

Estudo Ambiental Identificação e Avaliação de Impactos da Atividade de Extração de Sal-gema

Versão Preliminar – Escuta Pública



ATUAMOS
EM MAIS DE
100
PAÍSES
7
CONTINENTES

Listada na
NASDAQ como



U\$3 bilhões
FATURAMENTO ANUAL

TRABALHAMOS
EM MAIS DE
65.000
PROJETOS

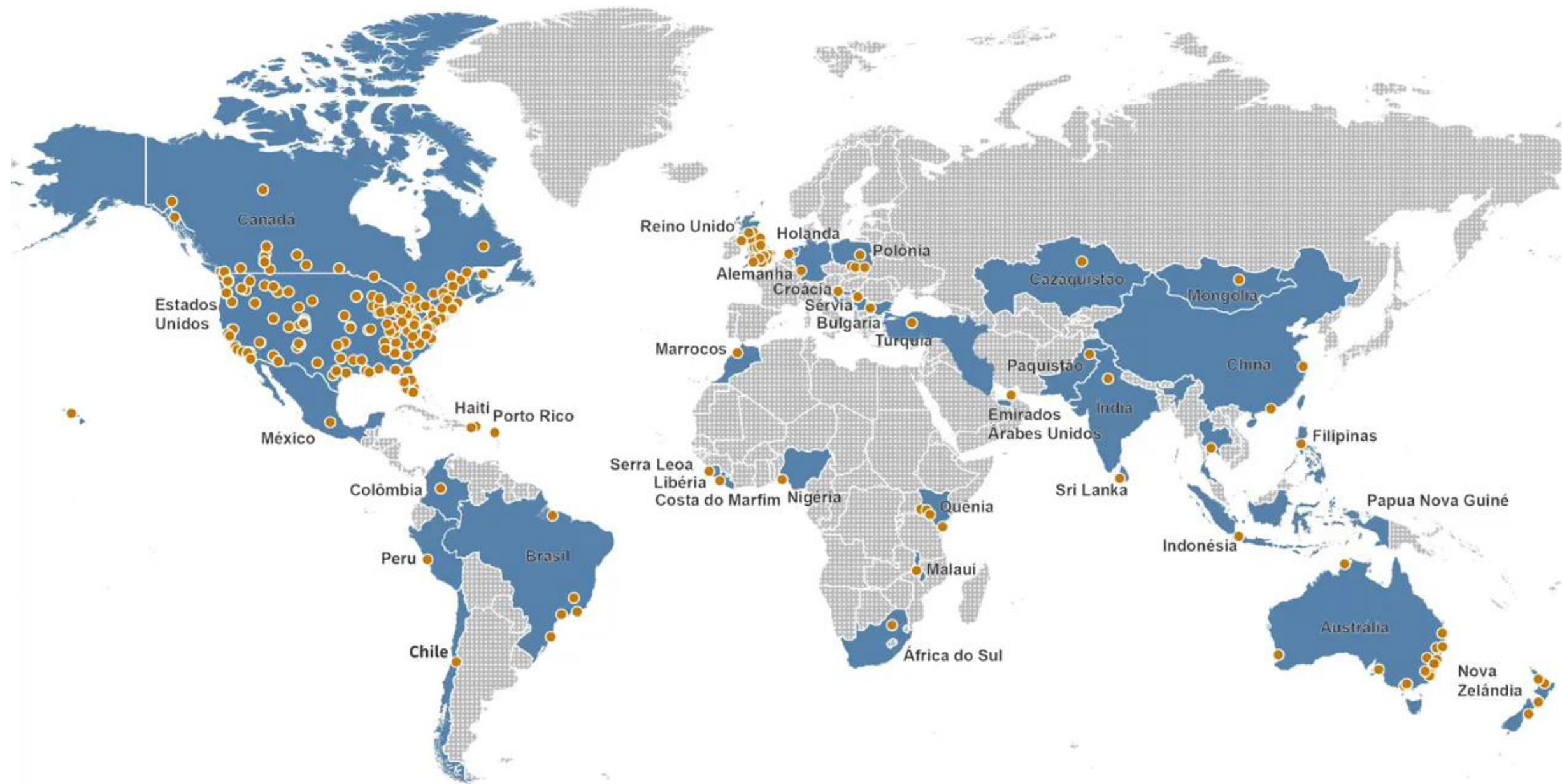


450
ESCRITÓRIOS

16.500
CLIENTES

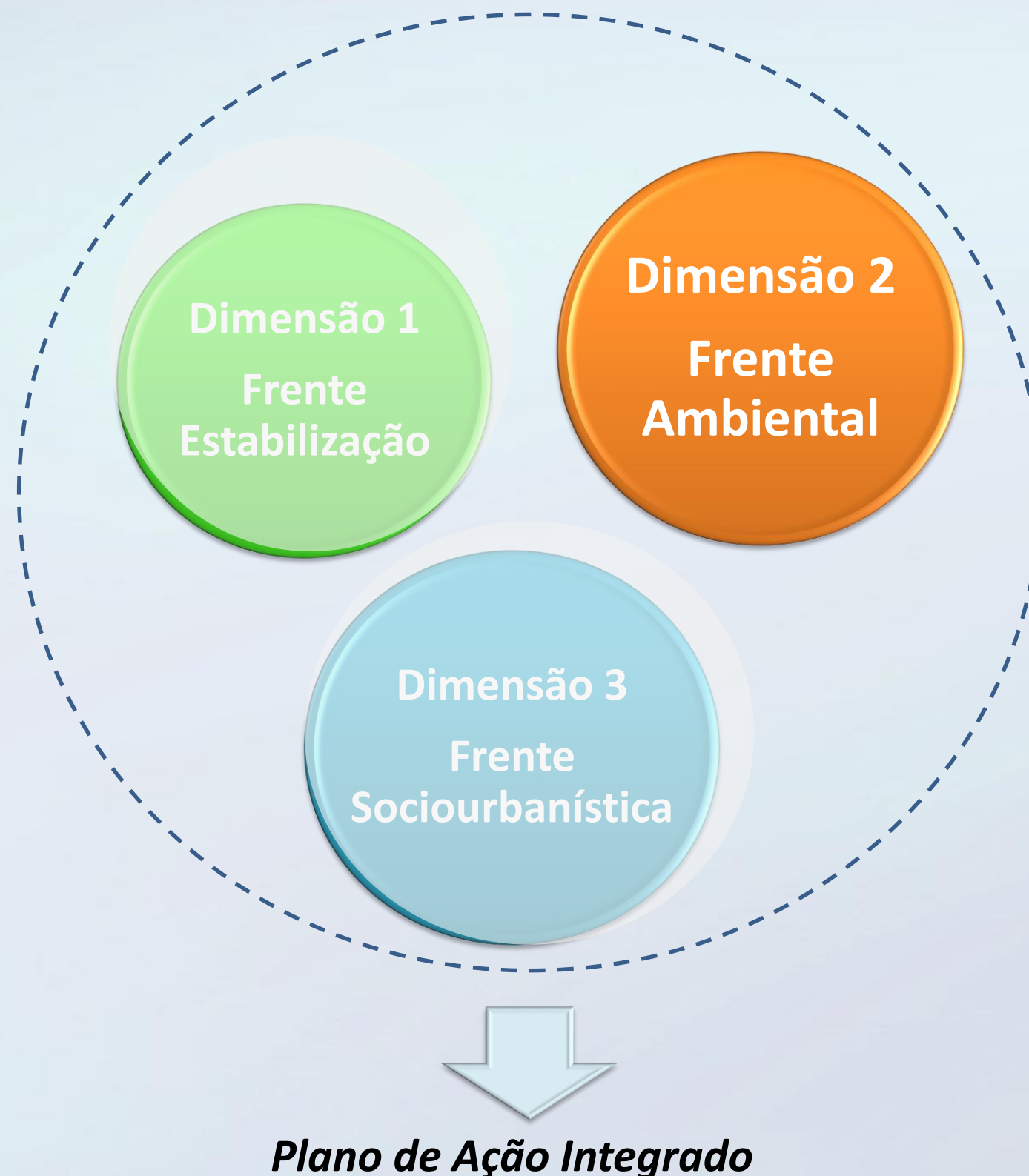
21.000 COLABORADORES





TETRA TECH

O Estudo trata da **análise ambiental** concernente aos meios físico e biótico, temas da **Dimensão 2**



ORGANIZAÇÃO

1. Objetivo do Estudo

2. Passos metodológicos

3. Área de Estudo

4. Recursos Hídricos Superficiais

- Caracterização e Avaliação de Impactos

5. Recursos Hídricos Subterrâneos

- Caracterização e Avaliação de Impactos

6. Meio Biótico

- Caracterização e Avaliação de Impactos

Identificar e Avaliar os impactos decorrentes da extração de sal-gema

O Estudo Ambiental será apresentado ao Ministério Público

PASSOS METODOLÓGICOS

01

Diagnóstico ambiental – Meios Físico e Biótico

02

Identificação das ações impactantes

03

Identificação e avaliação dos impactos

04

Planos de Monitoramento Ambiental

ÁREA ESTUDADA



- Ambientes que possam ter sofrido impactos decorrentes da **extração de sal-gema e da subsidência**
- AE similares (MF e MB)

RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIAIS

- CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DA LAGOA MUNDAÚ
- CARACTERIZAÇÃO QUALIDADE ÁGUA E SEDIMENTO
- CARACTERIZAÇÃO DOS AFLUENTES PARA IDENTIFICAÇÃO DE FONTES DE POLUIÇÃO
- MODELAGEM DE QUALIDADE DE ÁGUA (DISPERSÃO AUTODEPURAÇÃO)

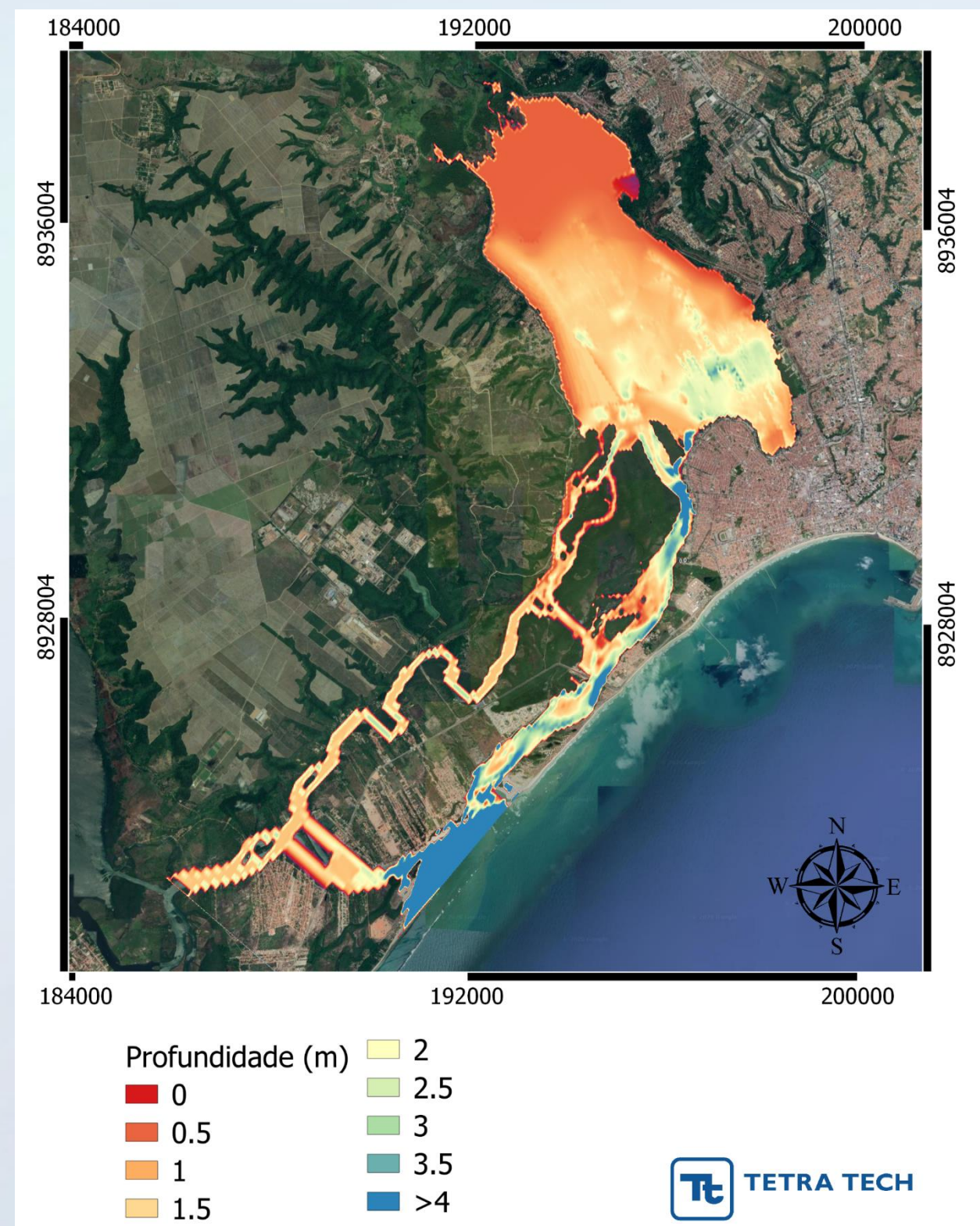
LAGOA MUNDAÚ



- Em 1985 profundidade média de 1,5 m
- Em 2012 profundidade média de 1,19 m
- 23% diferença
- Assoreamento

(Oliveira & Kjerfve, 1993)

Batimetria Atual



DADOS PRIMÁRIOS - ÁGUA E SEDIMENTO SUPERFICIAL

- 20 Estações Amostrais

- **ÁGUA SUPERFICIAL**

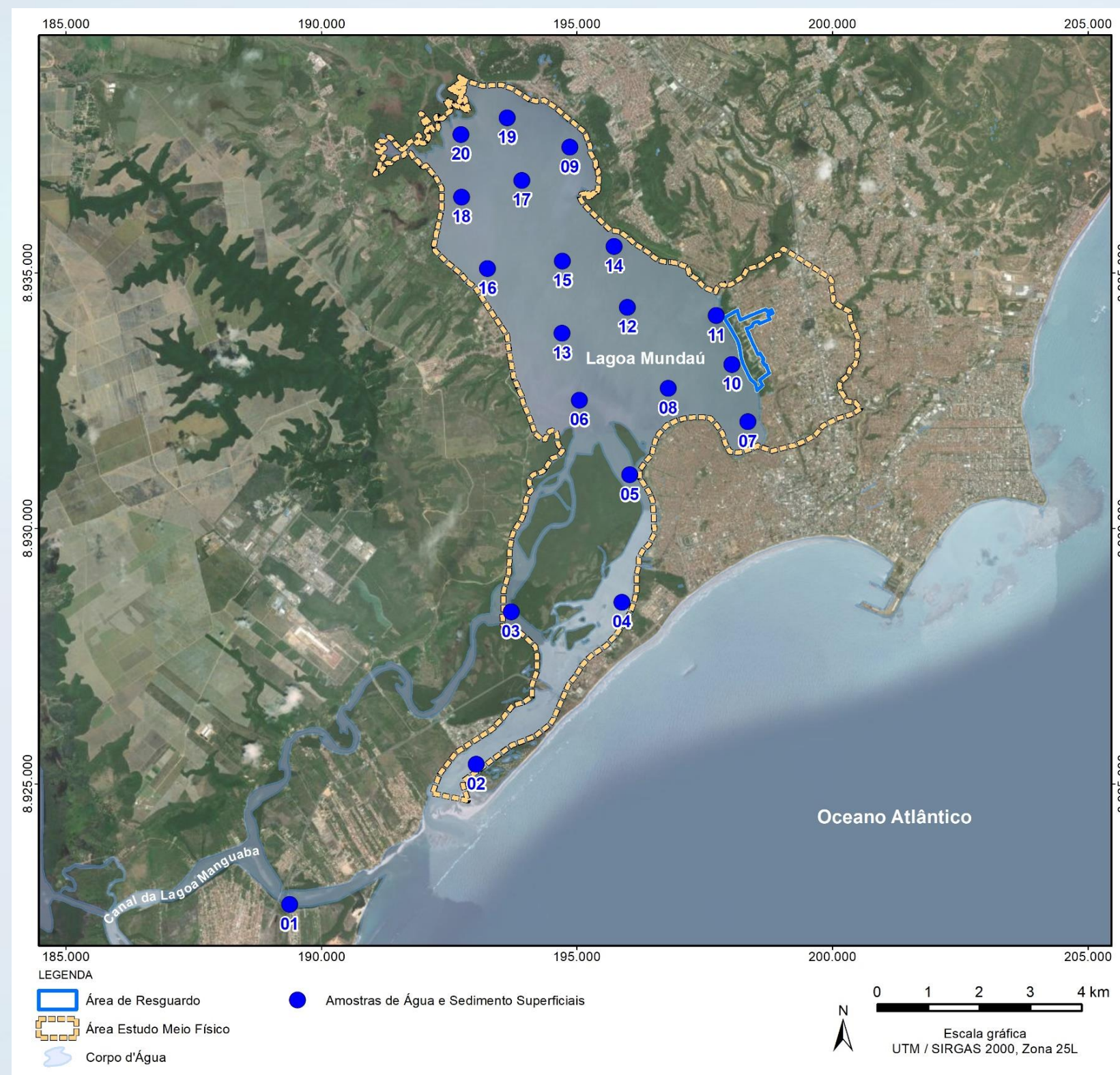
CONAMA nº 357/2005

- **SEDIMENTO**

CONAMA nº 454/2012

- **2 Campanhas:**

Setembro 2020/Abril 2021



COLETAS - DADOS PRIMÁRIOS

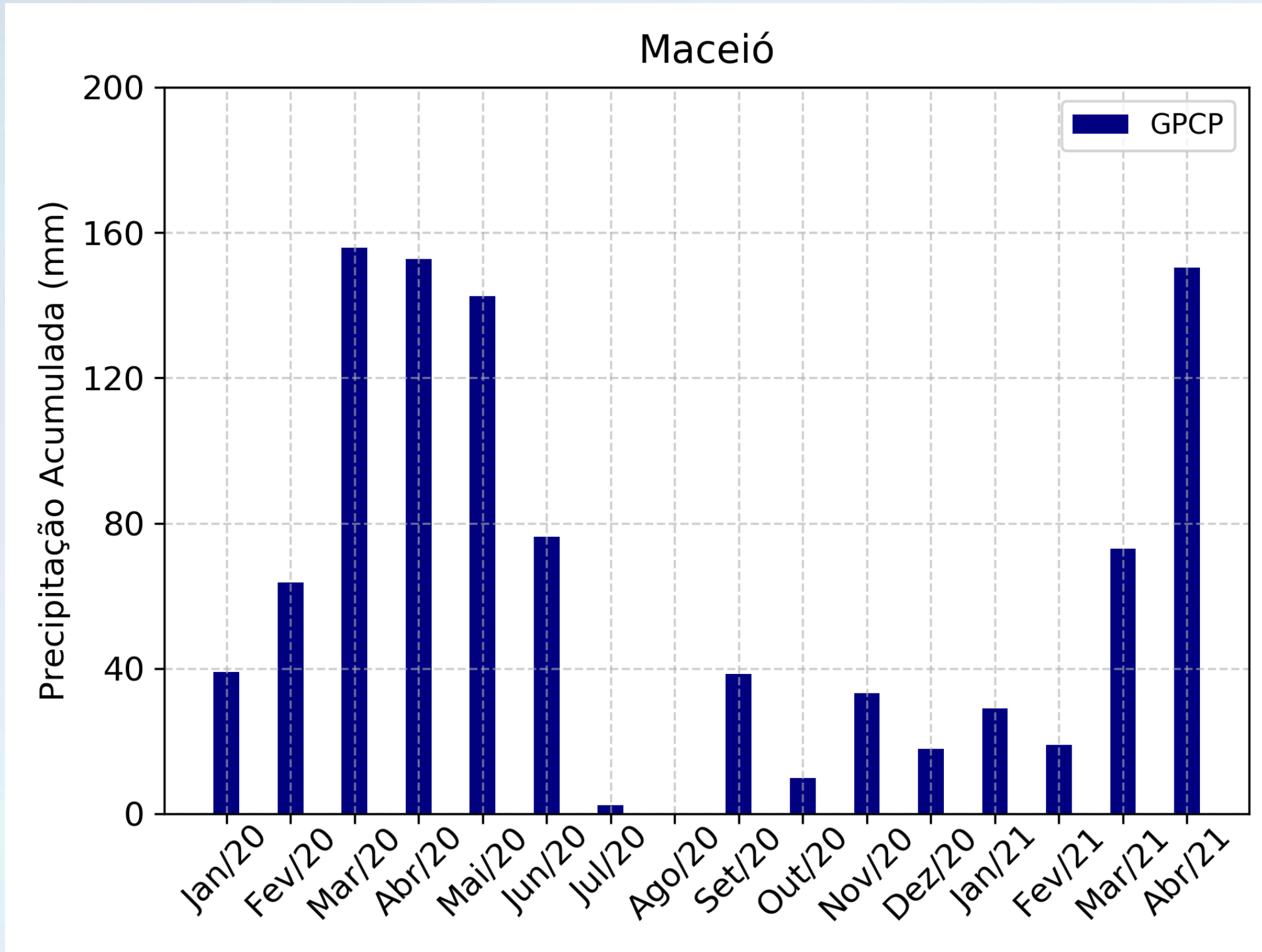


AMOSTRAS DE ÁGUA –
GARRAFA DE COLETA



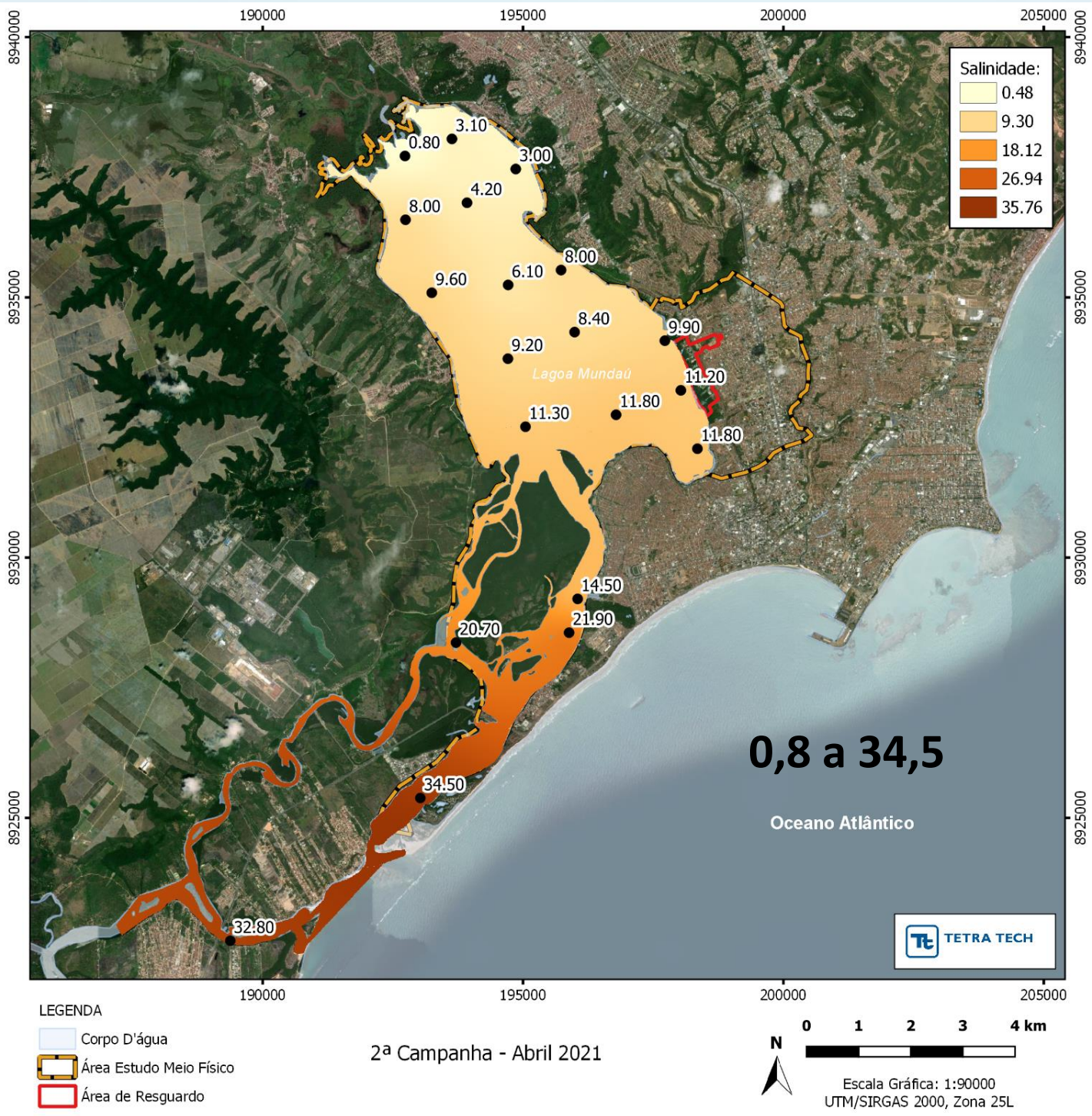
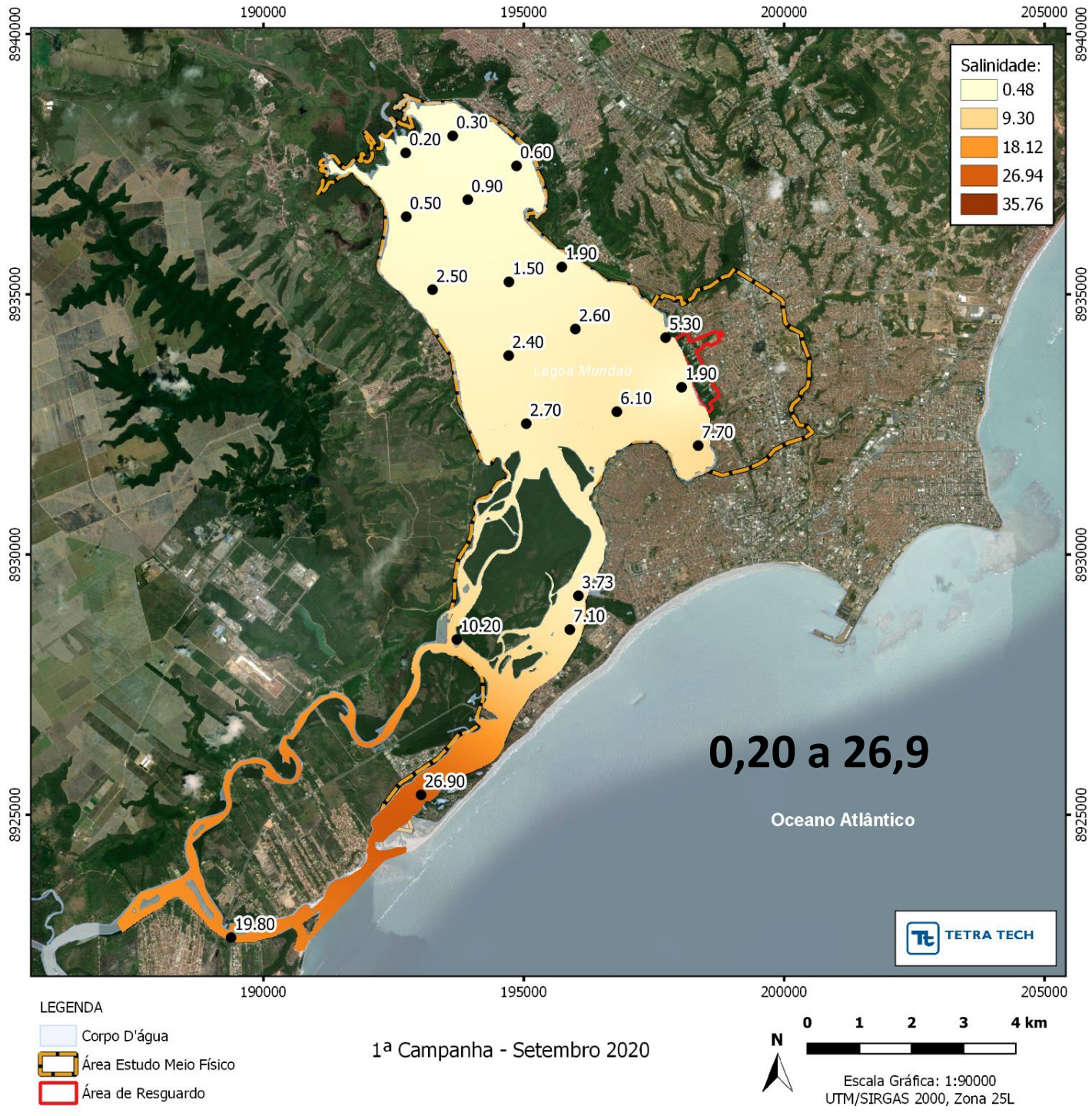
AMOSTRAS DE SEDIMENTO – DRAGA VAN VEEN

PRECIPITAÇÃO – 2020/2021



ÁGUA SUPERFICIAL - SALINIDADE

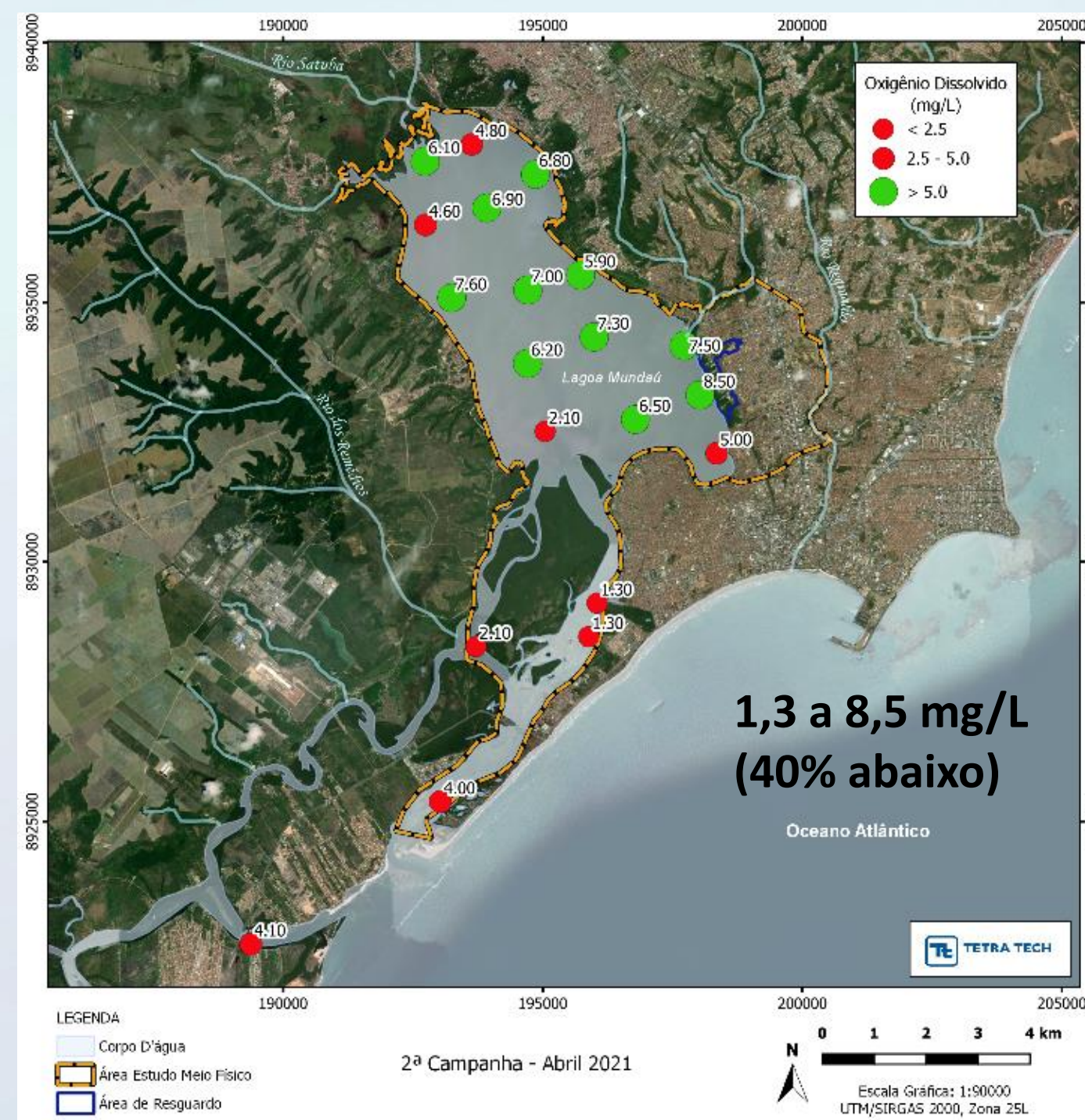
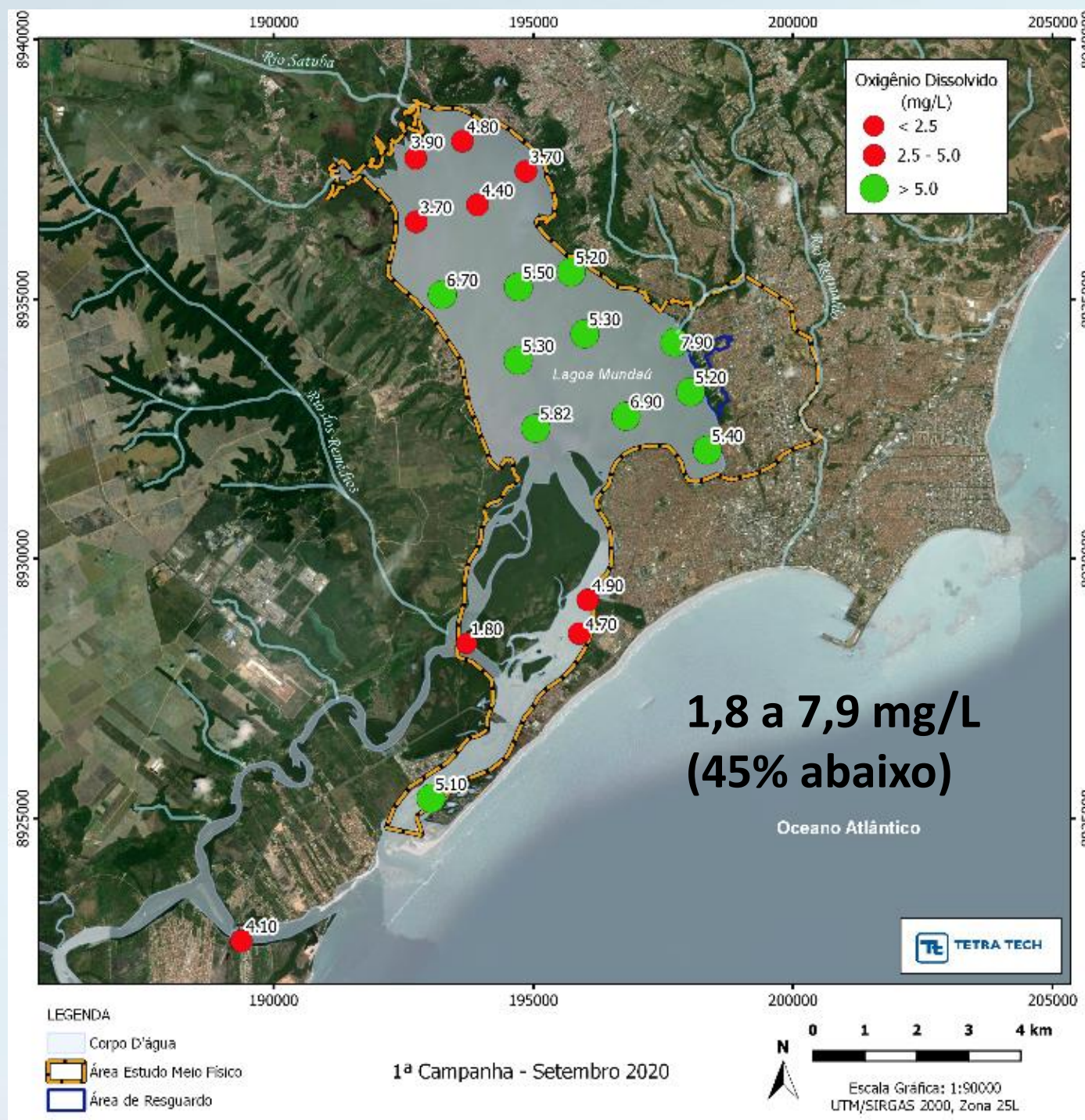
Altamente influenciada pelas condições hidrológicas da região (rios e maré) *Costa et al (2010) Santos (1998)*



ÁGUA SUPERFICIAL – OXIGÊNIO DISSOLVIDO

40 % das amostras de Oxigênio Dissolvido abaixo do valor de 5,0 mg/L

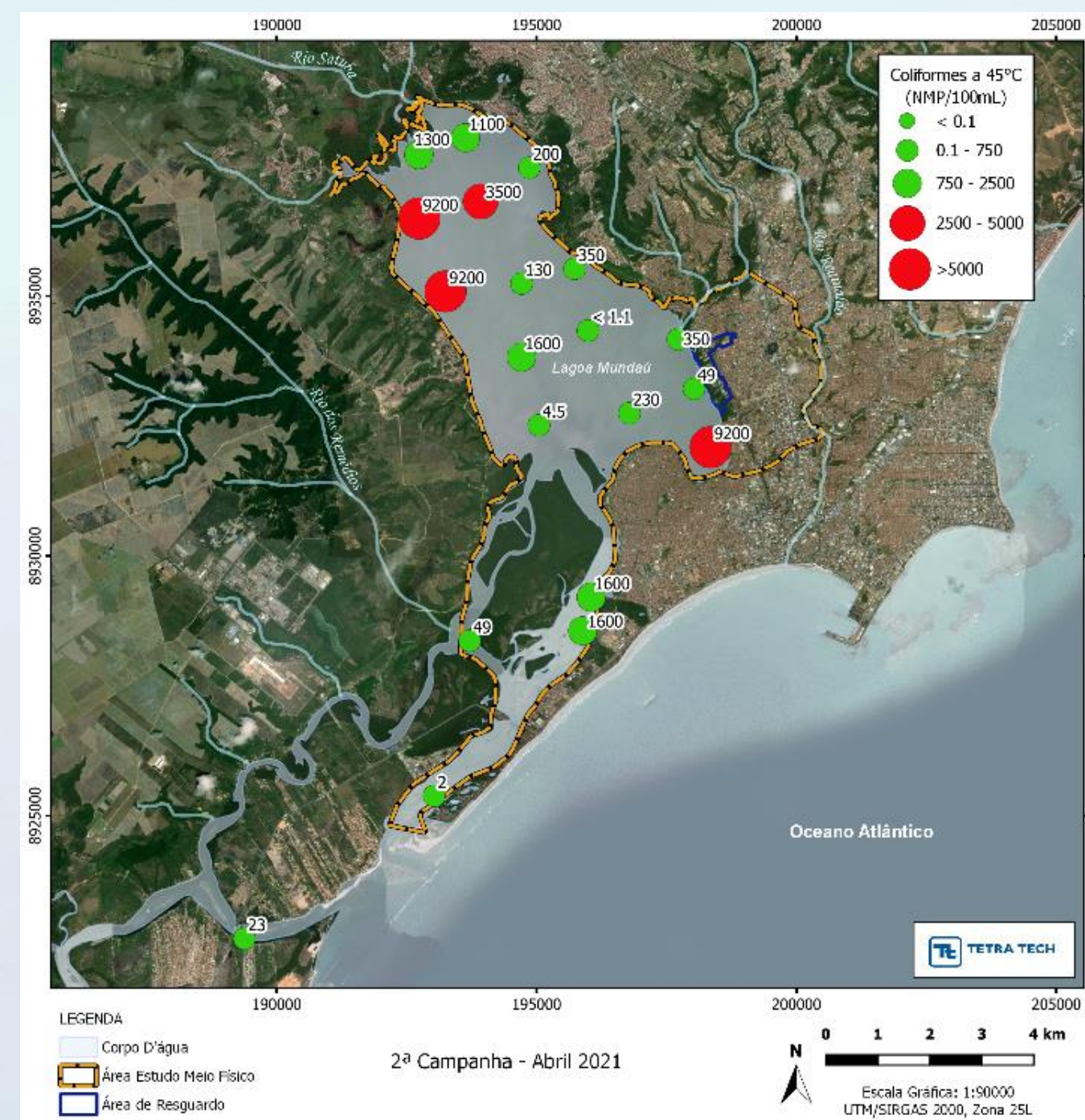
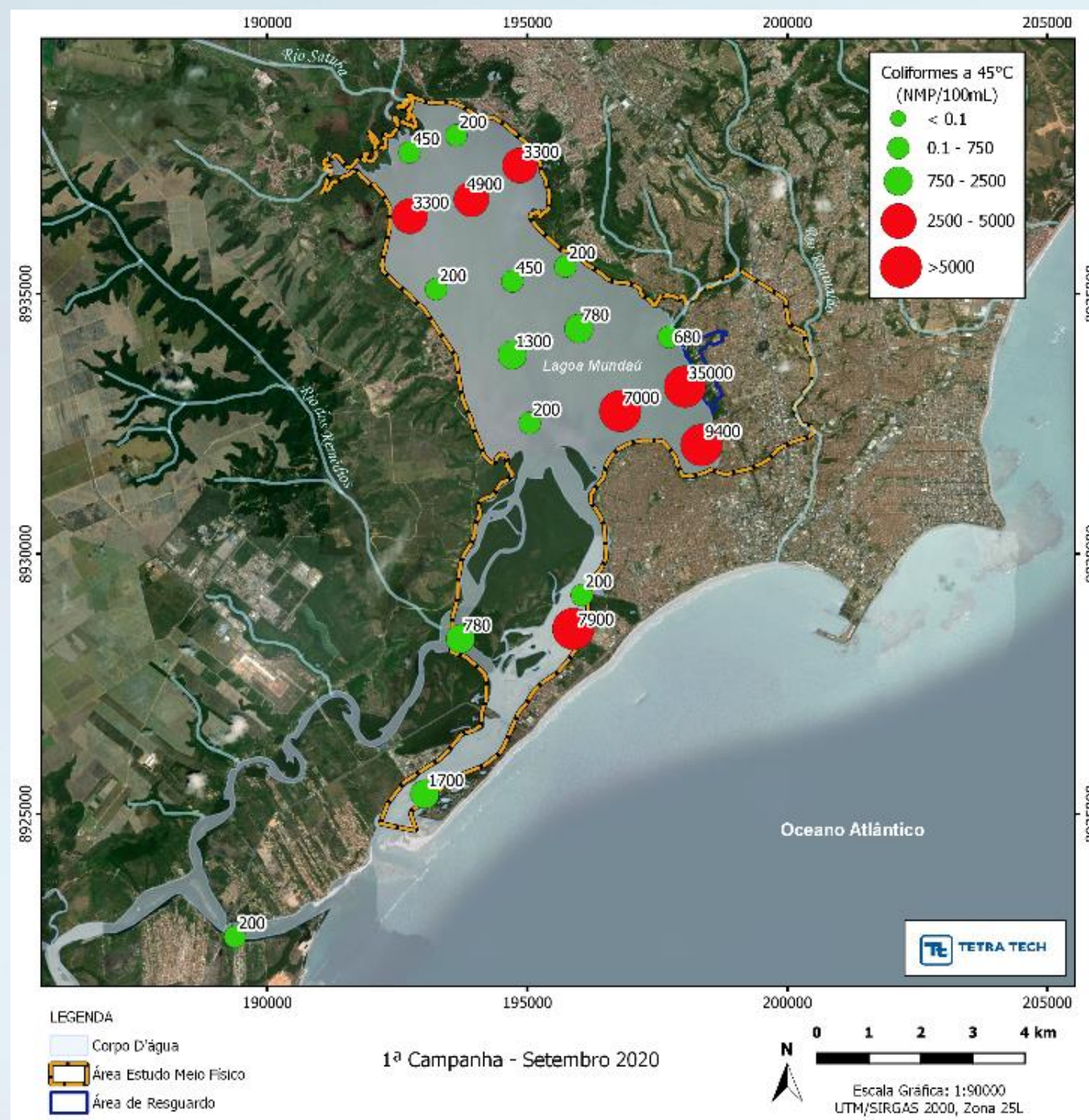
Torres, 2004



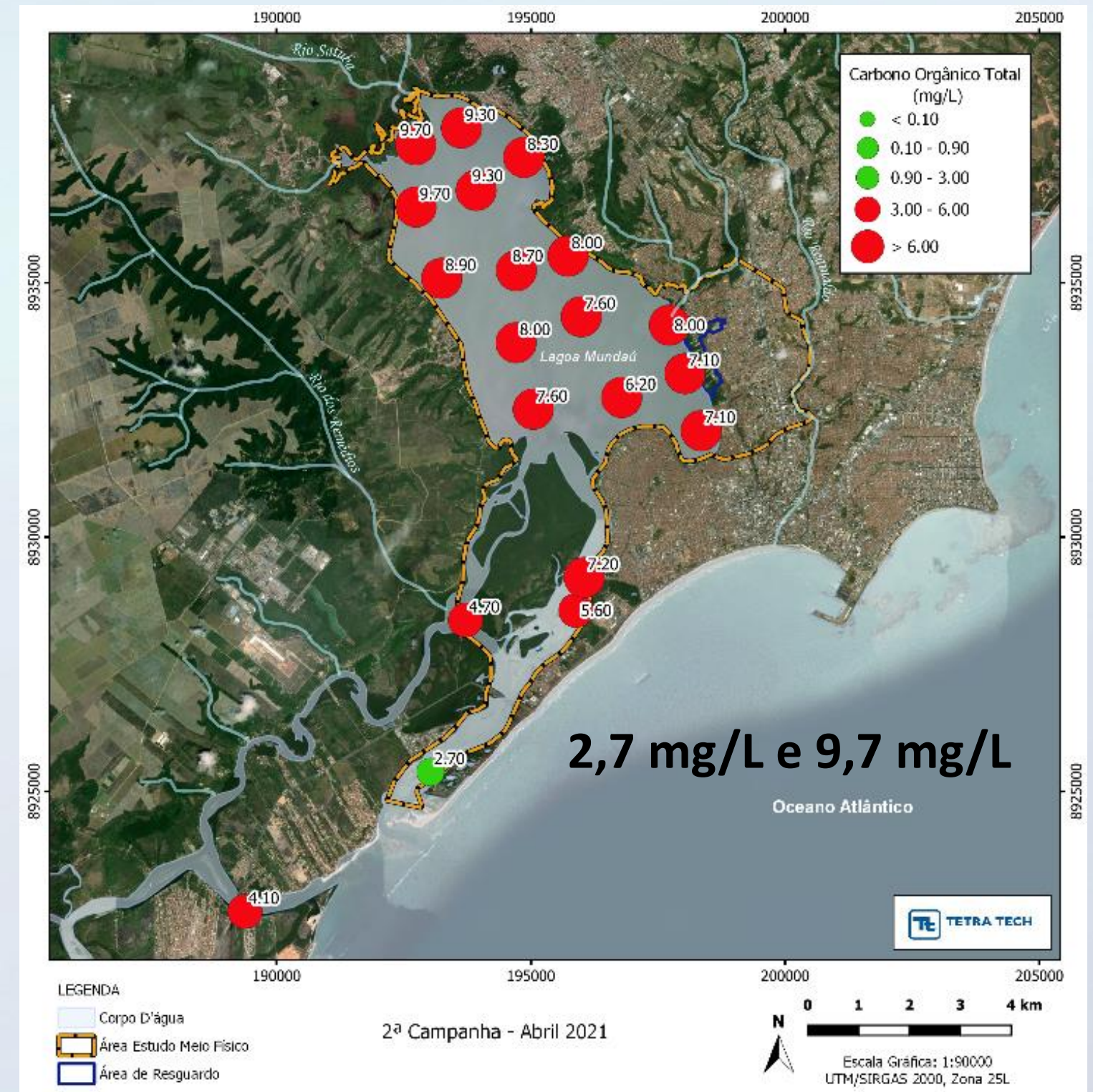
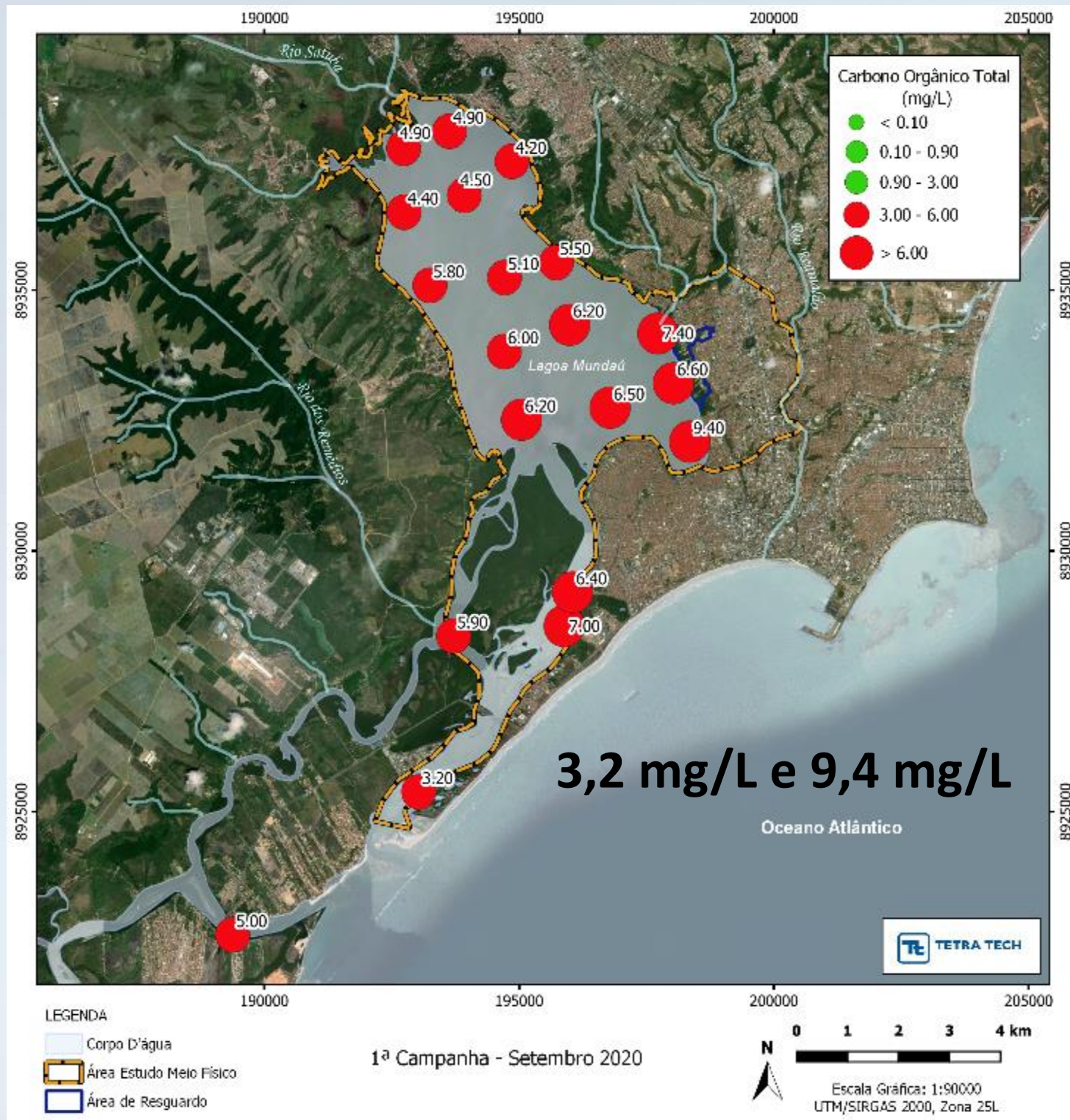
ÁGUA SUPERFICIAL – COLIFORMES FECAIS

Coliformes fecais nas proximidades do Canal da Levada em concentrações até 300 vezes maiores que os 1000 NMP/100ml estabelecidos Água Salobra Classe 1

Torres, 2004



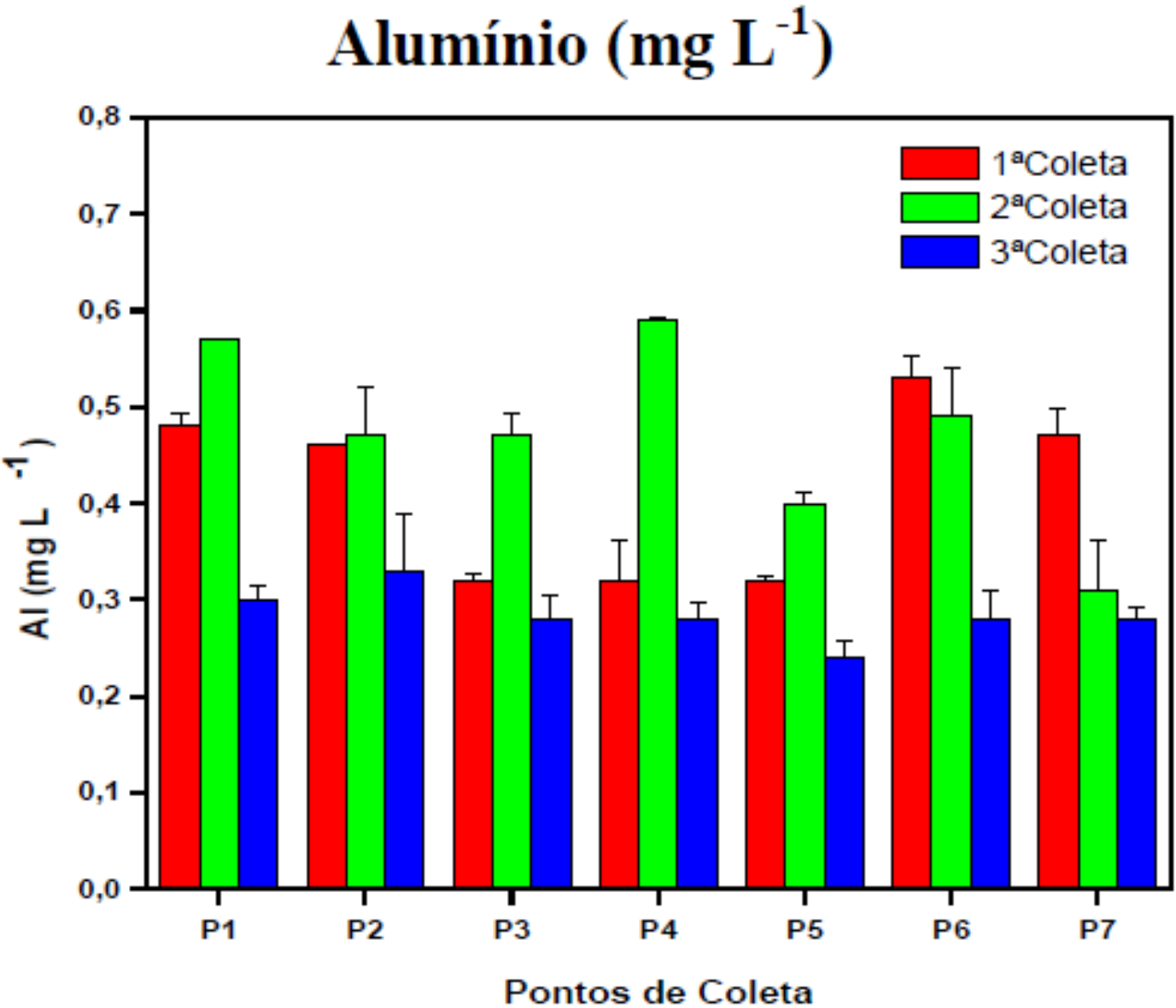
ÁGUA SUPERFICIAL – CARBONO ORGÂNICO TOTAL



ÁGUA SUPERFICIAL – ALUMÍNIO DISSOLVIDO

Concentrações em desacordo com a legislação para alumínio (fonte terrígena)

Lima, 2012

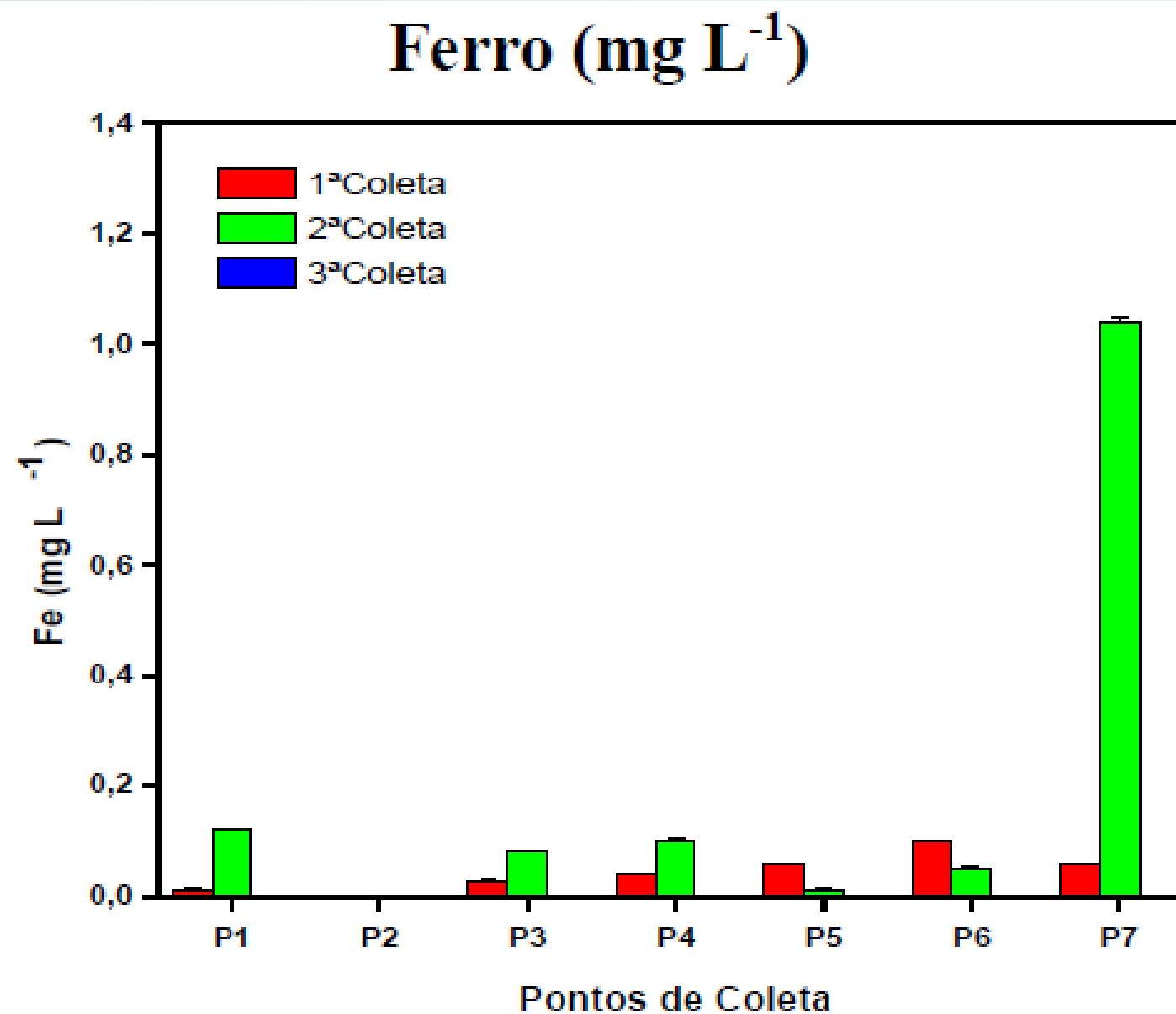


V _{médio}	V _{máx}	V _{mín}	CONAMA
0,39	0,59	0,24	0,1

ÁGUA SUPERFICIAL – FERRO DISSOLVIDO

Concentrações em desacordo com a legislação para ferro (fonte terrígena)

Lima, 2012

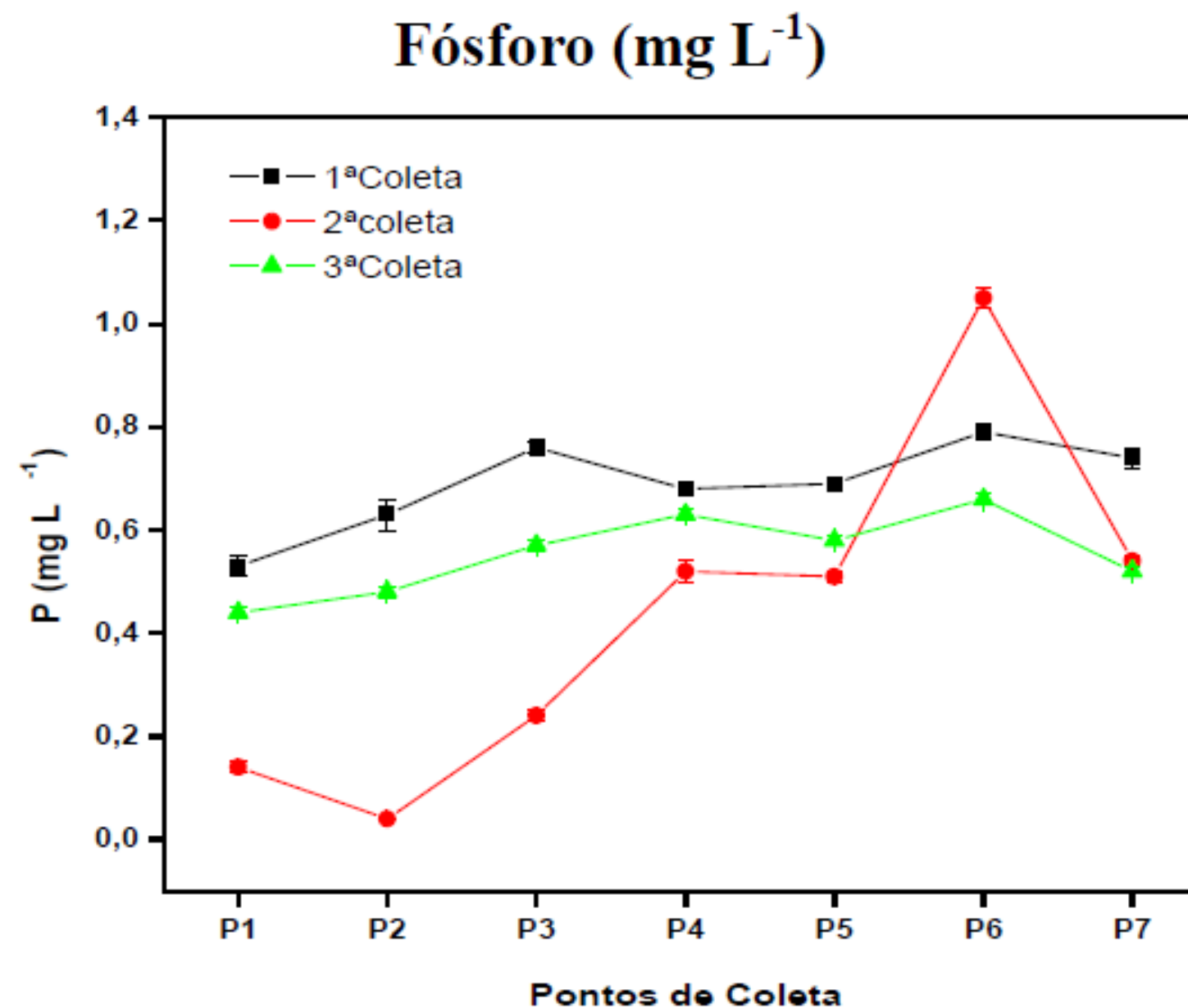


$V_{\text{médio}}$	$V_{\text{máx}}$	$V_{\text{mín}}$	CONAMA
0,13	1,04	< LOQ	0,3

ÁGUA SUPERFICIAL – FÓSFORO TOTAL

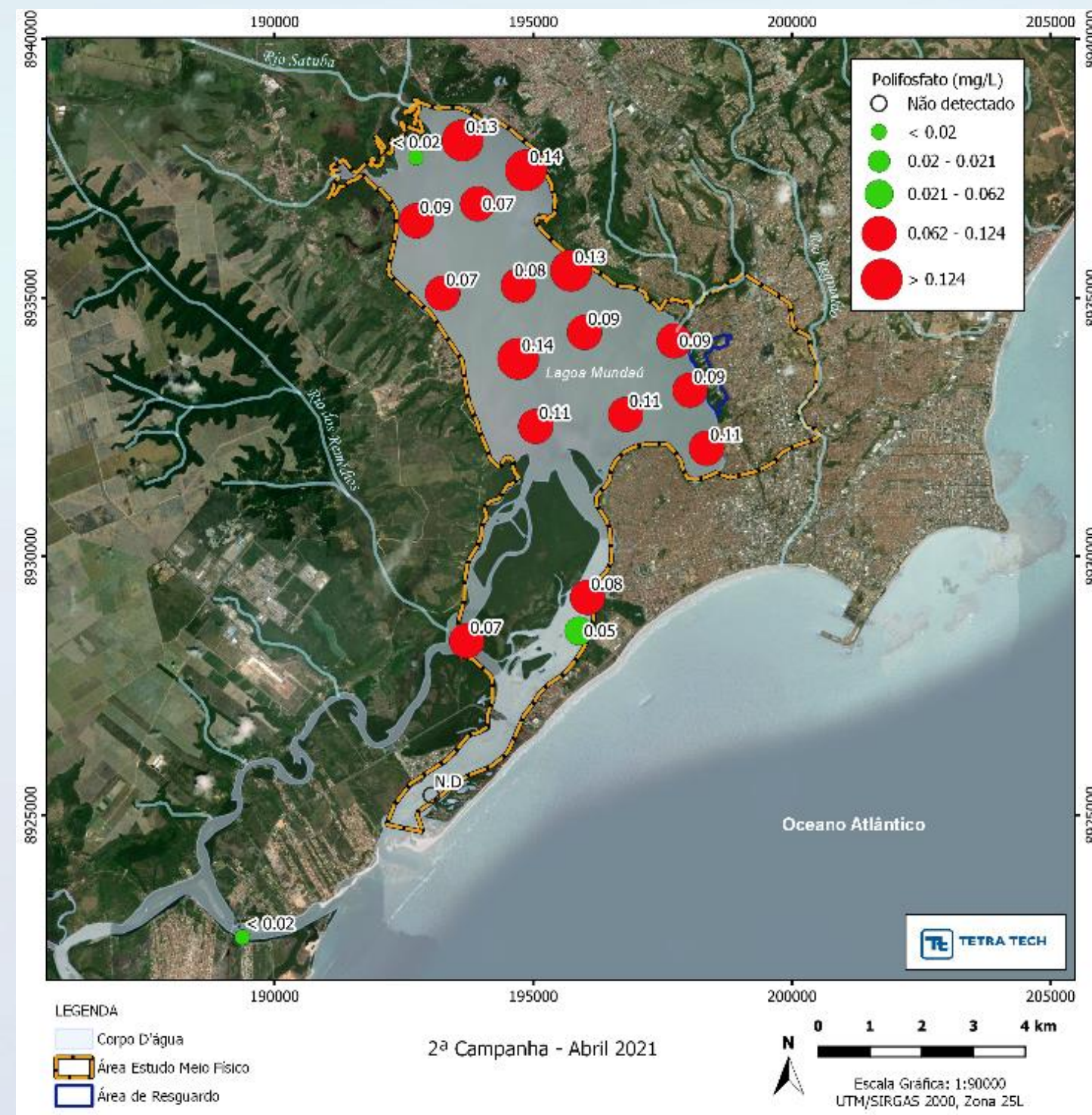
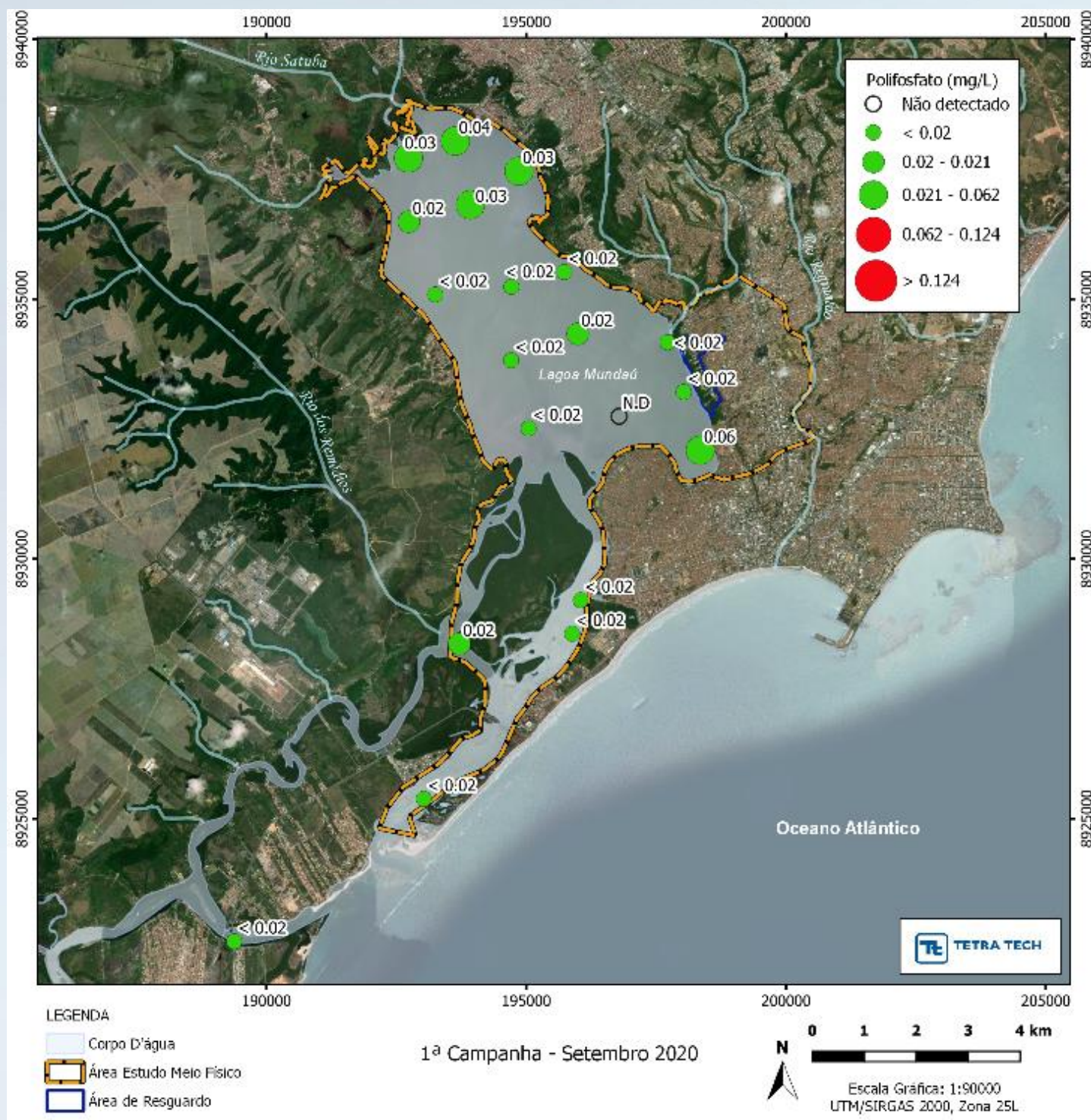
Concentrações em desacordo com a legislação para fósforo (fonte terrígena)

Lima, 2012



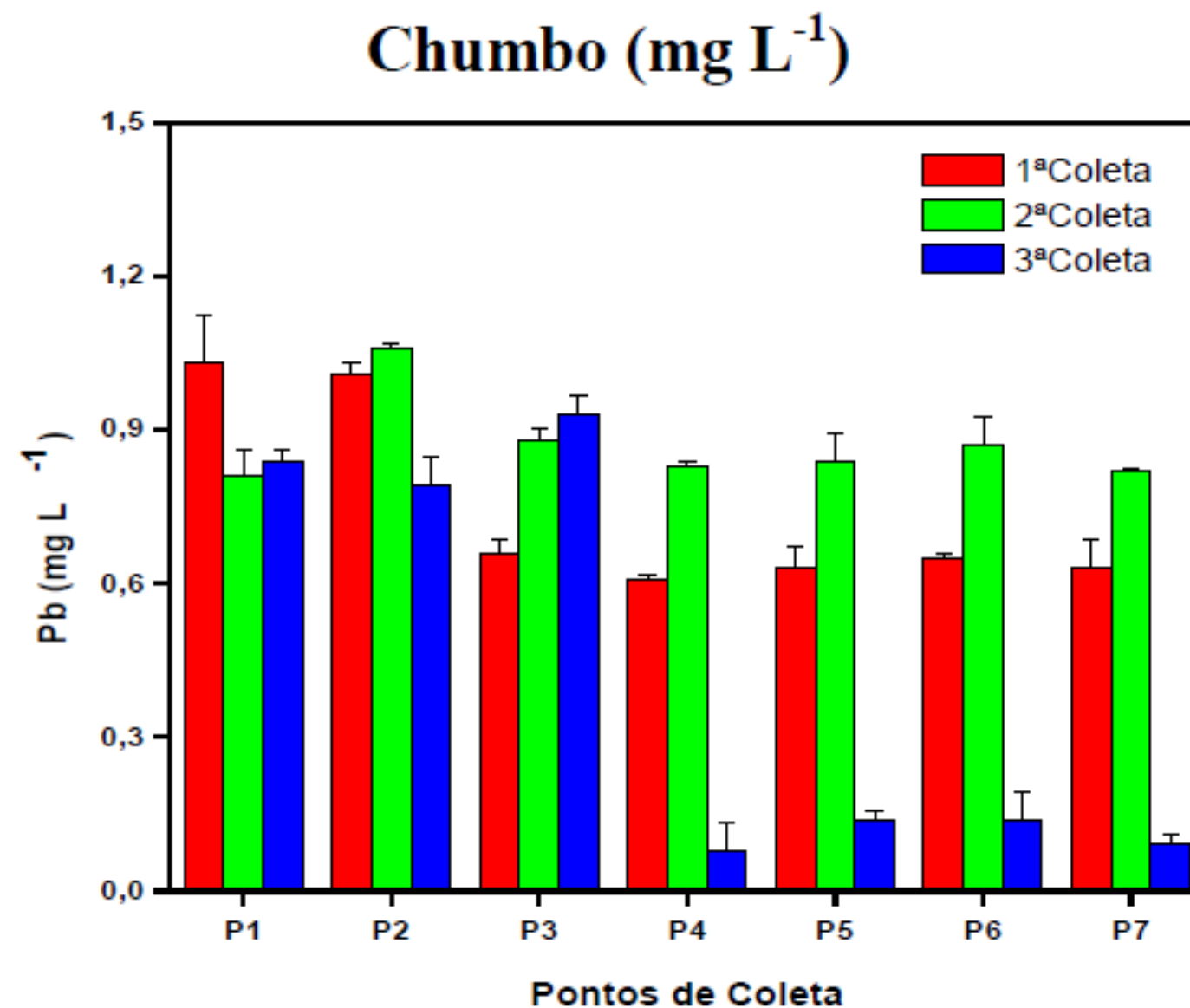
$V_{\text{médio}}$	$V_{\text{máx}}$	$V_{\text{mín}}$	CONAMA
0,56	1,05	0,04	0,186

ÁGUA SUPERFICIAL – POLIFOSFATO



ÁGUA SUPERFICIAL – MANGANÊS

Obs: Arsênio, Berílio, Cádmio, Chumbo, Cromo, Níquel, Prata e Zinco



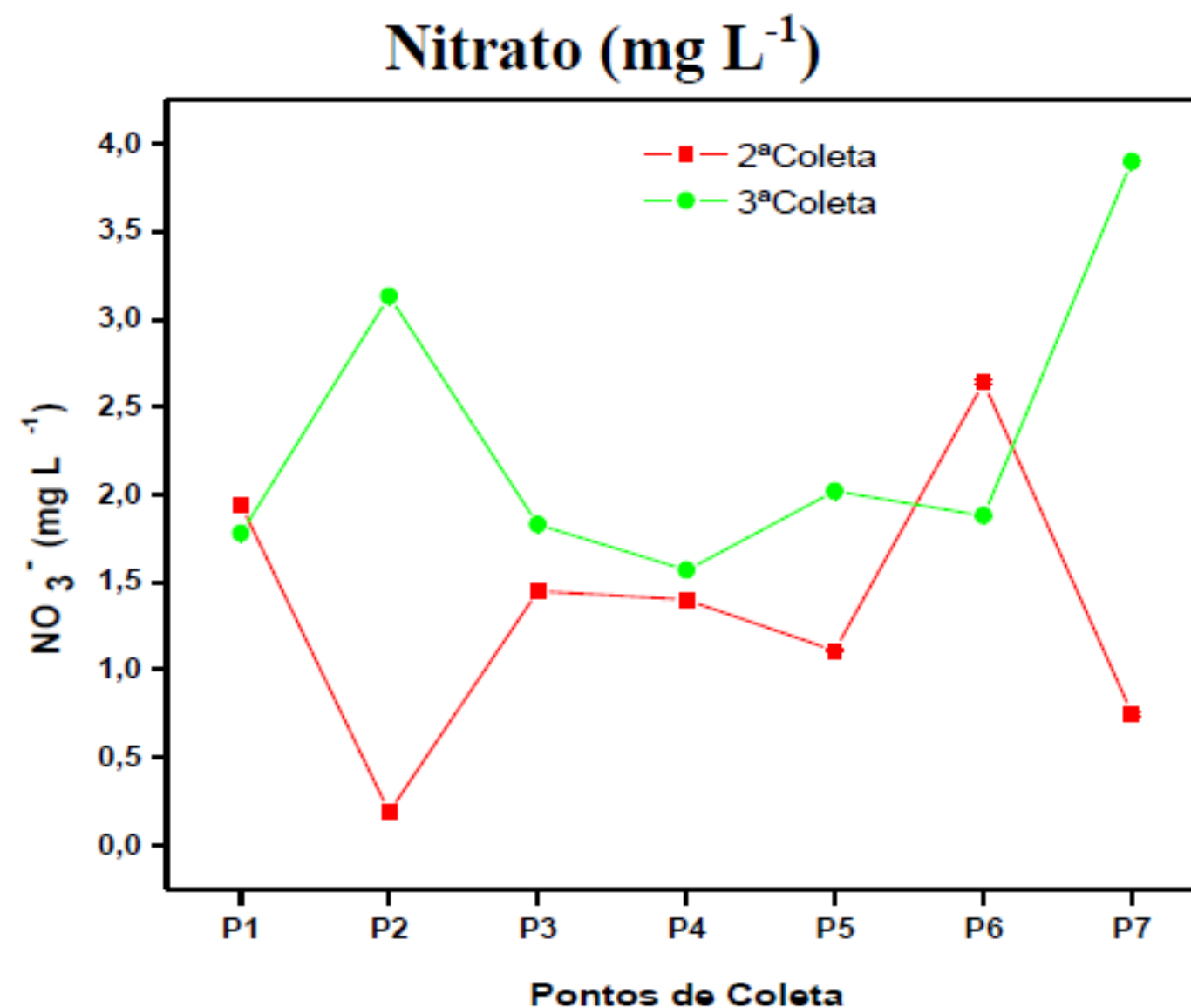
V _{médio}	V _{máx}	V _{mín}	CONAMA
0,68	1,06	0,08	0,210

ÁGUA SUPERFICIAL – NITRATO

Concentrações em desacordo com a legislação - Nitrato.

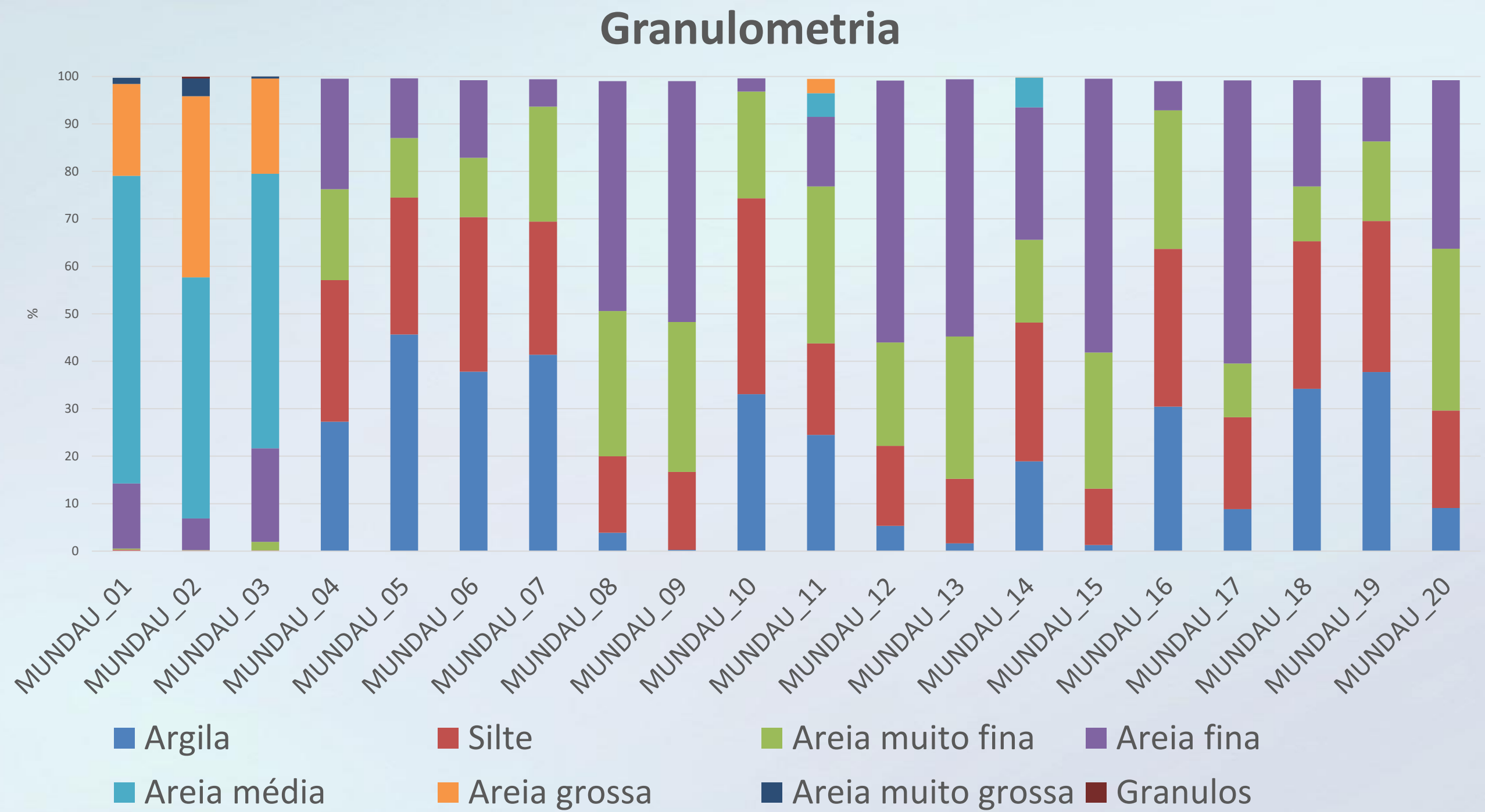
OBS: NITRITO – Valores abaixo dos limites da legislação.

Lima, 2012



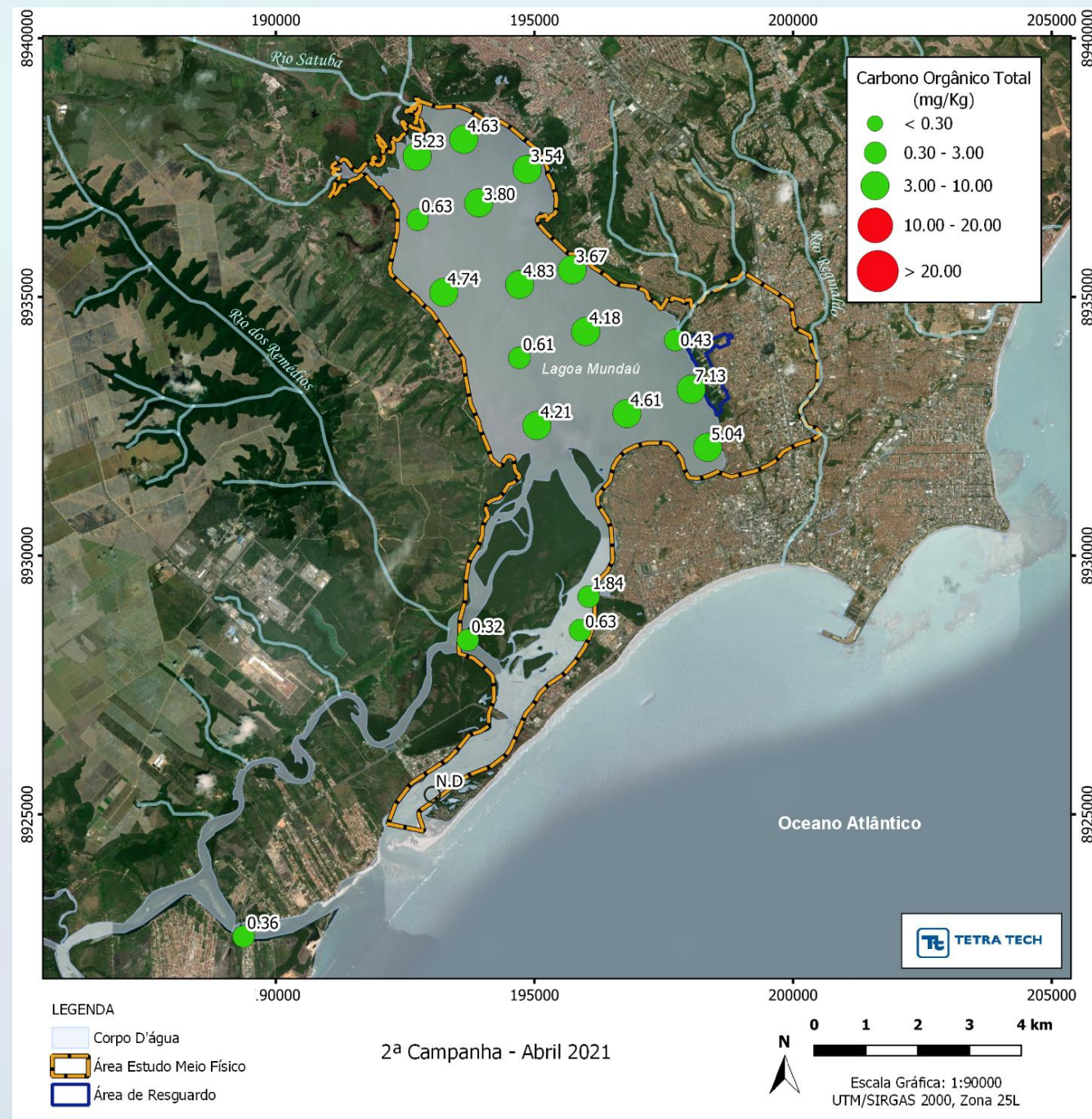
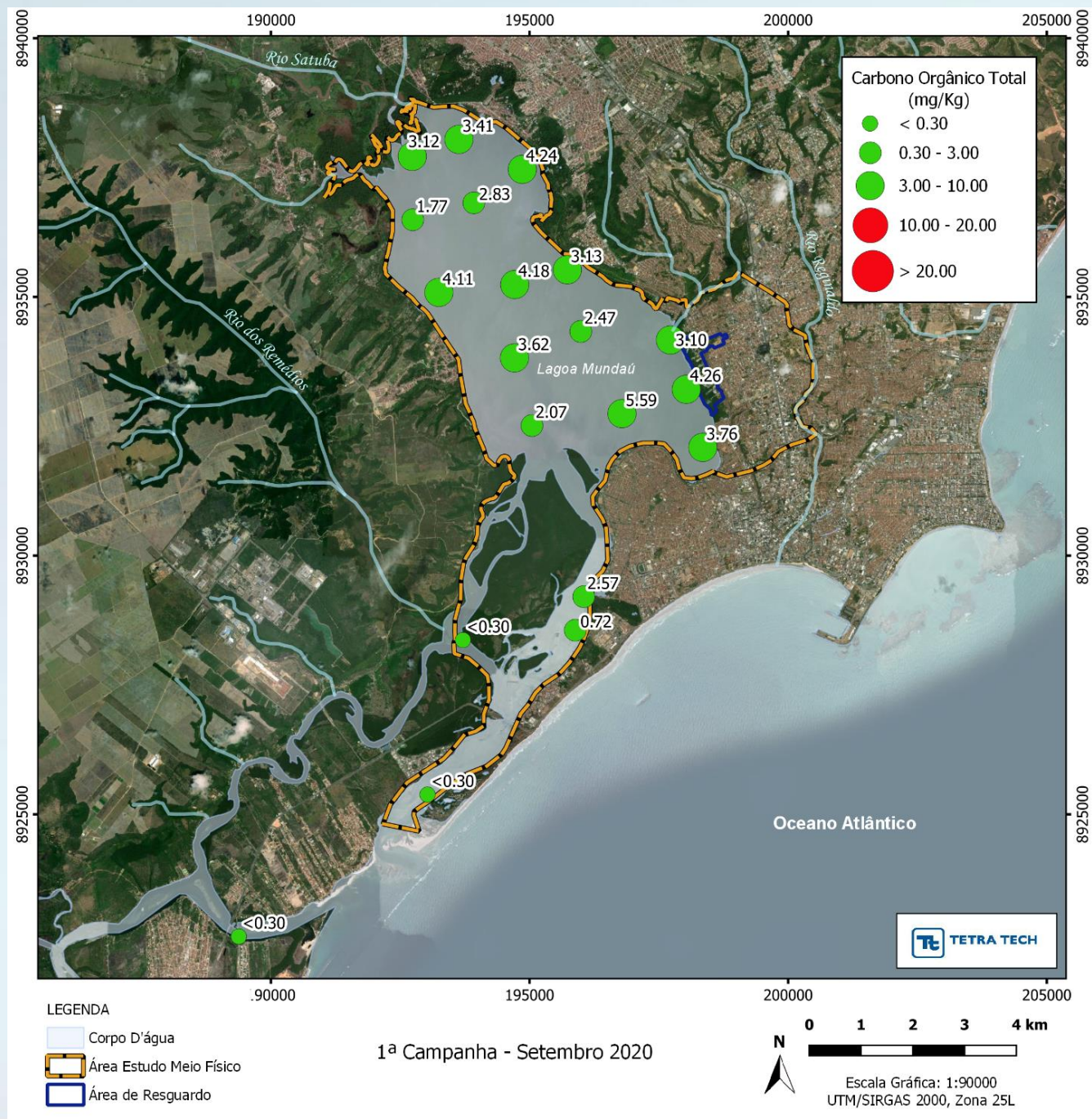
V _{médio}	V _{máx}	V _{mín}	CONAMA
1,83	3,9	0,19	0,70

SEDIMENTO GRANULOMETRIA - DADOS PRIMÁRIOS

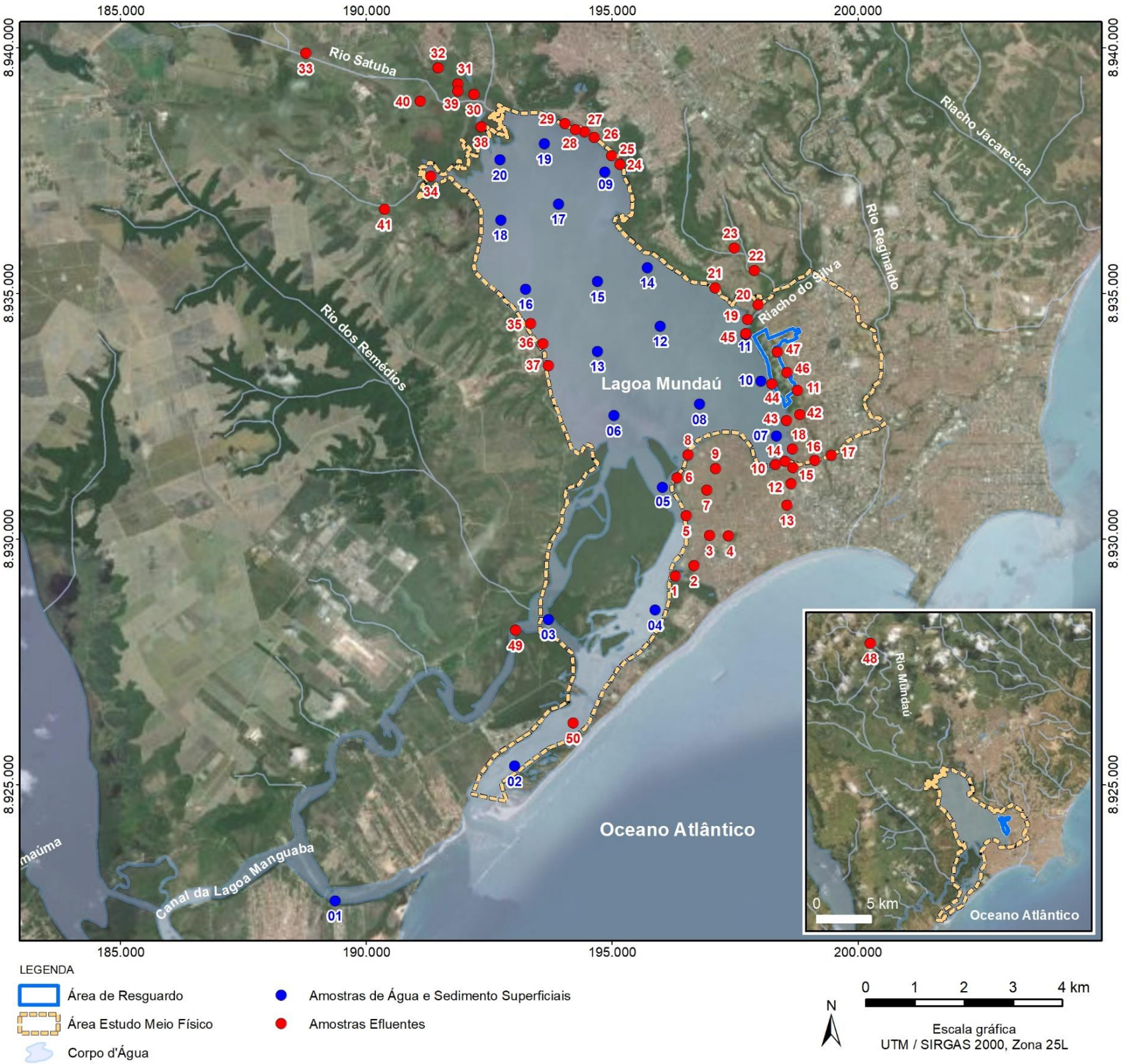


SEDIMENTO SUPERFICIAL – CARBONO ORGÂNICO

Sedimentos lamosos: enriquecidos em matéria orgânica, ao contrário dos canais, que apresentam sedimentos arenosos e empobrecidos em matéria orgânica. Matéria orgânica autóctona e sedimentos com contaminação fecal moderada, principalmente nas proximidades da cidade de Maceió. (Ribeiro et al, 2011)



CARACTERIZAÇÃO AFLUENTES E CANAIS – MALHA AMOSTRAL



- Campanha em Maio de 2021
- 50 Estações de Coleta
- Efluentes – OD, DBO, DQO, Coliformes, COT, Sólidos Suspensos

ESTUDO DE TRANSPORTE E DISPERSÃO DE EFLUENTES

Levantamento de Dados - 17 a 21 de maio de 2021



CARACTERIZAÇÃO AFLUENTES E CANAIS

Carbono Orgânico Total



Baixo Estuário

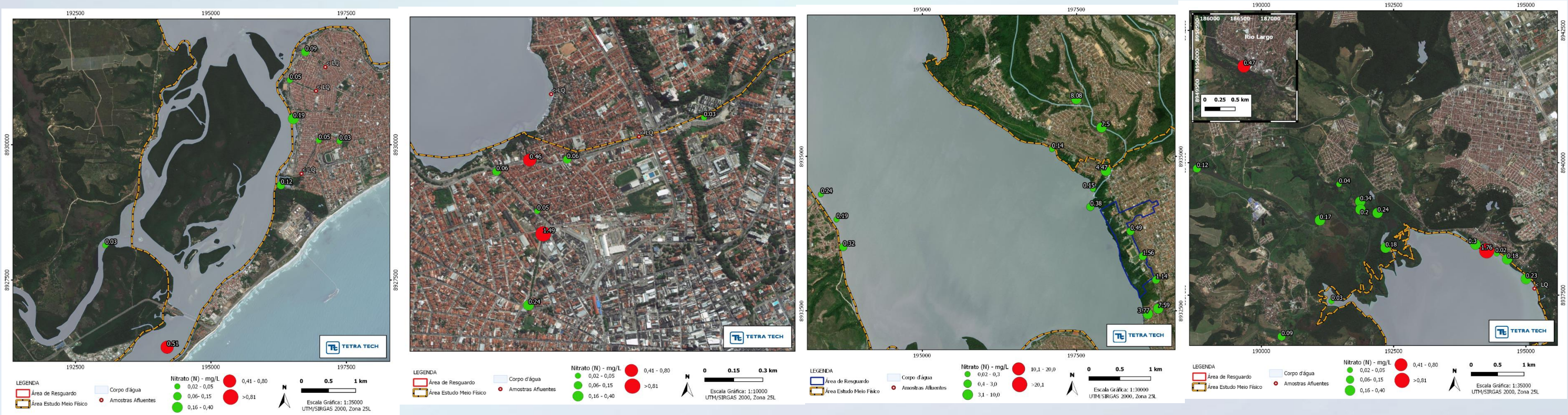
Levada

Central

Alto Estuário

CARACTERIZAÇÃO AFLUENTES E CANAIS

Nitrato



Baixo Estuário

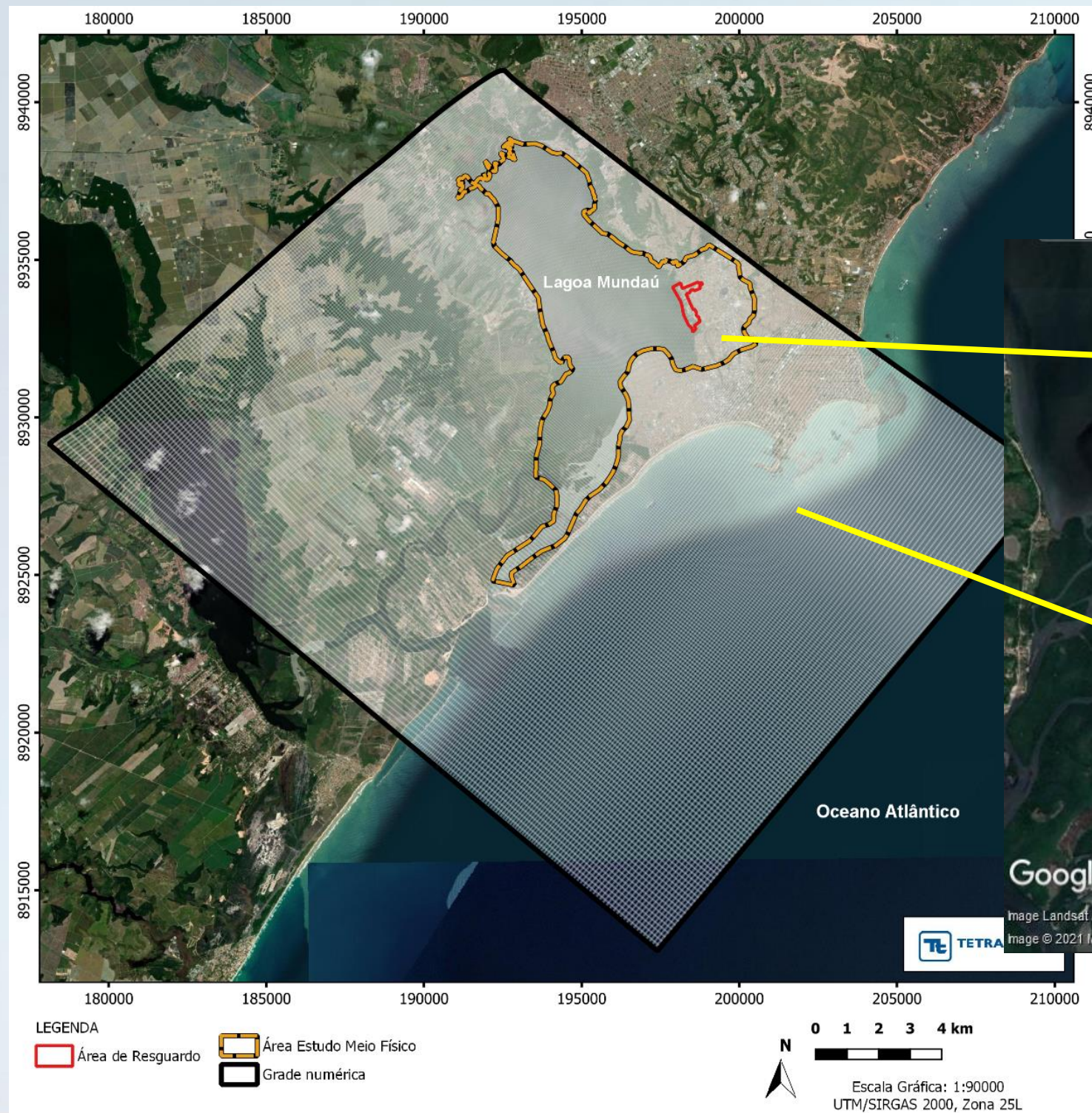
Levada

Central

Alto Estuário

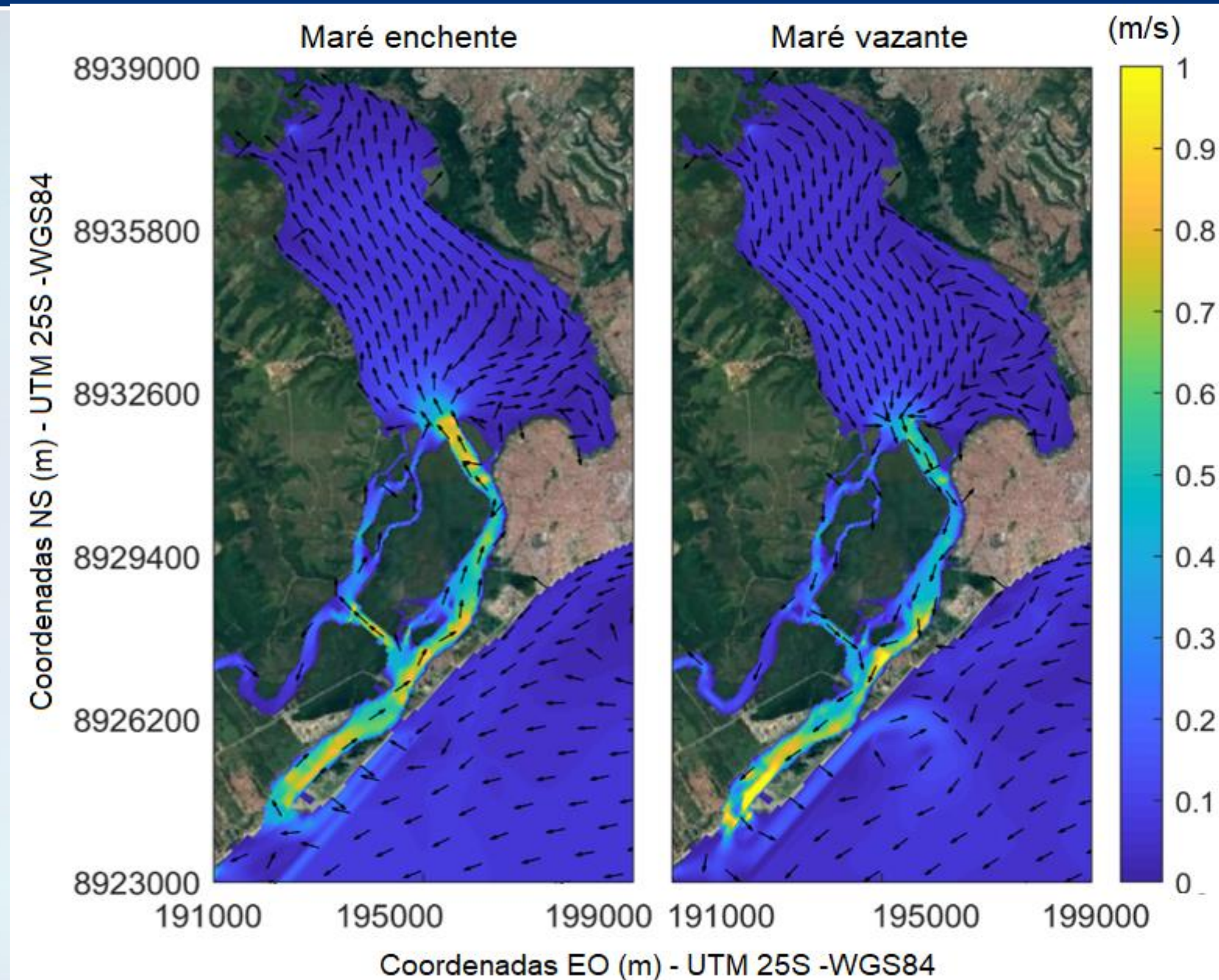
ESTUDO DE TRANSPORTE E DISPERSÃO DE EFLUENTES

Modelagem Numérica Hidrodinâmica – Delft3D FLOW

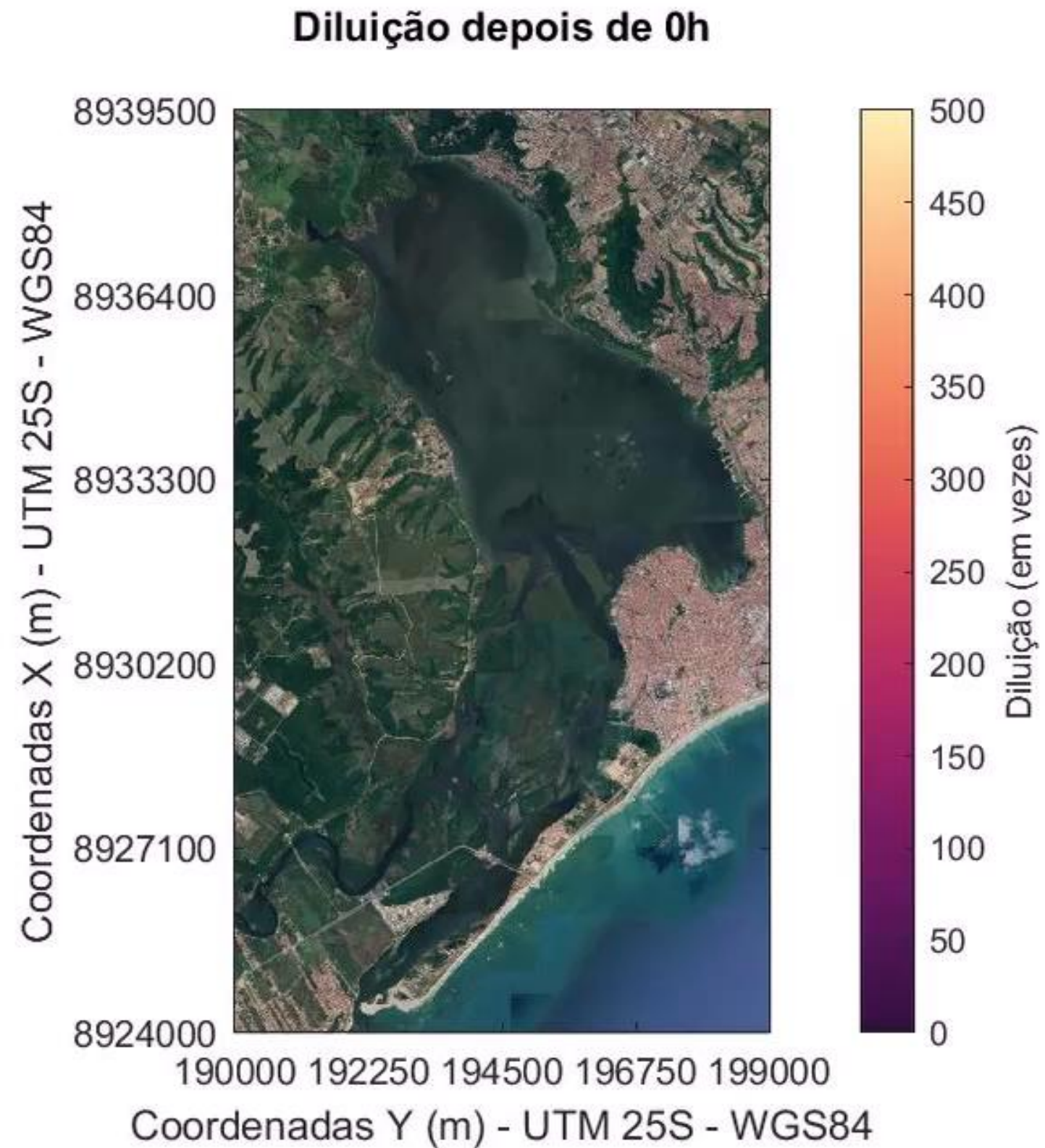


ESTUDO DE TRANSPORTE E DISPERSÃO DE EFLUENTES

Modelagem Numérica
Hidrodinâmica –
Delft3D FLOW



ESTUDO DE TRANSPORTE E DISPERSÃO DE EFLUENTES



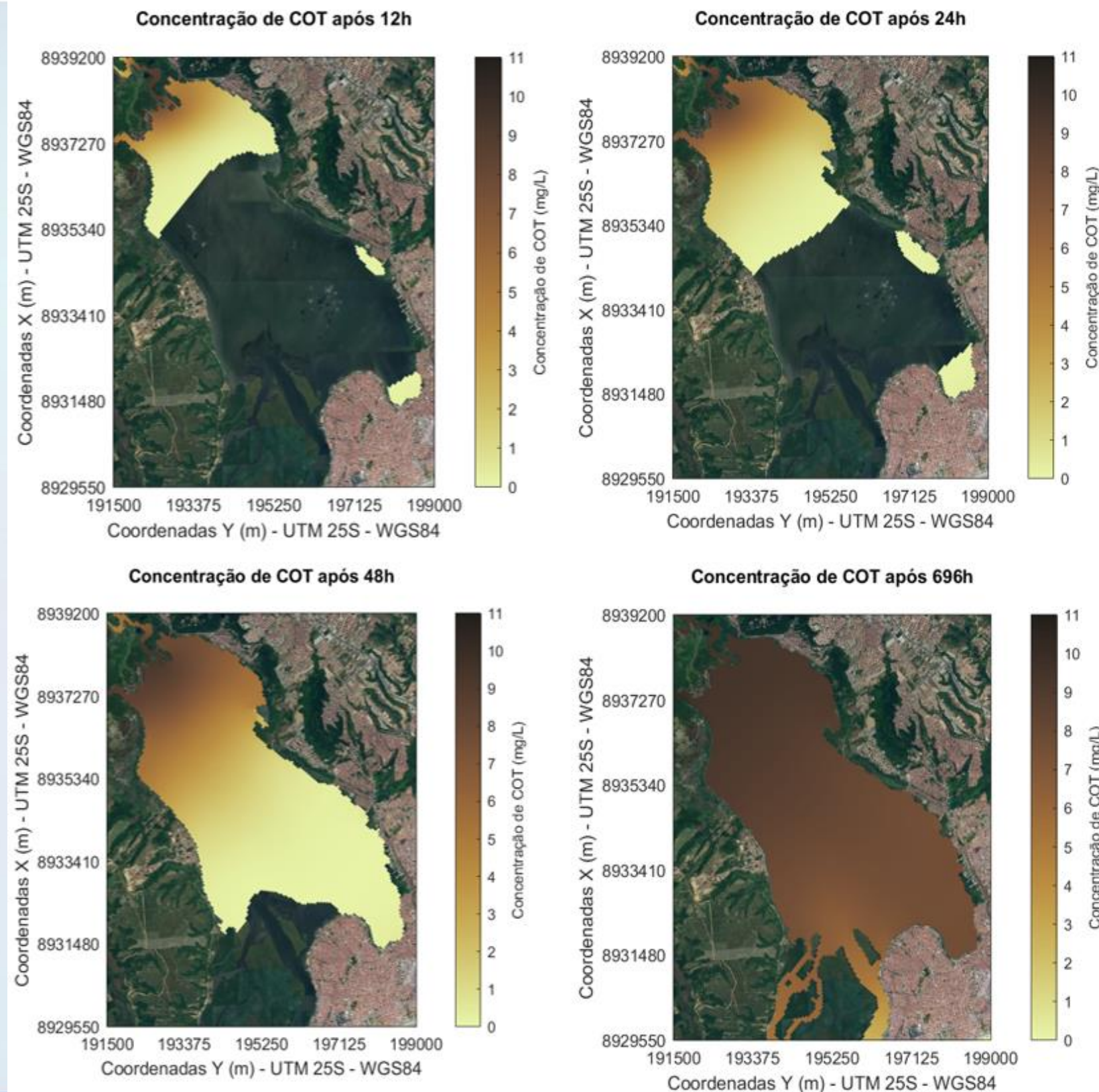
RESULTADOS – CARBONO ORGÂNICO TOTAL

Depois de 9 dias

- Excede o limite CONAMA nº 357/05 de 3 mg/L em todo o domínio da lagoa

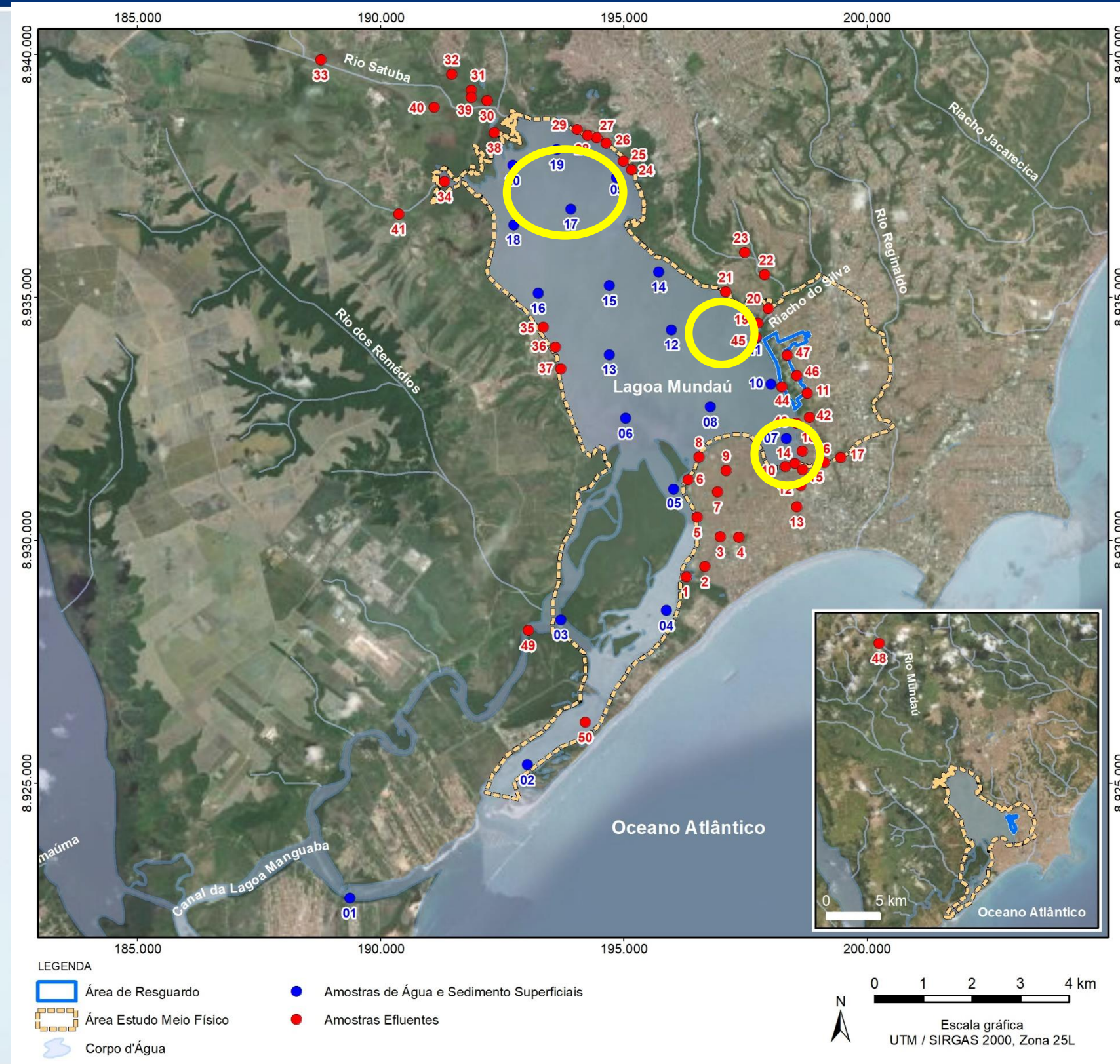
Depois de 29 dias

- Valor máximo = 9,8 mg/L
- Valor da média = 8,2 mg/L
- Desvio padrão = 0,8 mg/L



ÁREAS DE ATENÇÃO

- Norte
- Leste
- Sudeste



Principais fatores alteração da Qualidade Água (ANA, 2006):

- Ocupação urbana e ausência de um sistema de tratamento de esgoto
- Ocupação irregular nas margens
- Usinas e destilarias às margens dos rios que deságuam no Complexo Lagunar
- Cultivo extensivo da cana-de-açúcar (carreamento de sedimentos, agrotóxicos e fertilizantes)
- Atividades industriais, matadouros, curtumes, fábricas de fertilizantes, entre outros
- Disposição inadequada de resíduo hospitalar
- Lançamento de efluentes e resíduos de embarcações de turismo

RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO E DEFINIÇÃO DE IMPACTOS

- **Não foram encontradas** evidências que apresentem ligação com as **questões relacionadas a qualidade das águas da lagoa Mundaú com o fenômeno geológico e com as atividades de extração de sal-gema**
- **A lagoa Mundaú historicamente** vem recebendo uma grande **carga orgânica** proveniente do **seu entorno**, principalmente relacionada aos **efluentes oriundos da grande Maceió e ocupações urbanas adjacentes**, além de todo o material orgânico que vem através da **Bacia do rio Mundaú**, incluindo **além das fontes urbanas** as fontes relacionadas as **atividades agrícolas e industriais**

RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



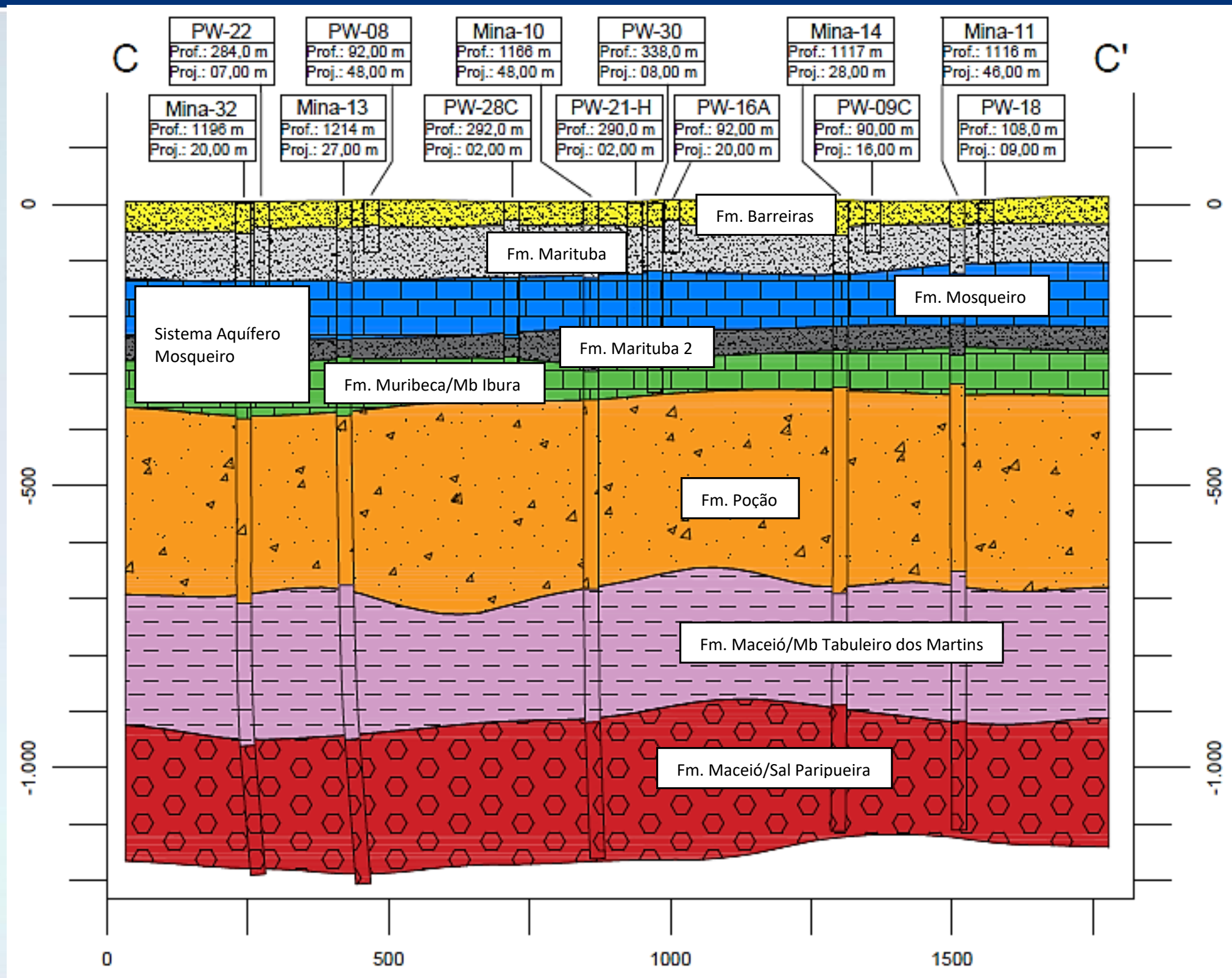
OBJETIVO

- **Caracterizar** geológica e hidrogeologicamente **os aquíferos** existentes na área de estudo (aquíferos Barreiras, Marituba, Mosqueiro e Mosqueiro/Poção)
- **Caracterizar a variabilidade temporal** (histórica) da **qualidade e dos níveis das águas subterrâneas** dos diferentes aquíferos
- Caracterizar a **qualidade ATUAL** das águas subterrâneas
- Caracterizar a situação **ATUAL dos níveis das águas subterrâneas**
- Desenvolver um **modelo geológico e hidrogeológico conceitual e numérico** dos aquíferos existentes, para entender de maneira integrada o funcionamento hidrodinâmico
- Diagnosticar eventuais **impactos hidrogeológicos**

HIDRODINÂMICA E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

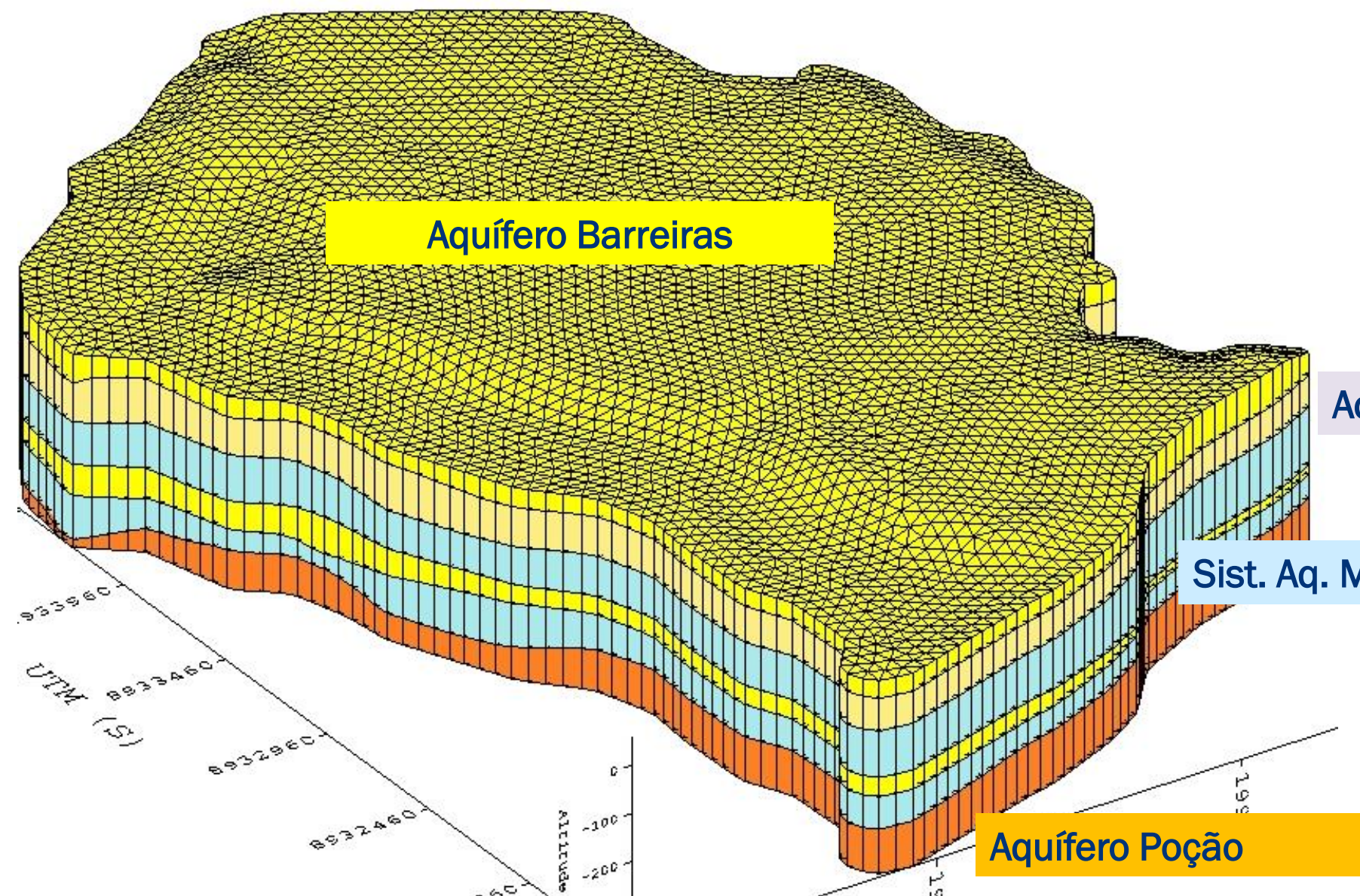
- 1. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos Regionais e Locais**
- 2. Caracterização Hidrogeológica e Hidrodinâmica dos Aquíferos**
 1. Análise Histórica do Comportamento Hidrodinâmico dos Aquíferos
 2. Conexão Hidrodinâmica entre a Lagoa Mundaú e as Águas Subterrâneas
 3. Conexão Hidrodinâmica entre Aquíferos
 4. Modelagem Numérica do Fluxo das Águas Subterrâneas
- 3. Qualidade das Águas Subterrâneas e Modelagem Hidrogeoquímica**
 1. Análise Histórica do Comportamento Hidrogeoquímico dos Aquíferos
 2. Qualidade Atual das Águas Subterrâneas

ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS REGIONAIS E LOCAIS



MODELO HIDROGEOLÓGICO

Transferência das informações geológicas para o modelo conceitual



Modelo Hidrogeológico

Base de Dados

(54 poços de sal/água com dados dos aquíferos)

04 AQUÍFEROS

Aquífero Marituba

Sist. Aq. Mosqueiro

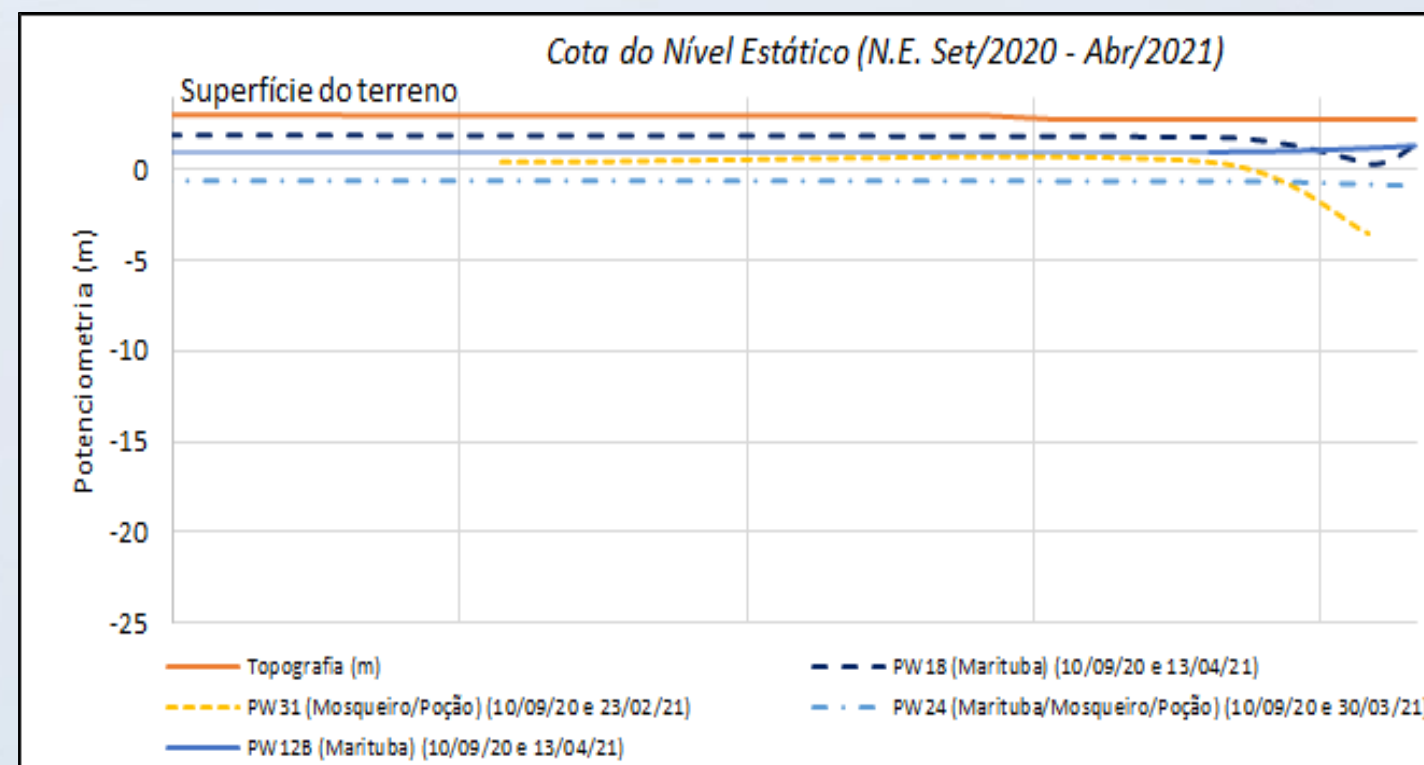
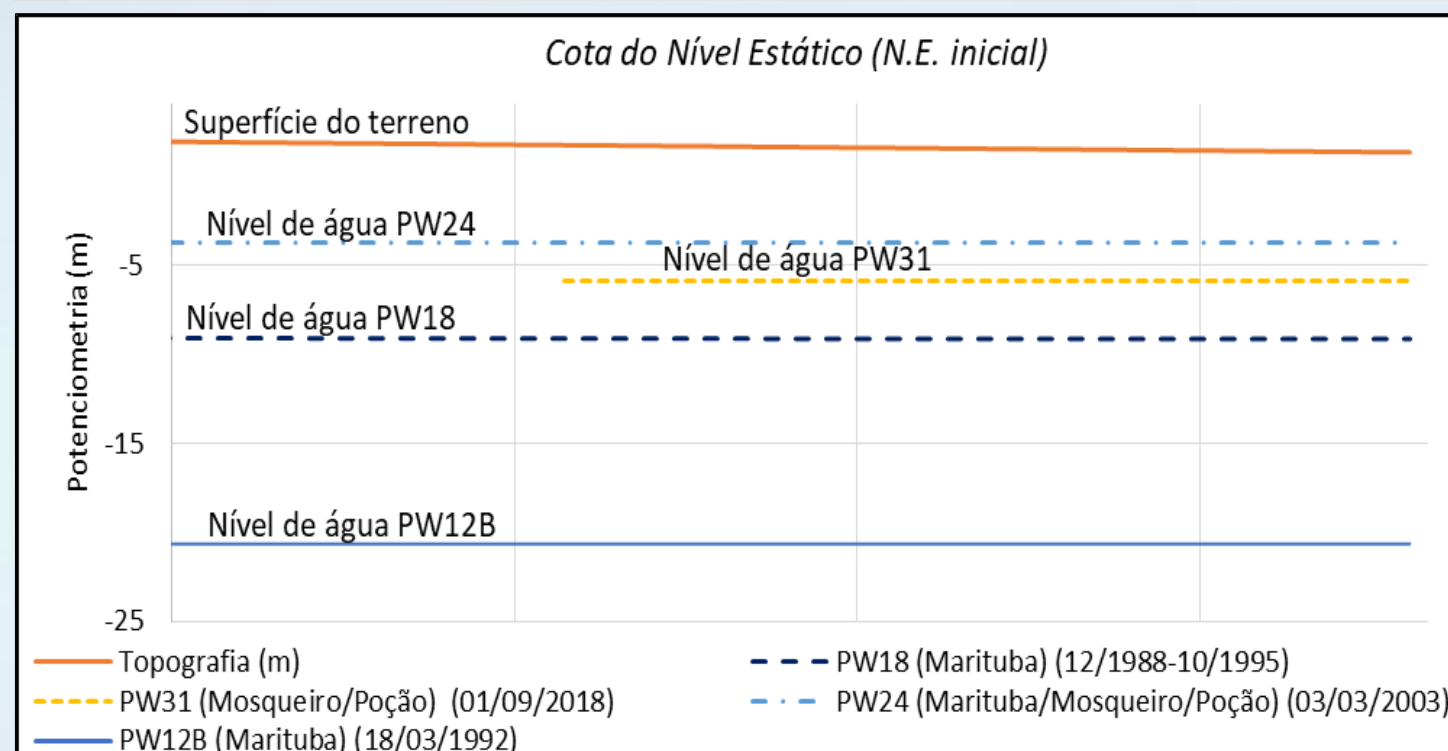
Aquífero Poço

- 19 poços de sal (M#)
- 18 poços de água na área de resguardo
- 17 perfis poços de água no tabuleiro e externos à área de estudo (a sul e sudeste)
- Dados bibliográficos.

ANÁLISE HISTÓRICA DO COMPORTAMENTO HIDRODINÂMICO DOS AQUÍFEROS



- Análise por setor
- Análise por aquíferos



CONEXÃO HIDRODINÂMICA - LAGOA MUNDAÚ E AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

- Nível de água
- Temperatura
- Condutividade Elétrica

Aquífero Barreiras (05)

(PW101, PW102A, PW102B, PW102C, PW103)

Aquífero Marituba (08)

(PW7, PW12A, PW12B, PW13, PW15A, PW18, PW19, PW20)

Aquífero Barreiras/Marituba (11)

(PW1, PW2, PW7B (PW7A), PW9C, PW10A, PW15, PW16A, PW17A, PW25, PW26, PW27)

Mosqueiro (2)

(PW22, PW28C)

Mosqueiro/Poção (3)

(PW29, PW30, PW31)

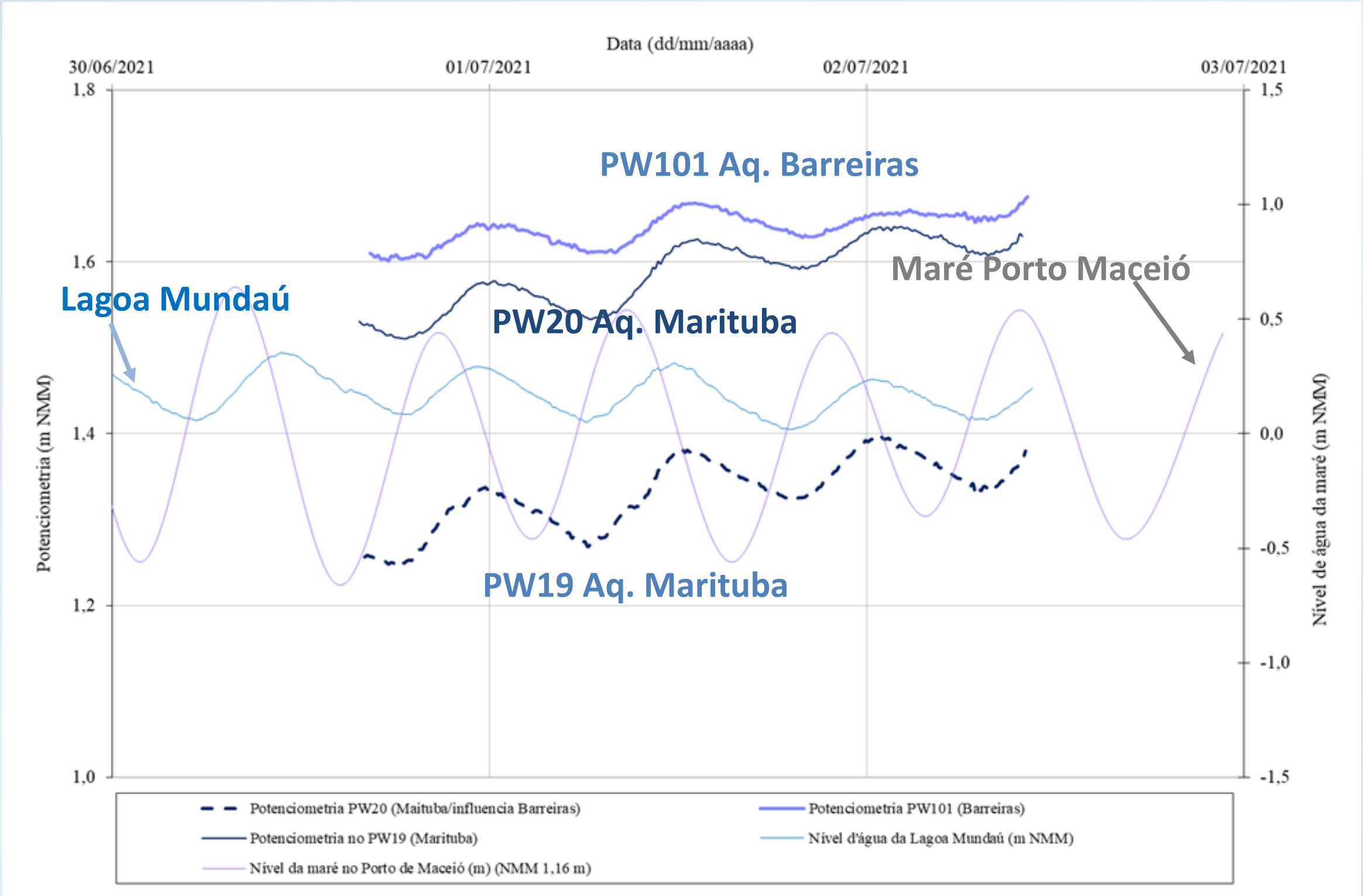
Outros

Marituba/Mosqueiro (2)

PW21 (pioneiro), PW21A

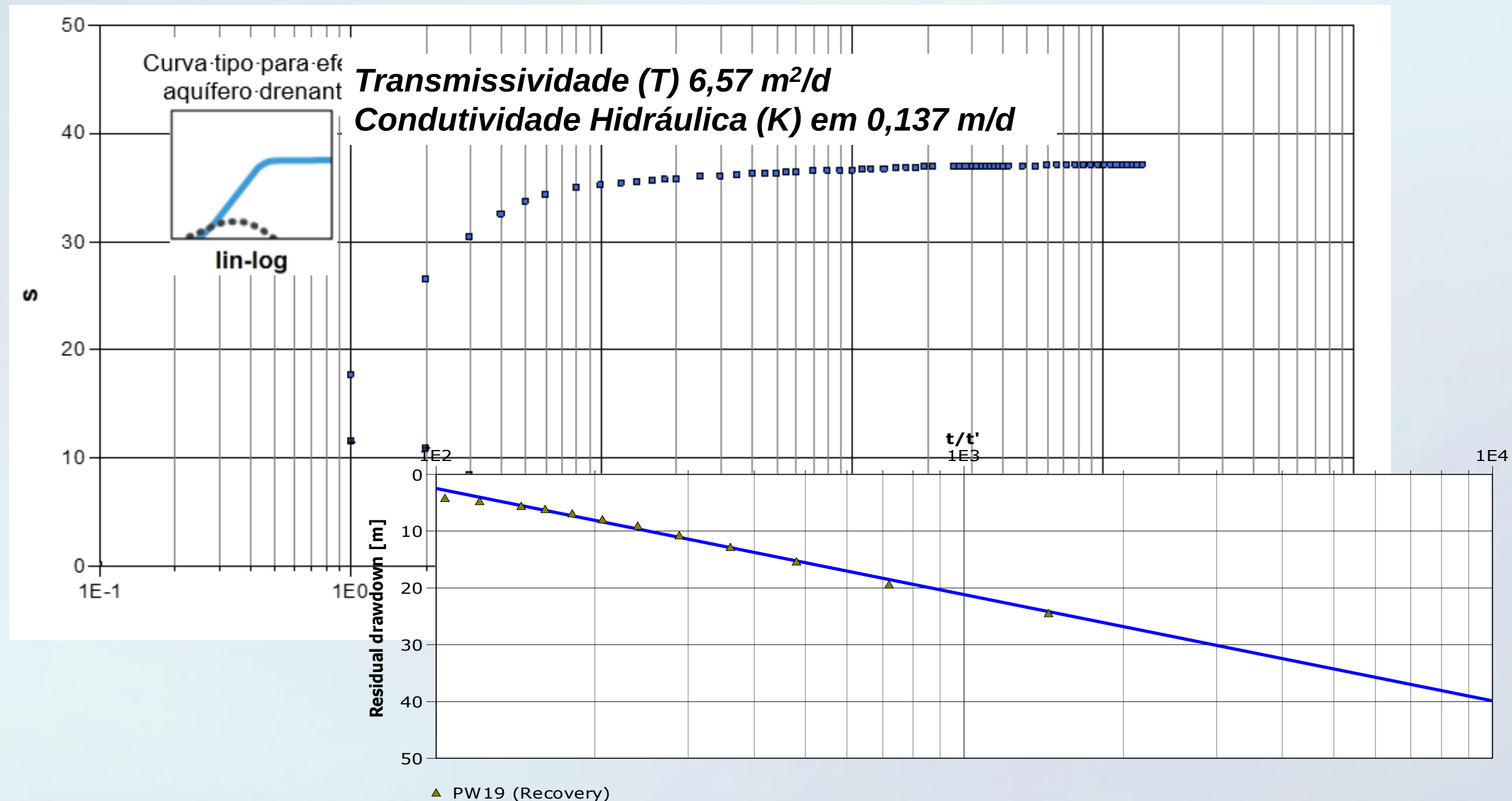


CONEXÃO HIDRODINÂMICA - LAGOA MUNDAÚ E AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



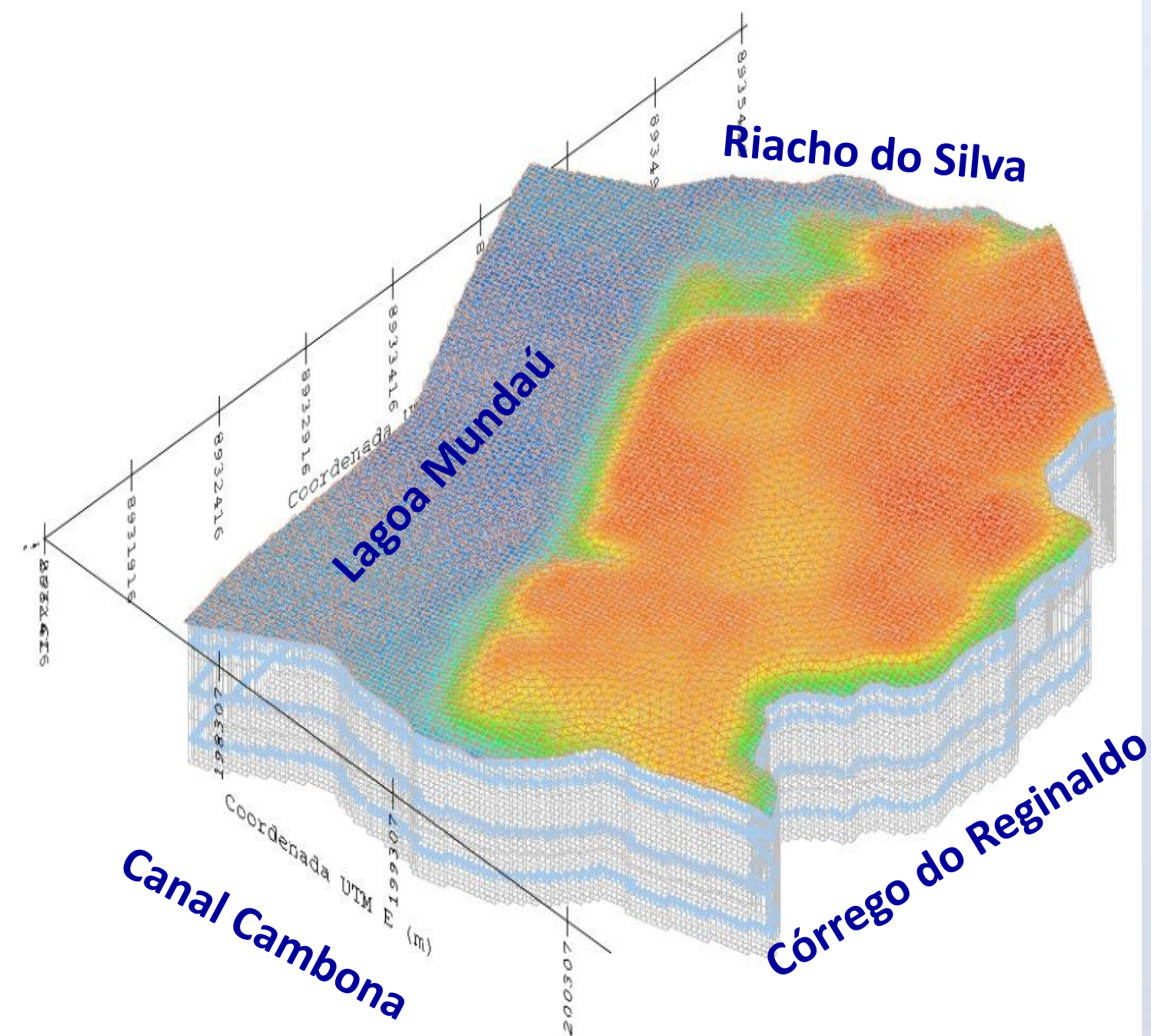
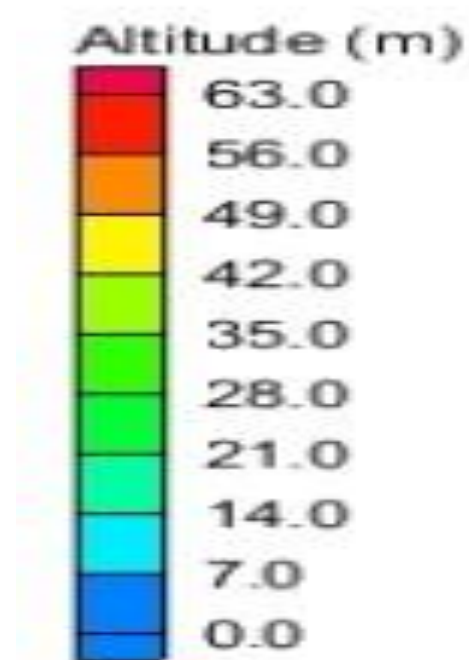
CONEXÃO HIDRODINÂMICA ENTRE AQUÍFEROS

03 Ensaio de bombeamento para avaliação das características hidrodinâmicas de poços instalados nos aquíferos Marituba (PW19), Mosqueiro (PW28C) e Mosqueiro/Poção (PW30)



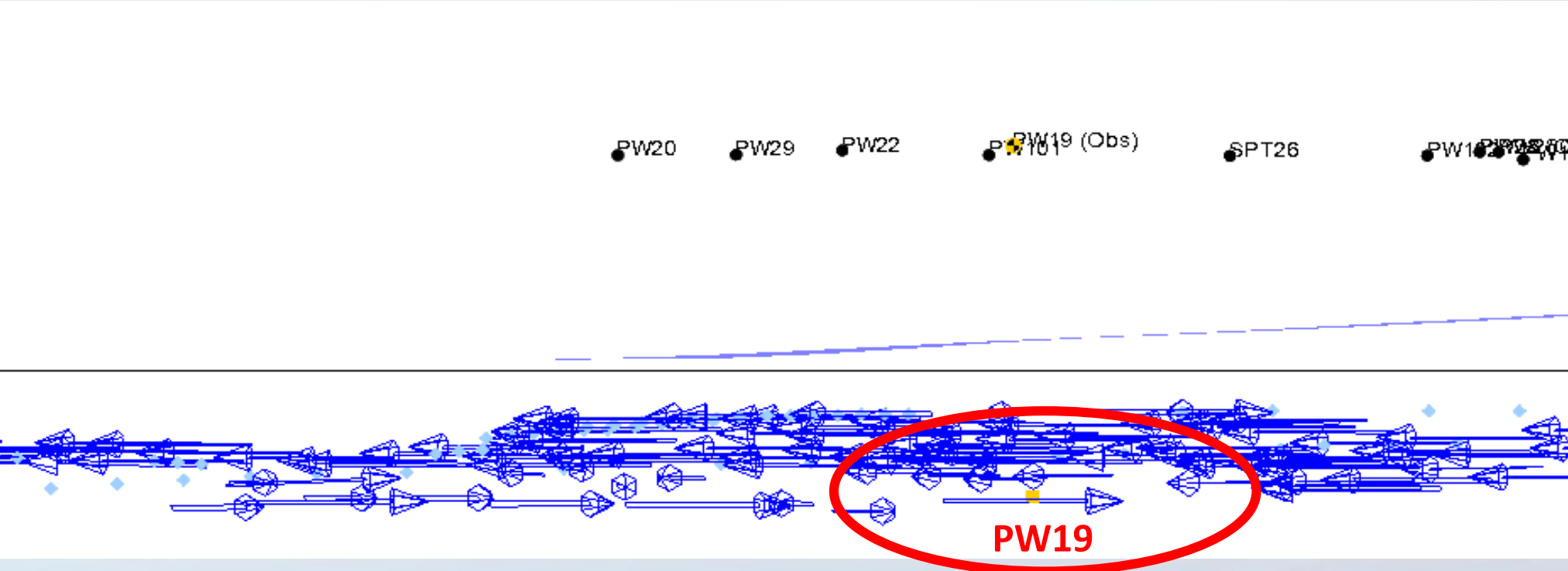
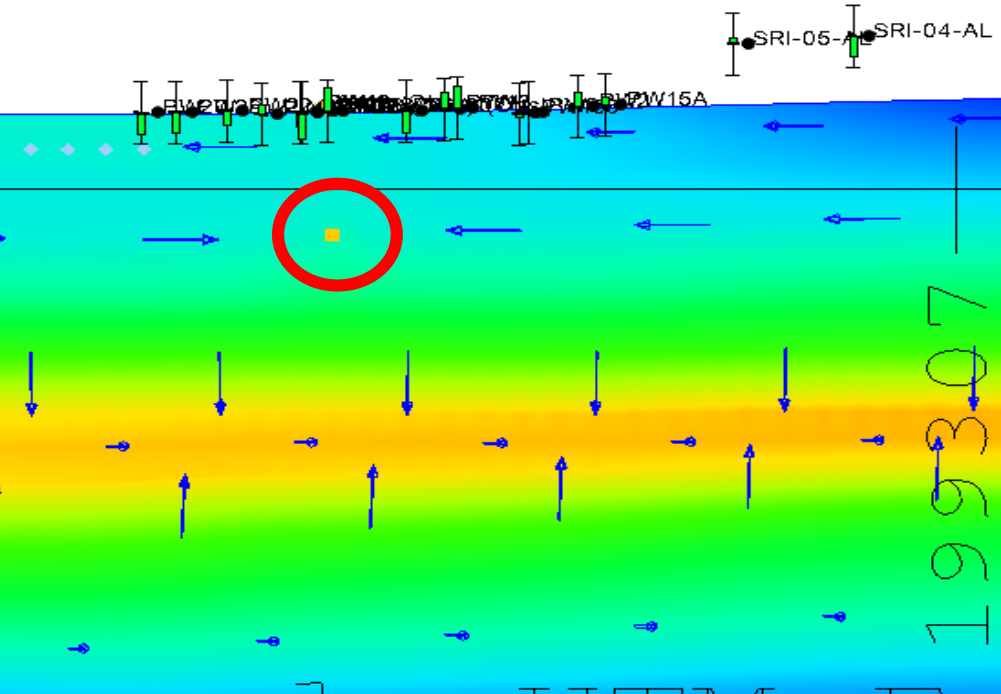
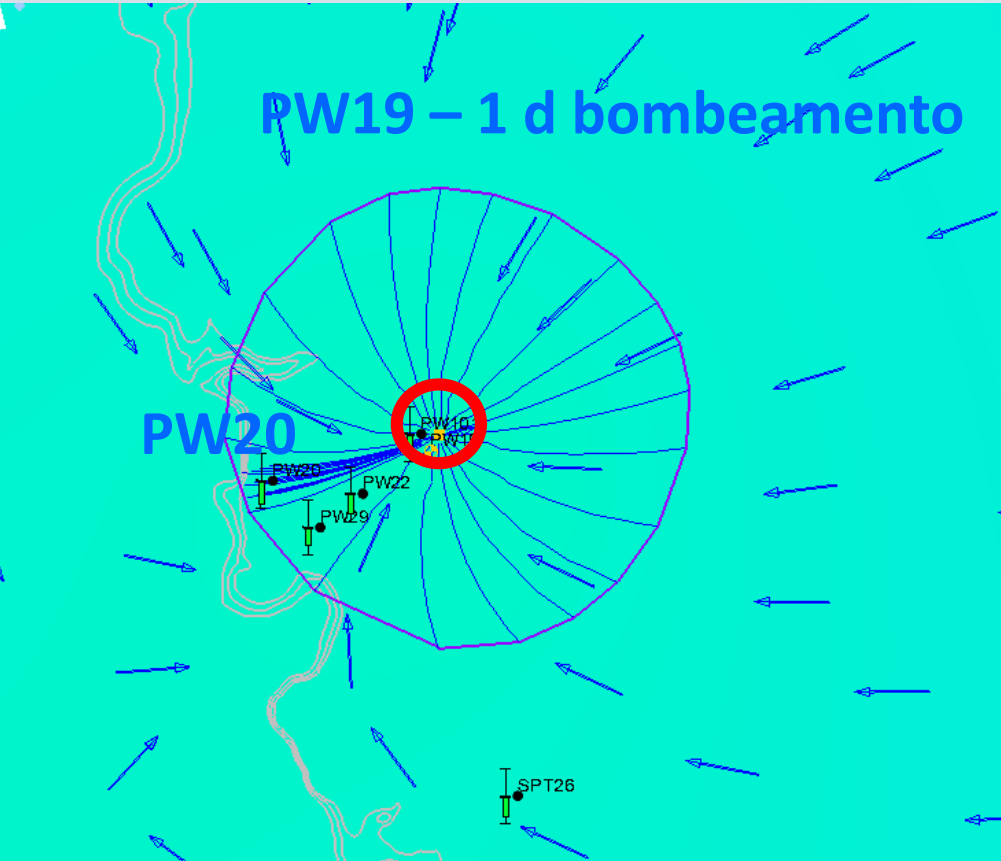
MODELAGEM NUMÉRICA DO FLUXO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Vista oblíqua das 6 camadas (4 aquíferos), com a altitude das células da camada 1 assinaladas de acordo com as respectivas cotas topográficas e bases dos aquíferos de acordo com o modelo conceitual

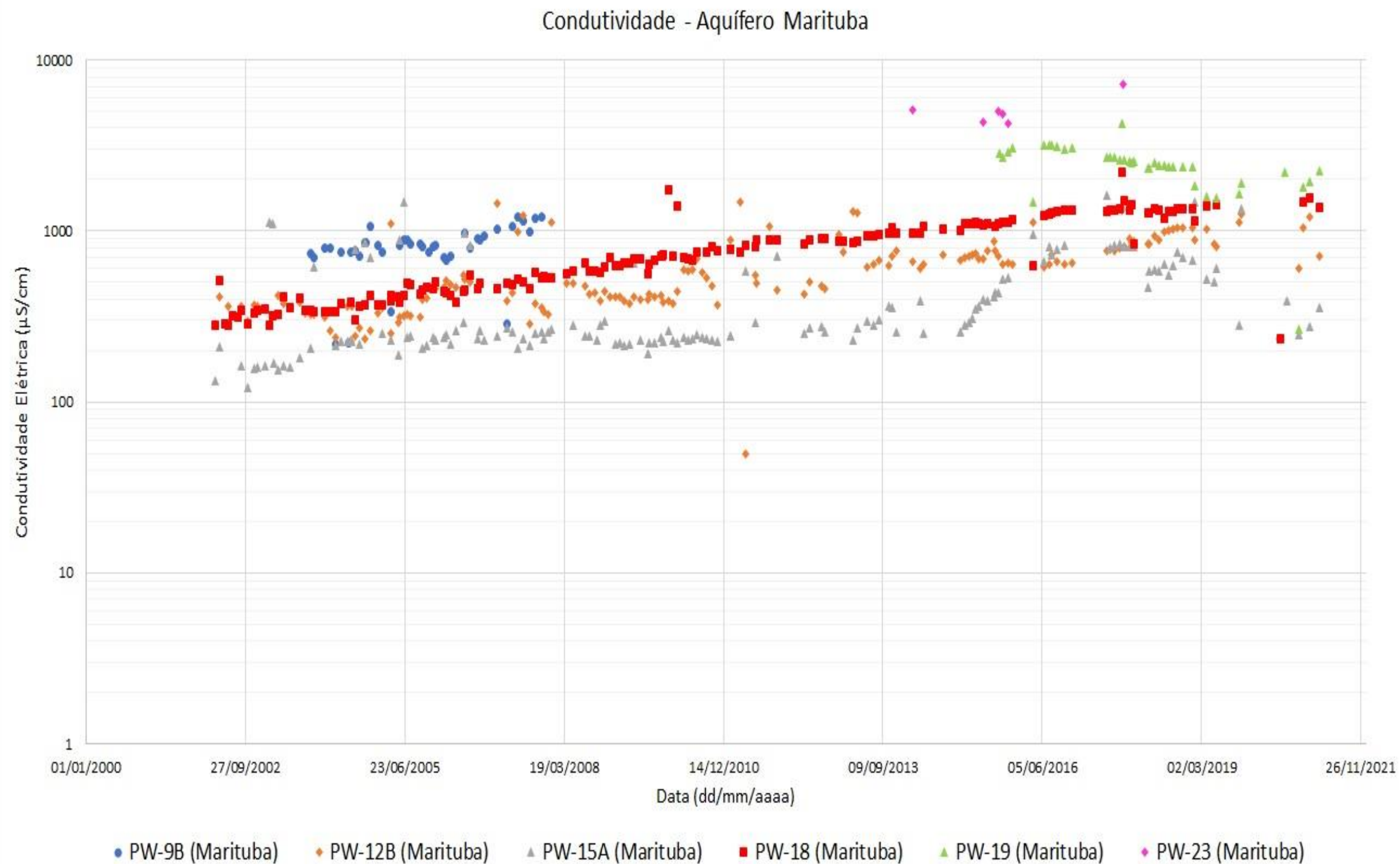


MODELAGEM NUMÉRICA DO FLUXO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Simulação de bombeamento PW19



ANÁLISE HISTÓRICA DO COMPORTAMENTO HIDROGEOQUÍMICO DOS AQUÍFEROS



QUALIDADE ATUAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



CONSTATAÇÕES

Não se observou Salinização do Aquífero Mosqueiro na Área de Resguardo (AR)	Definido por meio da verificação da condutividade elétrica durante ensaios de bombeamento e de conectividade , e de análises químicas
Mistura das águas subterrâneas entre diferentes aquíferos (poços ativos e poços desativados) na Área de Resguardo (AR)	A instalação de poços de bombeamento com filtros em distintos aquíferos favoreceu a mistura das águas subterrâneas entre os aquíferos. Observado por meio de monitoramento simultâneo da condutividade elétrica e dos níveis de água nos diferentes sistemas
Elevação do nível estático de todos os Aquíferos na Área de Resguardo (AR)	Definido por meio da análise hidrodinâmica histórica de todos os poços
Elevação do nível estático do aquífero Barreiras no bairro do Pinheiro e adjacências	Definido por meio de análise da bibliografia (por exemplo, ANA)

IMPACTOS IDENTIFICADOS E MEDIDAS ASSOCIADAS

Localização	Impacto	Diagnóstico	Medidas Associadas
Área de Resguardo (AR)	Salinização do Aquífero Barreiras	Definido apenas para os estratos inferiores por meio da verificação do aumento da condutividade elétrica, análises químicas e ensaios de conectividade hidráulica com a lagoa Mundaú	Monitoramento quali-quantitativo e definição de Plano de Ação para exploração sustentável dos recursos hídricos subterrâneos
	Salinização do Aquífero Marituba	Definido por meio da verificação do aumento da condutividade elétrica, análises químicas, ensaios de bombeamento e de conectividade hidráulica com a lagoa Mundaú	
	Indícios de Salinização do Aquífero Poção	Definido por meio da verificação condutividade elétrica durante ensaios de bombeamento e de conectividade, e de análises químicas	

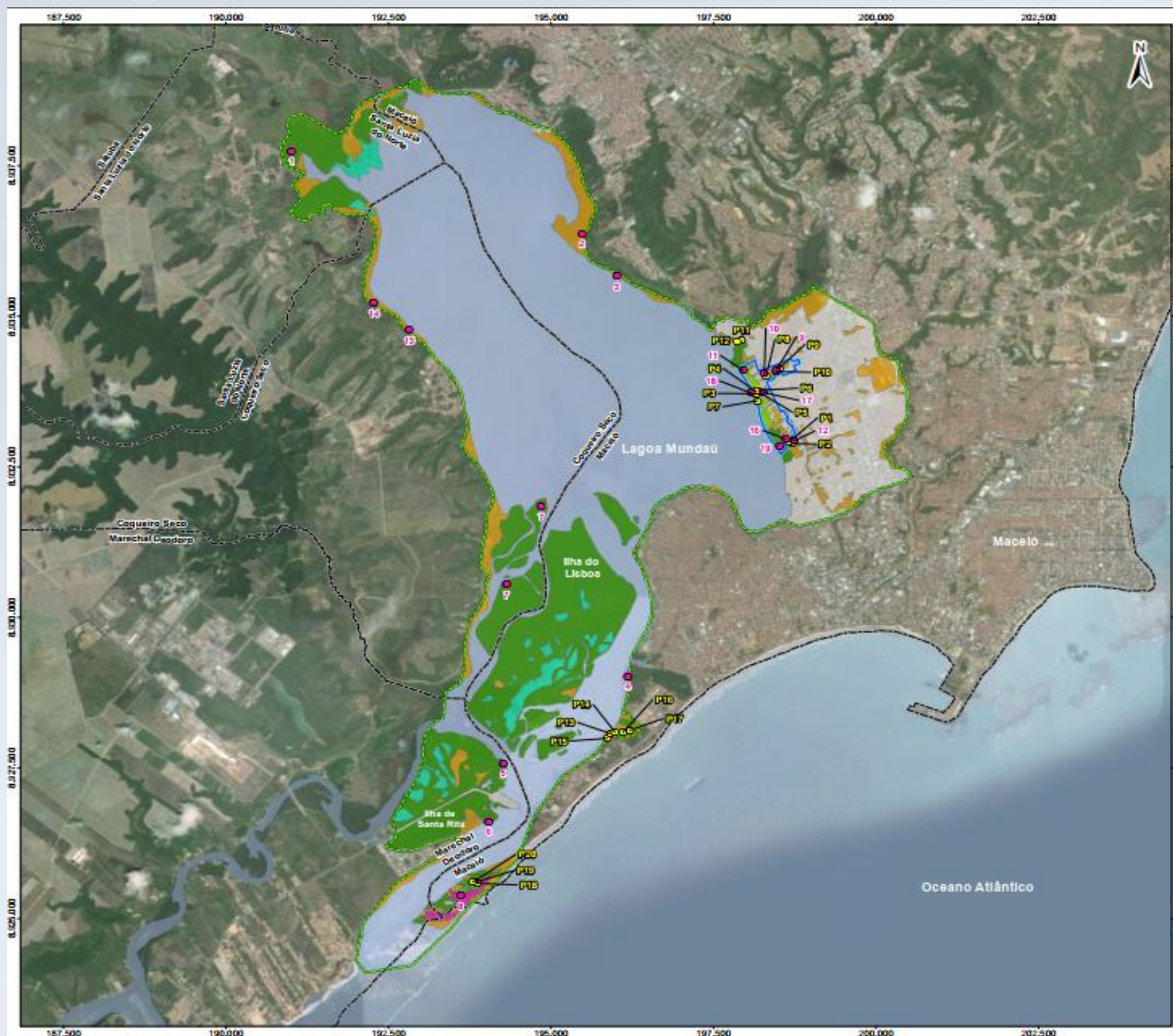
CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO

Estudos Realizados

- Campanha de campo realizada entre os dias 25 e 31 de agosto/2020
- Levantamento fitofisionômico
- Levantamento florístico
- Levantamento fitossociológico (20 parcelas na AE)



MAPA COBERTURA VEGETAL



Cobertura Vegetal

- Manguezal
- Manguezal Permanentemente Submerso
- Restinga Herbácea
- Vegetação Antrópica
- Brejo
- Área Urbana

FITOFISIONOMIA / FLORÍSTICA / FITOSSOCIOLOGIA



Manguezal (AE e AR)



Restinga Herbácea (AE)



Brejos (AE)

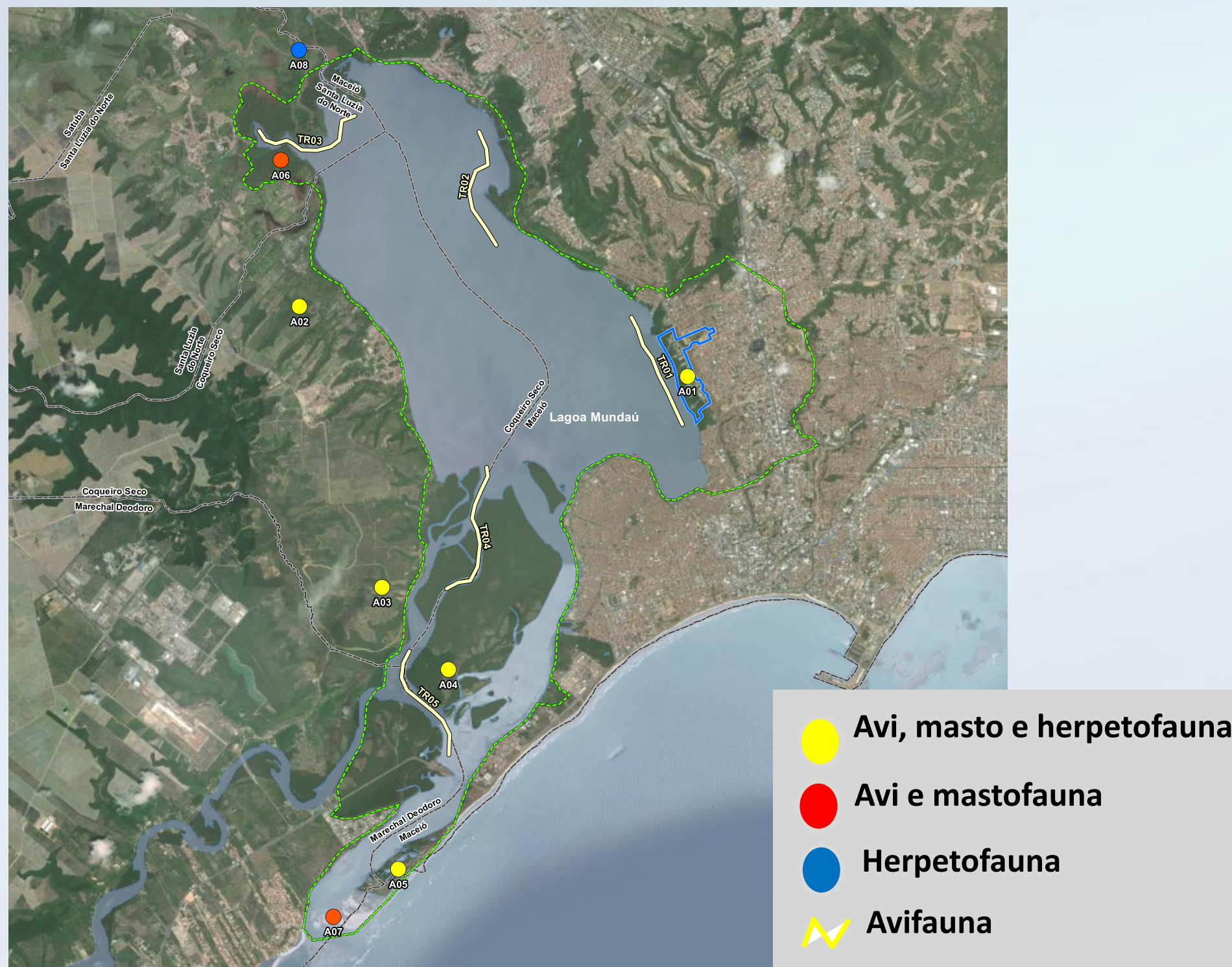


Vegetação Antrópica (AE e AR)

- 63 famílias e 173 espécies na AE
- Das 173 espécies da AE, 153 espécies também ocorrem na AR
- Das 173 espécies levantadas, 41 são exóticas a flora brasileira, destacam-se: coco-da-bahia (*Cocos nucifera*), castanheira (*Terminalia cattapa*) e a leucena (*Leucaena leucocephala*)

FAUNA TERRESTRE

Malha Amostrал - Fl Omr Ab, Manguezais e Restinga



Métodos de Amostragem

Aves

- Transecto Aquático
- Transecto Terrestre

Répteis e Anfíbios

- Procura Ativa Diurna
- Procura Ativa Noturna

Mamíferos (médios e grandes)

- Transecto Terrestre
- Armadilhas Fotográficas

FAUNA TERRESTRE

AVES

AE - 147 espécies

AR - 47 espécies

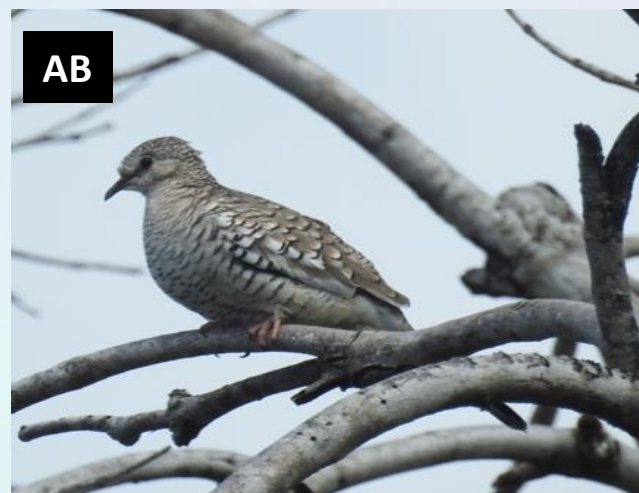
Arapaçu-grande



Batuíra-de-bando



Garça-azul

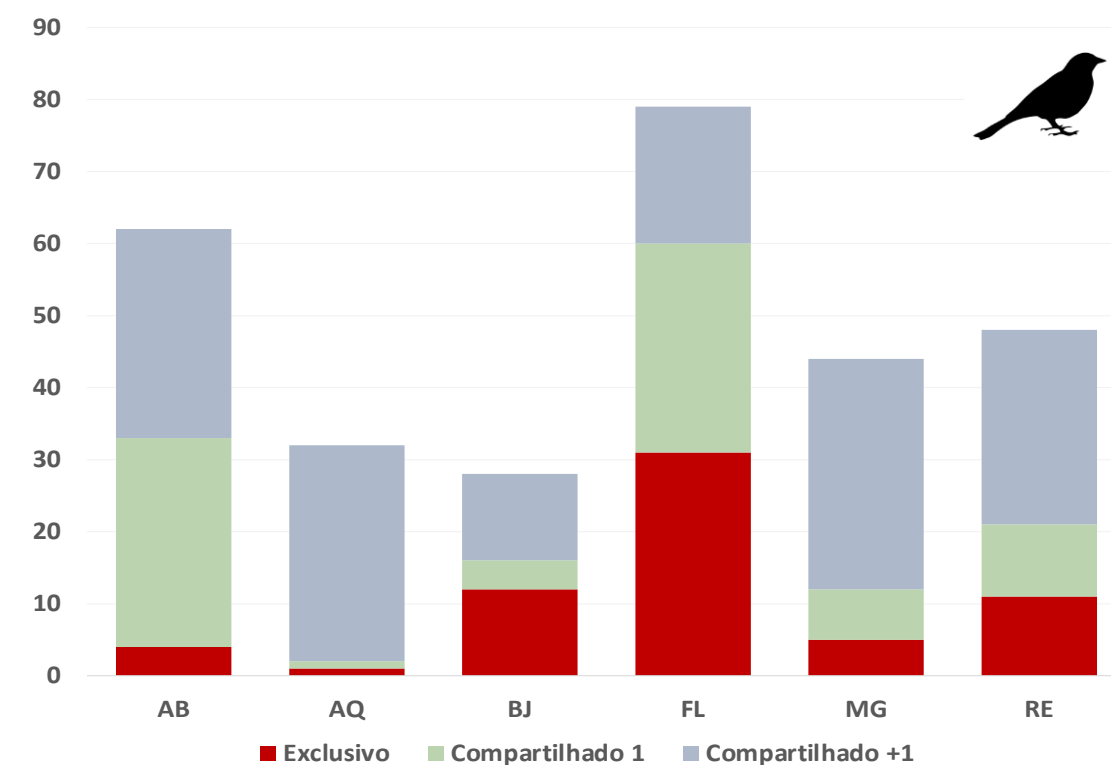


Fogo-apagou

Espécies Ameaçadas

Nome Vulgar	MMA 2018	IUCN 2020
Batuíra-bicuda	VU	N
Maçarico-rasteirinho	AM	QA
Beija-flor-de-costas-violetas	AM	AM
Maracanã	N	AM
Figuinha-do-mangue	N	QA

Distribuição entre Ambientes



FAUNA TERRESTRE

MAMÍFEROS

AE - 09 espécies (07 nativas)

AR - 04 espécies (03 nativas)

Sagui-de-tufo-branco



Cachorro-do-mato



Mão-pelada

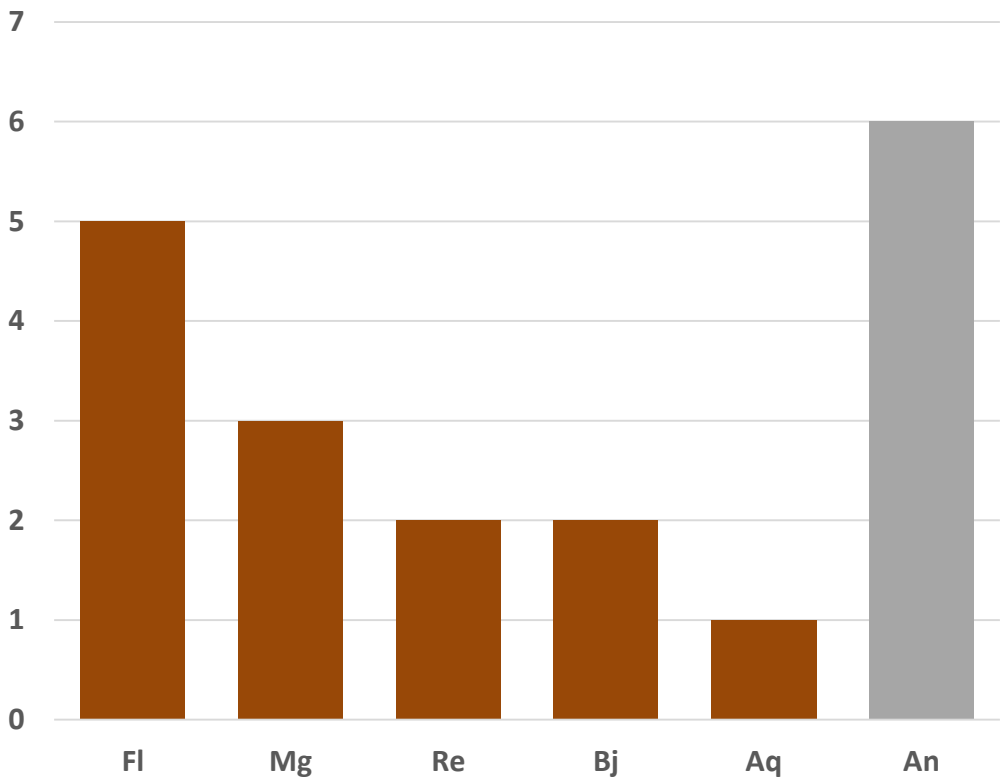


Pegada de capivara

Espécies Ameaçadas

Nenhuma espécie de mamífero ameaçada de extinção foi registrada

Distribuição entre Ambientes



FAUNA TERRESTRE

ANFÍBIOS

AE - 30 espécies

AR - 04 espécies

Perereca-araponga



Perereca



Calango



Cobra-cipó-bicuda

RÉPTEIS

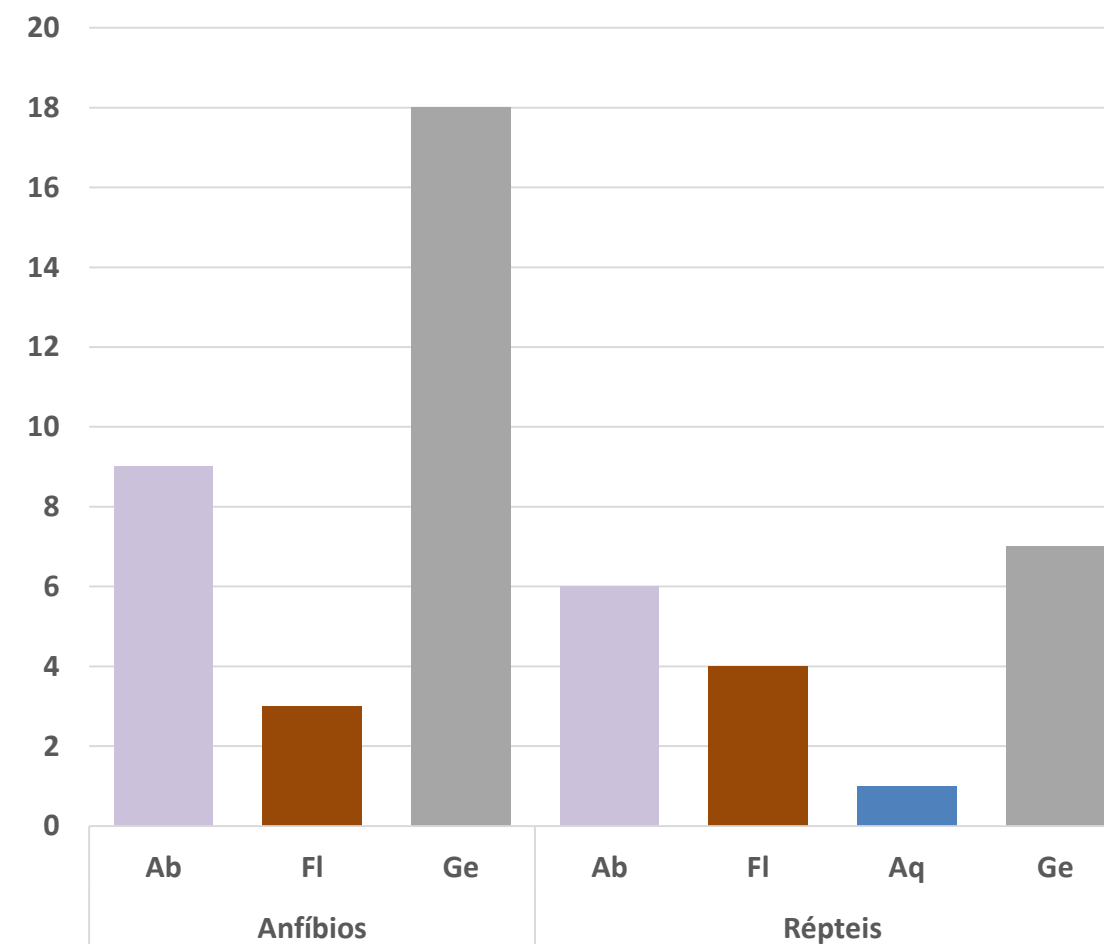
AE - 18 espécies

AR - 04 espécies

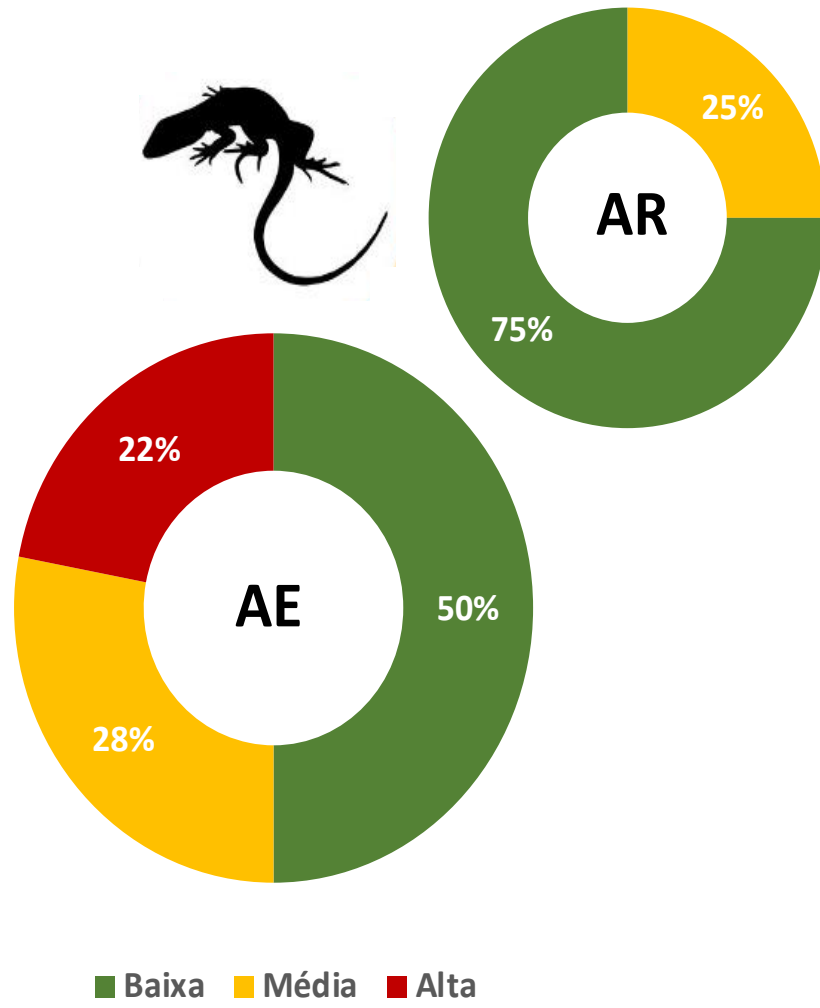
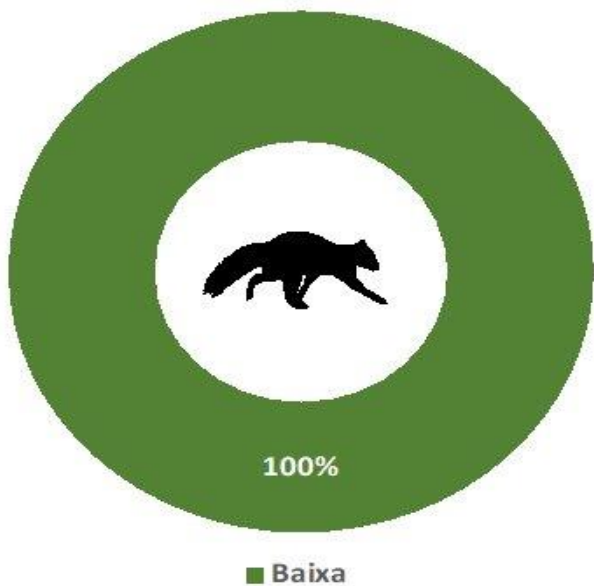
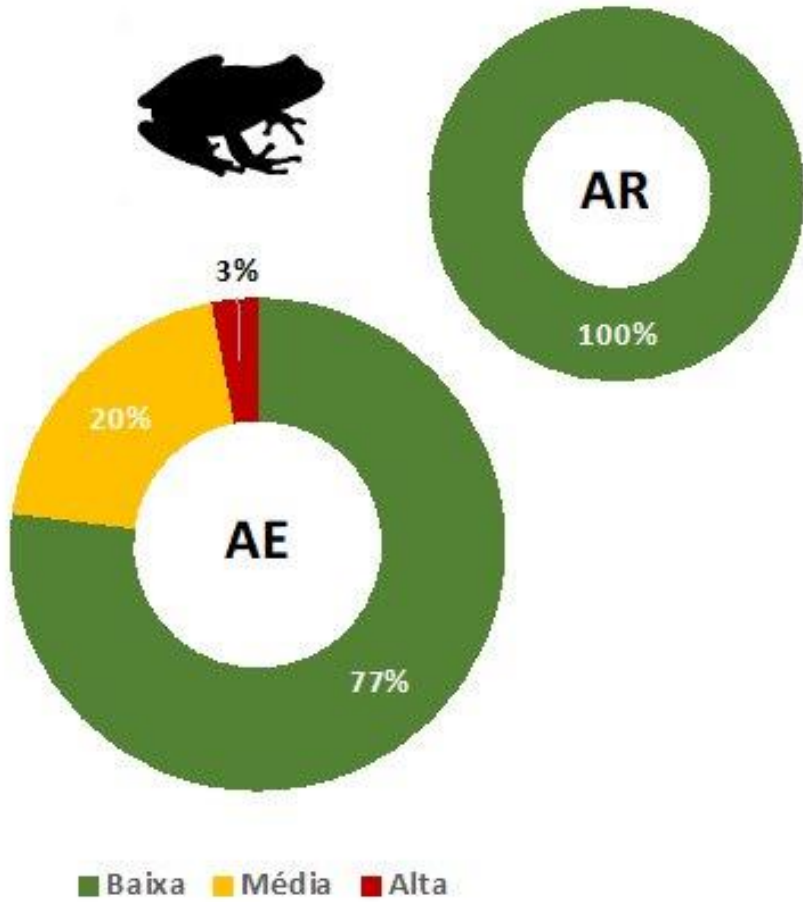
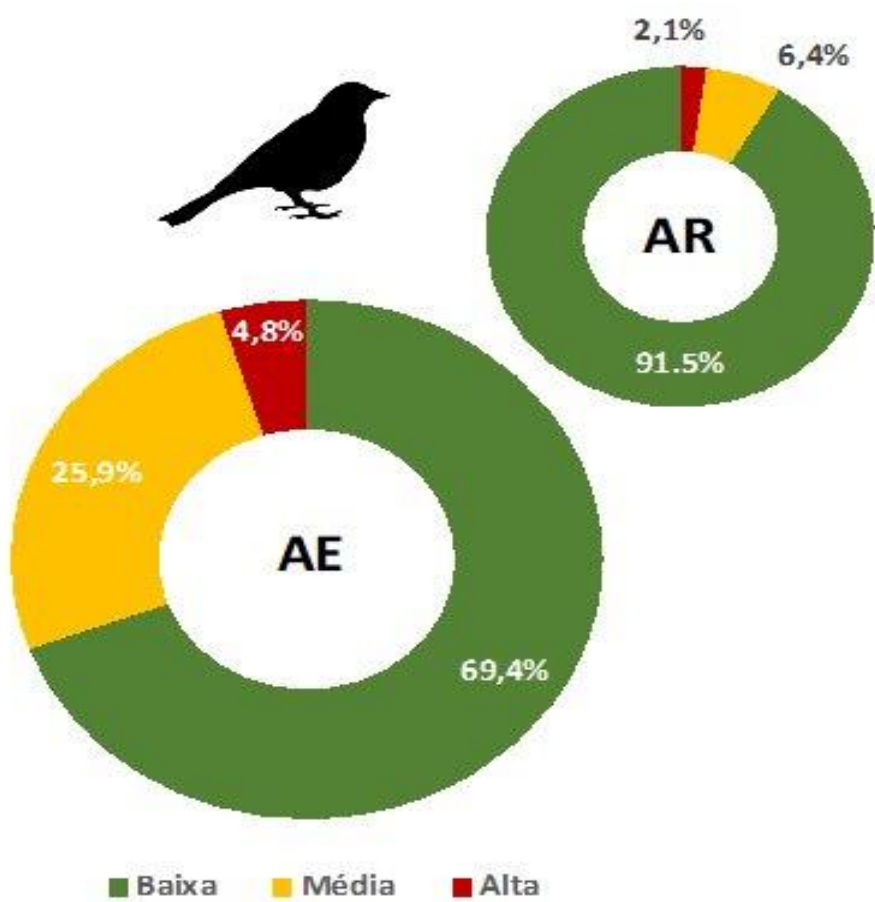
Espécies Ameaçadas

Nenhuma espécie de réptil ou anfíbio ameaçada de extinção foi registrada

Distribuição entre Ambientes



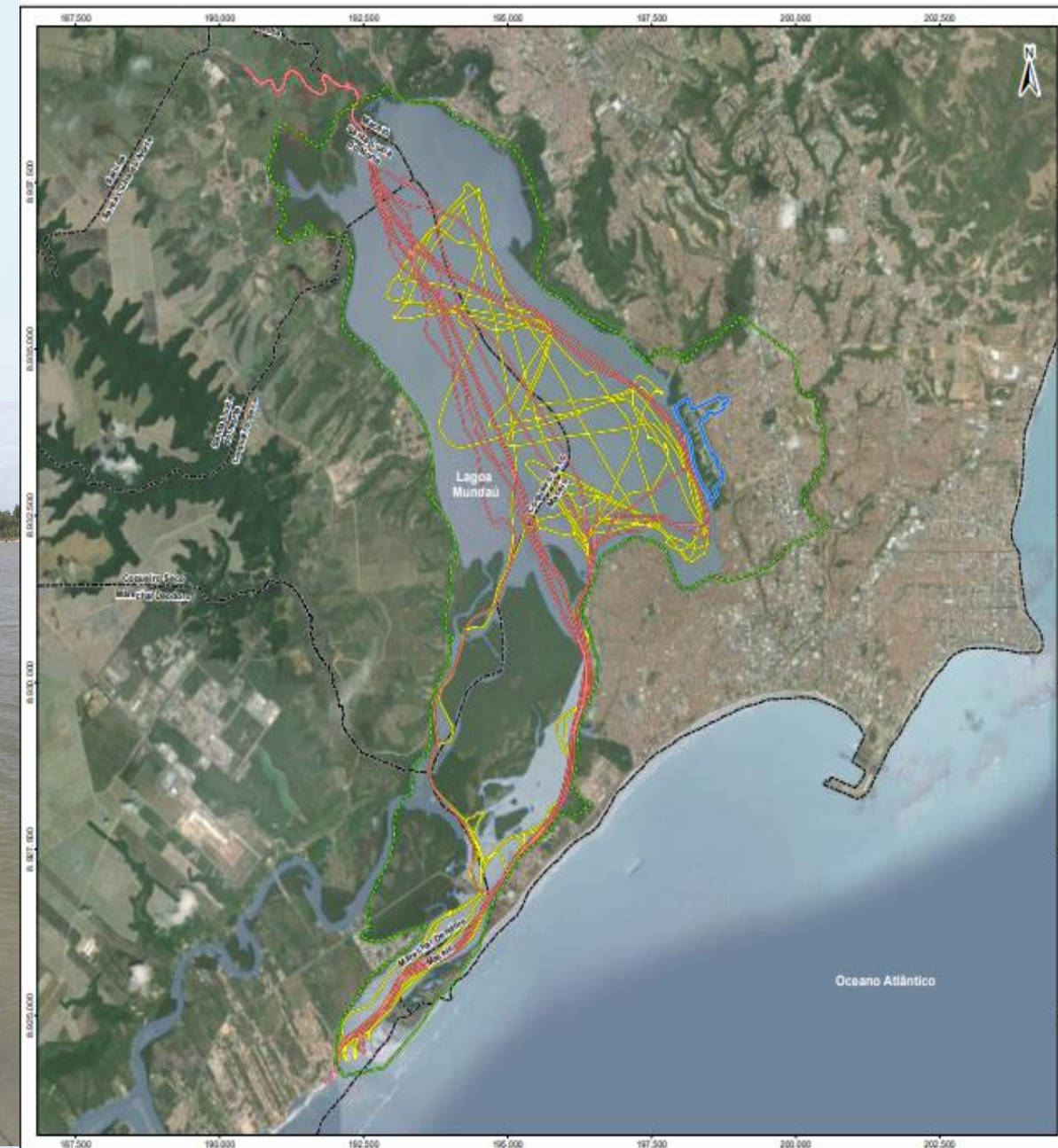
FAUNA TERRESTRE



MAMÍFEROS AQUÁTICOS E QUELÔNIOS

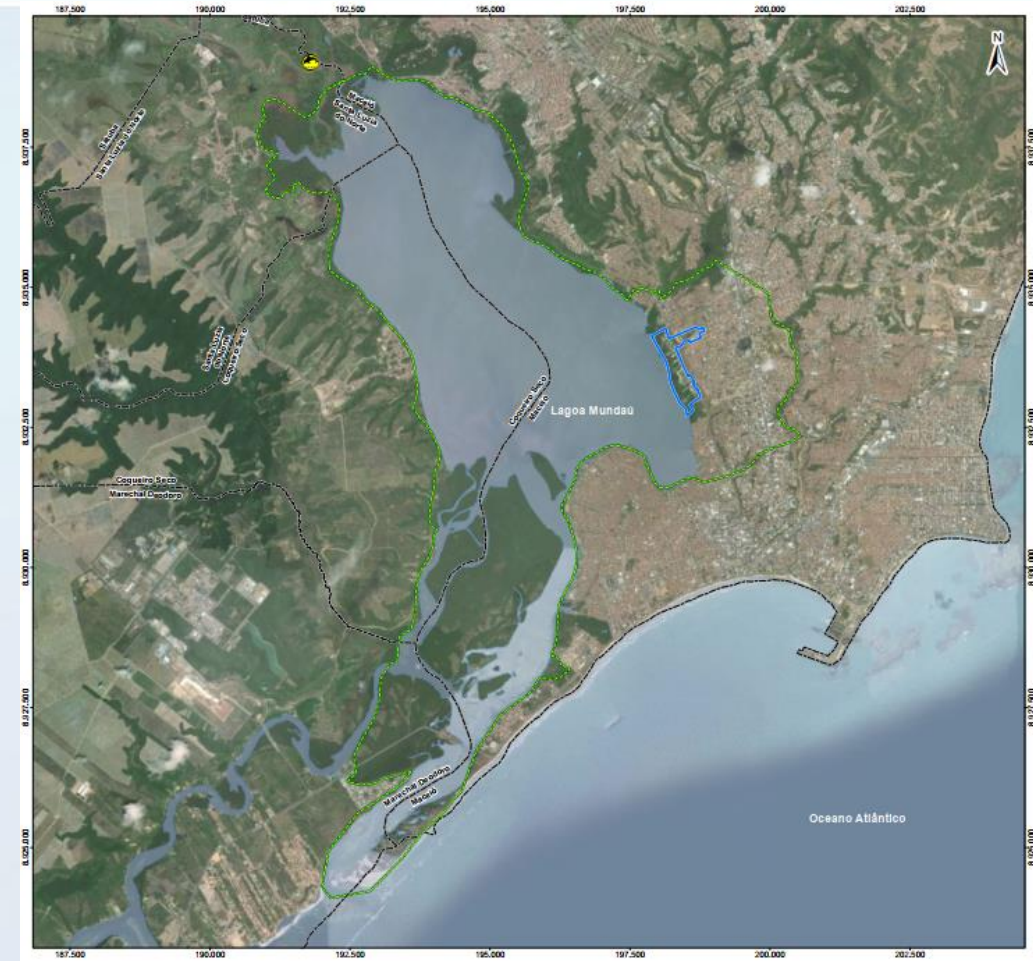
METODOLOGIA

- Observações a bordo - transecções lineares – 396,3 km percorridos – ~33h
- Entrevistas com pescadores



MAMÍFEROS AQUÁTICOS E QUELÔNIOS – RESULTADOS

- Não foram avistados mamíferos aquáticos e quelônios em campo
- Observação de um exemplar de boto-cinza, *Sotalia guianensis* – rio Mundaú
- Ocorrência associada a disponibilidade e acessibilidade de presas
- Observada carcaça de tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*)
- Litoral de Alagoas áreas de forrageamento e nidificação
- Bancos com macrófitas marinhas e espécies de manguezais



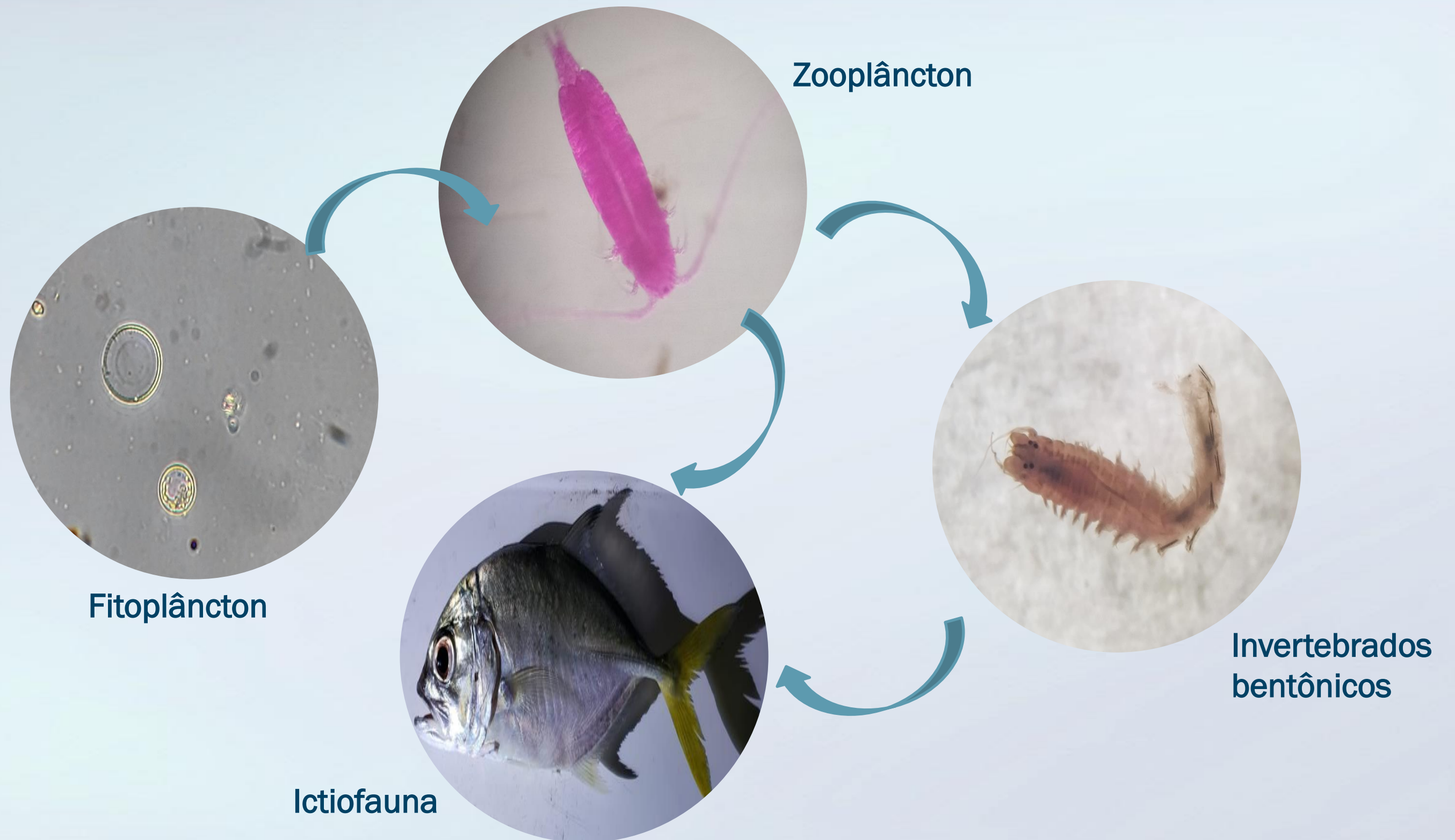
RESULTADOS - ENTREVISTAS

- **Entrevistados em 2021:** 100% afirmaram nunca ter avistado mamíferos aquáticos nem quelônios, tanto no interior do rio Mundaú, bem como na região de sua foz
- **Peixe-boi-marinho-das-Antilhas:** 60% indicaram (entrevista 2020) a ocorrência no interior da Lagoa – sem interação com a pesca
- **Quelônios:** 77% (n=12 relatos) (entrevista 2020) indicaram a ocorrência desses animais na região de foz da Lagoa

Entrevistas – 2020/2021



BIOTA AQUÁTICA



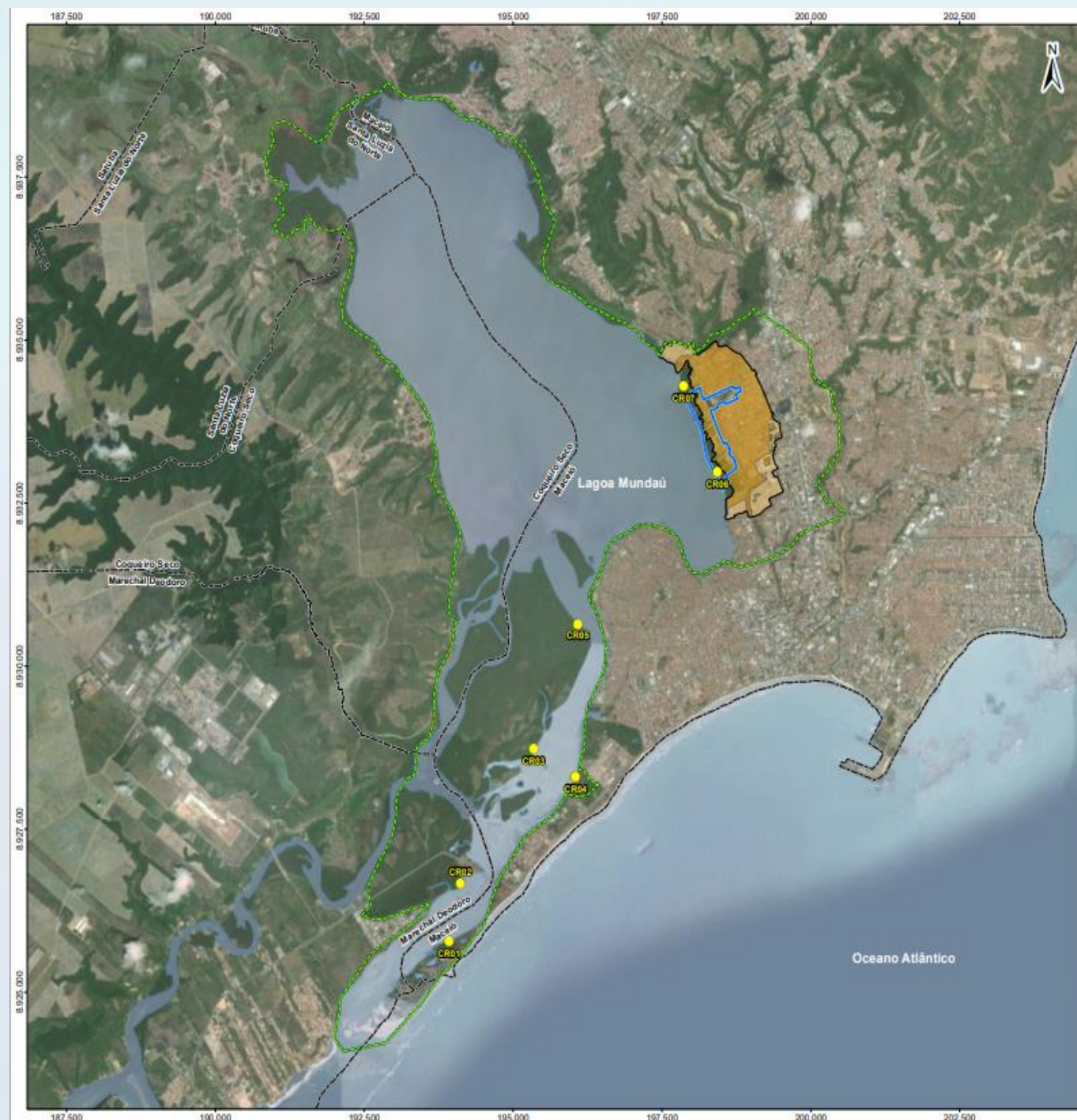
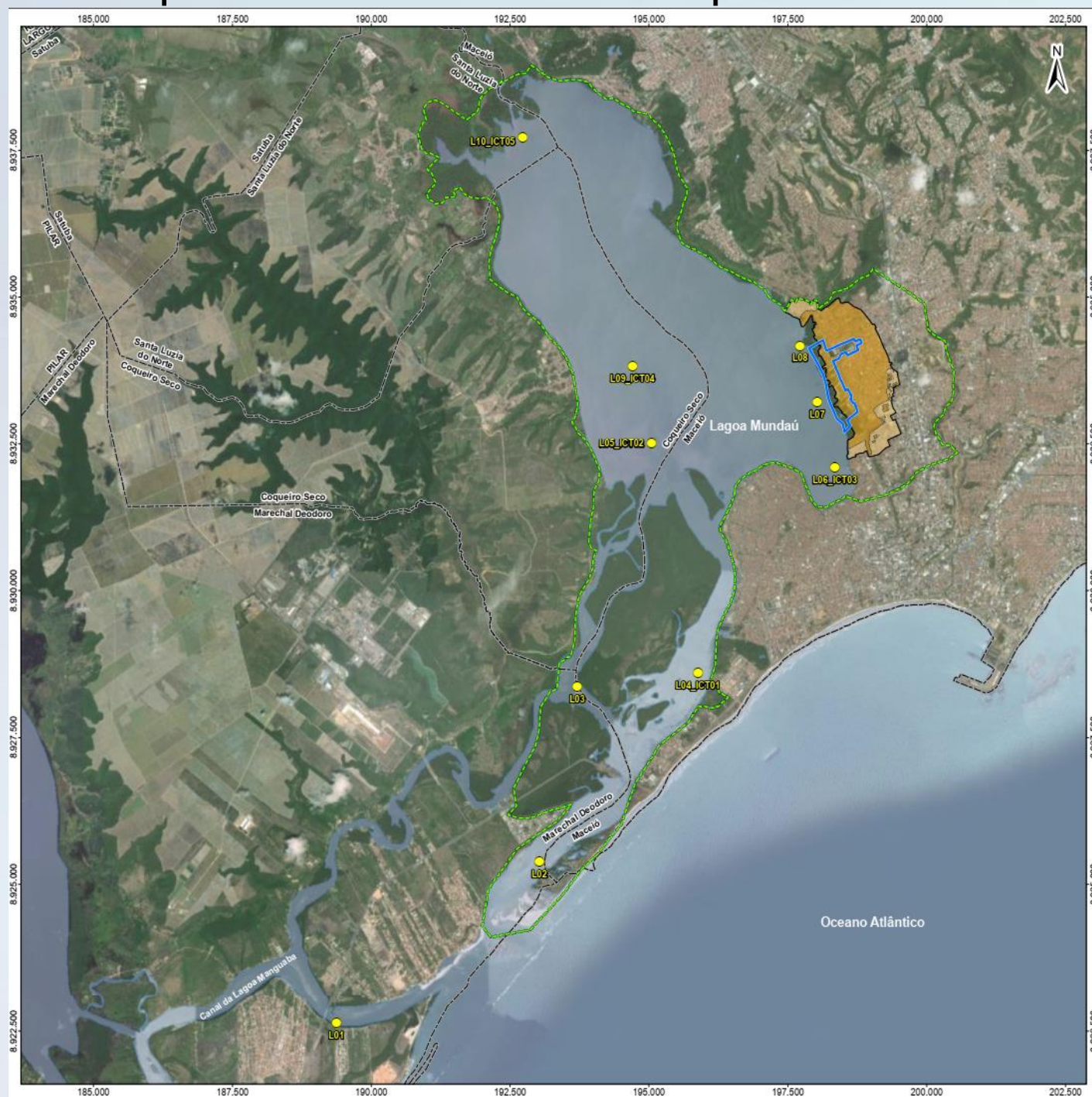
LEVANTAMENTOS – DADOS PRIMÁRIOS

1ª campanha: Outubro/2020

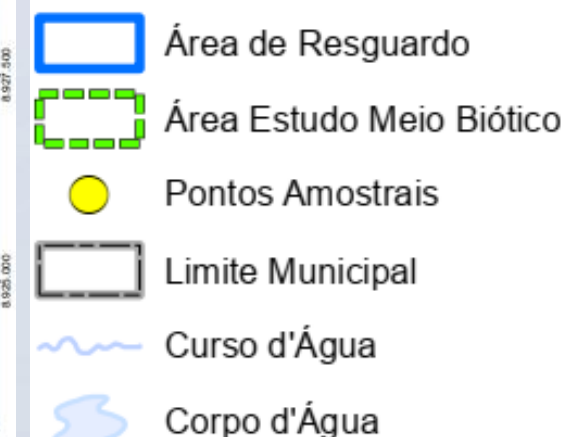
2ª campanha: Abril/2021

- 10 pontos comunidades planctônicas e bentônicas
- 5 pontos ictiofauna e fauna acompanhante

- 7 pontos carcinofauna de manguezal



Autorização Ambiental
2020.21090183563.EXP.AUT



AMOSTRAGEM

GRUPO	PETRECHO/ TÉCNICA
Fitoplâncton	Garrafa de Van Dorn (quantitativo)
	Rede de plâncton/arrasto horizontal (qualitativo)
Zooplâncton	Rede de plâncton com fluxômetro/arrasto horizontal (quali-quantitativo)
Invertebrados Bentônicos	Coleta com pegador Petersen (quali-quantitativo)
Carcinofauna de manguezal	Jereré (quali-quantitativo)
	Teteia (quali-quantitativo)
	Mangote (quali-quantitativo)
	Manual (quali-quantitativo)
Ictiofauna e fauna acompanhante	Rede de Emalhe (quali-quantitativo)
	Tarrafa (quali-quantitativo)
	Rede Feiticeira (quali-quantitativo)
	Rede de arrasto (picaré) (quali-quantitativo)



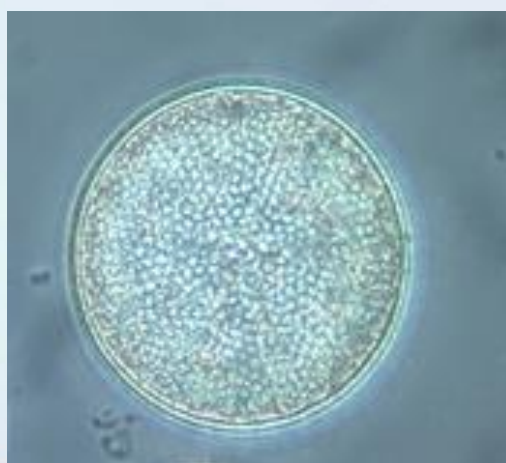
RESULTADOS – FITO E ZOOPLÂNCTON

Fitoplâncton

- Densidade similar ou inferior à obtida em estudos prévios
- 99 táxons
- Maior riqueza nos canais e na foz do rio Mundaú, com destaque para o grupo das diatomáceas
- Registro de espécies exóticas e invasoras



Diatomáceas



Zooplâncton

- Maior densidade de organismos tolerantes
- 52 táxons
- Maior riqueza nos canais e na foz do rio Mundaú, com destaque para o grupo dos copépodes
- Registro de espécie exótica



RESULTADOS - INVERTEBRADOS BENTÔNICOS E CARCINOFAUNA

Invertebrados Bentônicos

- Menor densidade no interior da lagoa
- 58 táxons
- Maior riqueza nos canais, na entrada da lagoa e na foz do rio Mundaú
- Destaque para poliquetas, crustáceos e moluscos
- Sem registro de espécies exóticas ou ameaçadas



Sururu



Caramujo



Poliquetas



Carcinofauna de Manguezal

- Menor abundância no interior da lagoa
- 40 táxons: caranguejos, siris, camarões, ermitões e cracas
- Importância pesqueira: caranguejos chama-marés e uçá siri-tinga e espécies de camarão
- Maior riqueza na margem esquerda do canal do Pontal da Barra

Caranguejo Uçá



Caranguejo Chama-marés

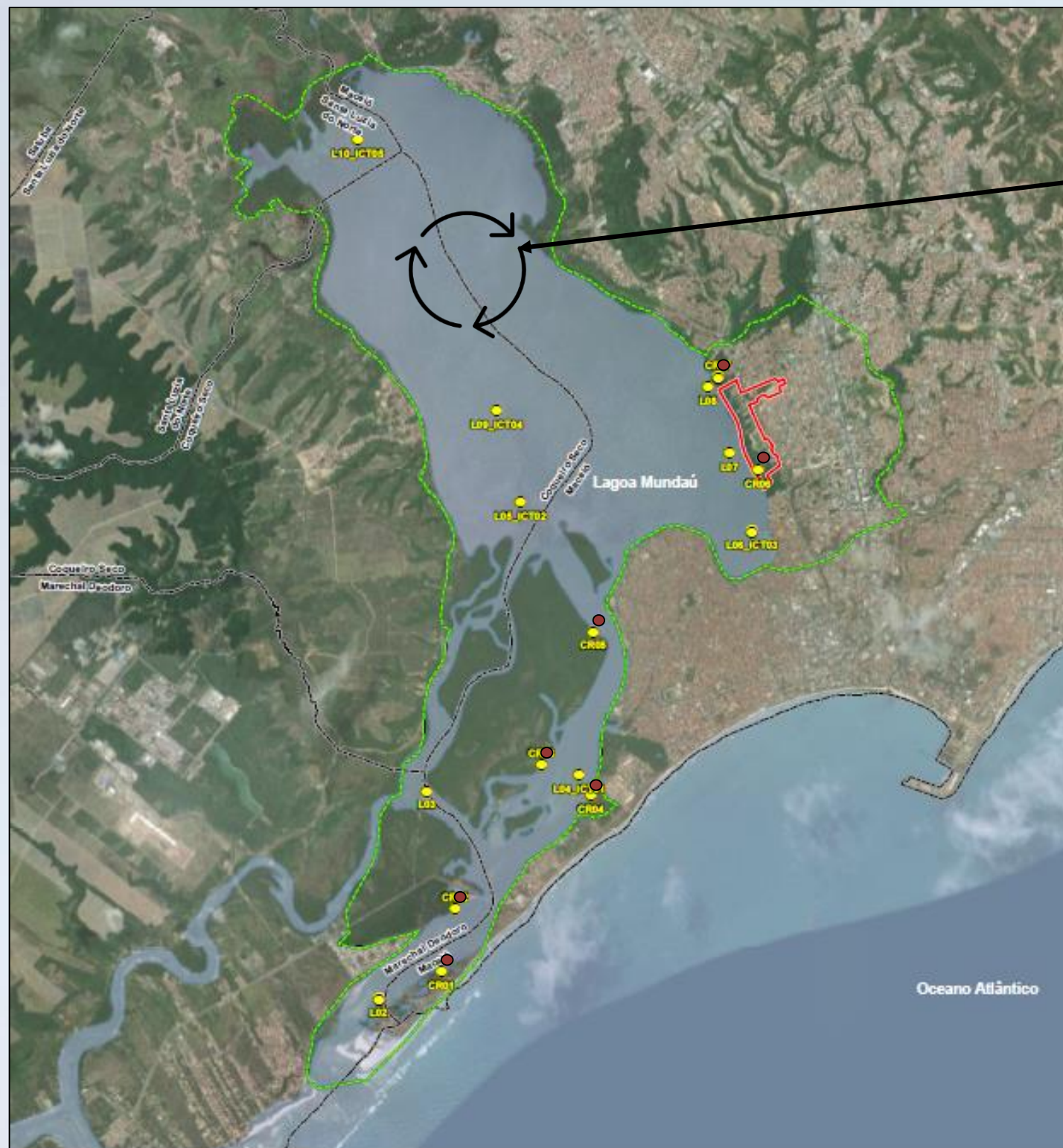


camarão



siri-tinga

RESULTADOS - ICTIOFAUNA



- Espécies que ocupam toda a Lagoa – com valor econômico



curimã



carapeba

- Espécies oportunistas – ocupam áreas mais impactadas



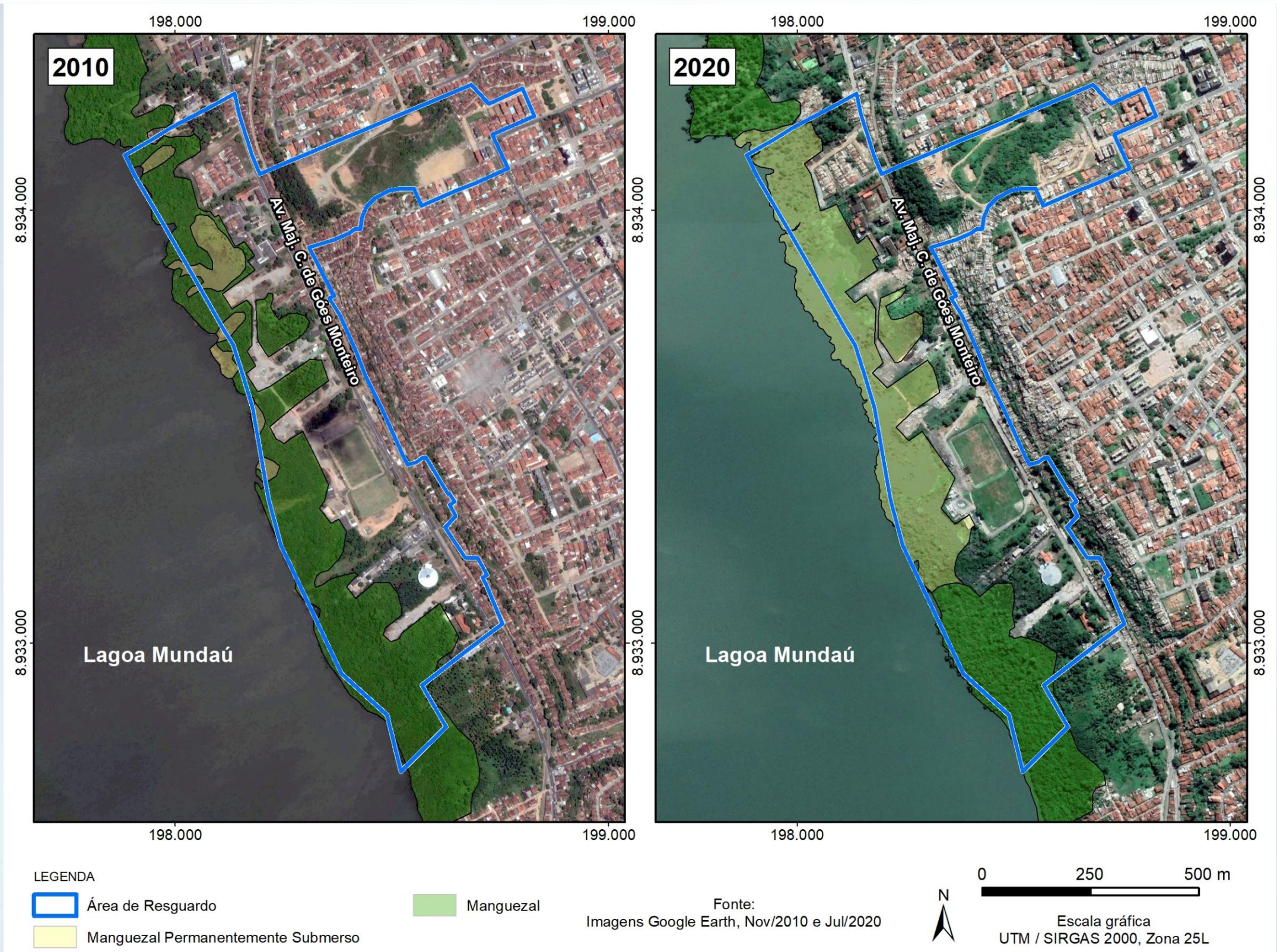
mandim

- Espécies marinhas – com valor econômico



serra

RESULTADOS – MEIO BIÓTICO



IMPACTOS IDENTIFICADOS E MEDIDAS ASSOCIADAS

LOCALIZAÇÃO	IMPACTOS IDENTIFICADOS	MEDIDAS ASSOCIADAS
Área de Resguardo (AR)	Perda de Manguezal (1,72% da área de ocorrência de manguezal dentro da AE)	Reposição Ecológica de Manguê
	Perda/Perturbação de Habitat Fauna do Manguezal	Reposição Ecológica de Manguê Programa de Monitoramento da Fauna de Manguezal na AR e na área objeto de reposição ecológica de manguê



complex world | **CLEAR SOLUTIONS™**

Belo Horizonte - Av. Afonso Pena, 1500 - 5º andar - Centro
MG - Brasil - 30130-921 Tel: 55 31 2104 2100

Lima - Calle Alcanfores, 1245 - Miraflores
Peru - 51 960 820 990

Santiago - Evaristo Lillo, 78 - 5º andar - Las Condes
Chile - 56 9 8229 0460

São Paulo - Rua Fidalga, 711 - Vila Madalena
SP - Brasil - 05432-070 Tel: 55 11 3095 5050

Rio de Janeiro - Av. Rio Branco, 01 - Sala 1603 - Centro
RJ - Brasil - 20090-003 Tel: 55 21 3550 5310

BRZ.contatos@tetrattech.com