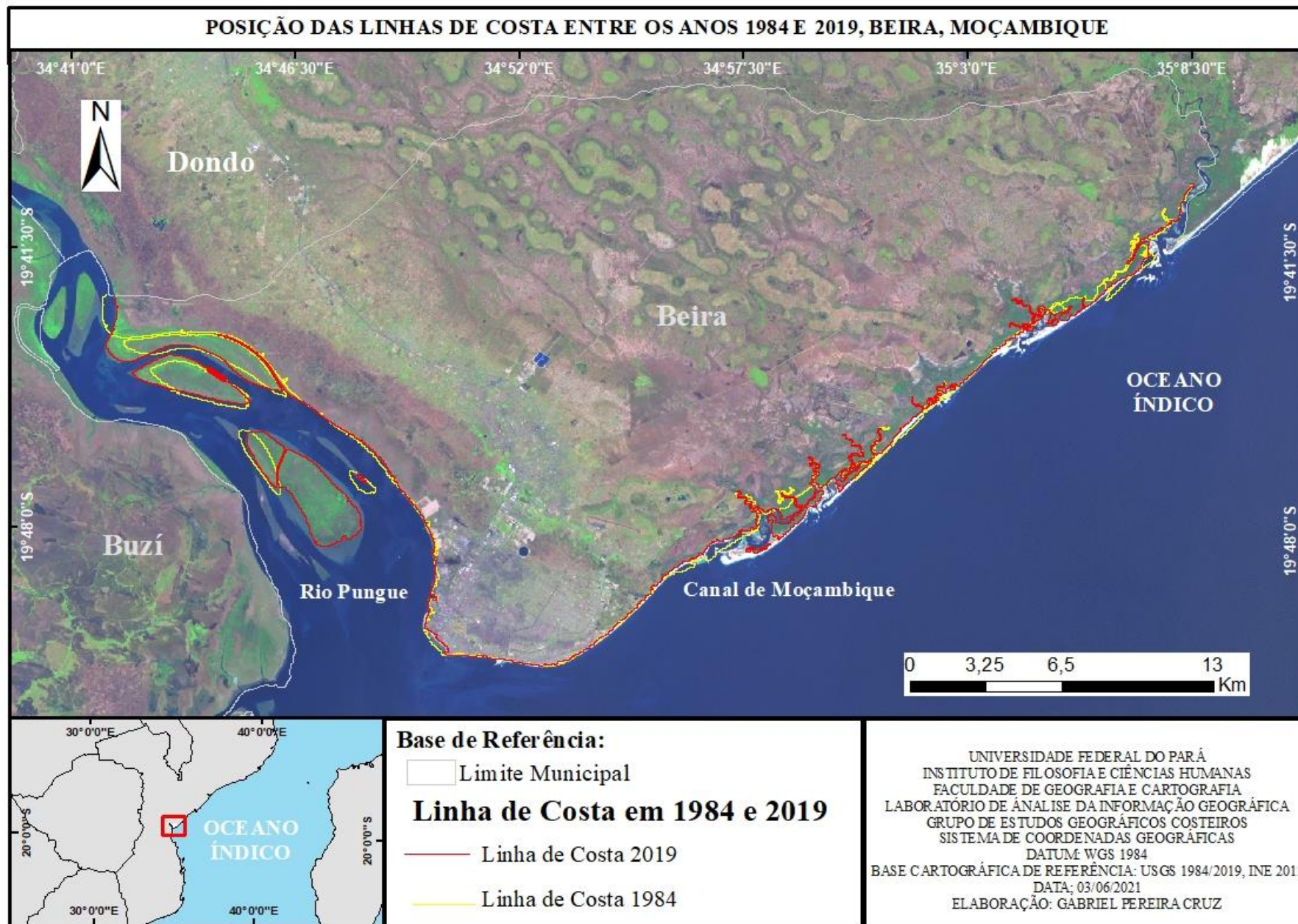


BEIRA, MOÇAMBIQUE

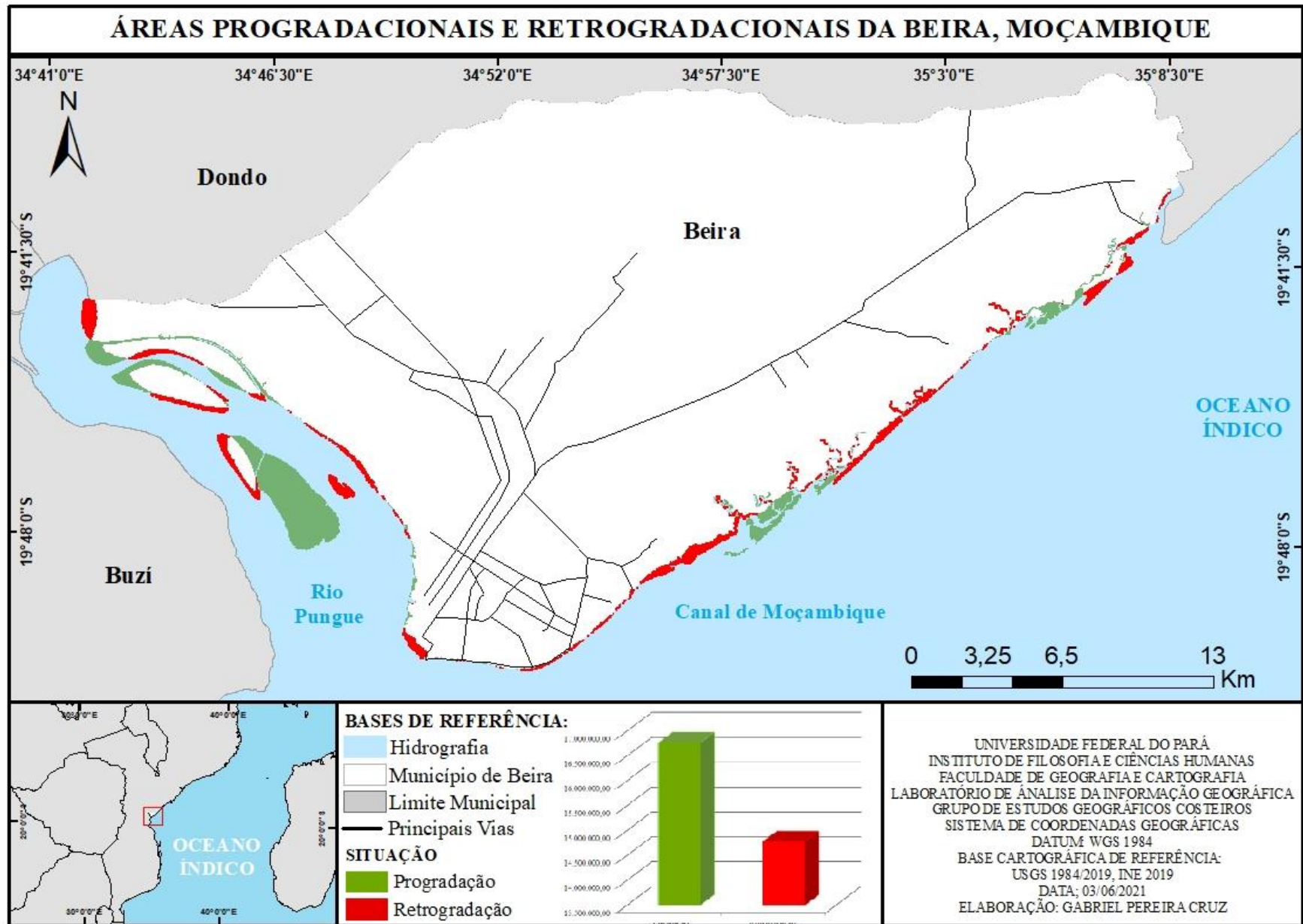
Gabriel Pereira Cruz



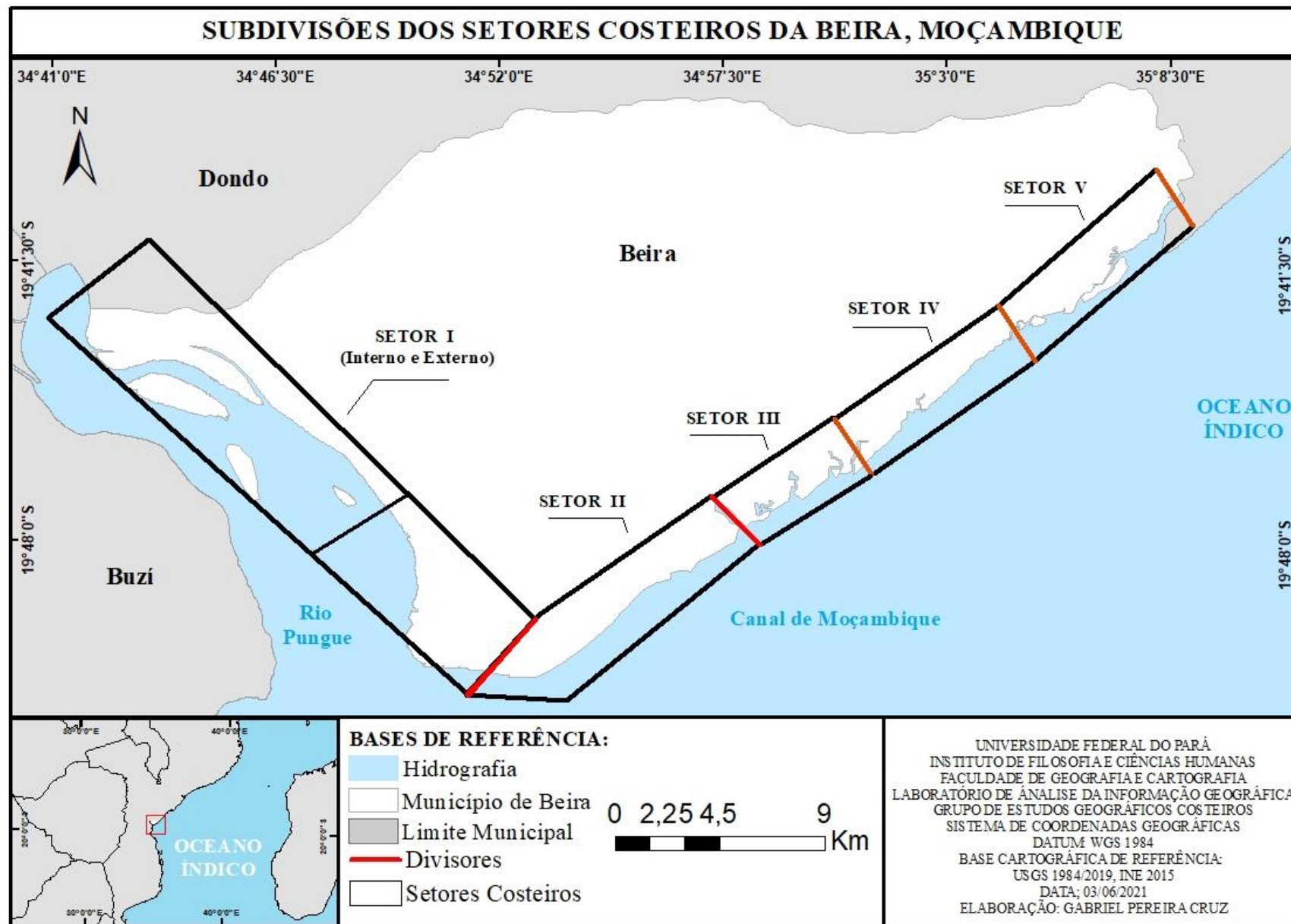
O distrito da Beira está localizado na costa oriental da África, entre as latitudes 19° 35' a 19° 50' Sul e entre as longitudes 34° 41' a 35° 10' Leste. Situa-se a cerca de 1.190 km ao Norte de Maputo, capital de Moçambique. Configura-se como uma península na margem esquerda da embocadura do rio Pungue no Oceano Índico (Canal de Moçambique). Confina ao Norte e a Oeste com o distrito de Dondo, a Leste com o Canal de Moçambique (Oceano Índico) e ao Sul com o rio Pungue e com o Canal de Moçambique. A Nordeste, Beira limita-se com o Rio Macuti. Em função desta localização geográfica, a zona costeira da Beira é influenciada pelos principais fatores dinâmicos: marés com amplitudes que variam de 1,55 m (quadratura) a 5,57 m (sizígia); ondas com alturas significativas entre 0,5 e 2,0 m, provenientes de ESE e S na maior parte do ano; ventos predominantemente de SE e E; corrente marinha Moçambique-Agulhas com trajeto preferencial N-S (MUCHANGOS, 1999; SILVA, 2011)



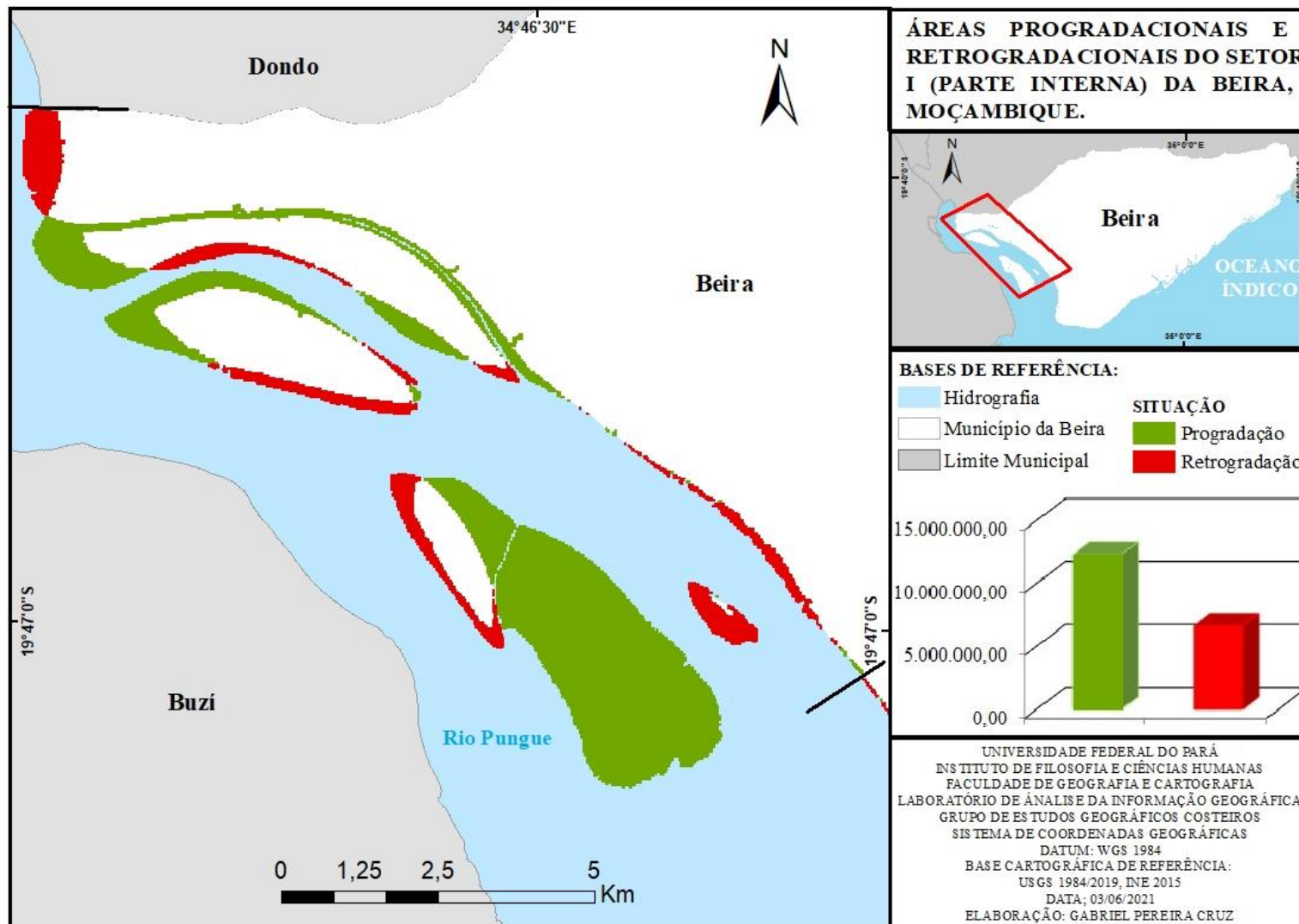
A sobreposição dos vetores relativos às linhas de costa de 1984 e de 2019, do distrito da Beira, mostrou que a progradação (avanço da linha de costa na direção do oceano Índico) foi o fenômeno predominante nos últimos 35 anos. O avanço médio da linha de costa foi de 267,13 m, que ocorreu a uma taxa de 7,6 m/ano. Em menor proporção, a retrogradação, isto é, o recuo da linha de costa alcançou a média de 149,15 m, com taxa de 4,2 m/ano. . A linha de costa da Beira tem uma extensão de 222 km, desde a divisa com Dondo, até a foz do Rio Savane.



A variação na posição da linha de costa acarretou a formação de áreas de acumulação e de erosão. No primeiro caso, as áreas progradacionais alcançaram um total de $16.663.050,01\text{m}^2 \pm 388,08\text{ m}^2$ com taxa de acumulação de $476.087\text{ m}^2/\text{ano}$. No segundo, as áreas retrogradacionais totalizaram $14.774.851,20\text{ m}^2 \pm 388,08\text{ m}^2$, apresentando taxa de erosão de $422.138\text{ m}^2/\text{ano}$. As maiores áreas de progradação situam-se na parte sudoeste, e as maiores áreas retrogradacionais estão na parte sul e sudeste do distrito, onde se localiza a cidade da Beira.

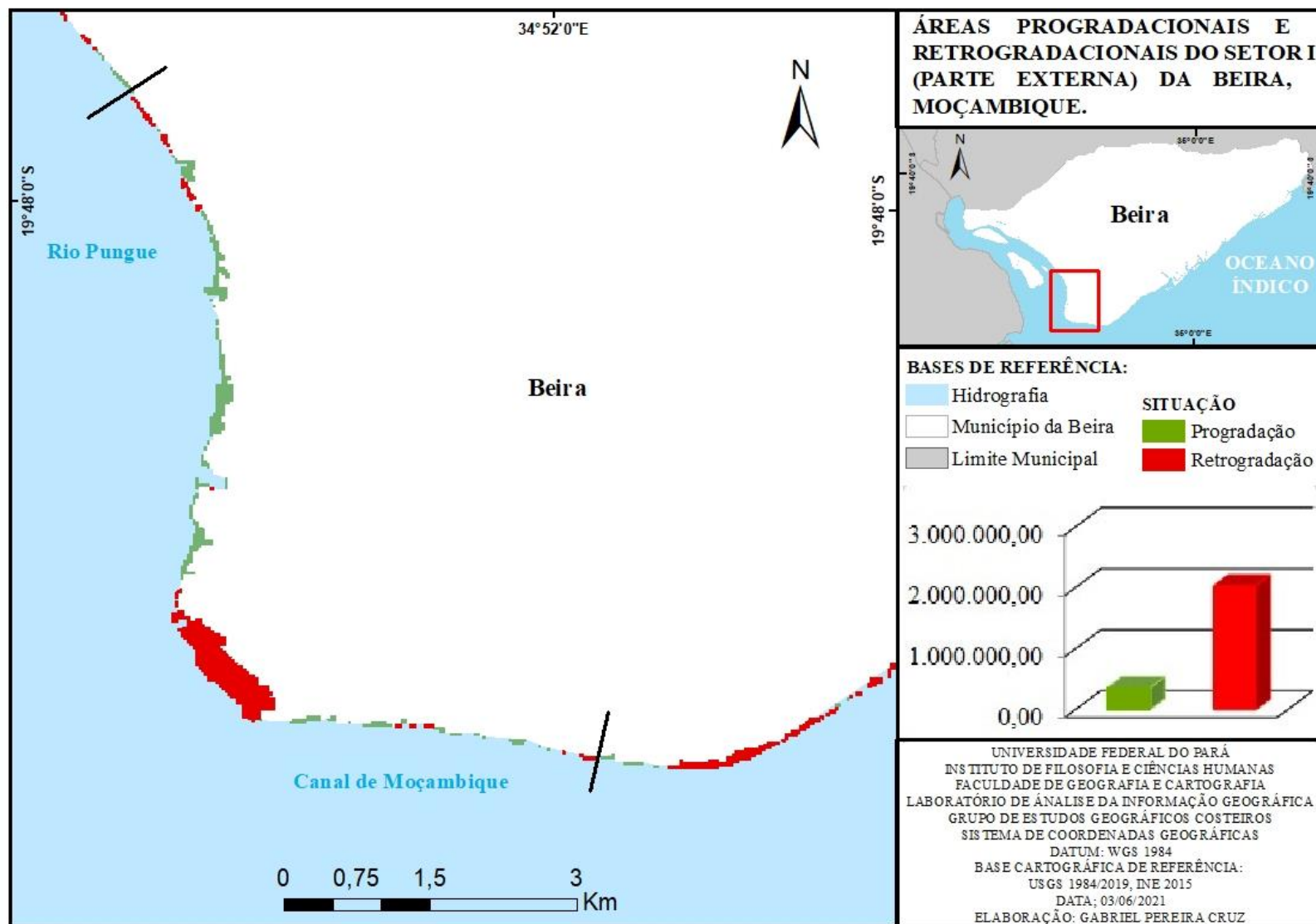


As singularidades que condicionam a diversidade costeira da Beira são: (1) presença de grandes embocaduras fluviais, tais como a dos rios Pungue e Savane; (2) influência do canal de Moçambique e da corrente Moçambique-Agulhas; (3) condições de macromaré na baía de Sofala; (4) presença da planície costeira ao longo de toda a extensão litorânea; (5) desenvolvimento de restingas e deltas de maré no litoral oriental; (6) formas de uso e ocupação antrópica. Por isso, dividiu-se a faixa costeira da Beira em cinco setores para melhor caracterização: Setor I – Estuário do rio Pungue (parte interna e externa); Setor II – Sudeste da Beira; Setor III – Leste da Beira; Setor IV – Nordeste da Beira; e Setor V – Foz do rio Savane.



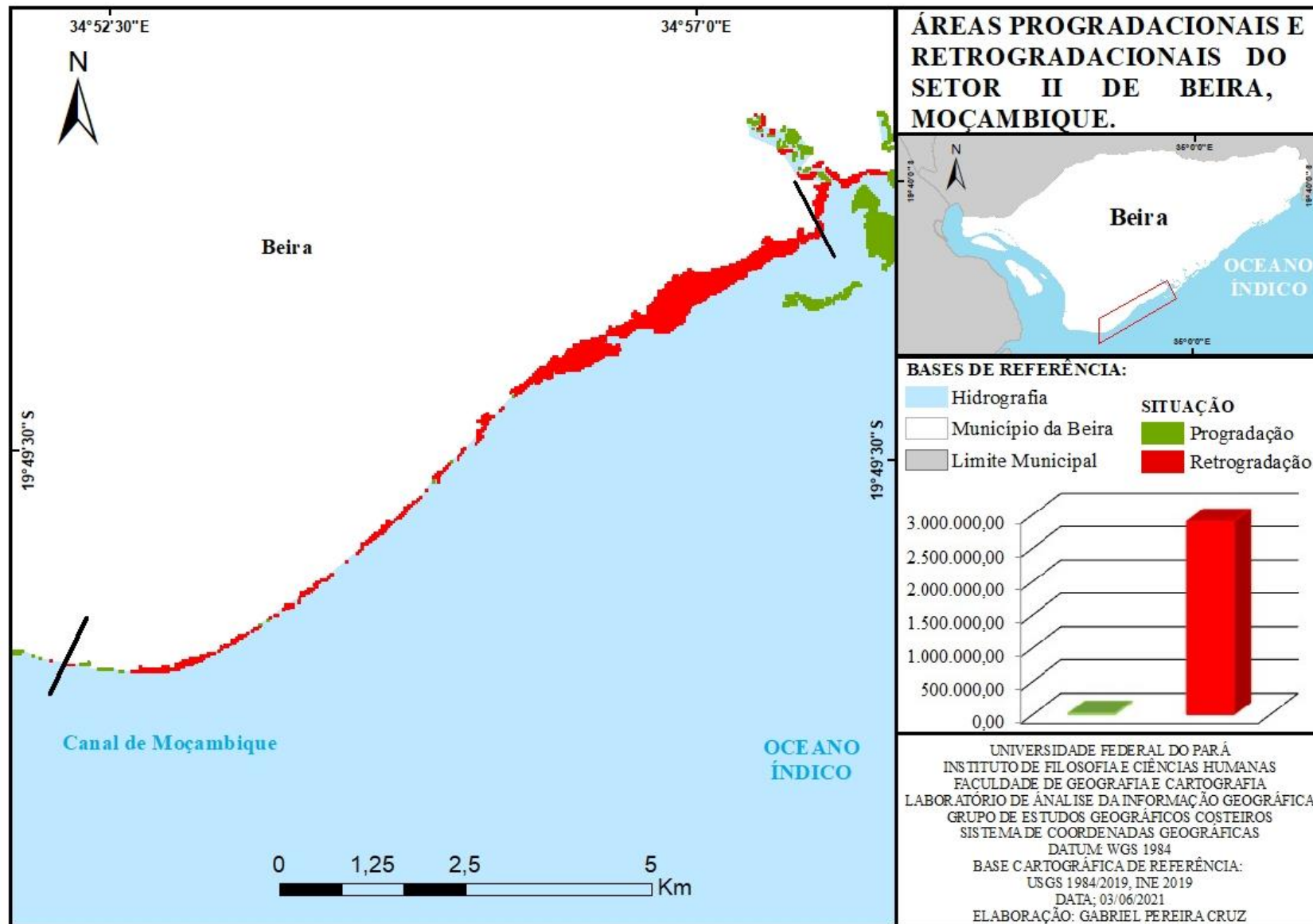
SETOR I - ESTUÁRIO DO RIO PUNGUE (PARTE INTERNA)

Esta parte do setor I, se inicia na divisa de Beira com Dondo e se estende até o início da zona portuária da Beira. Possui uma extensão de mais de 75 km. Destaca-se a presença das barras fluviomarinhas de meio de canal em posição longitudinal à corrente fluvial. Essas barras estão orientadas de acordo com o fluxo das marés dentro do estuário. É nessas barras que ocorrem as áreas mais dinâmicas de progradação porque elas funcionam como principais retentoras dos sedimentos transportados pelo rio. Por isso, as áreas progradacionais foram expressivas e totalizaram $12.274.305,40 \text{ m}^2 \pm 388,08 \text{ m}^2$, correspondendo a cerca de 72 % do total das áreas progradacionais da Beira. A taxa de acreção anual foi de $350.694 \text{ m}^2/\text{ano}$ e a taxa de avanço da linha de costa foi de $14,17 \text{ m/ano}$. Ao contrário, as áreas retrogradacionais somaram $6.531.868,94 \text{ m}^2 \pm 388,08 \text{ m}^2$ com uma taxa de erosão de $186.624 \text{ m}^2/\text{ano}$. Essas áreas representam 44% do total de áreas retrogradacionais. O recuo linear médio da linha de costa foi de $187,86 \text{ m}$ com uma taxa de $5,36 \text{ m/ano}$.



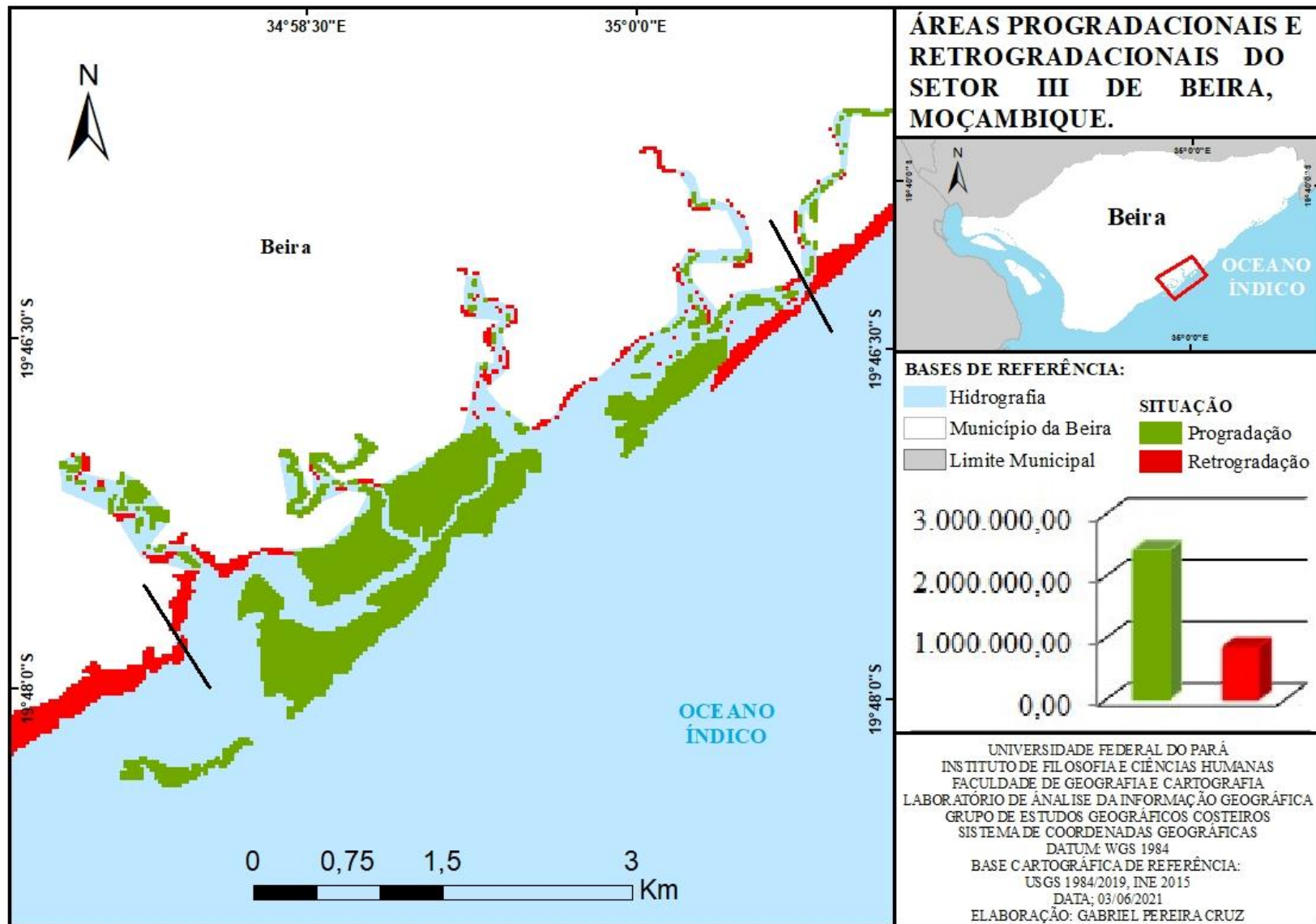
SETOR I - ESTUÁRIO DO RIO PUNGUE (PARTE EXTERNA)

A parte externa do setor I tem uma extensão de 14 km, apresentando característica peninsular devido à sua posição entre a embocadura do estuário e o canal de Moçambique, além da presença da cidade da Beira, uma área mais urbanizada. No setor da foz do rio Pungue, as maiores áreas foram retrogradacionais ($2.028.330,11 \text{ m}^2 \pm 388,08 \text{ m}^2$), cerca de 14% do total das áreas de retrogradação da Beira. A taxa de erosão anual foi de $57.952 \text{ m}^2/\text{ano}$ e a taxa de recuo linear médio da linha de costa foi de $5,59 \text{ m/ano}$. As instalações do porto da Beira localizam-se neste setor, por isso, são dotadas de estruturas de combate à erosão. As áreas progradacionais totalizaram $355.297,51 \text{ m}^2 \pm 388,08 \text{ m}^2$. A taxa de acreção anual foi de 10.151 m^2 e a taxa de avanço linear médio da linha de costa foi de $2,44 \text{ m/ano}$.



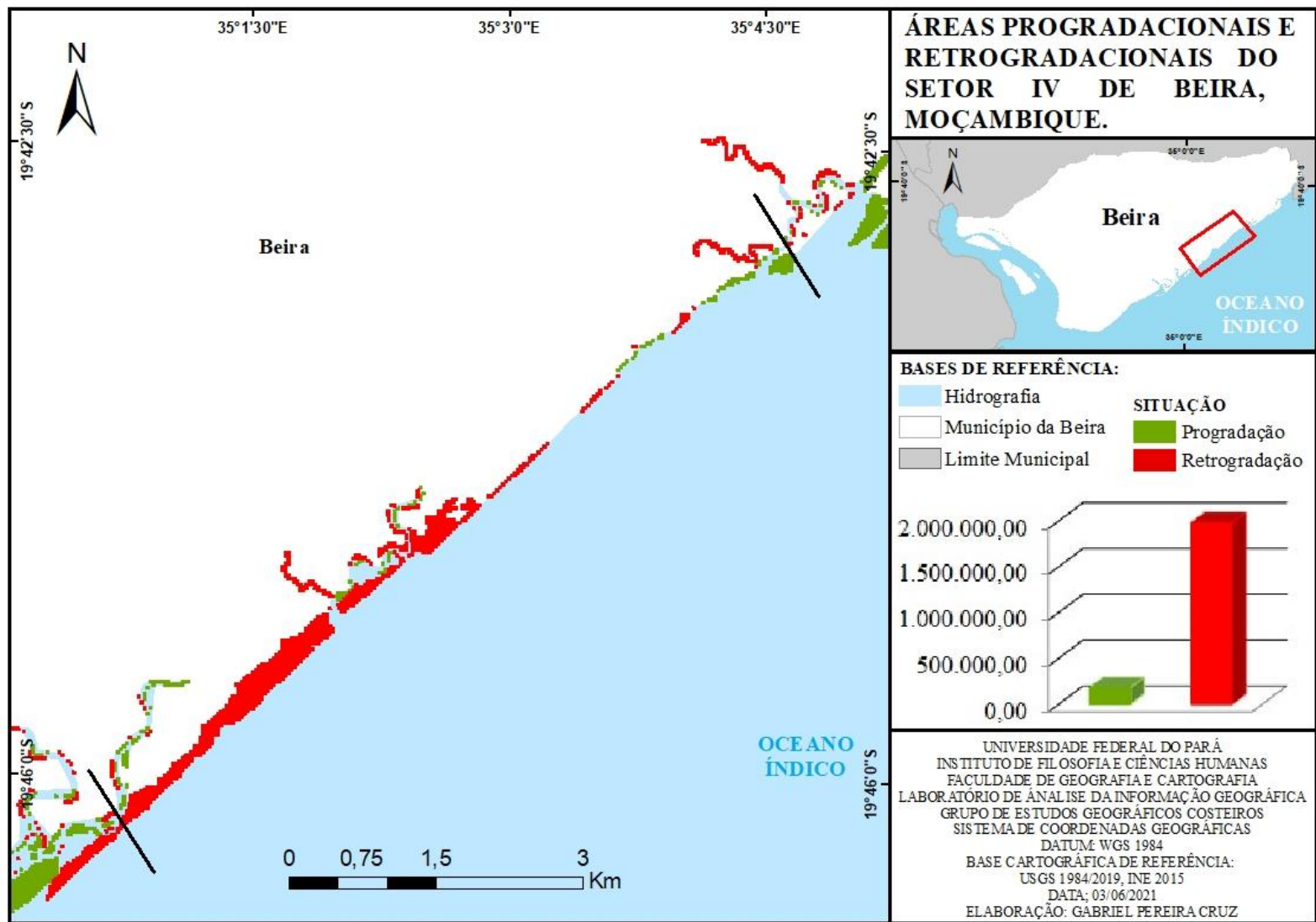
SETOR II - SUDESTE DA BEIRA

O setor II possui 17,9 km de extensão e apresentou grandes áreas retrogradacionais, que quantificaram $2.898.357,34 \text{ m}^2 \pm 388,08 \text{ m}^2$, cerca de 19% do total das áreas retrogradacionais da Beira. A taxa de erosão anual foi de $82.810 \text{ m}^2/\text{ano}$ e a taxa de recuo linear médio da linha de costa de $5,70 \text{ m/ano}$. As áreas progradacionais totalizaram $19.814,52 \text{ m}^2 \pm 388,08 \text{ m}^2$, com taxa de acreção anual de $566,12 \text{ m}^2/\text{ano}$ e taxa de avanço linear médio da linha de costa de $1,17 \text{ m/ano}$. Pelo exposto, define-se como um setor erosivo.



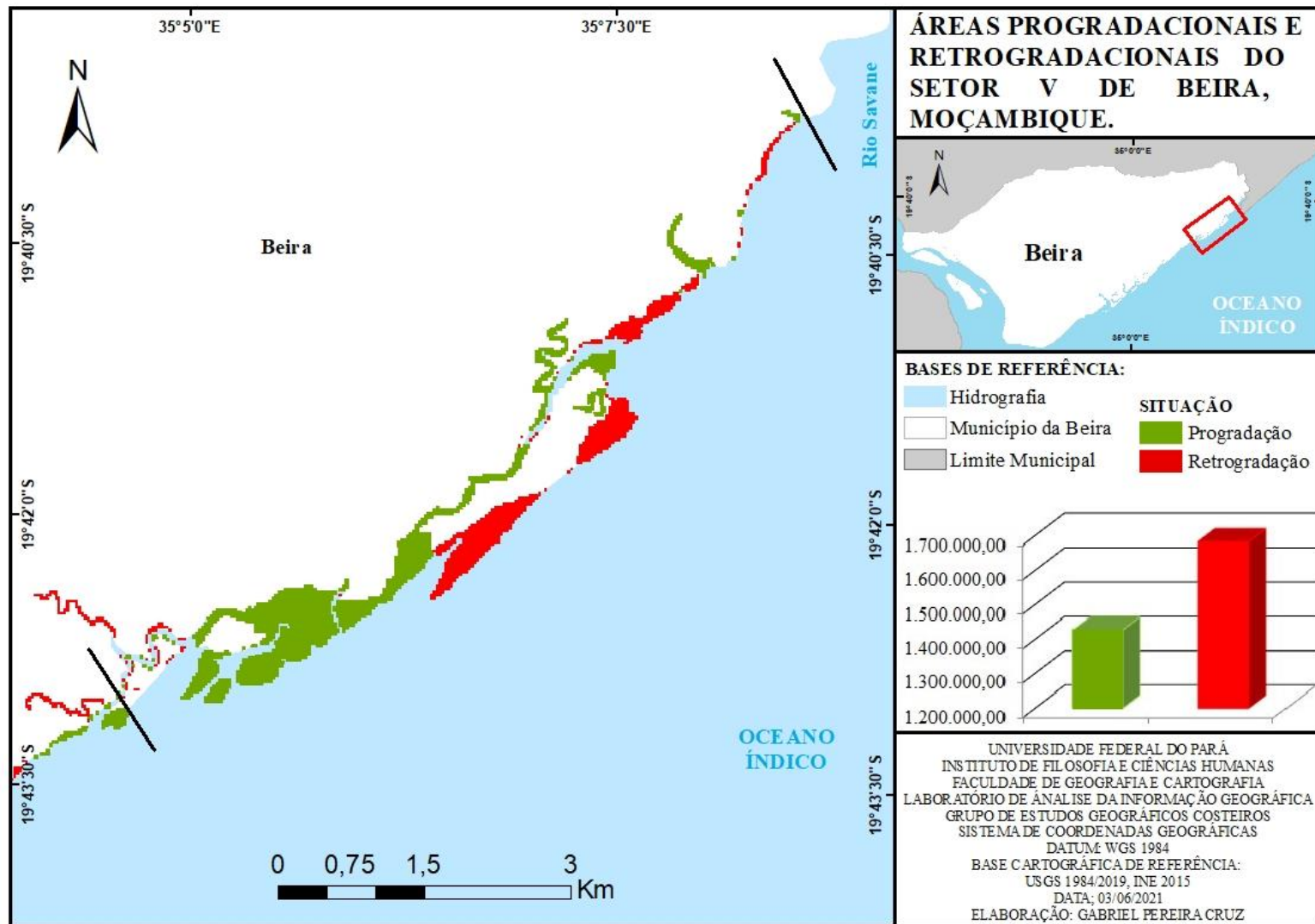
SETOR 3 - LESTE DA BEIRA

Com extensão de 54 km, este setor caracteriza-se pela presença de grandes embocaduras fluviais, barras marinhas e de restingas, que se desenvolvem graças à sedimentação. Desse modo, predominaram as áreas progradacionais, que quantificaram $2.416.300,93 \text{ m}^2 \pm 388,08 \text{ m}^2$, cerca de 14% do total das áreas progradacionais da Beira. A taxa de acreção anual foi de 69.037 m^2 e a taxa de avanço linear médio da linha de costa foi de 5,02m por ano. As áreas retrogradacionais totalizaram $845.140,42 \text{ m}^2 \pm 388,08 \text{ m}^2$. A taxa de erosão anual foi de 24.146 m^2 e a taxa de recuo linear médio da linha de costa foi de 1,74m por ano. Define-se como um setor de acumulação.



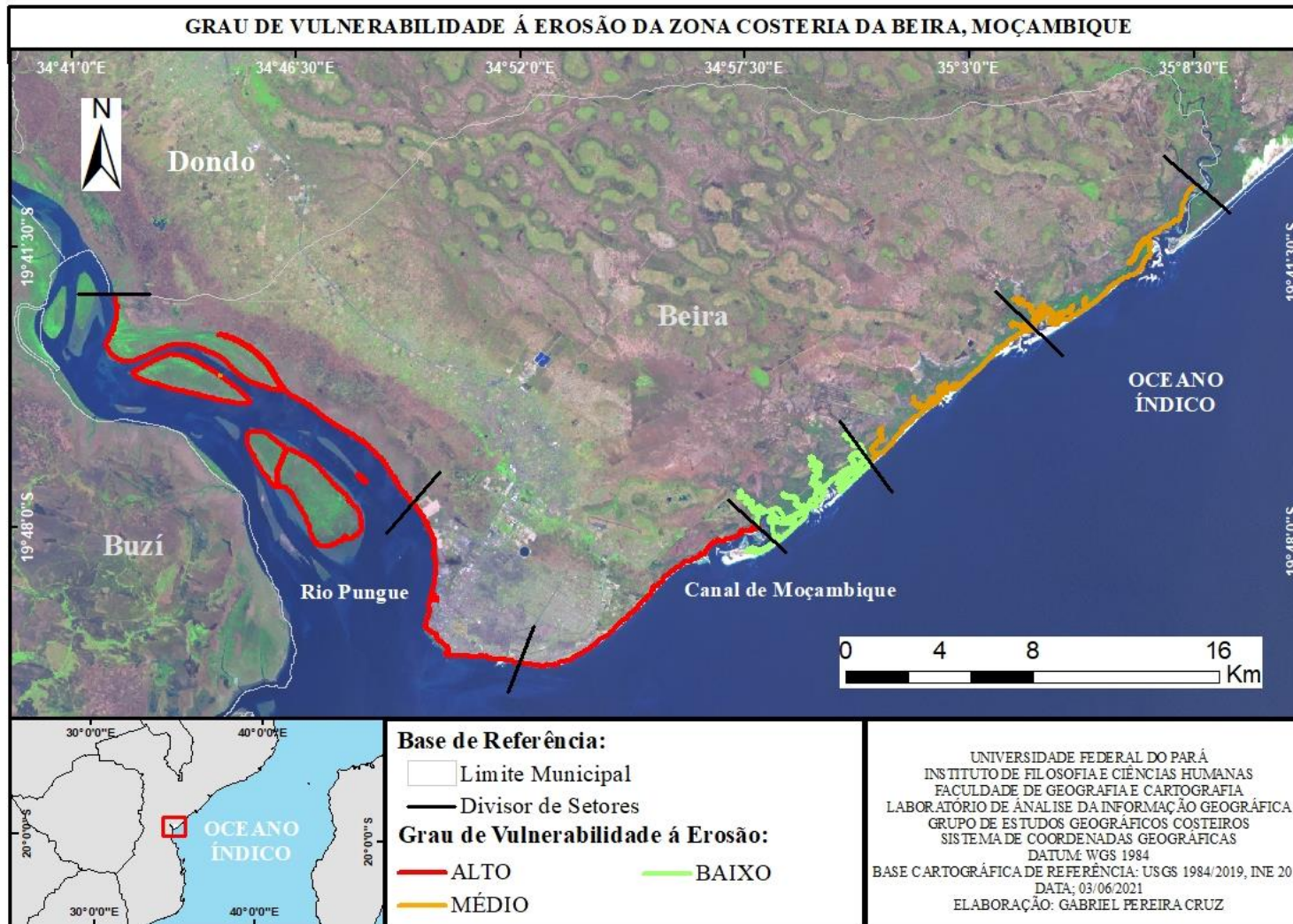
SETOR 4 - NORDESTE DA BEIRA

O setor 4, localizado no nordeste da Beira, possui aproximadamente 30 km de extensão. Houve predomínio do recuo da linha de costa. As áreas retrogradacionais totalizaram $1.975.629,21 \text{ m}^2 \pm 388,08 \text{ m}^2$, cerca de 13% do total das áreas erosivas da Beira. A taxa de erosão anual foi de 56.446 m^2 e a taxa de recuo linear médio da linha de costa foi de 2,82m por ano. As áreas progradacionais totalizaram $177.655,09 \text{ m}^2 \pm 388,08 \text{ m}^2$. A taxa de acreção anual foi de 5.075 m^2 e a taxa de avanço linear médio da linha de costa foi de 1,41m por ano.



SETOR 5 - FOZ DO RIO SAVANE

Este setor apresenta cerca de 32 km de extensão e se destaca pela foz do rio Savane. O desenvolvimento de áreas retrogradacionais chegou a 1.682.185,33 m² ± 388,08 m², cerca de 11 % do total das áreas erodidas da Beira. A taxa de erosão anual foi de 48.062 m² e a taxa de recuo linear médio da linha de costa foi de 3,01m por ano. As áreas progradacionais totalizaram 1.426.603,99 m² ± 388,08 m². A taxa de acreção anual foi de 40.760 m² e a taxa de avanço linear médio da linha de costa foi de 3,78m por ano.



Para a classificação do grau de vulnerabilidade à erosão dos cinco setores costeiros da Beira, foram estabelecidos 3 parâmetros: (1) o uso da terra (urbano ou rural); (2) a taxa de variação da posição da linha de costa; e (3) o total das áreas retrogradacionais. O setor I (parte interna e externa) e o setor II foram classificados com grau alto de vulnerabilidade à erosão. Isso se justifica pela cidade da Beira, com zonas residenciais, turísticas, atividade portuária e industrial. O setor III obteve grau baixo, pois apresenta a menor área de retrogradação, a menor taxa de recuo linear, ocupação parcialmente rural e dinâmica de acumulação sedimentar influenciada pelas embocaduras dos rios, que favorece a formação de barras arenosas e restingas, diminuindo o processo de erosão nesse setor. Os setores IV e V mostram grau médio. A ocupação é rural ligada à pesca e a pequenos lotes agrícolas. Esses setores possuem áreas e taxas de erosão de dimensões e valores aproximados, além das embocaduras fluviais que favorecem a sedimentação e a formação de barras arenosas.

GRAU DE VULNERABILIDADE À EROSÃO DOS SETORES COSTEIROS DA BEIRA, MOÇAMBIQUE

PARÂMETROS				
SETORES	OCUPAÇÃO	TAXA DE VARIÇÃO DA LINHA DE COSTA	ÁREA DE RETROGRADAÇÃO	GRAU DE VULNERABILIDADE
I (interno)	RURAL	5,36 m/ano	6.531.868,94 m ²	ALTO
I (externo)	URBANO	5,59m/ano	2.028.330,11 m ²	ALTO
II	URBANO	5,70 m/ano	2.898.357,34 m ²	ALTO
III	RURAL	1,74 m/ano	845.140,42 m ²	BAIXO
IV	RURAL	2,82 m/ano	1.975.629,21 m ²	MÉDIO
V	RURAL	3,01 m/ano	1.682.185,33 m ²	MÉDIO



Fotos: Acervo do Prof. Mário Uacane (Universidade Licungo, Moçambique), 07/05/2021

Bairro de Ponta Geá, área urbana no Sudeste da Beira (Setor II), verifica-se a sobreposição da faixa arenosa em relação ao arruamento (foto A) e a destruição parcial da pista (foto B) como consequências do recuo da linha de costa. Trata-se de um setor com alto grau de vulnerabilidade à erosão. Neste setor, ocorre a maior taxa de erosão da linha de costa da Beira: 5,70 m/ano.



Fotos: Acervo do Prof. Mário Uacane (Universidade Licungo, Moçambique), 07/05/2021



Setor II (Sudeste da Beira). O desmatamento do mangue (fotos A e B) reduz a proteção da zona costeira diante dos agentes erosivos, tais como as ondas e as marés. Assim, medidas de contenção, com emprego de barreiras de blocos rochosos e barcaças, são adotadas para diminuir a energia das ondas (foto C).



**MUNICÍPIO DE
SANTIAGO DE CUBA**

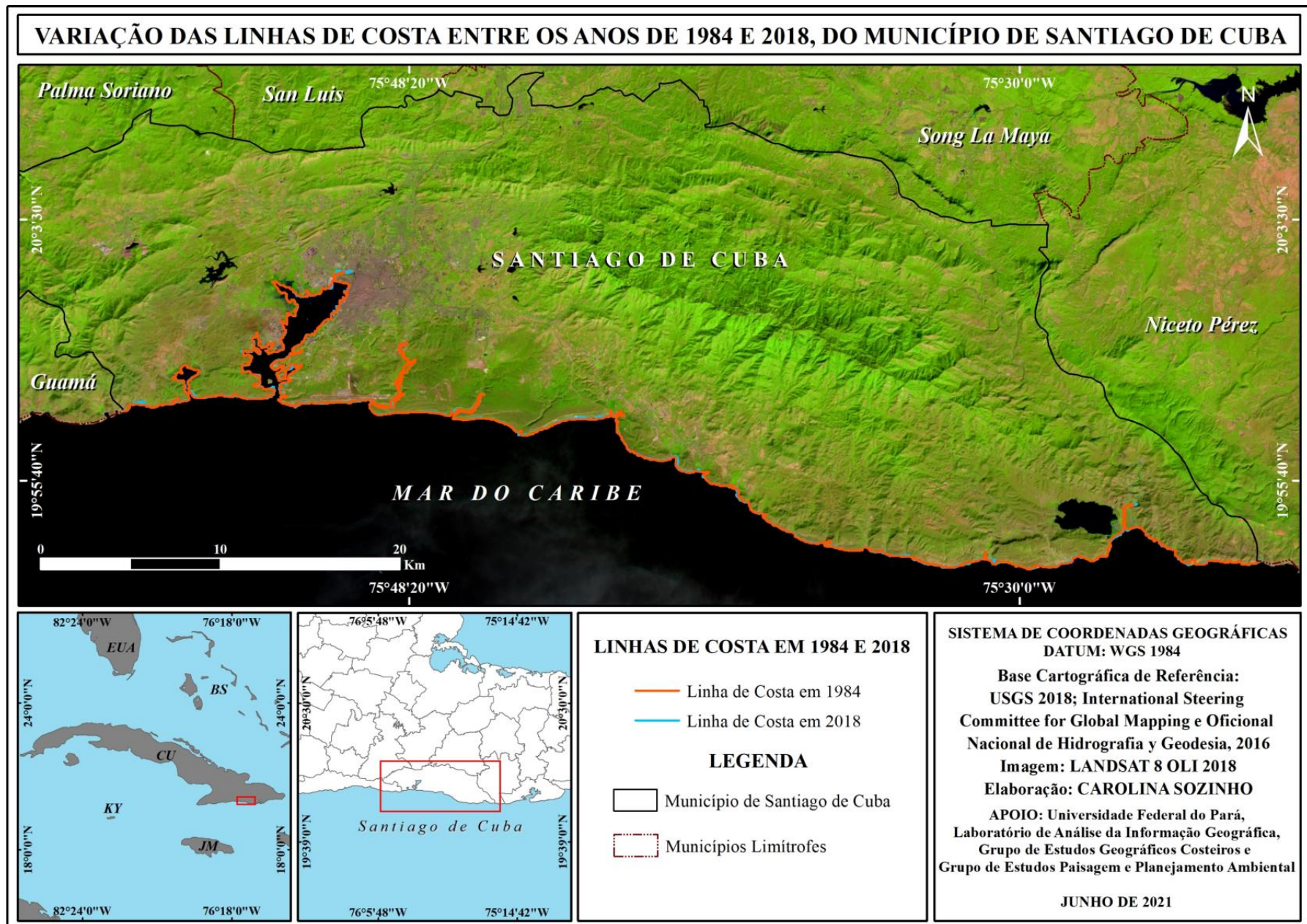
Carolina Sozinho da Silva



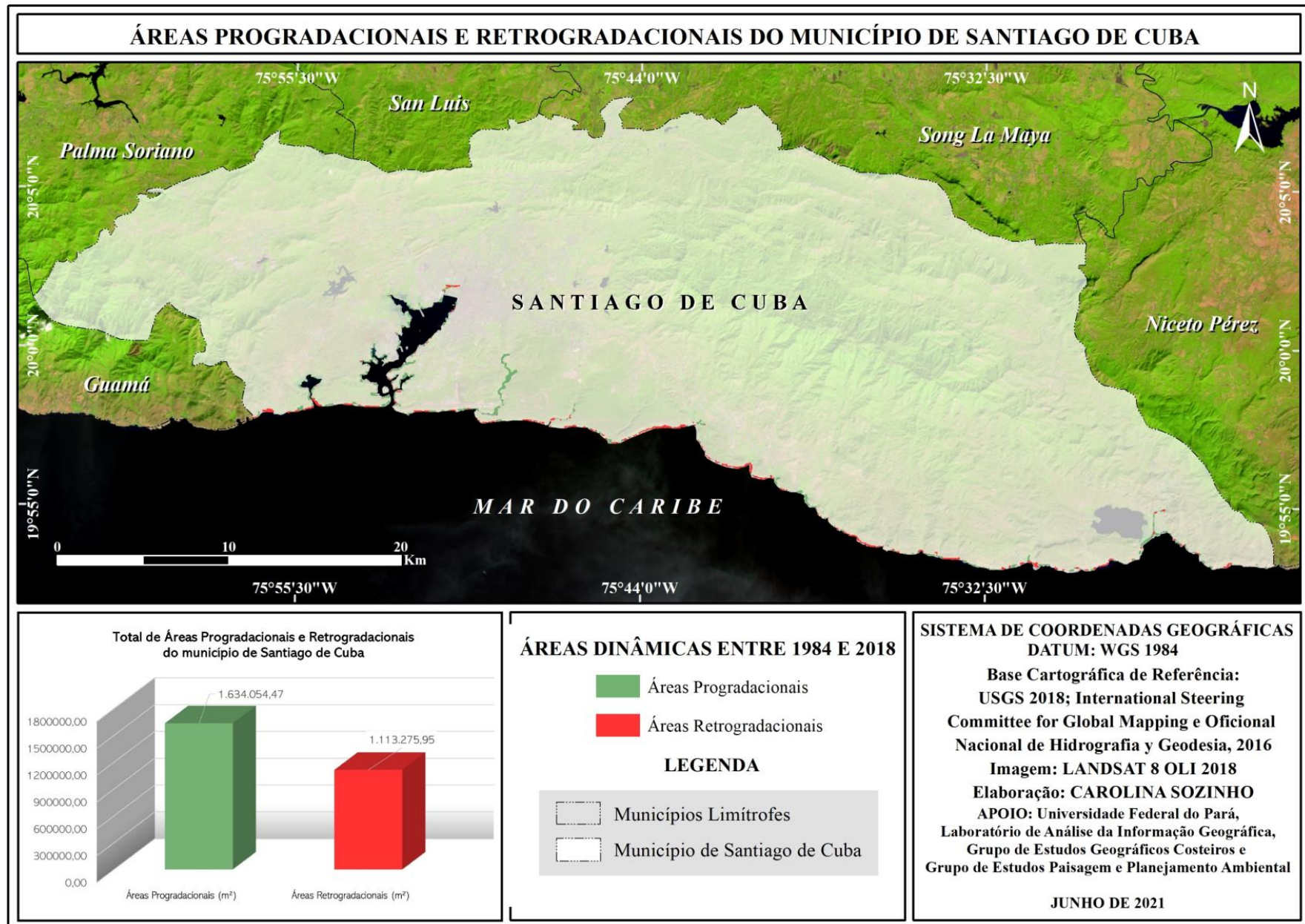
O município de Santiago de Cuba localizado na província de mesmo nome, situa-se na parte sul da região oriental da ilha de Cuba, sob influência do Mar do Caribe. Enquadra-se pelas coordenadas geográficas: latitude $19^{\circ} 53' 11''$ a $20^{\circ} 7' 53''$ Norte e longitude $75^{\circ} 22' 51''$ a $76^{\circ} 4' 17''$ Oeste . Insere-se no contexto sismotectônico do oriente cubano uma vez que está posicionado na intercessão das placas tectônicas Norteamericana e do Caribe. Assim, os sistemas de falhas e as condições litológico-estratigráficas geram os fenômenos que mais afetam a sociedade e o ambiente de Santiago de Cuba: os sismos, a erosão, os deslizamentos, as inundações, o carste e os solos expansivos (GALBÁN-RODRÍGUEZ, GUARDADO-LACABA, CHUY-RODRÍGUEZ, 2020/2021).



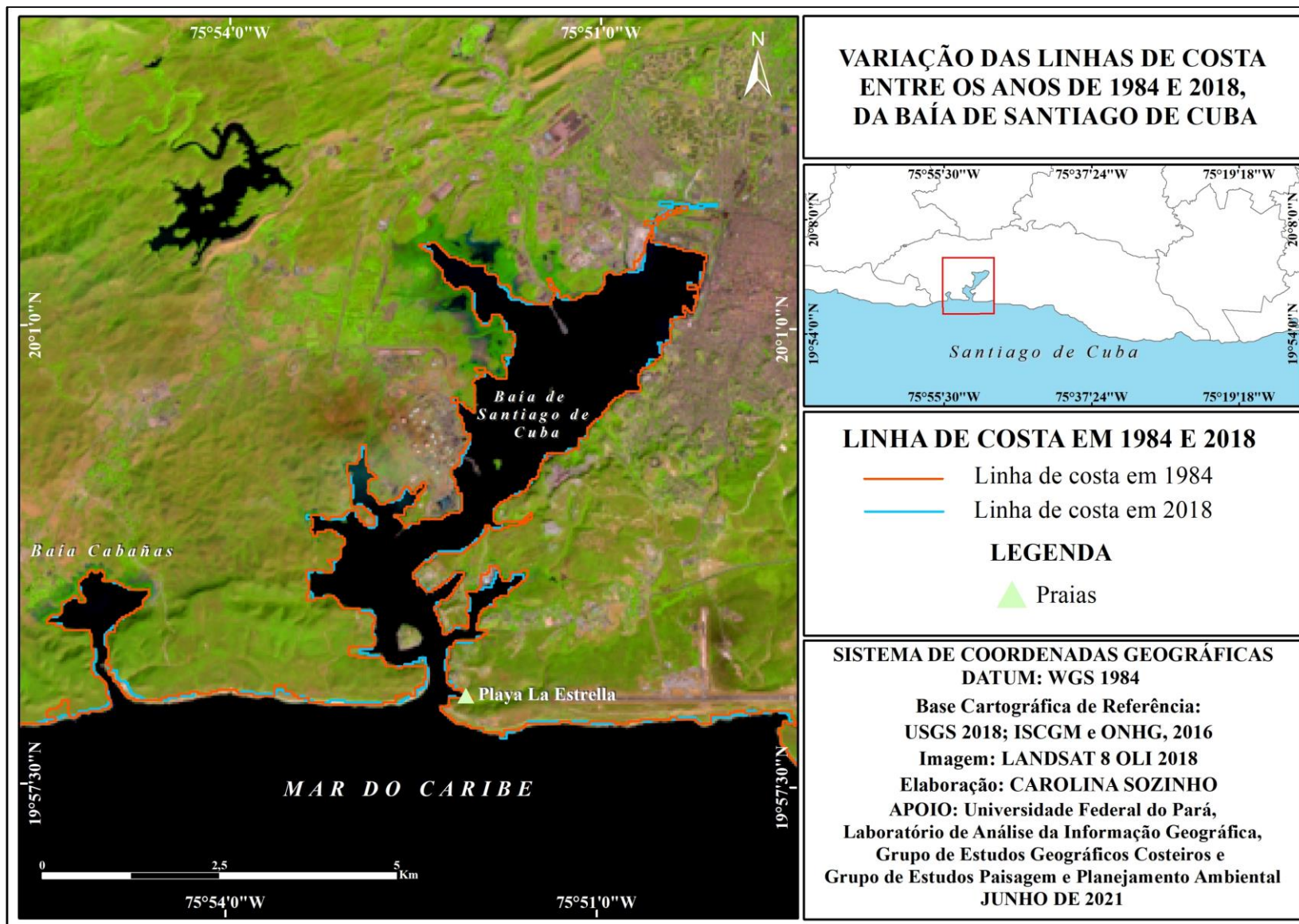
De acordo com a escala cartográfica adotada, são identificados em Santiago de Cuba, seis grandes grupos de relevo. Essa divisão morfológica geral baseia-se na amplitude dos movimentos neotectônicos, nas diferenças topográficas decorrentes, na gênese ligada à atuação de fatores exógenos, no caráter denudativo ou acumulativo e nas flutuações do nível do mar (DÍAZ DÍAZ, MAGAZ GARCÍA, PORTELA PERAZA, BOUZA ALONSO, HERNÁNDEZ SANTANA, 1990; ZAMORANO OROZCO, ORTIZ PÉREZ, RAMÍREZ HERRERA, HERNÁNDEZ SANTANA, 2000).



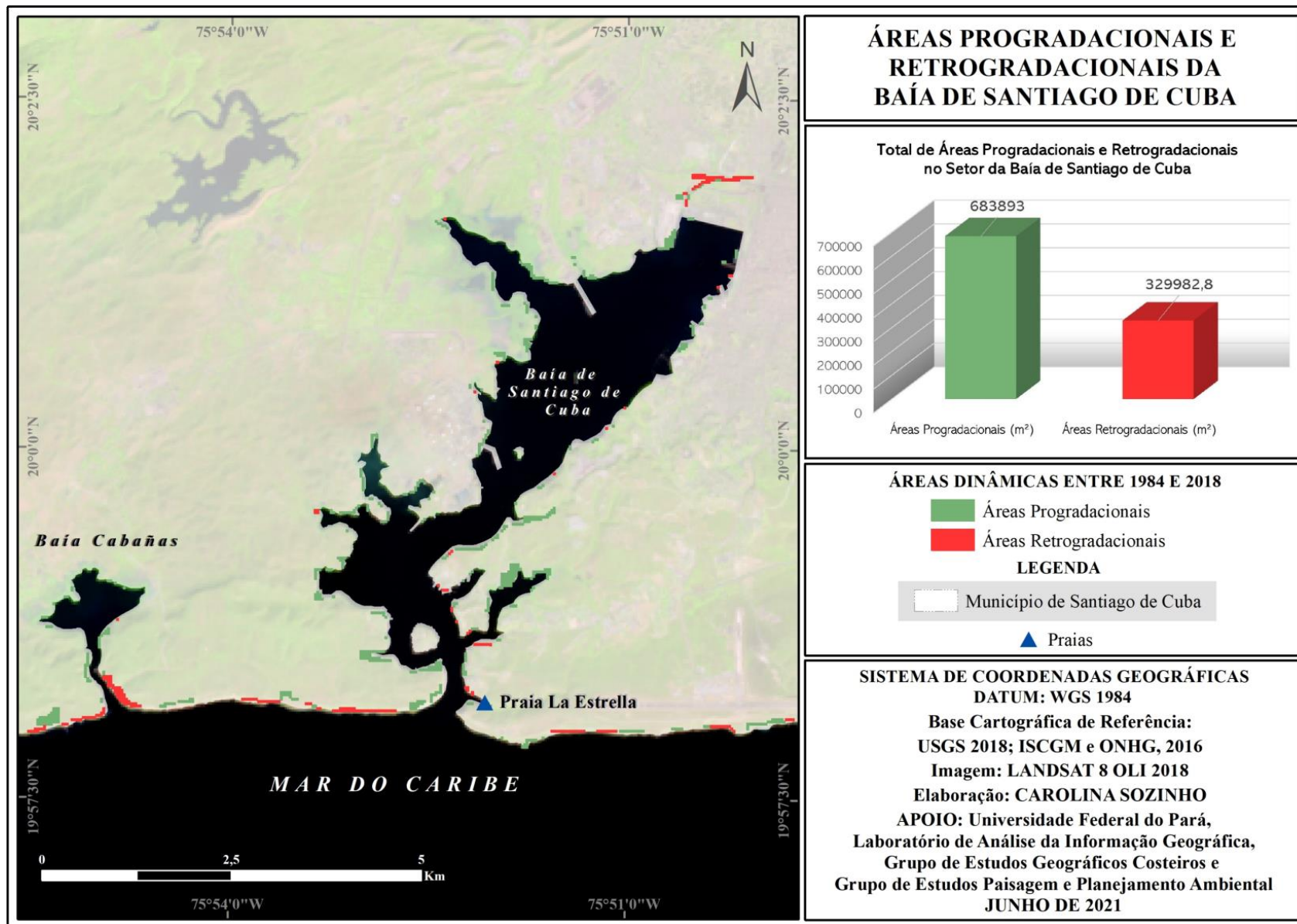
A comparação da posição da linha de costa nos anos de 1984 e 2018, através da interpretação de imagens LANDSAT, mostrou que no município de Santiago de Cuba houve alternância entre avanço e recuo da linha de costa. Nos locais onde houve avanço da linha de costa (progradação), o crescimento médio linear foi de $65,61 \text{ m} \pm 11,79 \text{ m}$ com taxa anual de acreção de $1,92 \text{ m/ano}$. Ao contrário, nos locais onde houve retrogradação, o recuo linear médio foi de $61,45 \text{ m} \pm 11,79 \text{ m}$ com taxa anual de $1,80 \text{ m/ano}$.



A progradação costeira em função do avanço da linha de costa provocou o desenvolvimento de uma área $1.634.054,47 \text{ m}^2 \pm 353,88 \text{ m}^2$. Ao contrário, a retrogradação provocou a erosão de $1.113.275,95 \text{ m}^2 \pm 353,88 \text{ m}^2$. O balanço entre progradação e retrogradação, nos últimos 34 anos, mostrou o predomínio da acreção costeira. As áreas progradacionais foram 32% maiores que as áreas retrogradacionais.



De acordo com a variação da posição da linha de costa e com a distribuição das áreas progradaçãois e retrogradaçãois, o litoral de Santiago de Cuba foi dividido em quatro setores para melhor análise: Setor da Baía de Santiago de Cuba, Setor Siboney, Setor das Praias e Setor Baconao. O setor da Baía de Santiago de Cuba localiza-se no sudoeste do município e apresenta duas grandes baías: Santiago de Cuba e Cabañas. A erosão se encontrou presente em algumas partes do setor, porém a acreção ocupa a maior parte da área. Com isso, o avanço linear médio do setor foi de 59,69 metros, com taxa de 1,75 m/ano. E o seu recuo médio linear foi 70,29 metros e sua taxa de 2,06m/ano.

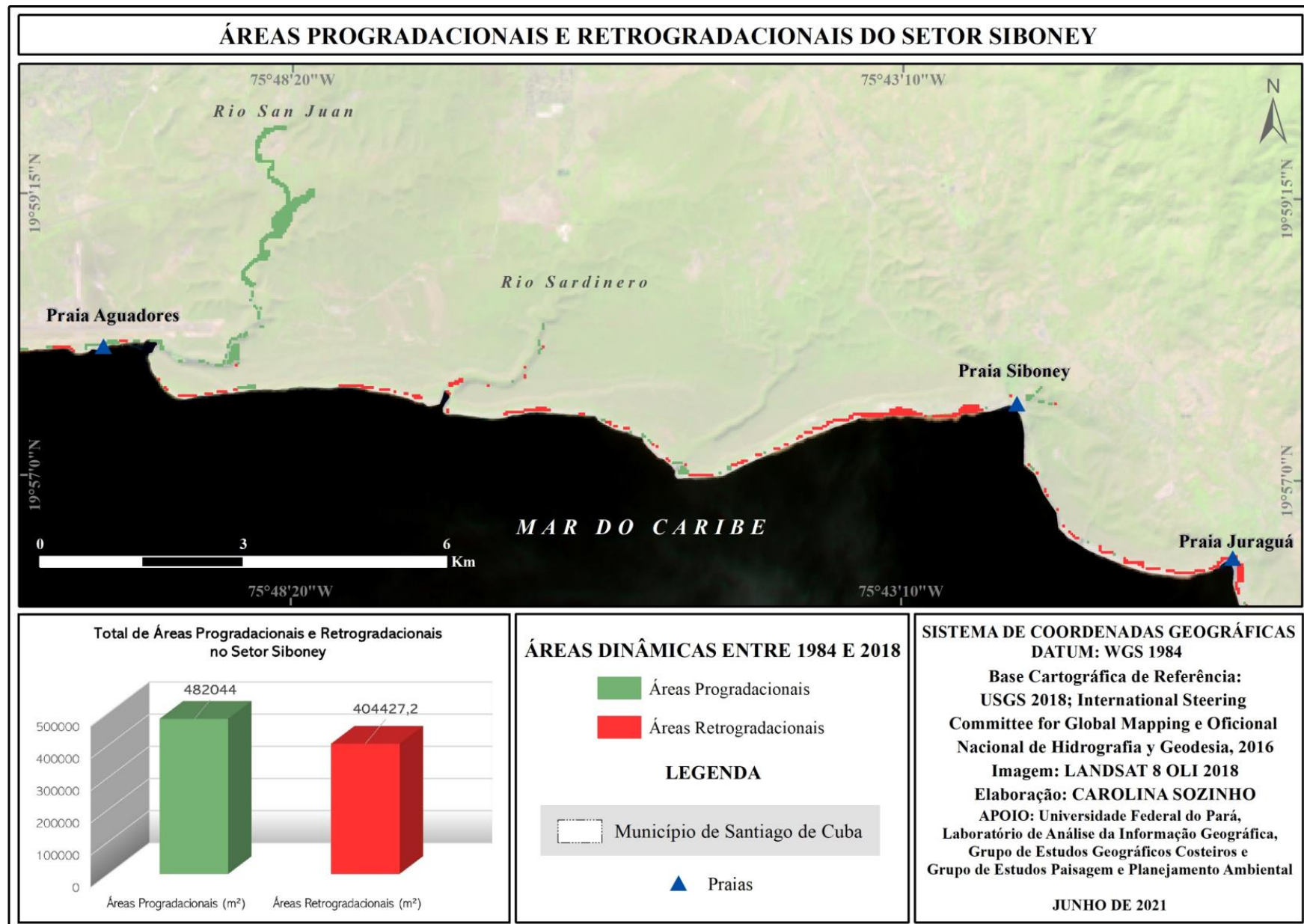


Essas baías são classificadas como ‘baías de bolsas ou gargalo de garrafa’ por possuírem o formato de “bolsas” providas de comunicação com o oceano por um canal longo e estreito. A gênese dessas baías está ligada à neotectônica e às transgressões marinhas, durante o Quaternário (ITURRALDE-VINENT, 2013). Devido à geometria das baías e ao caráter abrigado das mesmas, as terras adjacentes situam-se protegidas da ação erosiva dos agentes marinhos, porém são suscetíveis à inundação. Isso favoreceu, nos últimos 34 anos, a predominância dos processos de progradação da linha de costa que ao todo na área somaram $683.893\text{m}^2 \pm 353,88\text{m}^2$ e a consequente acreção costeira de $20.114\text{m}^2/\text{ano}$. Nos trechos expostos ao mar do Caribe, que recebem o impacto direto das ondas, marés, correntes e ventos com maior potencial erosivo, predominou a retrogradação.

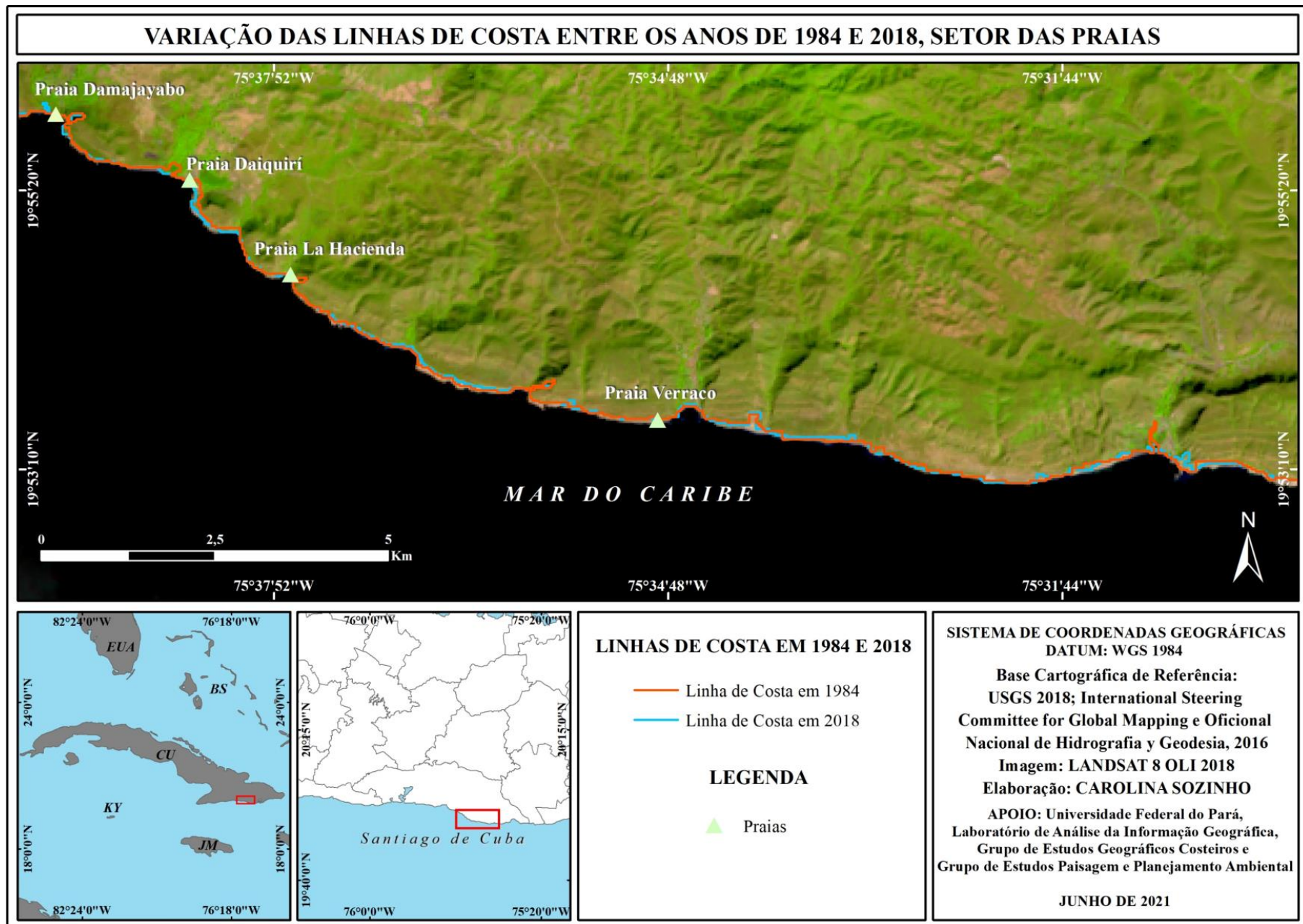
VARIAÇÃO DAS LINHAS DE COSTA ENTRE OS ANOS DE 1984 E 2018, DO SETOR SIBONEY



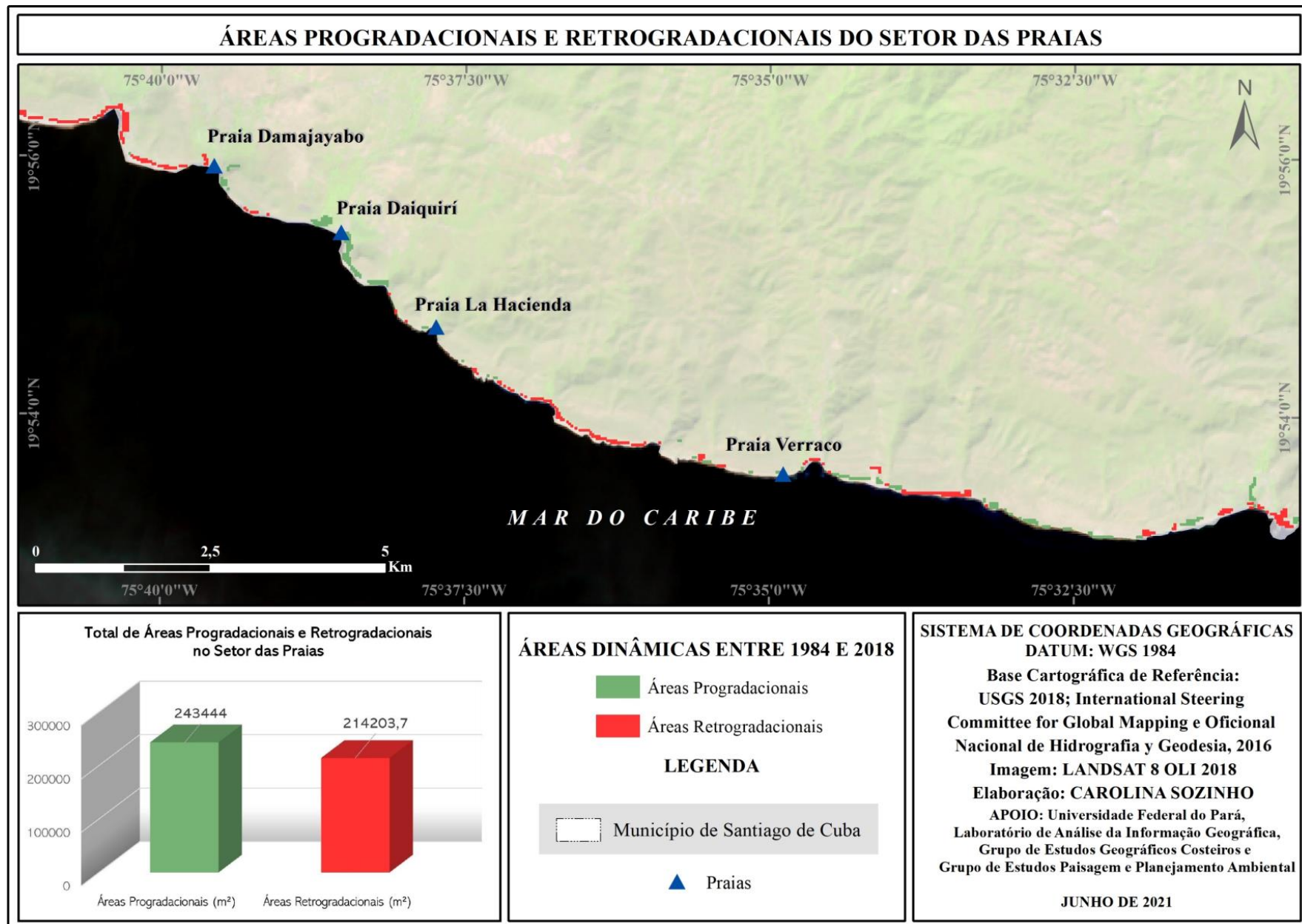
O setor Siboney está localizado no sul do município. Apresenta importantes embocaduras, tais como as dos rios Sardinero e San Juan. Além disso, este setor possui diferentes praias em sua extensão. Foi caracterizado neste trabalho pelo nome Siboney, por se tratar de um cidade costeira bem localizada, requisitada e uma rota turística muito transitada, facilitando o acesso às praias mais importantes, como Siboney e Cazonal, e ao Parque Baconao. O recuo médio da linha de costa na área durante os anos analisados foi de 61,22m e o seu avanço de 83,24m, com taxas respectivamente de 1,80m/ano e 2,44m/ano.



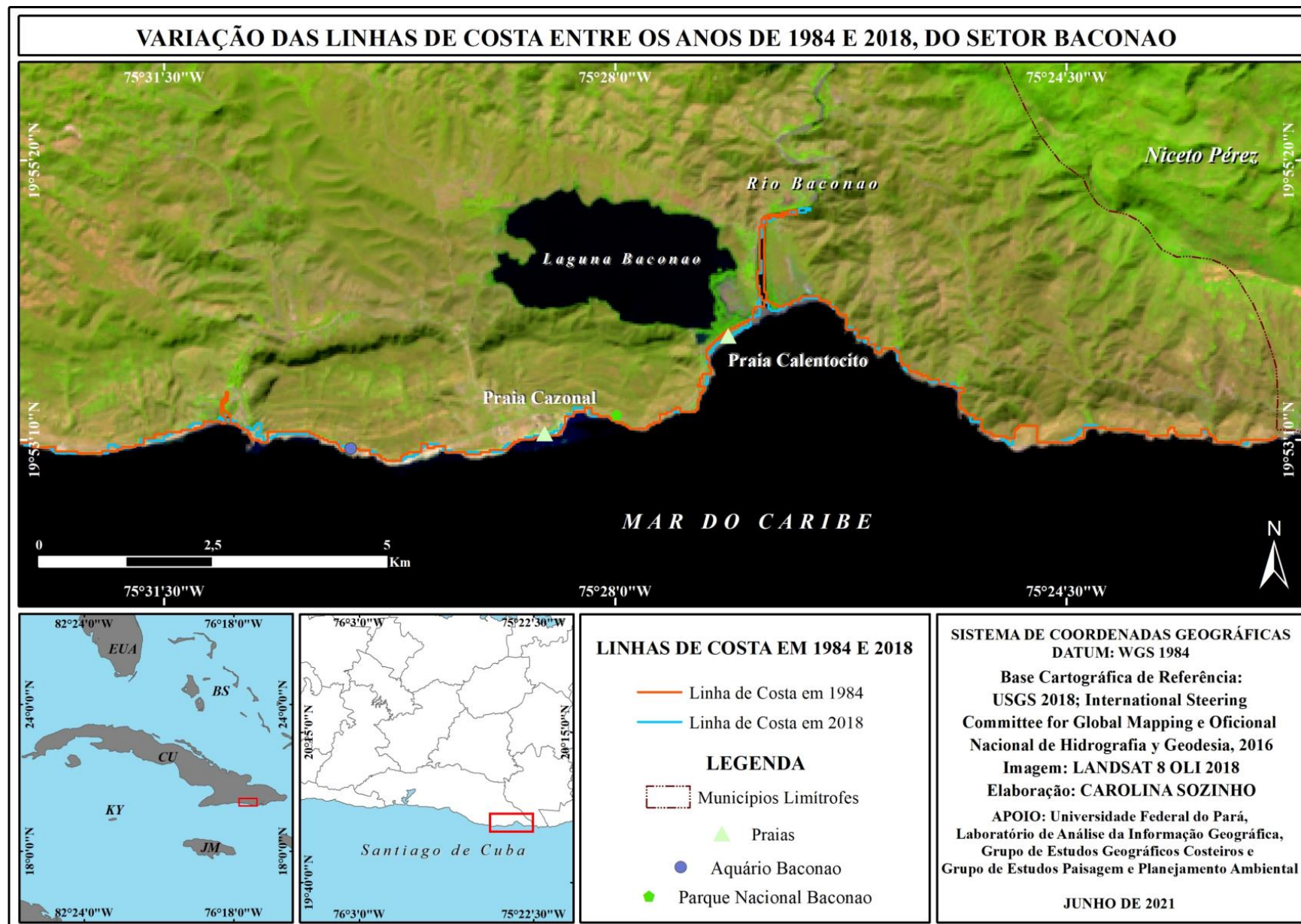
De acordo com a variação da linha de costa entre 1984 e 2018, há o predomínio da progradação. As áreas progradacionais do setor Siboney totalizaram $482.044\text{m}^2 \pm 353,88 \text{ m}^2$, com uma taxa de acreção de $14.177 \text{ m}^2/\text{ano}$. A maior parte dessas áreas ocorreram nas margens do rio San Juan, que apresentaram dinâmica acumulativa e modificação dos meandros ao longo dos anos. As áreas retrogradacionais ($404.427,2 \text{ m}^2 \pm 353,88 \text{ m}^2$) predominaram no litoral do Caribe, sobretudo nas margens do rio Sardinero e nas proximidades das praias Siboney e Juraguá. Ressalta-se a presença de zonas urbanas e de malha rodoviária (rodovia Siboney) nesse setor.



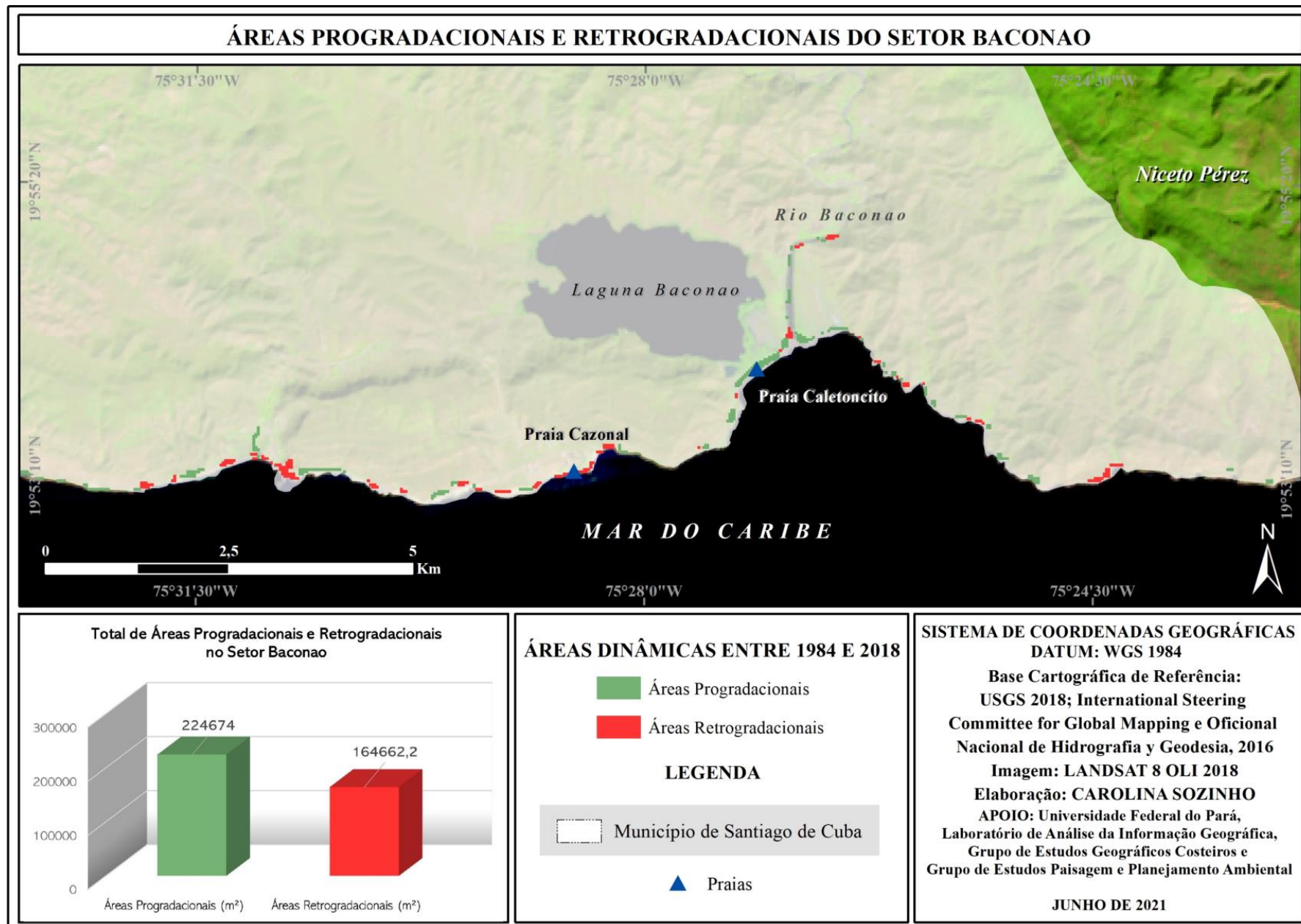
O município de Santiago de Cuba, além de ser um dos mais ricos historicamente e possuir uma grande diversidade étnica e cultural, apresenta grande extensão de praias expostas à dinâmica do Mar do Caribe. O Setor das Praias engloba 4 grandes praias: Damajayabo, Daiquiri, La Hacienda e Verraco. O avanço médio da linha de costa foi de 63,75m, com taxa de 1,87m/ano e recuo médio de 57,81m/ano, com taxa de 1,70m/ano.



Este setor foi o que mostrou maior equilíbrio e menor diferença entre áreas progradacionais ($243.444 \text{ m}^2 \pm 353,88 \text{ m}^2$) e retrogradacionais ($214.203,7 \text{ m}^2 \pm 353,88 \text{ m}^2$). Porém, há desigualdade na distribuição dessas áreas. No interior da concavidade das enseadas, trechos protegidos do ataque das ondas altas e correntes fortes do Caribe, ocorreu o avanço da linha de costa e o predomínio de áreas de acumulação (progradacionais). Nas zonas livres de proteção, geralmente de geometria convexa e sujeitas à dinâmica erosiva marinha, as áreas retrogradacionais foram mais expressivas.



O setor localizado no sudeste do Município de Santiago de Cuba apresenta as praias Cazonal e Calentocito, o rio e a laguna Baconao. A bacia hidrográfica do Rio Baconao encontra-se entre as bacias hidrográficas de maior interesse. Sua área total de drenagem é de 278km² e o rio principal da bacia mede 60,7 km. Ao longo de seu trajeto Norte-Sul, o rio alimenta a laguna através de um canal de interligação (GONZÁLEZ PIEDRA, 2021). Este setor apresentou avanço médio da linha de costa em 63,74m, com taxa de acreção de 1,87m/ano e recuo médio de 55,22m, com uma taxa de erosão de 1,62m/ano.



Ao longo do setor Baconao, as áreas progradacionais ($226.674 \text{ m}^2 \pm 353,88 \text{ m}^2$) e retrogradacionais ($164.662,2 \text{ m}^2 \pm 353,88 \text{ m}^2$) se alternaram. Nas margens do rio Baconao também houve fenômenos alternados de progradação e retrogradação ao longos dos 34 anos analisados. Porém, as áreas retrogradacionais foram mais numerosas nas zonas sujeitas diretamente à influência do Mar do Caribe, mais suscetíveis aos processos erosivos costeiros, como na zona a oeste da Playa Cazonal. As áreas acrecionais foram mais numerosas próximo à praia Calentocito em função de sua localização em situação protegida no interior da baía.



Os critérios e parâmetros estabelecidos para a classificação à erosão de cada setor costeiro, foram: a) A forma de uso da terra (urbano ou rural); b) A forma de relevo; c) A taxa de variação da posição da linha de costa; d) O total das áreas retrogradacionais em cada setor. Portanto, a partir disso os setores caracterizados como de alta vulnerabilidade à erosão foram o setor da Baía de Santiago de Cuba e Siboney, enquanto o setor das Praias e Baconao se encaixaram na classificação de média vulnerabilidade.

QUADRO 1 – Grau de vulnerabilidade à erosão dos setores costeiros de Santiago de Cuba. Critérios e parâmetros.

SETORES	CRITÉRIOS E PARÂMETROS				GRAU
	Ocupação	Relevo	Taxa de variação da linha de costa	Área retrogradacional	
<i>Baía de Santiago de Cuba</i>	Atividades residenciais (cidade de Santiago de Cuba), industriais, portuárias e terrestres.	Planícies e Vales de Fundo Plano	2,06 m/ano	329.982,8m ²	ALTO
<i>Siboney</i>	Assentamento Urbano (Siboney), área de mineração e serviços turísticos.	Planícies e Vales de Fundo Plano	1,80 m/ano	404.427,2m ²	ALTO
<i>Praias</i>	Centro turístico e zonas hoteleiras.	Planícies e Vales de Fundo Plano	1,70 m/ano	214.203,7m ²	MÉDIO
<i>Baconao</i>	Atrações turísticas	Planícies e Vales de Fundo Plano	1,62 m/ano	164.662,2m ²	MÉDIO

Os setores Baía de Santiago de Cuba e Siboney determinam-se como uma zona de alta frequência de atividades antrópicas. A cidade de Santiago de Cuba é responsável pela maior parte do contingente populacional do município, ou seja, comporta também suas zonas residenciais e, ao redor da baía, estão os espaços portuários e de transportes marítimos, assim como as atividades industriais. Em Siboney, a construção de serviços, instalações de lazer (plataformas, piscinas), além da exploração de matérias-primas nas jazidas minerais para construções, ocasionam diversos desequilíbrios ambientais, principalmente nas praias (MILANÉS BATISTA, INFANTE GUILART, REVILLA FERNÁNDEZ, 2011). Possuem as maiores áreas retrogradacionais e de taxa de variação da linha de costa. Nesse sentido, foram classificados como setores costeiros de alta vulnerabilidade à erosão.

Os setores de média vulnerabilidade são o das Praias e Baconao. Possuem essa classificação por serem centros turísticos regionais, devido ao seu potencial de recursos naturais, tendo excelentes pontos de interesse paisagístico, como praias, lagunas, etc. Com isso, é frequente a presença de zonas hoteleiras, de serviços e de atração turística, como o Aquário e o Parque Nacional Baconao localizados em sua zona costeira. Suas áreas de retrogradação são as menores constatadas dentre os outros setores, assim como suas taxas de variação de linha de costa.



Fotos: Acervo do Grupo de Estudos da Paisagem e Planejamento Ambiental (GEPPAM) da UFPA, 2018.

O Setor da Baía de Santiago de Cuba é classificado como de alta vulnerabilidade à erosão. Apresenta majoritariamente um relevo constituído de planícies e vales de fundo chato, tendo em algumas áreas terraços marinhos basculados e dissecados. Este setor compõe o de maior ocupação da zona costeira do município, onde se destacam os assentamentos urbanos (foto A), a zona portuária (foto B) e a zona de produção industrial (foto C). Nos últimos 34 anos, a taxa de recuo da linha de costa foi de 2,06m/ano e área retrogradacional de $329.982,8\text{m}^2 \pm 353,88\text{m}^2$, correspondente a aproximadamente 29% do total das áreas erodidas do município, ficando em 2º lugar dentre as áreas mais afetadas pela erosão.



Fotos: Agostino F, 2015 (A) e Acervo do Grupo de Estudos da Paisagem e Planejamento Ambiental (GEPPAM) da UFPA, 2018 (B).

No Setor Siboney (foto A), as planícies e os terraços marinhos constituem as formas de relevo mais expressivas e aproveitadas economicamente, seja para uso urbano, serviços turísticos ou para mineração. Nos últimos 34 anos, a taxa de recuo da linha de costa foi de 1,80m/ano e a área retrogradacional chegou a $404.427,2 \text{ m}^2 \pm 353,88\text{m}^2$, considerada a maior área erosiva de Santiago de Cuba, com aproximadamente 36% do total de áreas erodidas. Portanto, classifica-se como um setor de alto grau de vulnerabilidade à erosão. Na foto A, em primeiro plano, está a praia de Siboney, um dos mais importantes locais de recreação, turismo e lazer do município. Ao fundo, terraços marinhos dissecados e parcialmente ocupados. No Setor Baconao (foto B) também ocorrem as mesmas características de relevo e ocupação. A atividade turística dispõe da diversidade de recursos naturais, tais como, rios, lagoas e praias. A praia de Baconao (foto B) está entre as mais frequentadas e requisitadas economicamente. Baconao é um setor de médio grau de vulnerabilidade à erosão. A taxa de recuo da linha de costa foi de 1,62m/ano e a área retrogradacional foi de $164.662,2 \text{ m}^2 \pm 353,88 \text{ m}^2$, considerada a menor área erosiva do município, nos últimos 34 anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conteúdo deste livro reúne um diagnóstico elaborado a partir da análise da dinâmica costeira de diferentes regiões. Algumas estão localizadas no Estado do Pará, tratando-se especificamente das ilhas de Mosqueiro, Cotijuba e Ajuruteua, além do município de Soure. Outras pertencem a Santiago de Cuba e Beira, em Moçambique.

Esses estudos foram realizados através de projetos de pesquisa executados na UFPA, entre os anos de 2016 e 2021, dos quais participaram os autores e organizadores deste livro. As áreas de estudo possuem significância como polos urbanos, industriais, comerciais, turísticos e recreativos, dentro das regiões onde se localizam. Assim, os fenômenos dinâmicos da linha de costa ganham relevância e notoriedade uma vez que geram modificações no meio físico e, conseqüentemente, na organização espacial.

O diagnóstico é pautado na análise de indicadores em duas abordagens. A primeira decorre da verificação e comparação da posição da linha de costa, dentro de um intervalo temporal de 30 a 34 anos, utilizando-se imagens de satélite. A segunda baseia-se no inventário de campo dos indicadores físicos, biológicos e antrópicos de dinâmica costeira, considerados indicadores atuais.

Os resultados alcançados não são apenas um registro, mas também constituem um conjunto de dados quantitativos, qualitativos e cartográficos que, sob a perspectiva espacial e temporal, demonstram: (a) a variação temporal e espacial da posição da linha de costa e a sua relação com a formação de áreas progradacionais e retrogradacionais; (b) a formação de áreas progradacionais e a expansão da cobertura de mangue; (c) as taxas de ocorrência dos fenômenos de acreção sedimentar e de erosão; (d) a divisão do relevo costeiro e a delimitação das orlas enquanto faixas de proteção e planejamento da ocupação; e (e) a distribuição espacial dos indicadores dinâmicos atuais e a classificação dos setores de orla de acordo com o grau do fenômeno dinâmico.

Os mapas, fotografias e gráficos, acompanhados por legendas explicativas disponibilizam à comunidade acadêmica, aos gestores públicos e à sociedade em geral fontes de consulta e informação, que dão subsídios para compreender as diferentes realidades locais e auxiliar na elaboração de políticas de gerenciamento dos territórios costeiros estudados.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. A. M. S. **Morfodinâmica e sedimentologia da praia de Ajuruteua – NE do Pará.** 2001. 104p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, CG, UFPA, 2001.
- BATISTA, E. M.; SOUZA, P. W. M. FILHO; SILVEIRA, O. F. M. Monitoramento da linha de costa do Parque Nacional do Cabo Orange através de análise multitemporal de imagens de sensores remotos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 6621-6628.
- BENEDITTI, C. A. **Imagens multitemporais ALOS/PALSAR baseada em orientação a objeto na discriminação da cobertura da terra.** 2010. 95p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas, FCT/UNESP. Disponível em:< <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/86778>> Acesso em: 20 outubro, 2019.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Projeto Orla: Fundamentos para gestão integrada.** Brasília: MMA/SQA; Brasília, DF: MP/SPU, 2002. 78p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Projeto Orla: Subsídios para um projeto de gestão.** Brasília, DF: MMA; MP, 2004. 104 p.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Marinha do Brasil. **Tábua das Marés.** Ilha de Mosqueiro (Estado do Pará)-2018. Disponível em https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/dados_de_mare/ilha_do_mosqueiro_2018.pdf. Acesso em 12 de mar de 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa – PROCOSTA.** Brasília, DF: MMA, 2018. 35 p.
- CAMPOS, W. V. S. et al. Influência da urbanização na erosão da área costeira na praia do Murubira, ilha de Mosqueiro-PA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 14., 2016, Brasília. **Anais...** Brasília: Editora Blucher, 2016. p. 548-555.
- CARVALHO, P. F. B. Classificação de dados geográficos e representação cartográfica: discussões metodológicas. **Revista Geografias**, v. 16, n. 1, p. 91-111, 2018.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda., 1980. 188 p.
- COLTRINARI, L.; McCALL, G. J. H. Geo-indicadores: ciências da terra e mudanças ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 9, p. 5-11, 1995.

COELHO, L. C. **Dinâmica costeira da orla do Areião, ilha de Mosqueiro, Belém-PA, entre 1984 e 2017.** 2018. 59p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

CONTI, L. A.; RODRIGUES, M. Variação da linha de costa na região da ilha dos Guarás-PA através de análise de série temporal de imagens de satélites. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 5, p. 922-937, 2011.

DÍAZ DÍAZ, J. L.; MAGAZ GARCÍA, A. R.; PORTELA PERAZA, A.; BOUZA ALONSO, O.; HERNÁNDEZ SANTANA, J. R. El relieve de Cuba. **Ciencias de la Tierra y del Espacio**, 18, p. 33-44, 1990.

DINIZ, L. M. **Dinâmica costeira das orlas Funda e Saudade, ilha de Cotijuba/PA:** análise multitemporal da posição da linha de costa (1984 e 2016) e indicadores atuais. 2019. 92p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

EL-ROBRINI, M. et al. Pará. In: MUEHE, D. (Org.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente e Programa de Geologia e Geofísica Marinha, 2006. p. 41-86.

FERREIRA JÚNIOR, J. L. A. **Dinâmica costeira da orla Grande, ilha de Mosqueiro, Belém-PA, através da análise de indicadores.** 2020. 64p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, n. 27, p. 3-26, 1957.

FRANÇA, C. F. **Morfologia e mudanças costeiras da margem leste da Ilha de Marajó (PA).** 2003. 144 p. Tese (Doutorado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, CG, UFPA, 2003.

FRANÇA, C. F.; SILVA, R. R. P.; FERREIRA JÚNIOR, J. L. A.; ARAÚJO, F. A. Erosão da orla costeira Grande-Bispo, ilha de Mosqueiro, Belém-PA, através da análise de indicadores. **Revista Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 24, e20, 2020 (Disponível em <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/33940>).

FRANÇA, C. F.; SOUZA FILHO, P. W. M. Análise das mudanças morfológicas de médio período na margem leste da ilha de Marajó (PA) em imagem Landsat. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 2 (Suplemento), p. 127-136, 2003.

FRANÇA JÚNIOR, P.; VILLA, M. E. C. D. O ambiente geográfico e os geoindicadores. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 2, p. 337-348, 2011.

FORBES, D. L.; LIVERMAN, D. G. E. Geological indicators in the coastal zone. In: BERGER, A. R.; IAMS, W. J. (Ed.). **Geoindicators**. Assessing rapid environmental changes in earth systems. Rotterdam (Holanda): A. A. Balkema, 1996. p. 175-192.

GALBÁN-RODRÍGUEZ, L.; GUARDADO-LACABA, R. M.; CHUY-RODRÍGUEZ, T. J. Principales procesos conducentes a riesgos em la provincia Santiago de Cuba, Cuba. **Boletín de Ciencias de la Tierra**, 49, p. 15-25, 2020/2021.

GONZÁLEZ PIEDRA, J. I. Comparación hidrológica entre cuencas con diferentes condiciones climáticas en Cuba. **Ingeniería Hidráulica y Ambiental**, v. 42, n. 1, p. 14-26, 2021.

GUIMARÃES, D. K. M. **Análise de indicadores de dinâmica costeira da orla do Paraíso, Caruara e Maraú entre 1984 e 2017, ilha de Mosqueiro, Belém-PA**. 2019. 63p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

IGREJA, H. L. S.; ALVES, R. J.; COSTA JÚNIOR, P. B. S. Estudos neotectônicos nas ilhas de Outeiro e Mosqueiro – NE do Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal. **Anais...** Natal: SBG. v. 5, p.2110-2123, 1990.

ITURRALDE-VINENT, M. Tipología, formación y transformación de las costas de Cuba. In: CONVENCION CUBANA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, 5., 2013, La Habana. **Memorias, Trabajos y Resúmenes**. La Habana: Sociedad Cubana de Geología, 2013. p.129-150.

MARTINS, K. A.; PEREIRA, P. S.; LINO, A. P.; GONÇALVES, R. M. Determinação da erosão costeira do Estado de Pernambuco através de geoindicadores. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 3, p. 533-546, jul/set 2016.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: Universidade de Brasília, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico, 2012. Disponível em: <http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>. Acesso em: 15 jun.2018.

MENEZES, R. A. A. **Análise da dinâmica costeira do município de Soure, entre os anos de 1985 e 2017, ilha de Marajó (Pará)**. 2019. 53p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

MILANÉS BATISTA, C.; INFANTE GUILART, J.; REVILLA FERNÁNDEZ, L. **Contribución al desarrollo sostenible de los municipios costeros em la provincia de Santiago de Cuba**: de la caracterización al diagnóstico territorial. 2011. 110p. Monografía de Excelencia - Universidad de Oriente, Cuba.

MORAES, S. **Tipologia da orla costeira ocidental da ilha de mosqueiro (Belém-PA) entre os bairros do Areião e Chapéu Virado**. 2011. 49p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

- MUCHANGOS, A. **Moçambique Paisagens e Regiões Naturais**. República de Moçambique: Tipografia Globo Lda., 1999. 163 p.
- MUEHE, D. Geomorfologia costeira. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 253-308, 1994.
- MUEHE, D. Critérios Morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 35-43, 2001.
- NEVES, S. C. R. **Indicadores de dinâmica costeira na orla do Marau, porção ocidental da ilha de Mosqueiro**. 2017. 64p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Pará, Belém-PA.
- NEVES, S. C. R.; FRANÇA, C. F.; SILVA, R. R. P. Morfologia e dinâmica da orla costeira do Marau, ilha de Mosqueiro, Belém, Pará. **Geosul**, v.34, n. 73, p. 107-125, set./dez. 2019.
- OLIVEIRA, H. P. V. **Tutorial para obtenção, correções, interpolação do Modelo Digital de Elevação (sensor PALSAR) do Satélite ALOS-1 de 2006 a 2011**. p.1-8. Disponível em: <<https://www.clickgeo.com.br/arcgis-obtencao-correcoes-interpolacao-mde-satelite-alos-1/>> Acesso em: 20 outubro, 2019.
- PINHEIRO, R. V. L. **Estudo hidrodinâmico e sedimentológico do estuário Guajará – Belém(PA)**. 1987. 164p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA.
- RANIERI, L. A.; EL-ROBRINI, M. Evolução da linha de costa de Salinópolis, Nordeste do Pará, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 42, n. 3, p. 207-226, set/dez 2015.
- RODRIGUES, S. W. P.; SOUZA, P. W. M. FILHO Análise da variação da linha de costa a noroeste do Estado do Pará (baía de Curuçá) através de imagens Landsat TM e ETM⁺ e CBERS 2B. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 5061-5069.
- ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 6, p. 17-29, 1992.

SAMPAIO, R. S. **Variação temporal da linha de costa e indicadores dinâmicos da orla de Carananduba, ilha de Mosqueiro, Belém-PA.** 2019. 72p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

SÁNCHEZ, G. A.; SHIMABUKURO, Y. E. e VALERIANO, D. de M. Processamento digital de imagens de dupla-polarização ALOS/PALSAR para a detecção de áreas desmatadas na floresta Amazônica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 15. 2011, Curitiba, **Anais...** Curitiba: SBSR, 2011. p.7525-7532. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.15.13.47/doc/p0537.pdf>> acesso em: 20 outubro, 2019.

SANTOS, A. F. **Caracterização morfológica e dinâmica da orla norte da ilha de Cotijuba, Belém-PA.** 2021. 95p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

SANTOS, A. M. A. **Análise multitemporal da posição da linha de costa e dinâmica da orla de São Francisco, ilha de Mosqueiro, Belém-PA, entre 1984 e 2017.** 2018. 68p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

SARAIVA, J. S. **Mobilidade da linha de costa e mudanças morfológicas na ilha de Ajuruteua, Bragança-PA, entre 1984 e 2018.** 2020. 65p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

SILVA, A. F. **Características hidrográficas do estuário da Beira, Moçambique.** 2011. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ.

SILVA, M. A. B. C. **Tipologia da orla costeira da ilha de Mosqueiro, Belém-PA.** 2018. 41p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

SILVA, M. V.; SANTOS, V. F.; SILVEIRA, O. F. M. Análise multitemporal de mudanças nas ilhas costeiras do Estado do Amapá aplicando dados de sensores remotos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2011. p. 8614-8622.

SILVA, R. R. P. **Análise da variação da linha de costa (1984-2017) e indicadores da orla Grande Bispo.** 2019. 64p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Editores). **Quaternário do Brasil.** Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. 382 p.

SOUZA, C. R. G. A erosão nas praias do Estado de São Paulo: causas, consequências, indicadores de monitoramento e risco. In: BONONI, V. L. R.; SANTOS, N. A. Jr. (Org.). **Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente**: a síntese de um ano de conhecimento acumulado. São Paulo: Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2009. p. 48-69.

SOUZA, W. P. C. **Dinâmica costeira da orla da Baía do Sol (Ilha de Mosqueiro-PA) e sua relação com a vulnerabilidade à erosão**. 2021. 92p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém-PA.

VIANA, I. G. S. **Estrutura e fisiologia da paisagem da praia do Areião, ilha de Mosqueiro (Belém-PA)**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, Belém. 2013.

VILLWOCK, J.; LESSA, G.; SUGUIO, K.; ANGULO, R.; DILLENBURG, S. Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Editores). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005, p. 94-109.

ZAMORANO OROZCO, J. J.; ORTIZ PÉREZ, M. A.; RAMÍREZ HERRERA, M. T.; HERNÁNDEZ SANTANA, J. R. Meseta de Boniato y graben de Santiago de Cuba: un enfoque geomorfológico de su desarrollo morfoestructural. **Investigaciones Geográficas**, 41, p. 26-45, 2000.



AGRADECIMENTOS

Faculdade de Geografia e Cartografia (Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará)

Laboratório de Análise da Informação Geográfica/LAIG (Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará)

Programa de Educação Tutorial/PET Geografia (Universidade Federal do Pará)

Laboratório de Sedimentologia (Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará)

Prof. Dr. Alexis Perez Figueiredo (Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zona Costera/CEMZOC, Universidad de Oriente, Cuba)

Prof. Dr. Mario Silva Uacane (Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Licungo, Moçambique)

INIDICE REMISSIVO

A

Ajuruteua, 13, 20, 173, 174, 178

B

Beira, 6, 13, 21, 173, 178

Belém, 9, 175, 176, 177, 178, 179

Brasil, 6, 13, 14, 15, 29, 174, 177, 178, 179

C

costa, 7, 12, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 173, 174, 175, 177, 178

Cotijuba, 13, 15, 20, 173, 175, 178

D

dinâmica costeira, 7, 8, 9, 15, 20, 21, 22, 26, 27, 29, 30, 33, 34, 173, 176, 177

Dinâmica costeira, 6, 7, 175, 179

Dinâmica Costeira, 9

E

erosão, 12, 13, 15, 20, 22, 24, 25, 30, 31, 33, 34, 173, 174, 176, 179

G

Geografia, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180

geoprocessamento, 7, 15

I

Ilha de Marajó, 175

ilha de Mosqueiro, 13, 20, 174, 175, 176, 177, 178, 179

L

LANDSAT, 16, 17, 18, 19

M

Marajó, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 175, 176

Moçambique, 6, 13, 21, 173, 177, 178, 180

Morfologia, 175, 177

P

planícies, 12, 30, 31, 34

praia, 15, 16, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 31, 34, 174, 179

S

Santiago de Cuba, 6, 13, 21, 173, 176, 179

sedimentação, 12, 15, 20, 31, 33

sensoriamento remoto, 9, 15

setores costeiros, 13

Soure, 13, 173, 176





Praia Funda, ilha de Cotijuba (19/05/2017)