



ADMINISTRAÇÃO DOS PORTOS DE PARANAGUÁ E ANTONINA

DIRETORIA DE MEIO AMBIENTE

ANEXO I-a – ESTUDO FASE 1 E 2 JÁ REALIZADO

Estudo de uso benéfico do sedimento dragado (Fases 1 e 2)

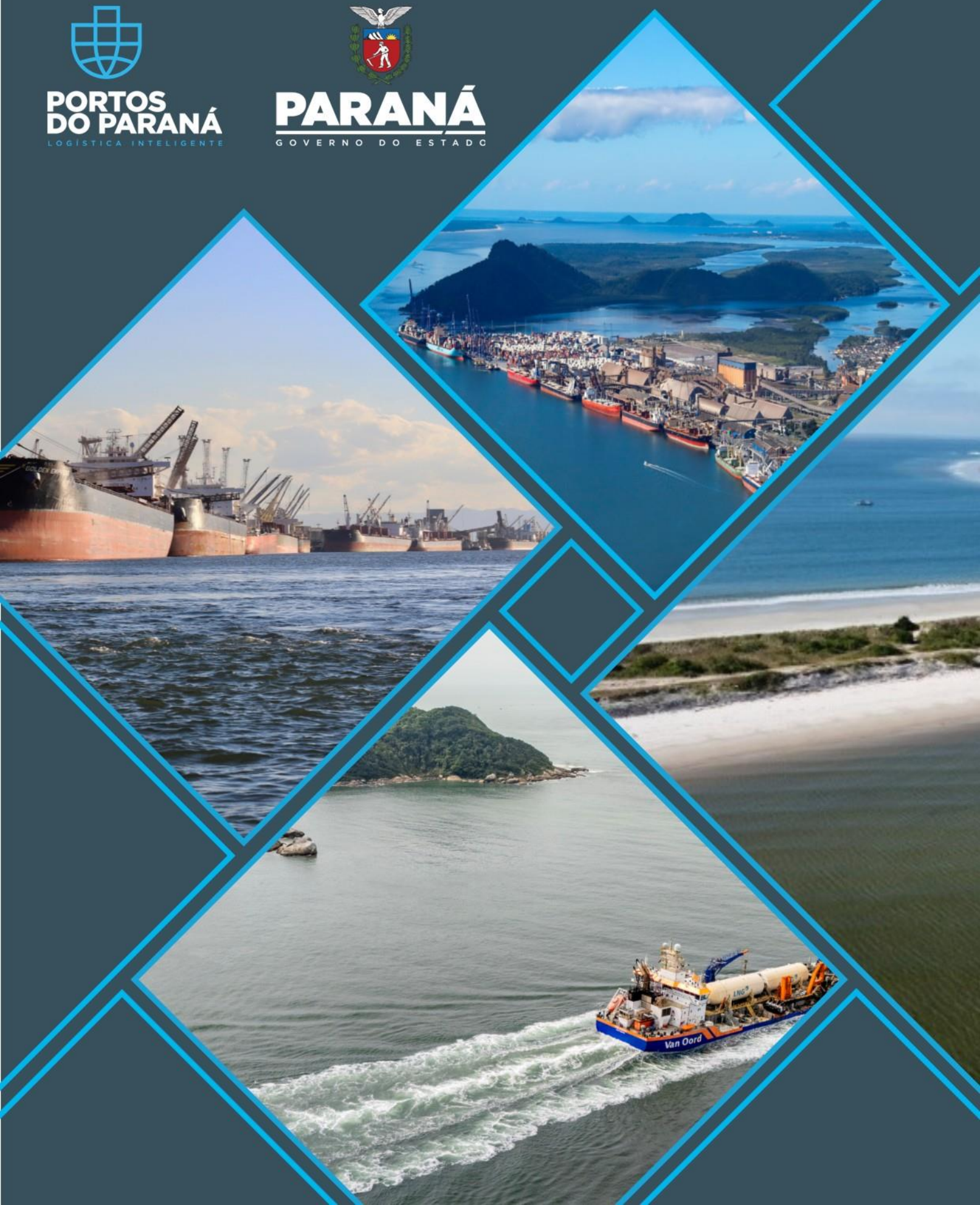
LO 1173/2013





**PORTOS
DO PARANÁ**
LOGÍSTICA INTELIGENTE





PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 03/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



Sumário

| | | |
|----------|--|--------------|
| 1 | APRESENTAÇÃO | 6 |
| 2 | USO BENÉFICO DO SEDIMENTO DRAGADO | 7 |
| 3 | OBJETIVOS | 12 |
| 4 | METODOLOGIA | 13 |
| 4.1 | AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO | 13 |
| 4.1.1 | Fonte de dados | 13 |
| 4.1.2 | Parâmetros de avaliação | 17 |
| 4.1.3 | Tratamento dos dados | 19 |
| 4.1.4 | Volumes disponíveis | 19 |
| 4.2 | IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM PROCESSO EROSIVO | 20 |
| 5 | RESULTADOS | 24 |
| 5.1 | AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO – FASE 1 | 24 |
| 5.1.1 | Qualidade química | 24 |
| 5.1.2 | Características físicas | 47 |
| 5.1.3 | Volumes disponíveis | 63 |
| 5.2 | IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS EM PROCESSO EROSIVO – FASE 2 | 64 |
| 5.2.1 | Praias estuarinas | 67 |
| 5.2.2 | Praias da Ilha do Mel | 84 |
| 5.2.3 | Praias de Pontal do Paraná | 102 |
| 5.2.4 | Áreas identificadas em processo de erosão costeira e classificação quanto ao grau de risco | 107 |
| 5.2.5 | Propostas de gerenciamento, controle e mitigação de praias em processo erosivo | 110 |
| 5.2.6 | Propostas de uso benéfico do sedimento dragado | 114 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 118 |
| 7 | DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA | 122 |
| 8 | RESPONSABILIDADE | 125 |
| 9 | APÊNDICE E ANEXO | 9-126 |



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 04/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Índice de tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Níveis de classificação do material a ser dragado (tabela 3 da Resolução Conama nº 454/2012)..... | 17 |
| Tabela 2 – Classes granulométricas do sedimento, conforme classificação de Wentworth (1922) e Resolução Conama nº 454/2012..... | 18 |
| Tabela 3 – Indicadores de erosão costeira de acordo com Souza (1997, 2001, 2009); Souza & Suguio (2003). | 22 |
| Tabela 4 – Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área Alfa, referente às campanhas realizadas em abril de 2021 e setembro de 2023..... | 26 |
| Tabela 5 – Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área Bravo 1, referente às campanhas realizadas em janeiro de 2020 e outubro de 2023. | 28 |
| Tabela 6 – Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área Bravo 2, referente à campanha realizada em julho de 2022. | 29 |
| Tabela 7 – Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área Charlie 1, referentes às campanhas realizadas em janeiro de 2020 e setembro de 2023..... | 30 |
| Tabela 8 – Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área Charlie 2, referentes às campanhas realizadas em dezembro de 2021 e outubro de 2023. | 32 |
| Tabela 9 - Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área Charlie 3, referentes às campanhas de novembro de 2022 e dezembro de 2023..... | 33 |
| Tabela 10 - Resultados das análises dos parâmetros do grupo dos HPAs, realizadas na área Charlie 3, referente à campanha de dezembro de 2023, com valores acima do limite de quantificação. | 34 |
| Tabela 11 – Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área de Fundeio 6, referentes às campanhas de outubro de 2022 e dezembro de 2023..... | 34 |
| Tabela 12 – Ocorrência de concentrações acima do nível 1 e valor de alerta da Resolução Conama nº 454/2012 nos pontos monitorados pelo programa de qualidade dos sedimentos. | 36 |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 05/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

| | |
|---|-----|
| Tabela 13 – Resultados das análises granulométricas realizadas durante as campanhas de dragagem. | 48 |
| Tabela 14 – Volumes dragados nas últimas campanhas de dragagem. | 63 |
| Tabela 15 – Resumo dos resultados observados a partir dos transectos de identificação de variações de linha de costa. | 65 |
| Tabela 16 – Classificação das praias quanto ao tipo de ocupação e ao grau de risco à erosão costeira. | 108 |
| Tabela 17 – Classificação das praias quanto ao tipo de ocupação e ao grau de risco à erosão costeira. | 109 |
| Tabela 18 – Avaliação da aplicabilidade dos diferentes métodos de gestão aos problemas relacionados a erosão costeira. | 112 |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 06/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

1 APRESENTAÇÃO



A Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina é responsável por manter o canal de navegação de acesso aos portos do Paraná em condições seguras de navegação. As profundidades são mantidas por campanhas periódicas de dragagem de manutenção, sendo o sedimento dragado lançado em área específica licenciada, conhecida como ACE20, localizada na plataforma costeira adjacente.

A Resolução Conama nº 454/2012, que estabelece diretrizes para o gerenciamento do material a ser dragado, apresenta como uma alternativa ao descarte, a possibilidade do uso benéfico do sedimento dragado. Além disso, a Licença de Operação nº 1173/2013 do Porto de Paranaguá, emitida pelo Ibama, possui como condicionante a necessidade de apresentação de proposta e execução de estudo para aproveitamento do sedimento dragado, como a recuperação de praias, ao invés da simples disposição na ACE20.

Para atender à condicionante de sua licença, a APPA elaborou a “*proposta técnica de estudo para uso benéfico de sedimentos dragados*”, dividida em quatro fases, a qual foi aprovada pelo Ibama para execução. As quatro fases do estudo são:

- Primeira fase: caracterização e avaliação dos sedimentos dragados;
- Segunda fase: identificação de possíveis áreas para uso benéfico do sedimento dragado;
- Terceira fase: estudo das possíveis áreas para uso benéfico identificadas na segunda fase;
- Quarta fase: diagnóstico conclusivo.

Esta proposta de estudo foi aceita pelo Órgão Ambiental Federal por meio do Ofício nº 9/2024/COMAR/CGMAC/DILIC. Assim para dar seguimento na execução do estudo, a Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina lançou o edital 034/2024 para “contratação de empresa especializada para execução de estudo para uso benéfico de sedimentos dragados, de acordo com a condição específica - 2.26 da Licença de Operação (LO) nº 1173/2013 - 1ª renovação - 2ª retificação”, cujo escopo era a realização integral da 1ª e 2ª fases visando como um dos objetivos, a identificação de áreas para estudo.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 07/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

2 USO BENÉFICO DO SEDIMENTO DRAGADO

Em vez de ser descartado no mar, o sedimento marinho dragado para manutenção ou aprofundamento de canais portuários pode ser considerado um recurso mineral valioso (Bortali et al. 2023) e ter um uso benéfico para a sociedade e para o meio ambiente (CEDA 2019).



Segundo diversos autores (Harrington et al. 2016; Manning et al. 2021; Ulibarri et al. 2020), as razões pelas quais o uso benéfico do sedimento marinho dragado ainda não é uma prática comum são múltiplas e incluem:

- falta de articulação entre aqueles que dragam, os órgãos regulatórios/fiscalizadores e os possíveis receptores deste sedimento;
- desafios técnicos e logísticos, custos, legislação aplicada ao uso benéfico do sedimento;
- incerteza sobre a eficácia do uso benéfico do sedimento dragado; e
- os baixos custos econômicos do despejo de sedimento no ambiente marinho em áreas de bota-fora.

Uma mudança no procedimento habitual dragagem com descarte oceânico requer uma atualização das práticas de dragagem e despejo há muito estabelecidas e executadas no âmbito da atividade de dragagem mundial (Manning et al. 2021).

A *priori* do descarte oceânico ou até mesmo do uso benéfico do sedimento dragado, a principal prática recomendada da destinação do sedimento dragado é o *bypassing*. Este processo é baseado na premissa de permitir que o sedimento siga o fluxo de transporte natural para que não ocorra déficit em uma outra área (Carreira et al, 2025). Essa prática pode não ser aplicada em todas as situações, então o uso benéfico do sedimento dragado passa a ser a melhor forma de gerenciamento do material.

A depender dos parâmetros em desconformidade, até mesmo o sedimento contaminado é passível de ser reaproveitado para algum uso benéfico, pois existem técnicas de floculação e até mesmo limpeza desse material. Entre os usos indicados

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 08/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

para uso benéfico do sedimento dragado elencados em um recente estudo sobre os usos e aplicabilidades (Carreira et al, 2025) estão:



- i) os usos na construção civil como recurso mineral;
- ii) recuperação de áreas degradadas;
- iii) recuperação e proteção costeira.

Areia e cascalho são uns dos recursos minerais mais explorados mundialmente. Em alguns países o uso desse material como recurso vem crescendo ao longo dos anos. Na Dinamarca, de acordo com Dangaard et al. (2020), a areia oriunda de dragagem representa 13% da areia explorada no país, sendo considerada de melhor qualidade do que as areias de minas terrestres. Há estudos preliminares (Amar et al, 2018) que avaliam o uso de sedimento dragado em substituição ao cimento em cerca de 5 a 20%, sem interferir em sua qualidade.

Outra possibilidade de uso indicado para o sedimento dragado é a recuperação de áreas degradadas, como recomposição de solos erodidos para fins agrícolas e florestais (EPA, USACE 2007). Obviamente o principal desafio para esse uso é o sal presente no sedimento marinho, mas áreas internas de estuário com águas com baixa salinidade podem ser as mais apropriadas para esse uso, além disso, normalmente nessas áreas o sedimento marinho costuma ser rico em macro e micronutrientes (Renella, 2021).



O uso mais comum, no entanto, de uso do sedimento marinho é na recuperação e proteção costeira, mesmo que poucas vezes seja aplicado a utilização de sedimentos de dragagens de canal de navegação. Normalmente busca-se uma jazida de sedimento para alimentar uma praia em processo de erosão, conforme ocorrido na praia de Matinhos, litoral do Paraná, ou na Praia Central de Balneário Camboriú, em Santa Catarina.

Estima-se que cerca de um quarto das praias do mundo esteja em processo de retrogradação a uma taxa média de recuo de aproximadamente 0,5 m por ano (Luijendijk et al., 2018). No Brasil, 40% das praias estão em processo erosivo (MMA, 2018). Mesmo para as áreas que se encontram em estabilidade ou progradação, há a ameaça do aumento do nível do mar em decorrência das mudanças climáticas.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 09/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Diante deste cenário, o sedimento marinho dragado pode ser uma fonte de reconstrução de praias e de prevenção à costa, diante dos cenários de subida do nível do mar nas próximas décadas.

O diagrama a seguir (figura 1) ilustra as boas práticas de gerenciamento do material dragado, em que é indicado como gerenciamento prioritário a recolocação do sedimento em sua trajetória natural de transporte ao longo da costa (*bypassing*), nem sempre aplicável. Quando o *bypassing* não é aplicável, a prática recomendada é o uso benéfico e, em último caso, o descarte do material.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 10/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

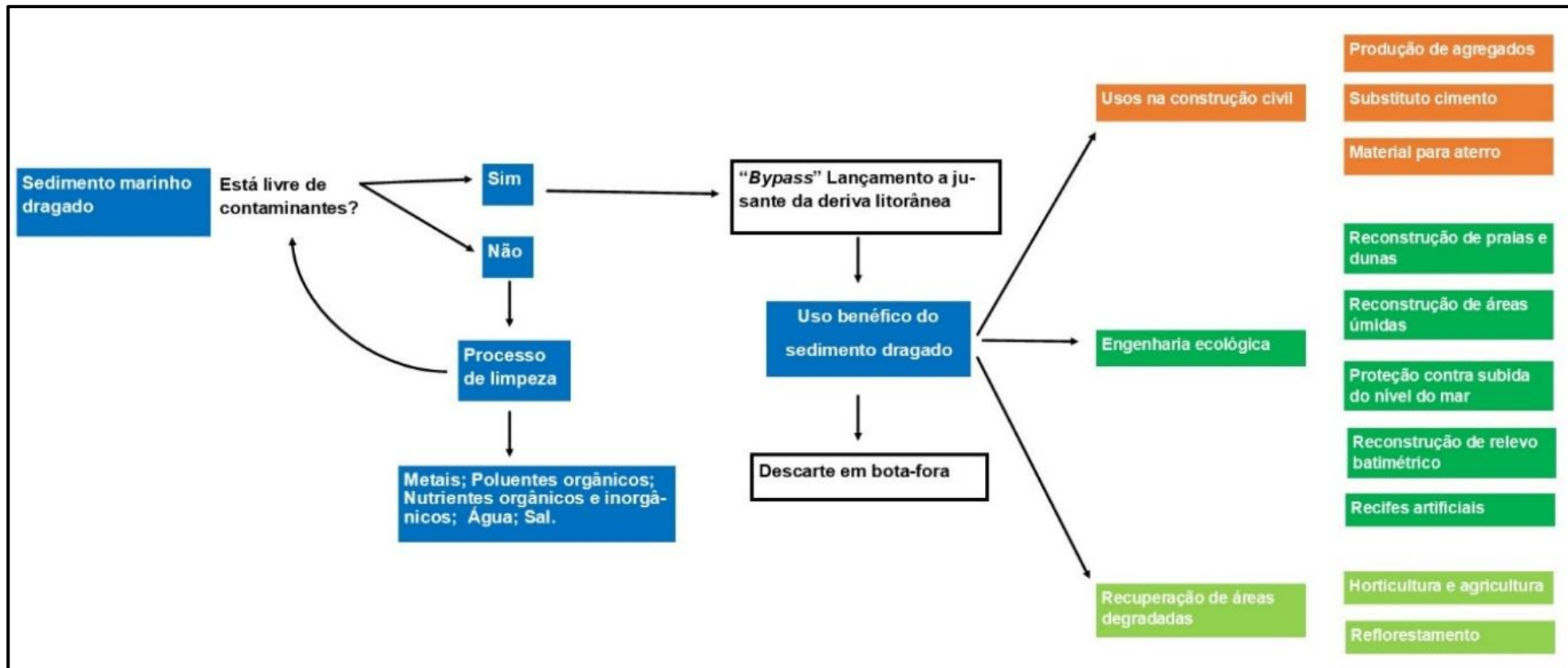




Figura 1 – Diagrama simplificado do gerenciamento do material dragado e diferentes formas de uso benéfico do material.

Fonte: modificado de Carreira et al., 2025



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 11/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Existem alguns exemplos no mundo do uso do sedimento dragado na recomposição de praias e ambientes marinhos. Nas proximidades do porto de Harlingen, na Holanda, parte do sedimento fino oriundo da dragagem de manutenção do canal de navegação vem sendo utilizado para a recuperação de campos de pântanos salgados. De maneira complementar, espécies florísticas pioneiras são plantadas nessas áreas favorecendo o desenvolvimento e recuperação desses ambientes e reduzindo o retorno do sedimento fino das áreas de despejo anteriormente utilizadas (Baptist et al. 2021).



No Brasil está previsto o uso do sedimento dragado para recuperação de praias no litoral norte de Santa Catarina nos próximos anos. Uma das condicionantes impostas pelo Ibama no processo de licenciamento do Porto Público de São Francisco do Sul é a utilização do sedimento dragado dos canais de acesso aos portos para recuperação das praias em processo erosivo do município de Itapoá. Parte do sedimento dragado, que possui as características adequadas, será utilizado para alimentação das dunas de praias localizadas a norte do canal de navegação.

Estudos de aproveitamento do sedimento dragado dos Portos de Paranaguá e São Francisco do Sul foram realizados recentemente por Simões Neto (2021), o qual analisou as características do sedimento dragado nessas áreas, tais como tamanho e forma de grãos, grau de seleção, e composição geoquímica inorgânica e orgânica e considerou como semelhantes e compatíveis aos sedimentos presentes em praias circundantes aos dois estuários. Ainda, o autor observa que os volumes de materiais dragados são compatíveis a recuperação de praias em processo erosivo no entorno dessas duas áreas portuárias.

Cabe indicar que, embora a técnica da alimentação artificial de praias seja capaz de recuperar praias em processo erosivo, reestabelecendo equilíbrio dinâmico de déficit de sedimentos, não é uma solução aplicada a todas as situações. Especificidades do ambiente como morfologia da linha de costa e ocupação devem ser levados em consideração. Ademais, outras formas de gerenciamento dos processos erosivos podem ser mais eficazes do que a alimentação artificial, dependendo do contexto. Dessa forma, este documento também se propõe a avaliar diferentes estratégias de

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 12/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



manejo de praias identificadas em processo de retrogradação de linha de costa, incluindo a alimentação artificial e outras técnicas comumente empregadas.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 13/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

3 OBJETIVOS

Nas primeiras duas fases do estudo de uso benéfico do sedimento dragado os objetivos principais são:

1. O objetivo da fase 1 é elaborar um banco de dados com a qualidade do sedimento e estimativas de volume dragado por campanha de dragagem de cada trecho do canal de navegação, com exceção dos trechos da área Delta;
2. O objetivo da fase 2 é a Identificação de áreas com possíveis processos erosivos nas imediações dos canais de navegação dos Portos de Paranaguá e Antonina.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 14/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

4 METODOLOGIA

4.1 Avaliação da qualidade do sedimento

4.1.1 Fonte de dados

A avaliação da qualidade do sedimento foi baseada em dois monitoramentos distintos, a saber:

- i) Programa de monitoramento da qualidade do sedimento, condicionante 2.12 da LO 1173/2013 (1ª renovação, 2ª retificação);
- ii) Amostragens para caracterização da qualidade do material a ser dragado, em atendimento à Resolução nº 454/2012.

O programa de monitoramento da qualidade do sedimento abrange o monitoramento realizado desde o ano de 2014 em campanhas trimestrais, totalizando 44 campanhas, em 23 pontos distribuídos ao longo do eixo leste-oeste do Complexo Estuarino de Paranaguá. Alguns desses pontos são coincidentes com a área do canal de navegação, os quais 9 pontos estão dentro das áreas de investigação deste estudo e que serão considerados para uma avaliação de ocorrência e permanência de contaminantes ao longo da série temporal.

Considerando ser uma dragagem recorrente de manutenção, a amostragem de caracterização do material dragado compreende coletas realizadas exclusivamente sobre o canal de navegação, nas áreas efetivamente dragadas. A quantidade de pontos depende do volume dragado, sendo maior para áreas em que são previstos maiores volumes de remoção. Esse monitoramento possibilita um detalhamento espacial mais preciso de cada área do canal de navegação, pois apresenta uma maior densidade de pontos nas regiões de interesse. Para esses dados será analisado as características tanto químicas, concentração de contaminantes, quanto físicas, características granulométricas. A análise considerará os resultados das duas últimas campanhas de levantamento para cada área do canal.

A localização dos pontos amostrais dos dois monitoramentos é indicada nos mapas a seguir.

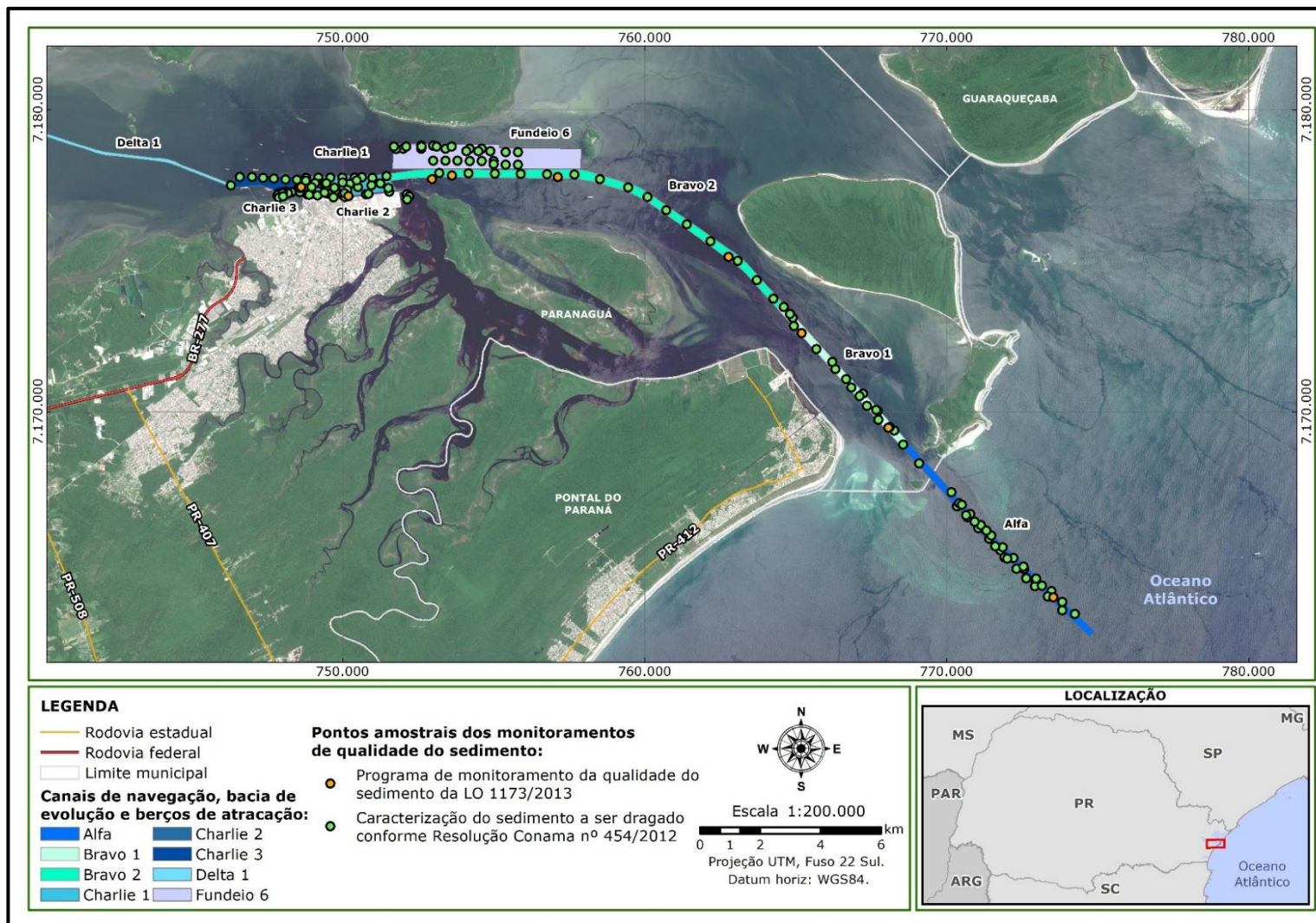


Figura 2 – Localização dos pontos amostrais de sedimento pertencente aos monitoramentos de dragagem e monitoramento da LO.

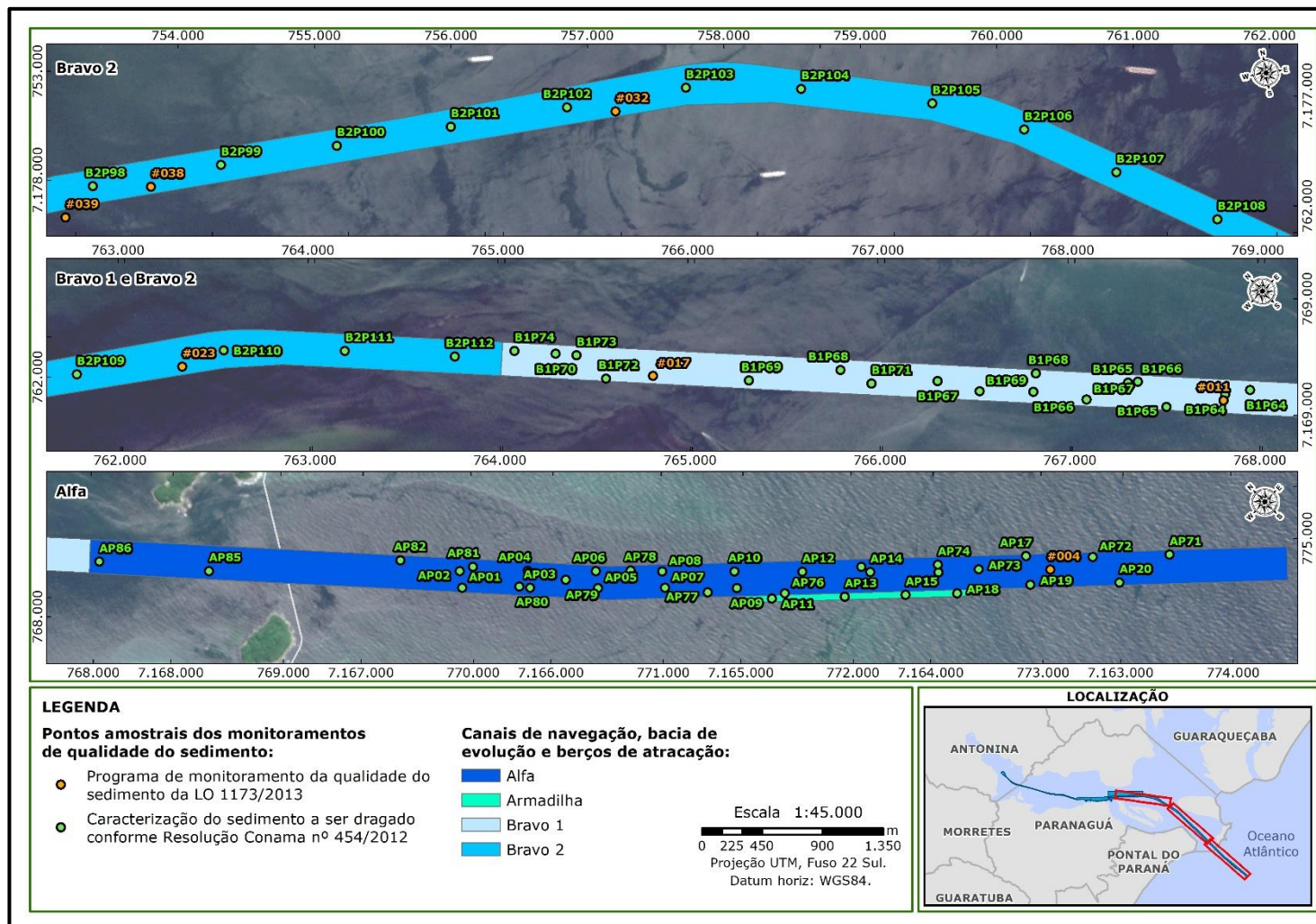


Figura 3 – Localização dos pontos amostrais de sedimento pertencente aos monitoramentos de dragagem e monitoramento da LO nas áreas Alfa, Bravo 1 e Bravo 2.

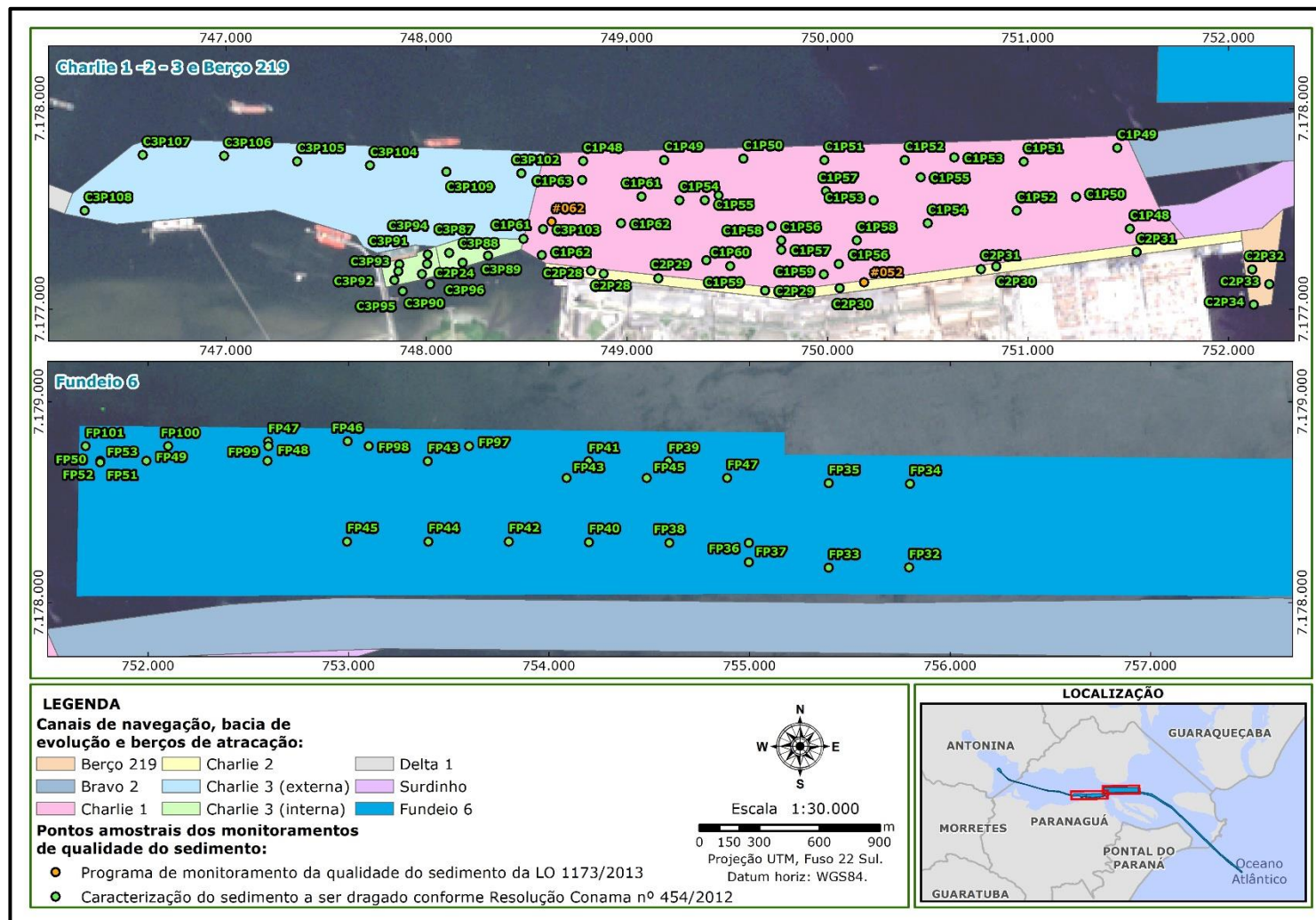




Figura 4 – Localização dos pontos amostrais de sedimento pertencente aos monitoramentos de dragagem e monitoramento da LO nas áreas Charlie 1, Charlie 2, Charlie 3 e Fundeio 6.



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 18/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

4.1.2 Parâmetros de avaliação

Para avaliação das características químicas foi utilizada como referência a tabela de “*nível de classificação do material a ser dragado*” da Resolução Conama nº 454/2012, que apresenta padrões de referência para diversos parâmetros de interesse agrupados em metais e semimetais, pesticidas organoclorados e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. A tabela 1, a seguir, apresenta as concentrações de referência divididos em “*nível 1*” e “*nível 2*”.

Tabela 1 – Níveis de classificação do material a ser dragado (tabela 3 da Resolução Conama nº 454/2012).

| Grupo | Elemento | Água salina/salobra - nível 1 | Água salina/salobra - nível 2 | |
|--|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------|
| Metais e semimetais (mg/kg) | Arsênio (mg/kg) | 19 | 70 | |
| | Cadmio (mg/kg) | 1,2 | 7,2 | |
| | Chumbo (mg/kg) | 46,7 | 218 | |
| | Cobre (mg/kg) | 34 | 270 | |
| | Cromo (mg/kg) | 81 | 370 | |
| | Mercúrio (mg/kg) | 0,3 | 1 | |
| | Níquel (mg/kg) | 20,9 | 51,6 | |
| | Zinco (mg/kg) | 150 | 410 | |
| TBT (µg/kg) | Tributilestanho (µg/kg) | 100 | 1000 | |
| Pesticidas organoclorados (µg/kg) | HCH alfa (µg/kg) | 0,32 | 0,99 | |
| | HCH beta (µg/kg) | 0,32 | 0,99 | |
| | HCH (Delta-HCH) | 0,32 | 0,99 | |
| | HCH (Gama-HCH/Lindano) | 0,32 | 0,99 | |
| | Alfa-clordano (µg/kg) | 2,26 | 4,79 | |
| | Gama-clordano (µg/kg) | 2,26 | 4,79 | |
| | DDD (µg/kg) | 1,22 | 7,81 | |
| | DDE (µg/kg) | 2,07 | 374 | |
| | DDT (µg/kg) | 1,19 | 4,77 | |
| | Dieldrin (µg/kg) | 0,71 | 4,3 | |
| | Endrin (µg/kg) | 2,67 | 62,4 | |
| PCBs (µg/Kg) | PCB's (µg/kg) | 22,7 | 180 | |
| Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos HPAs (µg/kg) | Grupo A | Benzo(a)antraceno (µg/kg) | 280 | 690 |
| | | Benzo(a)pireno (µg/kg) | 230 | 760 |
| | | Criseno (µg/kg) | 300 | 850 |
| | | Dibenzo(a,h)antraceno (µg/kg) | 43 | 140 |
| | Grupo B | Acenafteno (µg/kg) | 16 | 500 |
| | | Acenaftileno (µg/kg) | 44 | 640 |
| | | Antraceno (µg/kg) | 85,3 | 1100 |
| | | Fenantreno (µg/kg) | 240 | 1500 |
| | | Fluoranteno (µg/kg) | 600 | 5100 |
| | | Fluoreno (µg/kg) | 19 | 540 |
| | | 2-metilnaftaleno (µg/kg) | 70 | 670 |
| | | Naftaleno (µg/kg) | 160 | 2100 |
| | Somatória HPAs | HPA's (µg/kg) | 4000 | - |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 19/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Os valores dos parâmetros analisados foram comparados aos valores de referência, sendo considerados como sedimentos contaminados aqueles que apresentaram concentrações conforme definido no Art.12 da Resolução Conama nº 454/2012, que indica a necessidade de ensaios complementares de ecotoxicidade para os seguintes parâmetros:



- I. a concentração de HAPs do Grupo A, arsênio, cádmio, chumbo ou mercúrio for superior ao Nível 1;
- II. a concentração de HAPs do Grupo B estiver entre os Níveis 1 e 2, desde que a soma das concentrações individuais de todos os HAPs (Grupos A e B) presentes na amostra seja maior que o valor orientador para o HAP total, indicado na Tabela III;
- III. a concentração de qualquer substância relacionado na Tabela III for superior ao Nível 2.

Também foram considerados os valores orientadores para Carbono Orgânico total, expresso em porcentagem (%), nitrogênio Kjeldahl e Fósforo, expressos em mg/kg. Os valores de alerta para esses parâmetros são respectivamente 10, 4800 e 2000.

Já a classificação física do sedimento foi feita considerando as classes granulométricas, apresentadas na tabela 2, e suas representatividades nas amostras, expressas em porcentagem. As amostras foram então classificadas conforme o diâmetro médio através do método dos Momentos.

Tabela 2 – Classes granulométricas do sedimento, conforme classificação de Wentworth (1922) e Resolução Conama nº 454/2012.

| Classificação | Tamanho do grão (mm) | Escala Phi (ϕ) |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|
| Grânulo | >2 | -1 |
| Areia muito grossa | 2 a 1 | 0 |
| Areia grossa | 1 a 0,5 | 1 |
| Areia média | 0,5 a 0,25 | 2 |
| Areia fina | 0,25 a 0,125 | 3 |
| Areia muito fina | 0,125 a 0,062 | 4 |
| Silte | 0,062 a 0,00394 | 8 |
| Argila | <0,00394 | 9 |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 20/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

4.1.3 Tratamento dos dados

Inicialmente os dados provenientes dos dois monitoramentos foram reunidos em um banco de dados único com as propriedades físico-químicas das amostras. O banco de dados abrange todos os parâmetros apresentados na tabela 1 e tabela 2 para todos os pontos de análise, além das datas das campanhas, a localização georreferenciada dos pontos e o setor de dragagem.

Para identificação de contaminação, as análises químicas tiveram os resultados confrontados com as concentrações de referência da Resolução Conama nº 454/2012, conforme descrito anteriormente.



Para a caracterização física, os dados granulométricos das amostras foram tratados estatisticamente no *software* Sysgran pelo Método dos Momentos, obtendo uma classificação verbal para cada amostra conforme o diâmetro médio e desvio padrão (grau de seleção). Os resultados foram inseridos no banco de dados.

Após os processamentos estatísticos, foram gerados gráficos ternários conhecidos como diagramas de Shepard, onde as amostras são representadas em função da sua composição em termos de areia, argila e silte.

Os dados foram conectados ao Power BI, plataforma digital que permite a visualização *on-line* dos dados por área ou período de interesse em diferentes representações gráficas pré-definidas.

4.1.4 Volumes disponíveis

As informações de volumes dragados em cada campanha e área do canal foram originalmente geradas a partir da diferença da superfície obtida pela batimetria pré dragagem sobreposta com a batimetria pós dragagem. Os volumes obtidos balizaram medições de contratos de dragagem, sendo estes valores reproduzidos neste estudo.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 21/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

4.2 Identificação de áreas com processo erosivo



Foi realizada uma comparação entre linhas de costa de diferentes datas que abrangesse horizonte temporal de ao menos 20 anos. Para tanto, foi utilizado como data pretérita o ano de 2003, em razão da disponibilidade de ortofoto do litoral paranaense na escala 1:25.000, disponibilizada pelo Instituto Água e Terra. Para data atual, foram utilizadas imagens de satélite de alta resolução do ano de 2024, sendo imagens do satélite Airbus, adquiridas através do Software Google Earth, de resolução espacial de 0,5m e com imageamento datado de 19/03/2024, 03/04/2024 e 29/03/2024 e de imagem Spot 6, ortorretificada, de resolução de 1,5m, datada de 11/08/2024.

As linhas de costa foram vetorizadas no Software ArcMap 10.8.2, sendo considerado como conceito de linha de costa o limite entre a vegetação e a praia ou, na ausência desses, entre a intervenção antrópica (muros e contenções) e a praia.

Para a avaliação dos processos de retrogradação (avanço do mar sobre continente) e progradação (avanço do continente sobre o mar), as linhas de costa das diferentes datas foram sobrepostas em mesma base cartográfica, sendo comparadas através da ferramenta DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*) que realiza análises estatísticas entre as linhas de costa. Para este estudo foram considerados transectos distanciados de maneira equidistante a cada 50m.

Fizeram parte do escopo de análise das variações de linha de costa as praias arenosas que se estendem ao longo das margens do canal de navegação e áreas de fundeio dos Portos de Paranaguá e Antonina, abrangendo os municípios de Antonina, Paranaguá e Pontal do Paraná divididas em sete áreas (figura 5).

As costas rochosas não foram consideradas pois não sofrem variações de linha de costa na escala de tempo de anos ou décadas, bem como não foram considerados as costas recobertas por manguezais, por serem naturalmente estáveis. Algumas áreas com a presença de mangue, intercalada às praias arenosas, foram consideradas.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 22/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

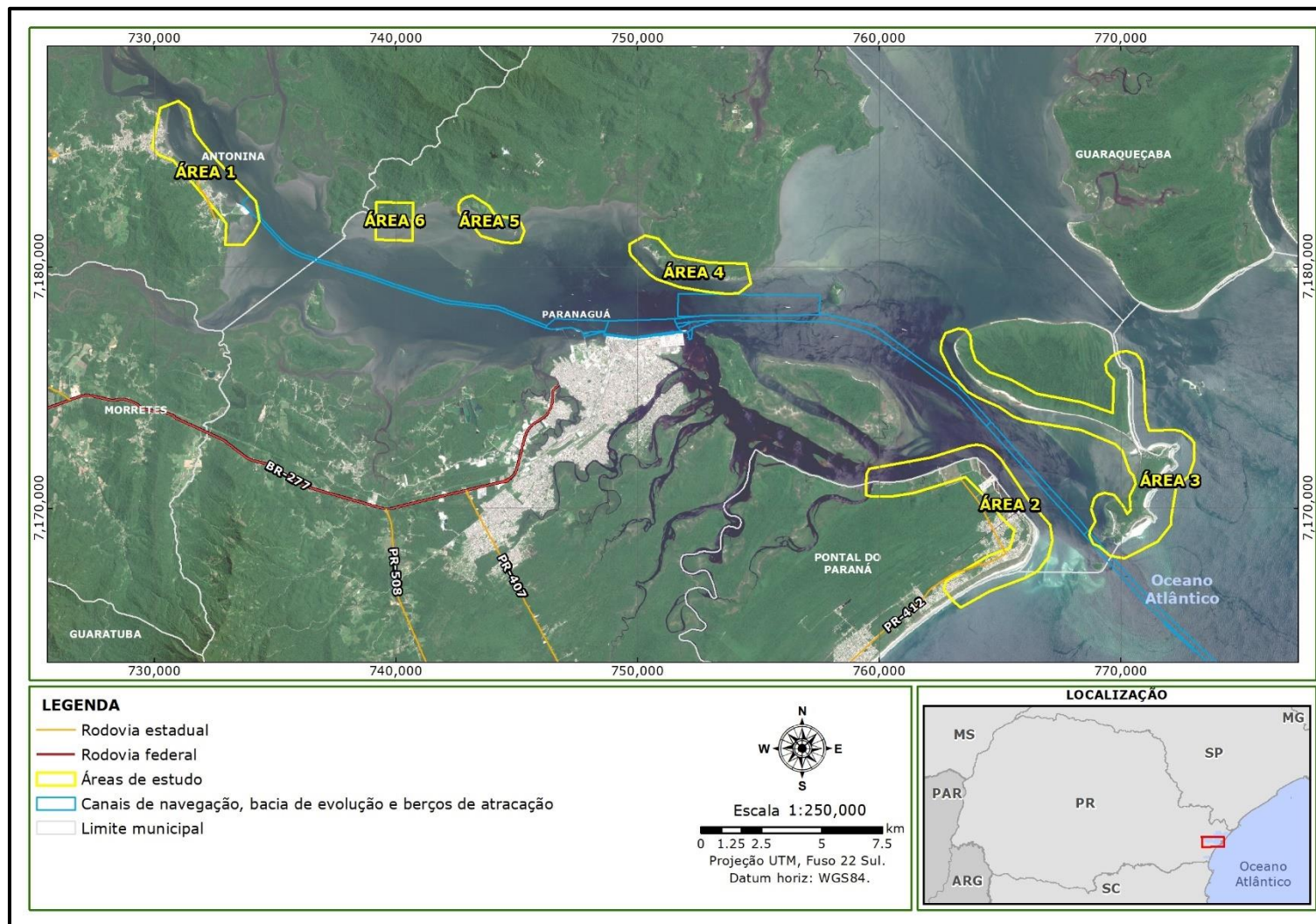






Figura 5 – Locais em que foi realizado a avaliação dos processos erosivos.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 23/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



As áreas avaliadas a partir de geoprocessamento também foram vistoriadas por profissional sênior especialista em processos erosivos. Na vistoria in loco das praias, ocorrida nos dias 2, 3 e 4 de junho de 2025, foi aplicada a metodologia de identificação de processos erosivos a partir de indicadores de erosão costeira (Souza, 1997, 2001; Souza & Suguio, 2003, Souza, 2009), listados na tabela 3.

Tabela 3 – Indicadores de erosão costeira de acordo com Souza (1997, 2001, 2009); Souza & Suguio (2003).

| Nº | Indicador de erosão costeira |
|------|--|
| I | Pós-praia muito estreita ou inexistente devido à inundação pelas preamares de sizígia (praias urbanizadas ou não). |
| II | Retrogradação geral da linha de costa nas últimas décadas, com franca diminuição da largura da praia, em toda a sua extensão ou mais acentuadamente em determinados locais dela (praias urbanizadas ou não). |
| III | Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordejam as praias, sem o desenvolvimento de falésias (praias urbanizadas ou não). |
| IV | Intensa erosão de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordejam as praias, provocando o desenvolvimento de falésias com alturas de até dezenas de metros (praias urbanizadas ou não). |
| V | Destruição de faixas frontais de vegetação de “restinga” ou de manguezal e/ou presença de raízes e troncos em posição de vida soterrados na praia, causados pela erosão acentuada ou o soterramento da vegetação devido à retrogradação/migração da linha de costa sobre o continente. |
| VI | Exumação e erosão de depósitos paleolagunares, turfeiras, arenitos de praia, depósitos marinhos holocênicos e pleistocênicos, ou embasamento sobre o estirâncio e/ou a face litorânea atuais, devido à remoção das areias praias por erosão costeira e déficit sedimentar extremamente negativo (praias urbanizadas ou não). |
| VII | Frequente exposição de “terraços ou falésias artificiais”, apresentando pacotes de espessura até métrica de camadas sucessivas de aterro erodido e soterrado por camadas de areias praias/eólicas, no contato entre a praia e a área urbanizada. |
| VIII | Destruição de estruturas artificiais construídas sobre os depósitos marinhos ou eólicos holocênicos, a pós-praia, o estirâncio, as faces praial e litorânea, a zona de surfe/arrebentação e/ou ao largo. |
| IX | Retomada erosiva de antigas plataformas de abrasão marinha, elevadas de +2 a +6 m, formadas sobre rochas do embasamento ígneo-metamórfico pré-cambriano a mesozóico, em épocas em que o nível do mar encontrava-se acima do atual, durante o Holoceno e o final do Pleistoceno (praias urbanizadas ou não). |
| X | Presença de concentrações de minerais pesados em determinados trechos da praia, em associação com outros indicadores erosivos (praias urbanizadas ou não). |
| XI | Desenvolvimento de embaíamentos formados pela presença de correntes de retorno concentradas e de zona de barlar ou centros de divergência de células de deriva litorânea localizados em local(s) mais ou menos fixo(s) da linha de costa. |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 24/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Após a identificação das áreas em processo erosivo, foi realizada uma avaliação da aplicabilidade das formas mais usuais de gerenciamento e remediação desses processos para essas áreas. Também foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o uso benéfico de sedimentos dragados no Brasil e no mundo.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 25/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

5 RESULTADOS

5.1 Avaliação da qualidade do sedimento – Fase 1

Conforme descrito, as características do sedimento foram avaliadas sobre dois enfoques: a qualidade do sedimento, que leva em consideração a concentração de contaminantes presentes na amostra, e as características físicas, para verificar a constituição granulométrica dos sedimentos, principalmente quanto a presença de quantidade de areias e materiais finos presente nas amostras.



As amostras provenientes das campanhas de caracterização de dragagem foram avaliadas do ponto de vista físico e químico. Já as amostras provenientes do monitoramento da LO foram avaliadas para avaliação de ocorrências de contaminação ao longo do histórico de monitoramento.

5.1.1 Qualidade química

Campanhas de dragagem

Foram avaliadas as análises químicas de 158 amostras obtidas durante as duas últimas campanhas de dragagem dos trechos Alfa, Bravo 1, Bravo 2, Charlie 1, Charlie 2, Charlie 3 e área de Fundeio 6. Além destas, também foram analisadas mais 396 amostras referentes as 44 campanhas realizadas do monitoramento da LO, totalizando 11 anos de monitoramento, nos nove (09) pontos amostrais monitorados pelo programa de monitoramento da qualidade do sedimento e que se localizam dentro da área do canal.

As tabelas a seguir (tabela 4 a tabela 11) apresentam os resultados das análises químicas obtidas nas duas últimas campanhas de dragagem. Devido ao volume de dados, optou-se por omitir das tabelas aqueles parâmetros que não alcançaram os limites de detecção ou de quantificação em nenhum dos pontos apresentados, de forma a simplificar a apresentação e evidenciar aqueles parâmetros que apresentaram, de fato, valores quantificáveis durante as análises.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 26/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Os resultados apresentados nas tabelas foram comparados aos valores orientadores do nível 1 e nível 2 apresentados na Resolução Conama nº 454/2012 e o seu atendimento foi representado por cores diferentes conforme informado na legenda.

Na categoria dos metais e semimetais, dentre todos os pontos analisados, as concentrações de apenas duas amostras ultrapassaram os limites do nível 1 da Resolução Conama nº 454/2012. O ponto amostral B2P112, na área Bravo 2, o parâmetro zinco apresentou concentração de 190,25 mg/kg, superior ao nível 1 que é de 150 mg/kg; no ponto C1P49, na área Charlie 1, a concentração de cobre foi de 53,8 mg/kg, enquanto o valor de referência é de 34 mg/kg. Em ambos a concentração foi bastante inferior ao nível 2 e, conforme a referida resolução, apenas concentrações de zinco e cobre superiores ao nível 2 demandam de ensaio de ecotoxicidade complementar para avaliar se há efeito tóxico no caso de disposição do sedimento dragado no ambiente marinho, portanto essas concentrações não foram consideradas como contaminação.

Dos resultados apresentados, destaca-se também que não foram observadas concentrações acima dos limites de quantificação (LQ) dos métodos laboratoriais para tibatilostanho (TBT), pesticidas organoclorados (PCBs). Para hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) somente os pontos C3P87 e C3P91 na área Charlie 3 apresentaram concentrações quantificáveis, porém abaixo do nível 1 da Resolução Conama nº 357/2005.

Os gráficos de concentrações observadas confrontados com os valores de referência da Resolução Conama nº 454/2012 para os 158 pontos amostrais estão disponíveis em anexo.





| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 27/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Tabela 4 – Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área Alfa, referente às campanhas realizadas em abril de 2021 e setembro de 2023.

| Ponto amostral | Campanha | Arsênio (mg/kg) | Cádmio (mg/kg) | Chumbo (mg/kg) | Cobre (mg/kg) | Cromo (mg/kg) | Mercúrio (mg/kg) | Níquel (mg/kg) | Zinco (mg/kg) | COT (%) | Nitrogênio total Kjeldahl (mg/kg) | Fósforo total (mg/kg) |
|----------------|----------|-----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------|---------|-----------------------------------|-----------------------|
| AP71 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | 5,204 | 9,808 | 12,269 | <0,020 | 5,383 | 22,427 | < 3,0 | <2000 | 331,513 |
| AP72 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | 5,428 | 9,865 | 8,942 | <0,020 | 3,644 | 13,449 | < 3,0 | <2000 | 287,582 |
| AP73 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | 1,019 | 4,244 | 2,989 | <0,020 | <1,000 | 3,855 | < 3,0 | <2000 | 47,801 |
| AP74 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | <1,000 | 2,353 | 2,745 | <0,020 | <1,000 | 2,687 | < 3,0 | <2000 | 35,184 |
| AP75 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | <1,000 | 2,202 | 2,668 | <0,020 | <1,000 | 2,892 | < 3,0 | <2000 | 38,831 |
| AP76 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | <1,000 | 2,355 | 1,773 | <0,020 | <1,000 | 1,078 | < 3,0 | <2000 | 29,448 |
| AP77 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | <1,000 | 2,749 | 1,522 | <0,020 | <1,000 | 1,494 | < 3,0 | <2000 | 48,147 |
| AP78 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | 3,443 | 5,975 | 7,127 | <0,020 | 2,649 | 9,47 | < 3,0 | <2000 | 188,572 |
| AP79 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | <1,000 | 2,187 | 1,18 | <0,020 | <1,000 | <1,000 | < 3,0 | <2000 | 30,83 |
| AP80 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | <1,000 | 2,611 | 1,329 | <0,020 | <1,000 | <1,000 | < 3,0 | <2000 | 48,663 |
| AP81 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | <1,000 | 2,401 | 1,116 | <0,020 | <1,000 | <1,000 | < 3,0 | <2000 | 33,097 |
| AP82 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | <1,000 | 2,182 | 1,17 | <0,020 | <1,000 | <1,000 | < 3,0 | <2000 | 21,961 |
| AP85 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | <1,000 | 2,516 | 1,165 | <0,020 | <1,000 | <1,000 | < 3,0 | <2000 | 53,274 |
| AP86 | abr/21 | < 1,0 | <0,050 | <1,000 | 2,841 | 1,233 | <0,020 | <1,000 | <1,000 | < 3,0 | <2000 | 70,791 |
| AP01 | set/23 | 0,09 | N.D. | N.D. | 2,8 | 1,03 | 0,015 | 0,9 | 14 | <0,30 | 24,9 | 23 |
| AP02 | set/23 | N.D. | N.D. | N.D. | 0,7 | 0,71 | 0,009 | N.D. | <5 | <0,30 | 24,9 | 23 |
| AP03 | set/23 | N.D. | N.D. | N.D. | 1,3 | 0,89 | 0,014 | 0,4 | 17 | <0,30 | 24,4 | 89 |
| AP04 | set/23 | N.D. | N.D. | N.D. | 1,2 | 0,82 | 0,01 | 0,4 | 13 | 0,55 | 24,1 | 20 |
| AP05 | set/23 | N.D. | N.D. | N.D. | 1,2 | 1,19 | 0,013 | 0,7 | 11 | 1,8 | 26,8 | 30 |
| AP06 | set/23 | N.D. | N.D. | N.D. | 1,7 | 0,88 | 0,01 | 0,3 | 21 | 2,47 | 24,2 | 26 |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 28/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

| Ponto amostral | Campanha | Arsênio (mg/kg) | Cádmio (mg/kg) | Chumbo (mg/kg) | Cobre (mg/kg) | Cromo (mg/kg) | Mercúrio (mg/kg) | Níquel (mg/kg) | Zinco (mg/kg) | COT (%) | Nitrogênio total Kjeldahl (mg/kg) | Fósforo total (mg/kg) |
|----------------|----------|-----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------|---------|-----------------------------------|-----------------------|
| AP07 | set/23 | 1,15 | N.D. | N.D. | 1,9 | 0,99 | 0,012 | 0,7 | 16 | <0,30 | 24,3 | 16 |
| AP08 | set/23 | 0,19 | N.D. | N.D. | 1,1 | 1,64 | <0,009 | 0,6 | 16 | <0,30 | 28 | 26 |
| AP09 | set/23 | 2,25 | N.D. | 1,49 | 3,6 | 8,19 | 0,024 | 3,8 | 27 | 1,57 | 360,2 | 134 |
| AP10 | set/23 | N.D. | N.D. | N.D. | 1,3 | 1,49 | <0,009 | 0,5 | 27 | N.D. | 24,7 | 17 |
| AP11 | set/23 | 1,63 | N.D. | N.D. | 0,6 | 0,89 | <0,009 | 0,7 | 14 | <0,30 | 24,3 | 18 |
| AP12 | set/23 | N.D. | N.D. | N.D. | 1,4 | 1,93 | <0,009 | 1 | 13 | <0,30 | 40,6 | 23 |
| AP13 | set/23 | 2,09 | N.D. | 1,02 | 0,5 | 1,37 | <0,009 | 0,6 | 9 | <0,30 | 33,3 | 18 |
| AP14 | set/23 | 0,48 | N.D. | N.D. | 1,5 | 2,09 | <0,009 | 0,9 | 9 | <0,30 | 51,2 | 27 |
| AP15 | set/23 | 0,7 | N.D. | N.D. | 7,7 | 2,69 | 0,011 | 0,9 | 17 | <0,30 | 66,5 | 36 |
| AP16 | set/23 | N.D. | N.D. | 0,27 | N.D. | 1,95 | 0,015 | 0,3 | <5 | 4,82 | 54,2 | 20 |
| AP17 | set/23 | 2,36 | 0,07 | 1,02 | 1,2 | 5,4 | 0,015 | 1,4 | 10 | 2,42 | 108,2 | 88 |
| AP18 | set/23 | 0,5 | N.D. | N.D. | <0,5 | 1,08 | 0,011 | 0,3 | <5 | 3,51 | 51,9 | 22 |
| AP19 | set/23 | 1,05 | N.D. | N.D. | N.D. | 1,91 | 0,013 | 0,1 | <5 | 4,2 | 76,8 | 25 |
| AP20 | set/23 | 1,17 | N.D. | 0,1 | <0,5 | 2,59 | 0,012 | 0,5 | 5 | 7,68 | 75,1 | 26 |

N.D.: não detectável



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 29/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Tabela 5 – Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área Bravo 1, referente às campanhas realizadas em janeiro de 2020 e outubro de 2023.

| Ponto | Campanha | Arsênio (mg/kg) | Cadmio (mg/kg) | Chumbo (mg/kg) | Cobre (mg/kg) | Cromo (mg/kg) | Mercúrio (mg/kg) | Níquel (mg/kg) | Zinco (mg/kg) | COT (%) | Nitrogênio total Kjeldahl (mg/kg) | Fósforo total (mg/kg) |
|-------|----------|-----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------|---------|-----------------------------------|-----------------------|
| B1P64 | jan/20 | < 1,0 | < 0,050 | < 1,000 | < 1,000 | < 1,0 | < 0,020 | < 1,000 | 1,011 | < 3,0 | < 2000 | 6,075 |
| B1P65 | jan/20 | < 1,0 | < 0,050 | < 1,000 | 2,637 | < 1,0 | < 0,020 | < 1,000 | 1,96 | < 3,0 | < 2000 | 20,832 |
| B1P66 | jan/20 | < 1,0 | < 0,050 | < 1,000 | 3,336 | 1,286 | < 0,020 | < 1,000 | 2,437 | < 3,0 | < 2000 | 575,845 |
| B1P67 | jan/20 | < 1,0 | < 0,050 | < 1,000 | 3,523 | < 1,0 | < 0,020 | < 1,000 | 4,072 | < 3,0 | < 2000 | 30,546 |
| B1P68 | jan/20 | < 1,0 | < 0,050 | < 1,000 | 2,715 | 1,445 | < 0,020 | 1,334 | 4,275 | < 3,0 | < 2000 | 72,786 |
| B1P69 | jan/20 | < 1,0 | < 0,050 | < 1,000 | 3,967 | 1,266 | < 0,020 | < 1,000 | 3,58 | < 3,0 | < 2000 | 31,747 |
| B1P70 | jan/20 | < 1,0 | < 0,050 | 5,344 | 6,533 | 11,127 | < 0,020 | 4,593 | 12,397 | < 3,0 | < 2000 | 118,103 |
| B1P64 | out/23 | 2,54 | 0,66 | 0,63 | 1,13 | 1,53 | 0,069 | 0,6 | 46 | N.D. | 28,9 | 38 |
| B1P65 | out/23 | N.D. | N.D. | 1,09 | <0,5 | 1,11 | 0,038 | 0,4 | <5 | <0,30 | 25 | 29 |
| B1P66 | out/23 | 1,11 | N.D. | 0,22 | N.D. | 1,34 | 0,027 | 0,1 | <5 | N.D. | 30,6 | 37 |
| B1P67 | out/23 | N.D. | N.D. | N.D. | N.D. | 0,53 | 0,047 | 0,4 | N.D. | <0,30 | 29,3 | 24 |
| B1P68 | out/23 | 4,23 | N.D. | 0,69 | N.D. | 1,17 | 0,027 | <0,1 | <5 | N.D. | 29,3 | 28 |
| B1P69 | out/23 | 1,4 | N.D. | N.D. | N.D. | 1,31 | 0,022 | 0,7 | <5 | <0,30 | 31,4 | 47 |
| B1P70 | out/23 | 1,88 | N.D. | N.D. | N.D. | 1,1 | 0,02 | N.D. | <5 | N.D. | 31,6 | 63 |
| B1P71 | out/23 | 1,23 | <0,05 | N.D. | N.D. | 1,06 | 0,021 | 0,2 | <5 | N.D. | 27 | 16 |
| B1P72 | out/23 | 0,9 | <0,05 | 1,55 | N.D. | 2,15 | 0,02 | 0,8 | <5 | <0,30 | 49,1 | 28 |
| B1P73 | out/23 | N.D. | <0,05 | 1,73 | N.D. | 1,45 | 0,021 | 0,4 | <5 | N.D. | 36,5 | 15 |
| B1P74 | out/23 | 1,3 | 0,06 | 1,05 | N.D. | 2,1 | 0,021 | 0,8 | <5 | <0,30 | 28,9 | 24 |

N.D.: não detectável



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 30/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Tabela 6 – Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área Bravo 2, referente à campanha realizada em julho de 2022.

| Ponto | Campanha | Arsênio (mg/kg) | Cadmio (mg/kg) | Chumbo (mg/kg) | Cobre (mg/kg) | Cromo (mg/kg) | Mercúrio (mg/kg) | Níquel (mg/kg) | Zinco (mg/kg) | COT (%) | Nitrogênio total Kjeldahl (mg/kg) | Fósforo total (mg/kg) |
|--------|----------|-----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------|---------|-----------------------------------|-----------------------|
| B2P98 | jul/22 | 1,16 | < 0,05 | 2,99 | 3,62 | 7,92 | <0,020 | 5,12 | 112,87 | < 3,0 | <2000 | 332,89 |
| B2P99 | jul/22 | 1,98 | < 0,05 | 4,24 | 5,3 | 12,25 | <0,020 | 4,6 | 118,21 | < 3,0 | <2000 | 451,34 |
| B2P100 | jul/22 | 1,07 | < 0,05 | 1,35 | 1,5 | 4,34 | <0,020 | 1,09 | 84,19 | < 3,0 | <2000 | 793,19 |
| B2P101 | jul/22 | < 1,00 | < 0,05 | 1,49 | 1,85 | 4,12 | <0,020 | 2,36 | 106,03 | < 3,0 | <2000 | 263,61 |
| B2P102 | jul/22 | < 1,00 | < 0,05 | 1,92 | 1,57 | 4,52 | <0,020 | 1,24 | 113,38 | < 3,0 | <2000 | 237,7 |
| B2P103 | jul/22 | 1,77 | < 0,05 | 2,36 | 2,75 | 6,46 | <0,020 | 3,15 | 86,04 | < 3,0 | <2000 | 240,93 |
| B2P104 | jul/22 | 1,61 | < 0,05 | 2,86 | 2,75 | 7,48 | <0,020 | 2,68 | 95,14 | < 3,0 | <2000 | 265,03 |
| B2P105 | jul/22 | < 1,00 | < 0,05 | 1,45 | 1,4 | 3,08 | <0,020 | < 1,00 | 104,71 | < 3,0 | <2000 | 225,53 |
| B2P106 | jul/22 | < 1,00 | < 0,05 | < 1,00 | 1,45 | 2,21 | <0,020 | < 1,00 | 69,32 | < 3,0 | <2000 | 226,39 |
| B2P107 | jul/22 | < 1,00 | < 0,05 | < 1,00 | 1,43 | 1,93 | <0,020 | 1,54 | 68,49 | < 3,0 | <2000 | 210,82 |
| B2P108 | jul/22 | < 1,00 | < 0,05 | < 1,00 | 1,34 | 2,19 | <0,020 | 1,26 | 91,06 | < 3,0 | <2000 | 217,78 |
| B2P109 | jul/22 | < 1,00 | < 0,05 | < 1,00 | 1,09 | 2,61 | <0,020 | < 1,00 | 78,41 | < 3,0 | <2000 | 205,49 |
| B2P110 | jul/22 | < 1,00 | < 0,05 | < 1,00 | 1,85 | 1,85 | <0,020 | < 1,00 | 59,02 | < 3,0 | <2000 | 202,11 |
| B2P111 | jul/22 | < 1,00 | < 0,05 | < 1,00 | 1,15 | 1,54 | <0,020 | < 1,00 | 83,97 | < 3,0 | <2000 | 216,21 |
| B2P112 | jul/22 | 1,28 | < 0,05 | 1,57 | 2,53 | 4,48 | <0,020 | < 1,00 | 190,25 | < 3,0 | <2000 | 512,56 |

Legenda: Concentração acima do Nível 1 e abaixo do Nível 2 da Resolução Conama nº 454/2012.





| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 31/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Tabela 7 – Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área Charlie 1, referentes às campanhas realizadas em janeiro de 2020 e setembro de 2023.

| Ponto | Campanha | Arsênio (mg/kg) | Cádmio (mg/kg) | Chumbo (mg/kg) | Cobre (mg/kg) | Cromo (mg/kg) | Mercúrio (mg/kg) | Níquel (mg/kg) | Zinco (mg/kg) | COT (%) | Nitrogênio total Kjeldahl (mg/kg) | Fósforo total (mg/kg) |
|-------|----------|-----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------|---------|-----------------------------------|-----------------------|
| C1P48 | jan/20 | < 1,0 | < 0,050 | 2,933 | 6,707 | 4,974 | < 0,020 | 2,002 | 9,478 | < 3,0 | < 2000 | 95,241 |
| C1P49 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 4,14 | 7,505 | 8,342 | <0,020 | 2,84 | 20,35 | < 3,0 | <2000 | 218,068 |
| C1P50 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 4,036 | 6,521 | 8,94 | <0,020 | 2,859 | 11,426 | < 3,0 | <2000 | 137,074 |
| C1P51 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 10,608 | 18,388 | 20,034 | <0,020 | 7,353 | 31,06 | < 3,0 | <2000 | 369,647 |
| C1P52 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 4,797 | 7,867 | 10,503 | <0,020 | 5,227 | 15,903 | < 3,0 | <2000 | 112,788 |
| C1P53 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 15,957 | 20,638 | 34,599 | <0,020 | 11,851 | 50,371 | < 3,0 | <2000 | 598,092 |
| C1P54 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 4,295 | 8,027 | 8,737 | <0,020 | 3,327 | 14,276 | < 3,0 | <2000 | 161,516 |
| C1P55 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 9,669 | 15,979 | 23,202 | <0,020 | 7,851 | 33,116 | < 3,0 | <2000 | 373,643 |
| C1P56 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 10,483 | 15,801 | 22,284 | <0,020 | 8,163 | 35,178 | < 3,0 | <2000 | 415,337 |
| C1P57 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 6,016 | 9,572 | 12,566 | <0,020 | 4,531 | 19,04 | < 3,0 | <2000 | 217,318 |
| C1P58 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 14,874 | 20,064 | 28,177 | <0,020 | 10,126 | 42,479 | < 3,0 | <2000 | 520,355 |
| C1P59 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 16,057 | 21,671 | 34,673 | <0,020 | 15,05 | 52,174 | < 3,0 | <2000 | 587,572 |
| C1P60 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 15,169 | 20,114 | 33,444 | <0,020 | 11,513 | 48,35 | < 3,0 | <2000 | 580,164 |
| C1P61 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 13,971 | 19,614 | 31,498 | <0,020 | 10,718 | 45,031 | < 3,0 | <2000 | 520,702 |
| C1P62 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 5,965 | 9,672 | 13,869 | <0,020 | 4,86 | 25,439 | < 3,0 | <2000 | 183,534 |
| C1P63 | jan/20 | < 1,0 | <0,050 | 17,754 | 23,034 | 39,408 | <0,020 | 13,78 | 66,586 | < 3,0 | <2000 | 568,391 |
| C1P48 | set/23 | 1,8 | N.D. | 5,19 | 5,9 | 19,15 | 0,036 | 6,5 | 36 | 1,48 | 464,2 | 297 |
| C1P49 | set/23 | 3,46 | N.D. | 4,58 | 53,8 | 17,06 | 0,027 | 6,2 | 40 | 1,43 | 396,5 | 215 |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 32/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

| Ponto | Campanha | Arsênio (mg/kg) | Cádmio (mg/kg) | Chumbo (mg/kg) | Cobre (mg/kg) | Cromo (mg/kg) | Mercúrio (mg/kg) | Níquel (mg/kg) | Zinco (mg/kg) | COT (%) | Nitrogênio total Kjeldahl (mg/kg) | Fósforo total (mg/kg) |
|-------|----------|-----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------|---------|-----------------------------------|-----------------------|
| C1P50 | set/23 | 5,42 | N.D. | 9,07 | 7,8 | 28,43 | 0,043 | 10,3 | 47 | 3,13 | 738,6 | 415 |
| C1P51 | set/23 | 3,37 | N.D. | 7,73 | 7,7 | 25,08 | 0,045 | 8,8 | 41 | 2,4 | 706,3 | 384 |
| C1P52 | set/23 | 5,36 | N.D. | 9,03 | 10,2 | 28,7 | 0,049 | 10,2 | 53 | 2,7 | 731,8 | 427 |
| C1P53 | set/23 | 6,37 | N.D. | 7,37 | 6,9 | 23,38 | 0,026 | 8,2 | 33 | 1,71 | 567,3 | 336 |
| C1P54 | set/23 | 8,8 | N.D. | 12,94 | 12,3 | 35,21 | 0,058 | 12,9 | 61 | 2,16 | 723,5 | 508 |
| C1P55 | set/23 | 2,56 | N.D. | 5,03 | 5 | 15,94 | 0,03 | 5,5 | 41 | 2,97 | 715,7 | 272 |
| C1P56 | set/23 | 2,13 | N.D. | 5,21 | 7 | 18,15 | 0,035 | 6,1 | 30 | 2,04 | 537,9 | 319 |
| C1P57 | set/23 | 6,46 | N.D. | 7,27 | 8,6 | 24,14 | 0,045 | 8,2 | 54 | 2,01 | 526,4 | 364 |
| C1P58 | set/23 | 2,23 | N.D. | 4,82 | 5,9 | 15,53 | 0,029 | 5,5 | 47 | 2,14 | 453,8 | 237 |
| C1P59 | set/23 | 5,34 | N.D. | 16,8 | 10,9 | 30,3 | 0,057 | 11 | 56 | 3,82 | 936,3 | 474 |
| C1P60 | set/23 | 6,09 | N.D. | 10,9 | 11,2 | 29,48 | 0,046 | 10,5 | 59 | 3,132 | 830,1 | 466 |
| C1P61 | set/23 | 7,47 | N.D. | 8,68 | 9,5 | 23,02 | 0,037 | 8,3 | 37 | 1,68 | 574,7 | 360 |
| C1P62 | set/23 | 8,05 | <0,05 | 11,4 | 11,2 | 29,99 | 0,057 | 10,3 | 57 | 3,15 | 825,5 | 431 |

ND: não detectável

Legenda: Concentração acima do Nível 1 e abaixo do Nível 2 da Resolução Conama nº 454/2012.



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 33/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Tabela 8 – Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área Charlie 2, referentes às campanhas realizadas em dezembro de 2021 e outubro de 2023.

| Ponto | Campanha | Arsênio (mg/kg) | Cadmio (mg/kg) | Chumbo (mg/kg) | Cobre (mg/kg) | Cromo (mg/kg) | Mercúrio (mg/kg) | Níquel (mg/kg) | Zinco (mg/kg) | COT (%) | Nitrogênio total Kjeldahl (mg/kg) | Fósforo total (mg/kg) |
|-------|----------|-----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------|---------|-----------------------------------|-----------------------|
| C2P24 | dez/21 | 2,6 | < 0,05 | 7,46 | 20,73 | 15,3 | <0,020 | 6,73 | 34,66 | < 3,0 | <2000 | 430,86 |
| C2P28 | dez/21 | 3,32 | < 0,05 | 12,15 | 26,55 | 19,98 | <0,020 | 8,29 | 47,66 | < 3,0 | <2000 | 901,84 |
| C2P29 | dez/21 | 3,42 | < 0,05 | 9,86 | 23,77 | 18,86 | <0,020 | 7,57 | 45,04 | < 3,0 | <2000 | 571,14 |
| C2P30 | dez/21 | 1,03 | < 0,05 | 5,64 | 9,61 | 5,01 | <0,020 | 4,39 | 93,06 | < 3,0 | <2000 | 95,36 |
| C2P31 | dez/21 | 1,37 | < 0,05 | 4,13 | 10,55 | 6,45 | <0,020 | 5,7 | 18,29 | < 3,0 | <2000 | 137,71 |
| C2P28 | out/23 | 1,94 | 0,22 | 5,44 | 3,3 | 11,59 | 0,043 | 4,5 | 22 | 1,95 | 309,8 | 274 |
| C2P29 | out/23 | 3,21 | 0,18 | 9,89 | 8,3 | 21,87 | 0,069 | 7,9 | 44 | 2,58 | 489,7 | 439 |
| C2P30 | out/23 | 0,67 | 0,07 | 6,02 | 4,5 | 14,23 | 0,045 | 5 | 29 | 2,25 | 275 | 298 |
| C2P31 | out/23 | N.D. | N.D. | 5,15 | 6,5 | 9,49 | 0,031 | 3,3 | 25 | 1,66 | 227,3 | 239 |
| C2P32 | out/23 | 1,04 | N.D. | 5,2 | 2,5 | 10,25 | 0,043 | 4 | 21 | 2,14 | 246,5 | 211 |
| C2P33 | out/23 | 5,15 | 0,21 | 9,86 | 7,1 | 19,88 | 0,054 | 7,7 | 39 | 3,79 | 428,5 | 408 |
| C2P34 | out/23 | 4,28 | 0,2 | 12,63 | 8,8 | 23,03 | 0,067 | 8,8 | 46 | 5,3 | 525,5 | 515 |

ND: não detectável



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 34/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Tabela 9 - Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área Charlie 3, referentes às campanhas de novembro de 2022 e dezembro de 2023.

| Ponto | Campanha | Arsênio (mg/kg) | Cadmio (mg/kg) | Chumbo (mg/kg) | Cobre (mg/kg) | Cromo (mg/kg) | Mercúrio (mg/kg) | Níquel (mg/kg) | Zinco (mg/kg) | COT (%) | Nitrogênio total Kjeldahl (mg/kg) | Fósforo total (mg/kg) |
|--------|----------|-----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------|---------|-----------------------------------|-----------------------|
| C3P102 | nov/22 | <1,00 | <0,05 | 5,33 | 8,26 | 16,34 | <0,020 | 5,96 | 35,08 | <3,0 | <2000 | 650,46 |
| C3P103 | nov/22 | <1,00 | <0,05 | 8,13 | 15,51 | 22,04 | <0,020 | 7,77 | 53,13 | <3,0 | <2000 | 1006,3 |
| C3P104 | nov/22 | <1,00 | <0,05 | 8,2 | 10,9 | 21,4 | <0,020 | 7,35 | 45,2 | <3,0 | <2000 | 978,7 |
| C3P105 | nov/22 | <1,00 | <0,05 | 6,38 | 8,91 | 18,74 | <0,020 | 7,23 | 42,71 | <3,0 | <2000 | 840,11 |
| C3P106 | nov/22 | <1,00 | <0,05 | 6,77 | 8,76 | 19,47 | <0,020 | 5,94 | 37,88 | <3,0 | <2000 | 823,4 |
| C3P107 | nov/22 | <1,00 | <0,05 | 7,97 | 17,62 | 19,46 | <0,020 | 8,62 | 50,02 | <3,0 | <2000 | 953,63 |
| C3P108 | nov/22 | <1,00 | <0,05 | 10,33 | 15,23 | 38,09 | <0,020 | 12,58 | 72,56 | <3,0 | <2000 | 1569,89 |
| C3P109 | nov/22 | <1,00 | <0,05 | 9,39 | 17,65 | 25,75 | <0,020 | 10,48 | 71,45 | <3,0 | <2000 | 1007,47 |
| C3P87 | dez/23 | 4,14 | 0,11 | 6,49 | 4,1 | 12,67 | N.D. | 3,9 | 27 | 0,54 | 304,4 | 282 |
| C3P88 | dez/23 | 2,19 | 0,09 | 2,92 | 1,3 | 8,83 | N.D. | 2,8 | 18 | 1,35 | 187,5 | 142 |
| C3P89 | dez/23 | 2,34 | N.D. | 4,6 | 2,1 | 9,7 | N.D. | 3,1 | 19 | 1,1 | 205,4 | 148 |
| C3P90 | dez/23 | 9,47 | 0,46 | 15,34 | 10,7 | 33,63 | 0,025 | 11,5 | 60 | 1,06 | 751,2 | 669 |
| C3P91 | dez/23 | 2,38 | N.D. | 2,93 | 1,4 | 7,47 | N.D. | 2 | 17 | 0,75 | 145,1 | 144 |
| C3P92 | dez/23 | 11,57 | 0,57 | 15,65 | 12,9 | 34,17 | N.D. | 12,1 | 65 | 3,53 | 730,4 | 681 |
| C3P93 | dez/23 | 6,32 | 0,25 | 8,36 | 6,1 | 20,64 | N.D. | 6,8 | 39 | 2,44 | 382,3 | 378 |
| C3P94 | dez/21 | 1,43 | <0,05 | 4,64 | 11,29 | 7,66 | <0,020 | 3,38 | 21,84 | <3,0 | <2000 | 241,41 |
| C3P95 | dez/21 | 1,35 | <0,05 | 4,2 | 8,76 | 8,32 | <0,020 | 3,24 | 18,07 | <3,0 | <2000 | 187,82 |
| C3P96 | dez/21 | 1,56 | <0,05 | 3,99 | 12,83 | 11,59 | <0,020 | 4,58 | 22,59 | <3,0 | <2000 | 225,23 |



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 35/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



Tabela 10 - Resultados das análises dos parâmetros do grupo dos HPAs, realizadas na área Charlie 3, referente à campanha de dezembro de 2023, com valores acima do limite de quantificação.

| Ponto | Campanha | Benzo(a)antraceno (µg/kg) | Benzo(a)pireno (µg/kg) | Criseno (µg/kg) | Antraceno (µg/kg) | Fenantreno (µg/kg) | Fluoranteno (µg/kg) | Pireno (µg/kg) | HPA's (µg/kg) |
|-------|----------|---------------------------|------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------|---------------|
| C3P87 | dez/23 | 4,57 | 9,07 | 5,08 | 1,17 | 3,52 | 5,42 | 6,05 | 49,53 |
| C3P91 | dez/23 | N.D. | 11,83 | N.D. | N.D. | N.D. | 1,9 | 2,25 | 15,98 |

ND: não detectável



Tabela 11 – Resultados das análises de concentração de metais, semimetais, COT e nutrientes na área de Fundeio 6, referentes às campanhas de outubro de 2022 e dezembro de 2023.

| Ponto | Campanha | Arsênio (mg/kg) | Cádmio (mg/kg) | Chumbo (mg/kg) | Cobre (mg/kg) | Cromo (mg/kg) | Mercúrio (mg/kg) | Níquel (mg/kg) | Zinco (mg/kg) | COT (%) | Nitrogênio total Kjeldahl (mg/kg) | Fósforo total (mg/kg) |
|-------|----------|-----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------|---------|-----------------------------------|-----------------------|
| FP47 | dez/23 | 1,97 | 0,08 | 3,56 | 1,3 | 8,58 | N.D. | 2,7 | 17 | 2,52 | 187,7 | 137 |
| FP48 | dez/23 | 1,03 | <0,05 | 2,24 | 1,1 | 7,28 | N.D. | 1,8 | 15 | 1,23 | 98,2 | 90 |
| FP49 | dez/23 | 1,53 | 0,06 | 1,84 | 1,2 | 8,79 | N.D. | 2,9 | 20 | 1,7 | 199,8 | 158 |
| FP50 | dez/23 | 1,84 | 0,12 | 1,48 | 1,2 | 7,17 | N.D. | 2,2 | 18 | 1,46 | 134,1 | 133 |
| FP51 | dez/23 | 0,17 | <0,05 | 3,33 | 1,5 | 7,04 | N.D. | 2,1 | 15 | 3,1 | 169,8 | 124 |
| FP52 | dez/23 | 2,66 | <0,05 | 2,42 | 1,2 | 6,67 | N.D. | 2,3 | 16 | 2,32 | 111,1 | 92 |
| FP53 | dez/23 | 0,51 | N.D. | 2,17 | <0,5 | 6,44 | N.D. | 1,8 | 14 | 1,3 | 166,6 | 204 |
| FP43 | out/22 | 5,06 | <0,05 | 6,42 | 11,19 | 19,16 | <0,020 | 6,03 | 36,58 | < 3,0 | <2000 | 357,39 |
| FP45 | out/22 | 5,81 | <0,05 | 6,61 | 12,87 | 20,96 | <0,020 | 6,61 | 38,04 | < 3,0 | <2000 | 459,45 |
| FP47 | out/22 | 6,11 | <0,05 | 4,49 | 11,98 | 18,09 | <0,020 | 5,99 | 35,48 | < 3,0 | <2000 | 456,22 |
| FP97 | out/22 | 9,49 | <0,05 | 11,07 | 20,75 | 35,97 | <0,020 | 11,86 | 68,58 | < 3,0 | <2000 | 795,45 |
| FP98 | out/22 | 9,87 | <0,05 | 11,37 | 22,53 | 40,56 | <0,020 | 12,88 | 71,89 | < 3,0 | <2000 | 846,35 |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 36/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

| Ponto | Campanha | Arsênio (mg/kg) | Cadmio (mg/kg) | Chumbo (mg/kg) | Cobre (mg/kg) | Cromo (mg/kg) | Mercúrio (mg/kg) | Níquel (mg/kg) | Zinco (mg/kg) | COT (%) | Nitrogênio total Kjeldahl (mg/kg) | Fósforo total (mg/kg) |
|-------|----------|-----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------|---------|-----------------------------------|-----------------------|
| FP99 | out/22 | 9,07 | <0,05 | 10,26 | 19,03 | 38,25 | <0,020 | 12,5 | 68,1 | < 3,0 | <2000 | 735,07 |
| FP100 | out/22 | 8,28 | <0,05 | 8,68 | 18,97 | 29,1 | <0,020 | 10,77 | 57,72 | < 3,0 | <2000 | 616,56 |
| FP101 | out/22 | 7,03 | <0,05 | 7,28 | 15,48 | 24,34 | <0,020 | 7,67 | 45,24 | < 3,0 | <2000 | 520,77 |
| FP32 | dez/23 | 1,74 | <0,05 | 0,15 | <0,5 | 7,7 | N.D. | 2,1 | 14 | 1,52 | 98,3 | 98 |
| FP33 | dez/23 | 1,33 | <0,05 | 2,65 | 0,5 | 9,31 | N.D. | 2,8 | 27 | 1,17 | 128,1 | 126 |
| FP34 | dez/23 | 2,78 | <0,05 | 3,44 | 1,6 | 8,15 | N.D. | 2,4 | 21 | 1,81 | 115,8 | 95 |
| FP35 | dez/23 | 1,37 | <0,05 | 2,03 | <0,5 | 6,97 | N.D. | 2,1 | 23 | 2,92 | 119 | 132 |
| FP36 | dez/23 | 2,86 | <0,05 | 2,4 | <0,5 | 8,75 | N.D. | 2,8 | 17 | 1,2 | 115,8 | 111 |
| FP37 | dez/23 | N.D | 0,08 | 2,6 | <0,5 | 6,79 | N.D. | 2,4 | 22 | 1,05 | 144,8 | 118 |
| FP38 | dez/23 | 0,5 | 0,05 | 1,53 | 0,6 | 6,61 | N.D. | 1,9 | 17 | 1,95 | 99,9 | 100 |
| FP39 | dez/23 | 2,12 | <0,05 | 3,93 | 1,5 | 10,1 | N.D. | 3,5 | 20 | 1,8 | 240,7 | 214 |
| FP40 | dez/23 | 0,53 | <0,05 | 3,13 | 1,4 | 9,04 | N.D. | 3,1 | 19 | 0,53 | 130,1 | 117 |
| FP41 | dez/23 | 2,96 | <0,05 | 4,64 | 1,8 | 9,43 | N.D. | 3,3 | 20 | 1,85 | 198 | 141 |
| FP42 | dez/23 | 3,04 | 0,11 | 3,18 | 1,6 | 8,64 | N.D. | 2,8 | 18 | 1,08 | 486 | 480 |
| FP43 | dez/23 | 2,75 | 0,12 | 4,28 | 1,8 | 9,95 | N.D. | 3,2 | 19 | 2,56 | 175 | 174 |
| FP44 | dez/23 | 2,13 | 0,08 | 2,84 | 1,5 | 7,89 | N.D. | 2,6 | 23 | 1,66 | 263,7 | 237 |
| FP45 | dez/23 | 1,73 | 0,2 | 0,45 | 0,8 | 9,42 | N.D. | 2,4 | 5 | 2,41 | 57,1 | 62 |
| FP46 | dez/23 | 1,32 | <0,05 | 3,09 | 1,3 | 7,28 | N.D. | 2,3 | 17 | N.D. | 189,9 | 150 |

ND: não detectável

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 37/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Monitoramento da LO

Conforme expresso anteriormente, a análise dos dados do monitoramento da LO, a qual possui uma série de mais de 11 anos de informações geradas a cada três meses, permite uma avaliação das ocorrências de contaminantes ao longo do tempo e se há tendências de permanências ou recorrências.

Um resumo desses resultados pode ser visto na tabela 12 a seguir e nos gráficos que se seguem (figura 6 a figura 25). Alguns contaminantes de diferentes classes ocorrem pontualmente em algum ponto ou campanha, mas não há tendência de recorrência do mesmo contaminante no mesmo ponto por mais do que uma campanha.

Tabela 12 – Ocorrência de concentrações acima do nível 1 e valor de alerta da Resolução Conama nº 454/2012 nos pontos monitorados pelo programa de qualidade dos sedimentos.

| Contaminante | Ponto amostral e mês da realização da campanha |
|-------------------------------|--|
| Acenafeno | #004 (dez/2018 – C 20) |
| Alfa-clordano | #017 (fev/2020 – C 25) |
| Cádmio | #038 (jun/2014 – C 02) |
| COT | #062 (mai/2019 – C 22) |
| Dibenzo(a,h,)antraceno | #004 (dez/2018 – C 20) |
| Dieldrin | #017 (fev/2020 – C 25) |
| Endrin | #004; #023; #038; #039; #052; #062 (ago/2022 – C 35) |
| Fluoreno | #004 (dez/2018 – C 20) |
| Gama-clordano | #017 (ago/2022 – C 25) |
| HCH alfa | #004; #023; #032; #038; #039; #052; #062 (jun/2016 – C 10) |
| HCH beta | #017 (fev/2020 – C 25) |
| Mercúrio | #052; #062 (fev/2019 – C 21) |
| Níquel | #039 (fev/2019 – C 21); #023 (ago/2020- C 27) |
| Nitrogênio Kjeldahl | #023 (dez/2014 – C 04); #032 (out/2014 – C 03); #038 (jun/2014 – C 02) |

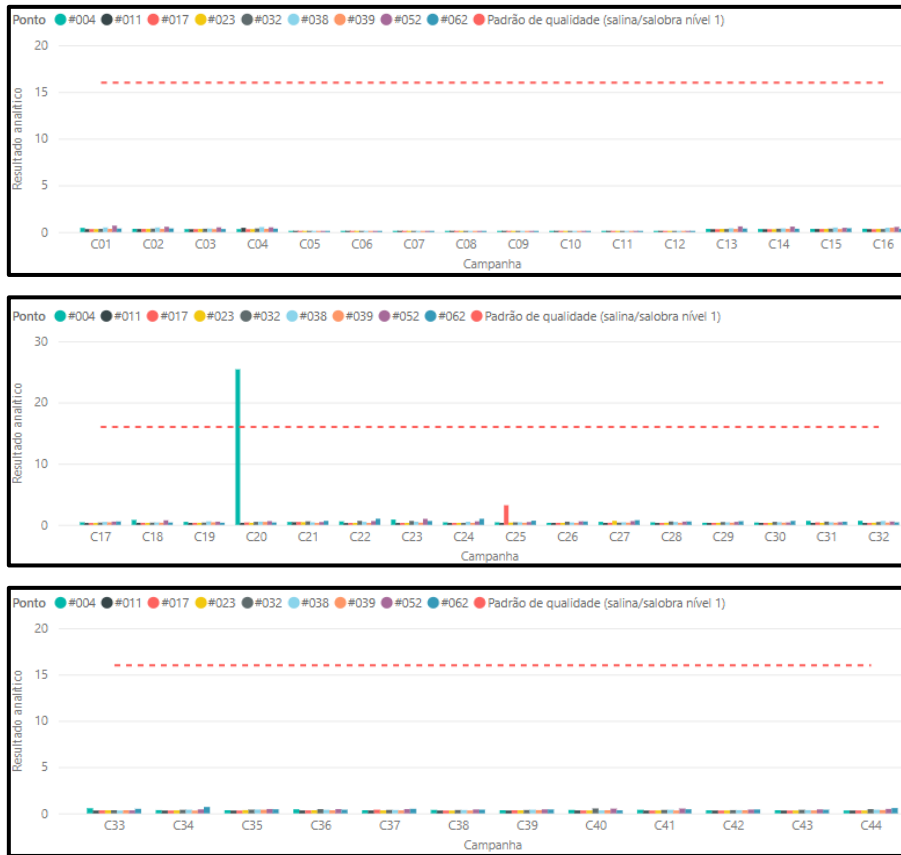


Figura 6 – Acenafeno (µg/kg).

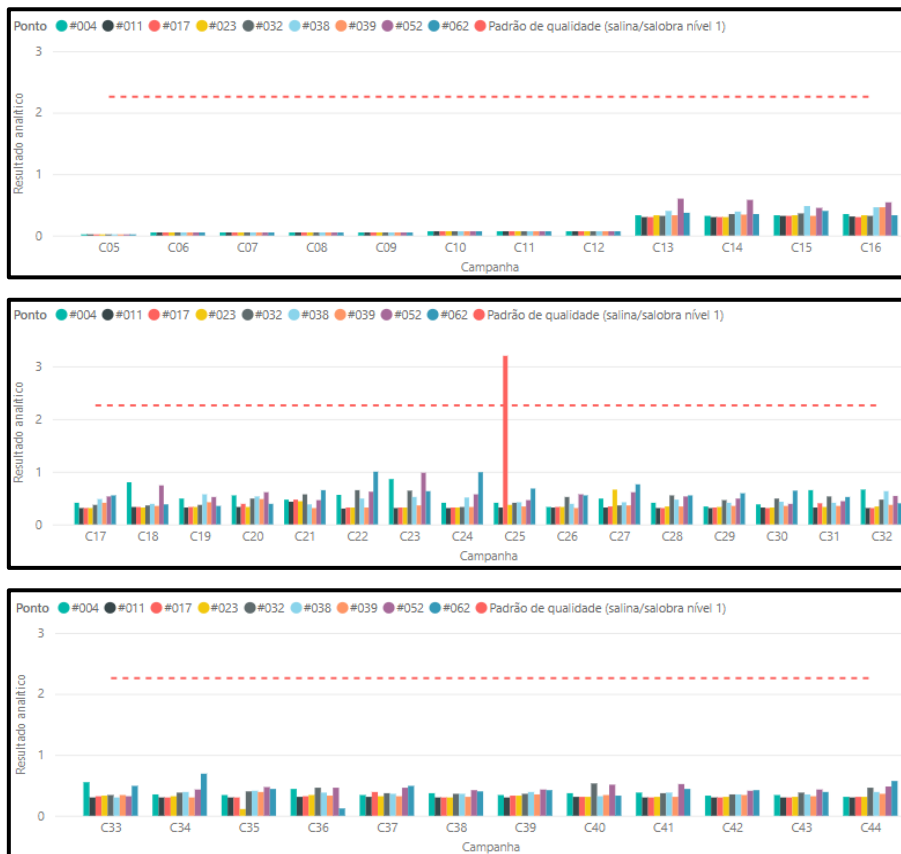


Figura 7 – Alfa-clordano (µg/kg).

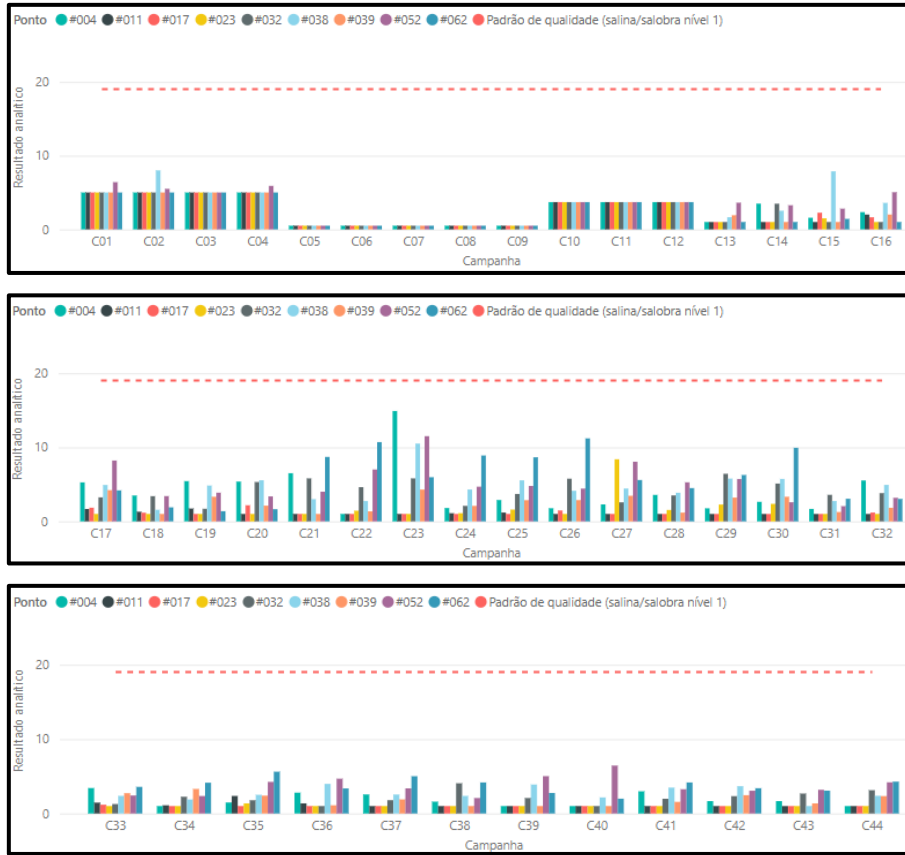


Figura 8 – Arsênio (mg/kg).

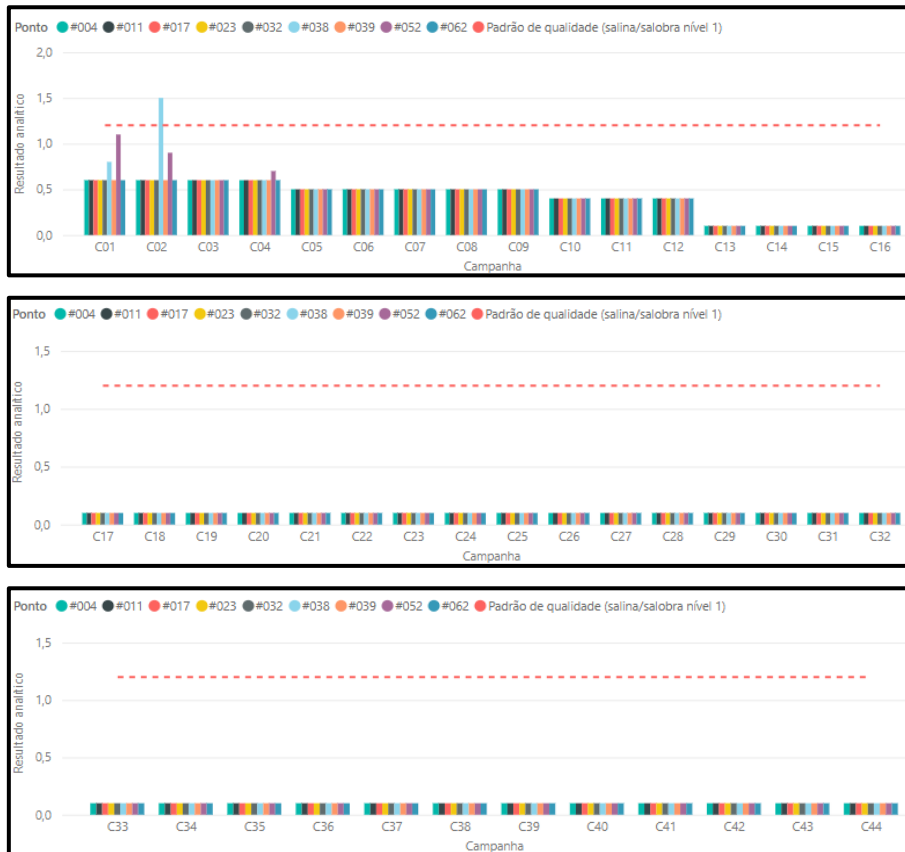


Figura 9 – Cádmiu (mg/kg).

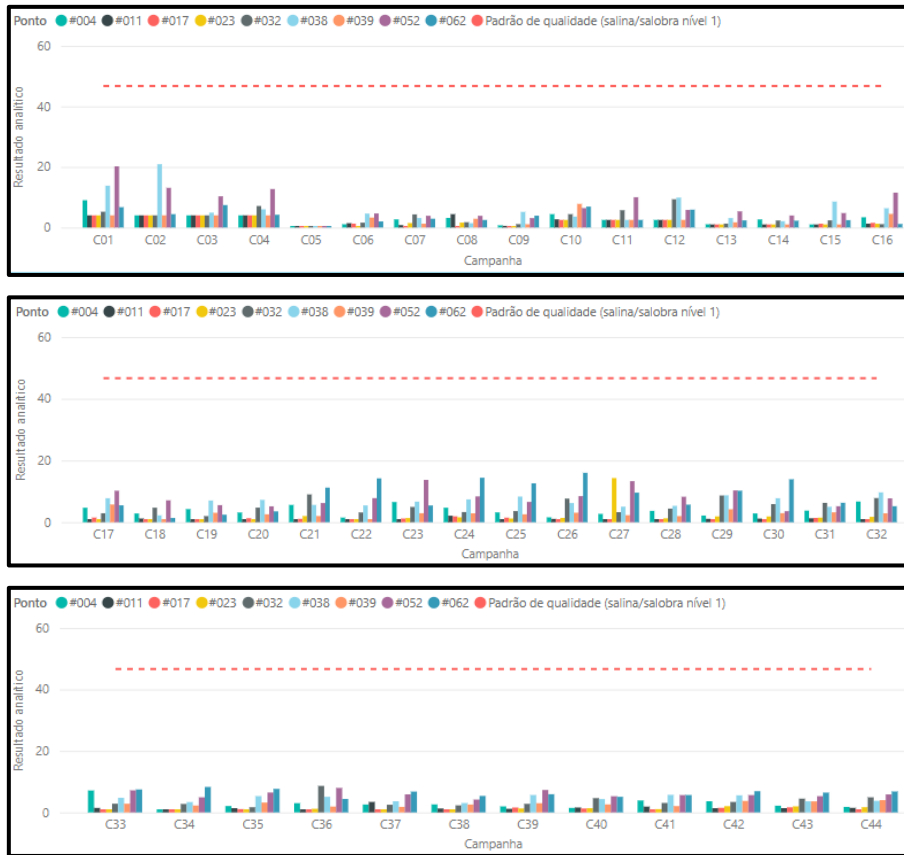


Figura 10 – Chumbo (mg/kg).

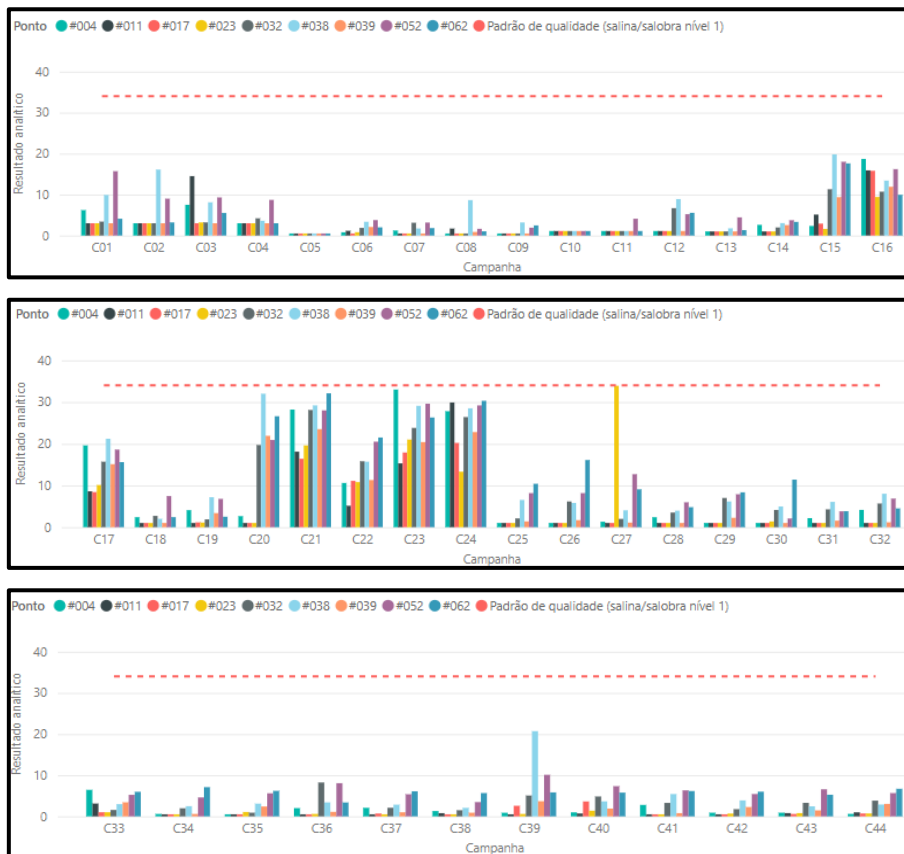


Figura 11 – Cobre (mg/kg).

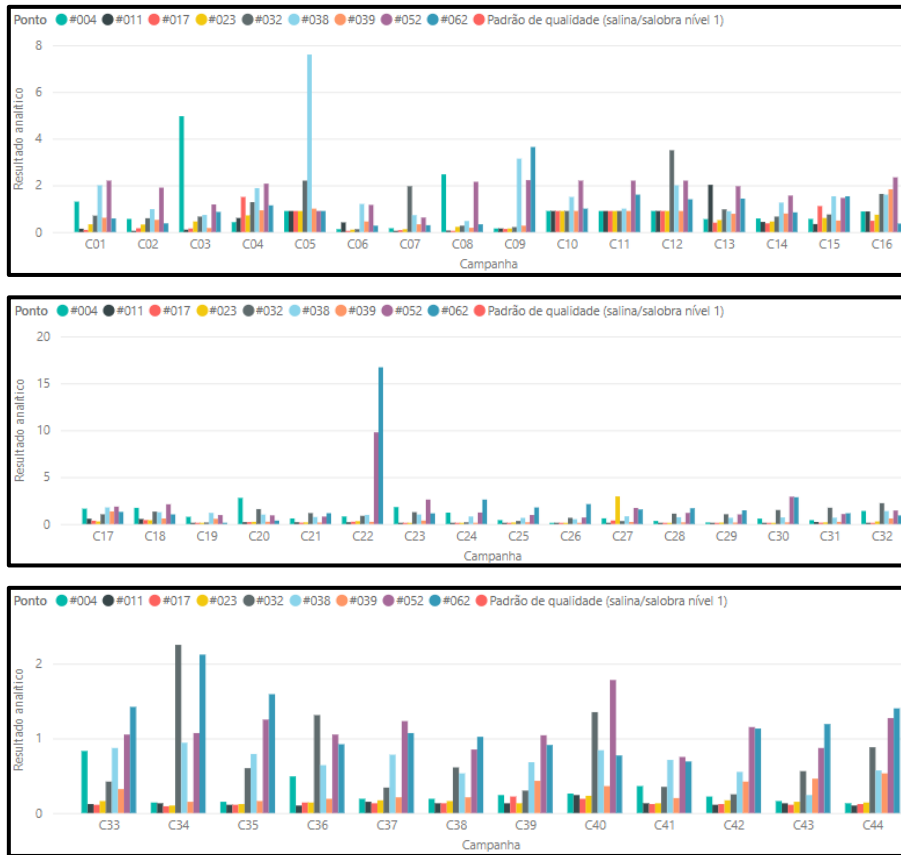


Figura 12 – Carbono orgânico total – COT (%).

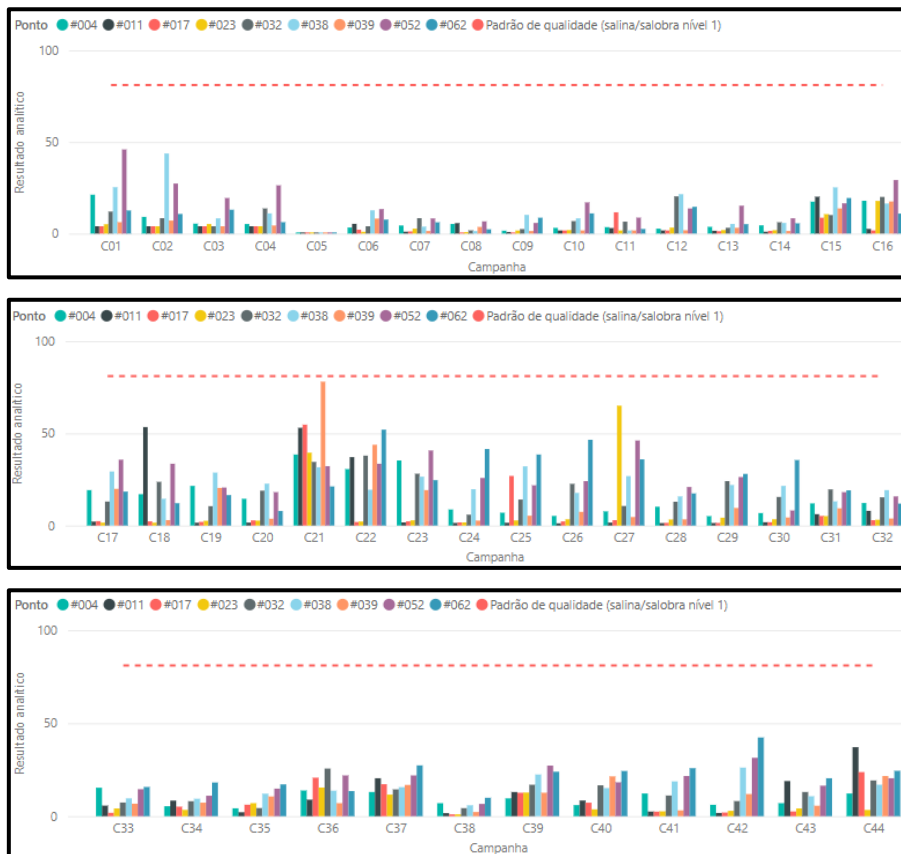


Figura 13 – Cromo (mg/kg).

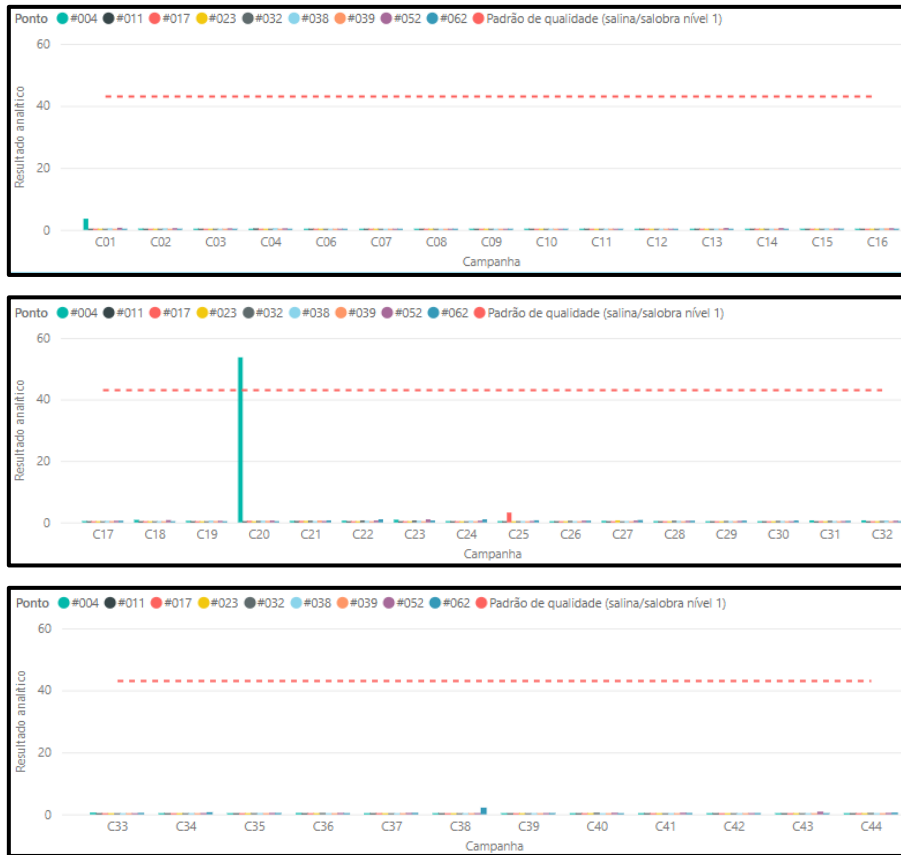


Figura 14 – Dibenzo(a,h) antraceno (µg/kg).

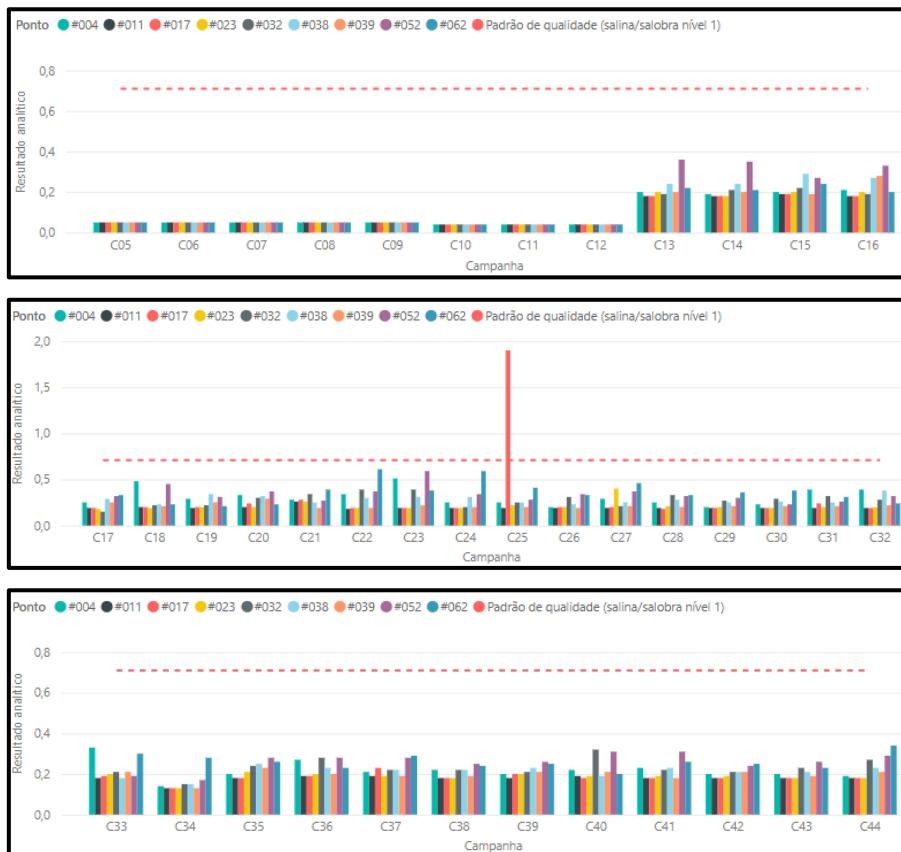


Figura 15 – Dieldrin (µg/kg).

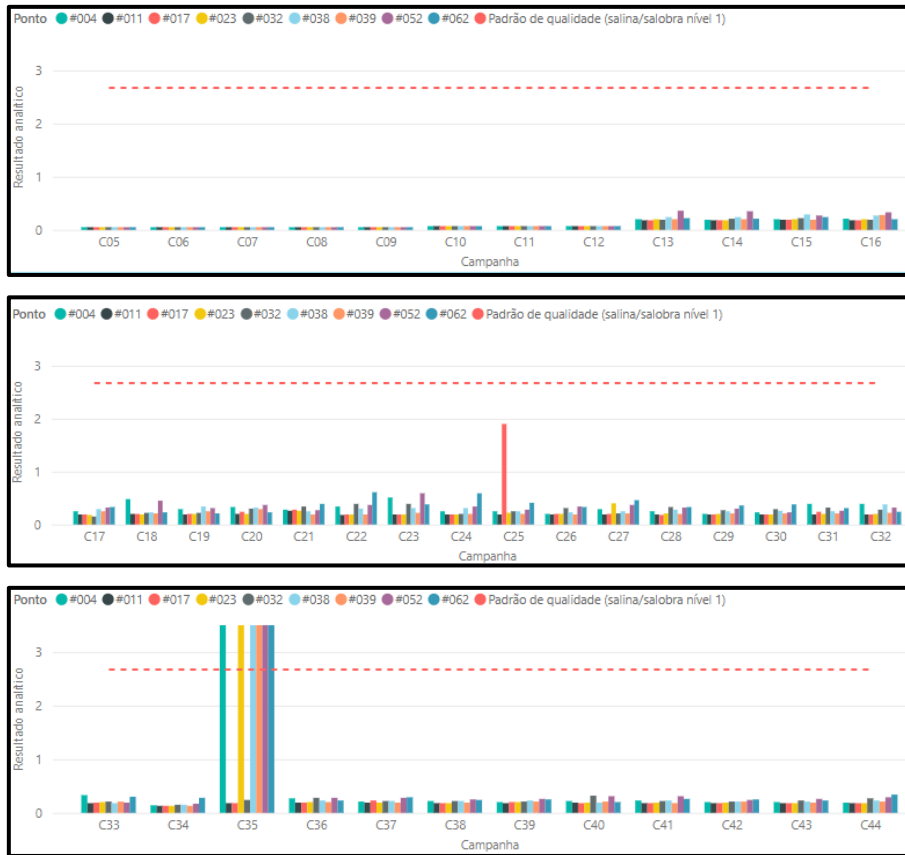


Figura 16 – Endrin (µg/kg).

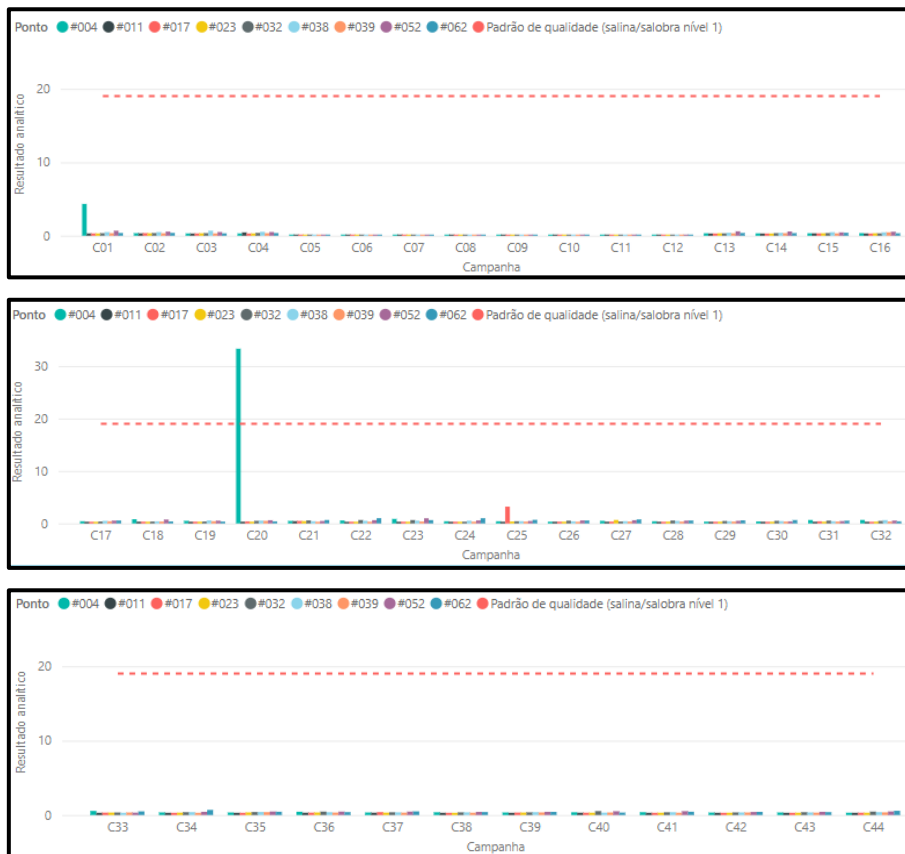


Figura 17 – Fluoreno (µg/kg).



Figura 18 – Fósforo total (mg/kg).

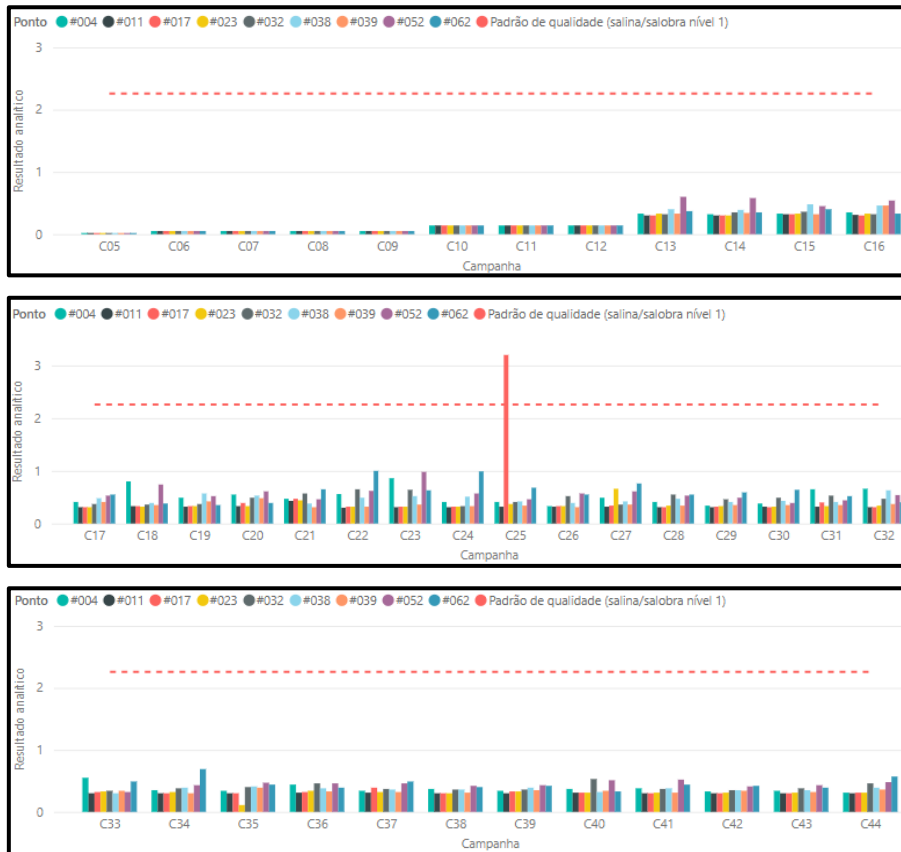


Figura 19 – Gama-clordano (µg/kg).

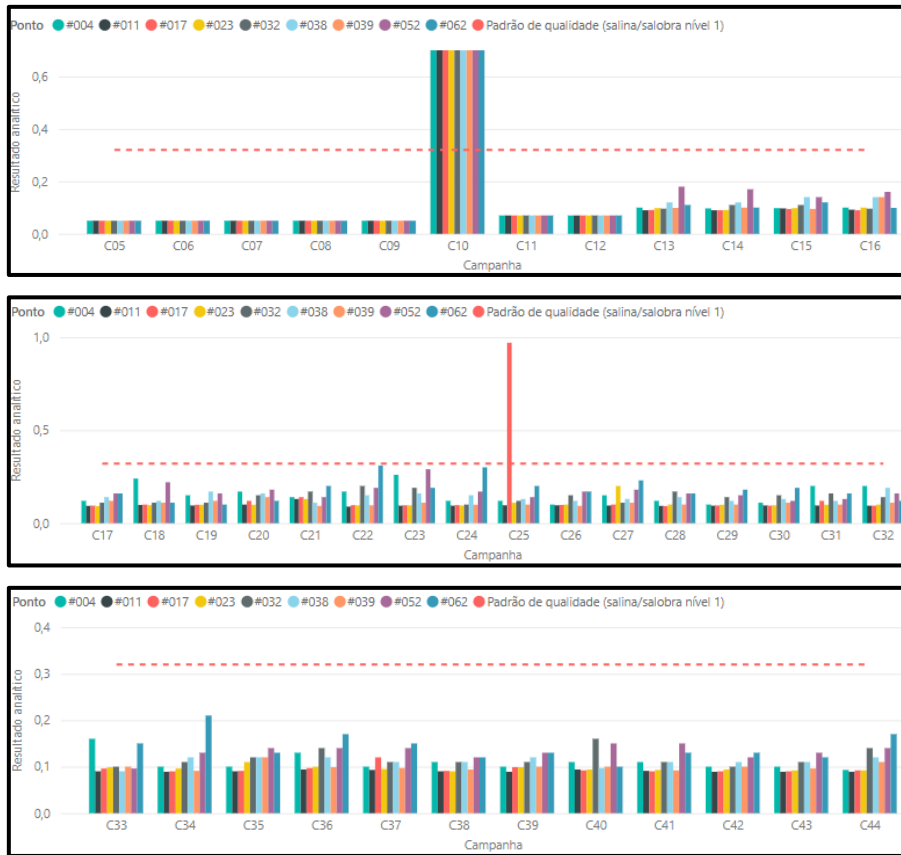


Figura 20 – HCH alfa (µg/kg).

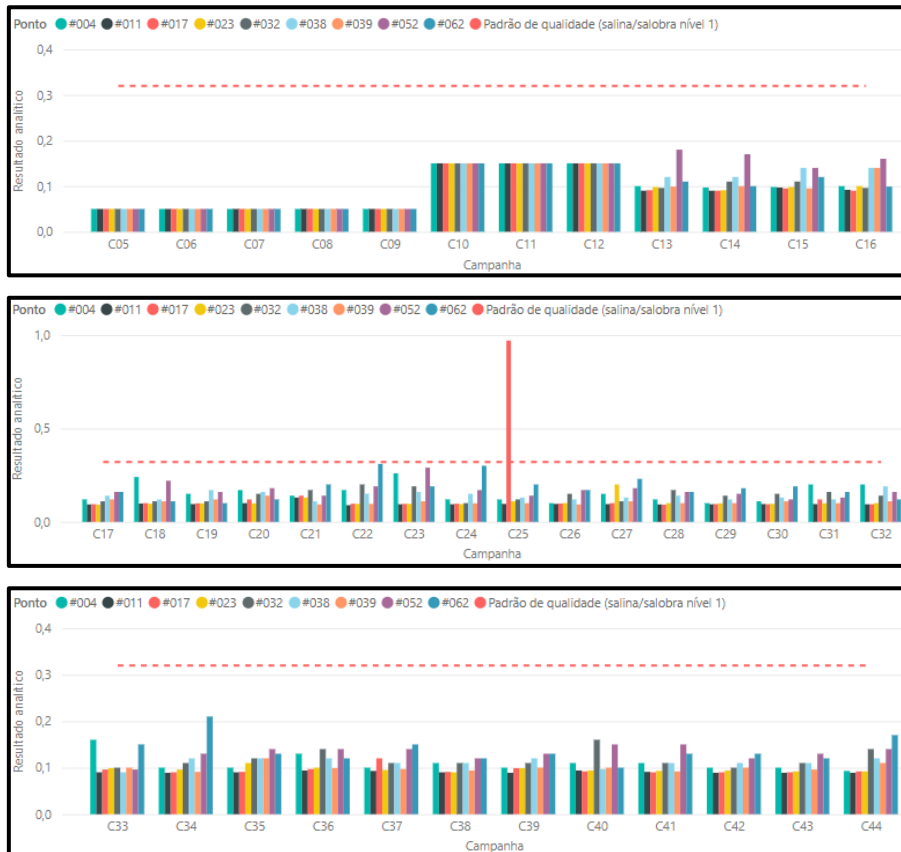


Figura 21 – HCH beta (µg/kg).

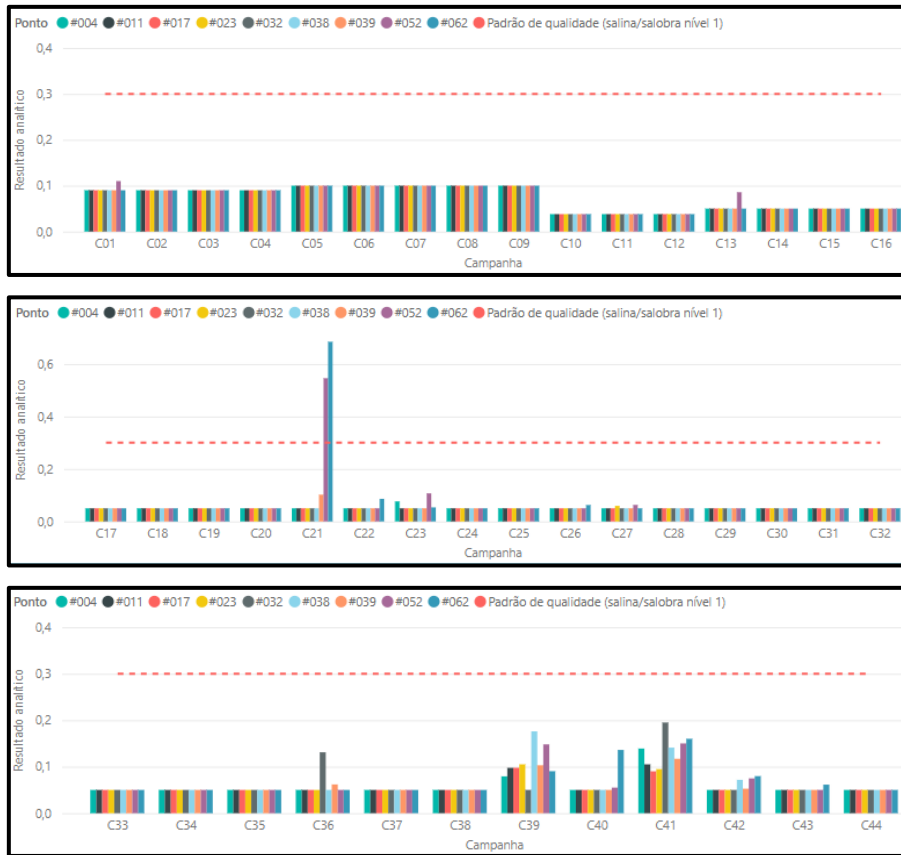


Figura 22 – Mercúrio (mg/kg).

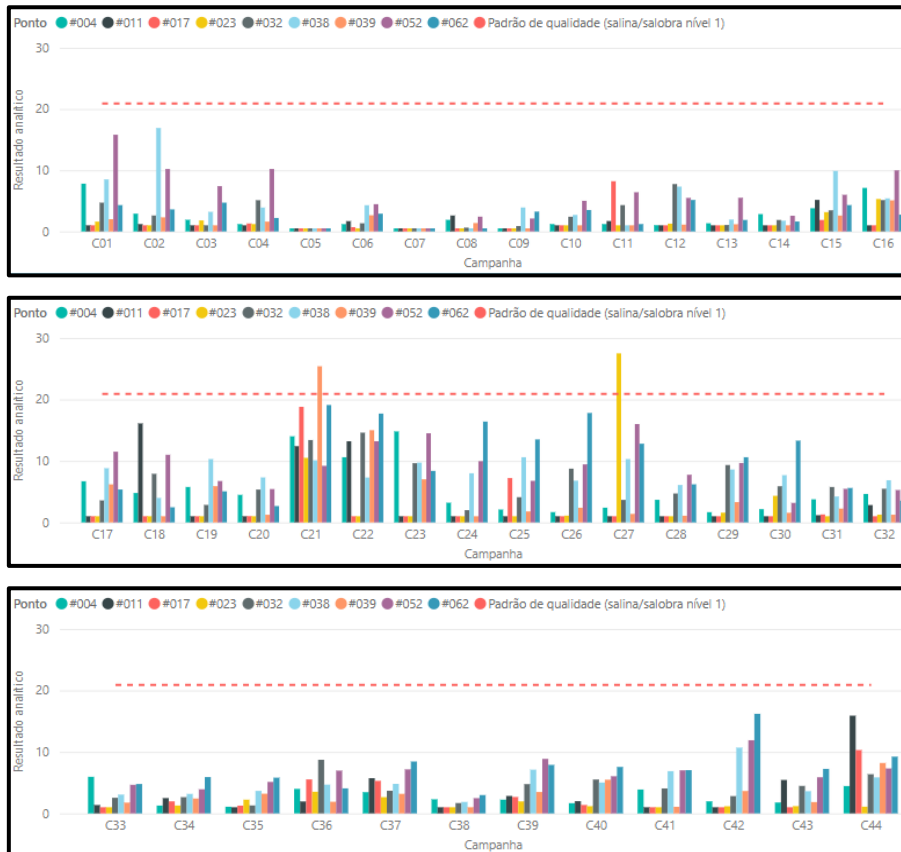


Figura 23 – Níquel (mg/kg).

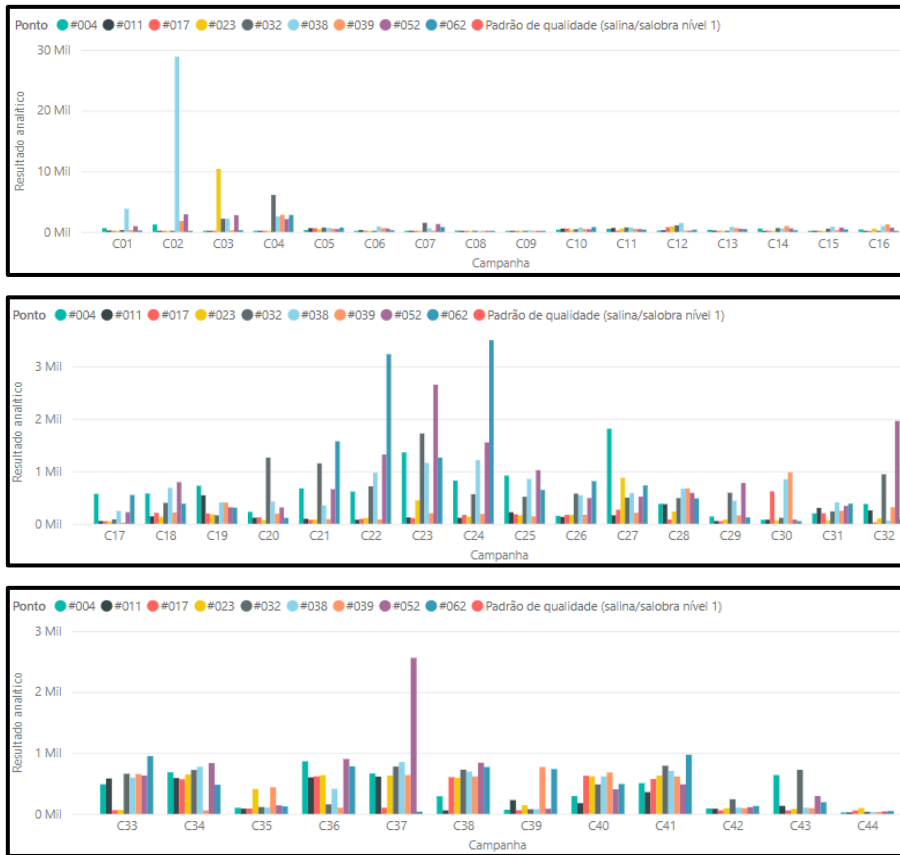


Figura 24 – Nitrogênio total Kjeldahl (mg/kg).

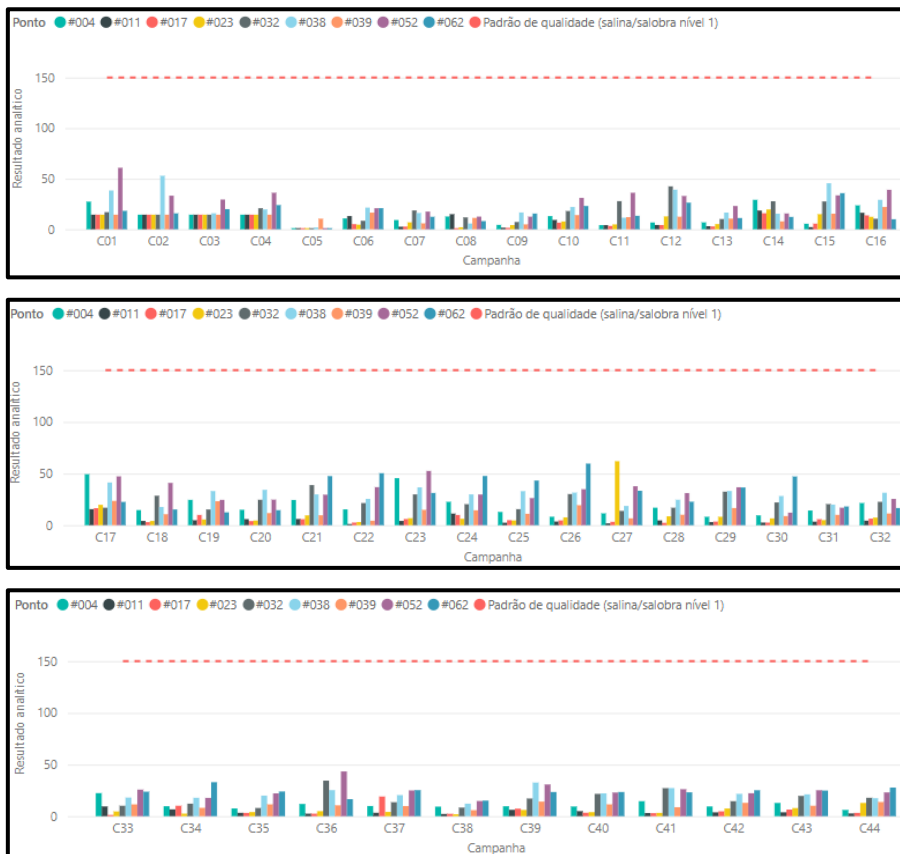




Figura 25 – Zinco (mg/kg).

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 48/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

5.1.2 Características físicas

Foram avaliadas as análises granulométricas das 158 amostras obtidas durante as campanhas de dragagem. Os resultados destas análises expressam as amostras em termos de sua composição por classe granulométrica. A tabela 13 apresenta o a distribuição granulométrica da amostra, o diâmetro médio e a classificação conforme o diâmetro médio

Na sequência são apresentados, separados por área do canal, os gráficos de porcentagem de grânulo, areia, silte e argila (figura 26 a figura 31) e os diagramas ternários de Shepard (figura 32 a figura 38). Estes diagramas exibem a representação ternária da composição das amostras considerando as frações areia, silte e argila.

Conforme pode ser observado nos resultados, nas áreas Alfa, Bravo 1 e Bravo 2, ocorre o predomínio das frações areia, principalmente de areia fina e em alguns pontos específicos há a presença de silte e argila com concentração inferior a 50% das amostras. A classificação do diâmetro médio das amostras nessas áreas foram: areia média, areia fina, areia muito e silte grosso, sendo essa última em três amostras na área Alfa.

Nas áreas Charlie 1, 2, 3 e Fundeio 6 as amostras apresentaram uma distribuição mais heterogênea, variando de areia fina a silte fino.

Os diagramas ternários de Shepard corroboram as demais informações apresentadas, indicando que nas áreas Alfa, Bravo 1 e Bravo 2 predominam as frações arenosas e nas demais áreas Charlie 1, Charlie 2, Charlie 3 e Fundeio 6 predominam amostras mais heterogêneas, com presença de areia, mas também com presença de silte e argila.







| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 49/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Tabela 13 – Resultados das análises granulométricas realizadas durante as campanhas de dragagem.



| Ponto | Área do canal | G (%) | AMG (%) | AG (%) | AM (%) | AF (%) | AMF (%) | Silte (%) | Argila (%) | Diâmetro médio (φ) | Classificação do diâmetro médio |
|-------|---------------|-------|---------|--------|--------|--------|---------|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| AP01 | Alfa | 0 | 0 | 0,4 | 29,88 | 56,12 | 6,08 | 5,76 | 1,76 | 2,561 | Areia fina |
| AP02 | Alfa | 0 | 0 | 0,2 | 25,91 | 62,43 | 5,57 | 4,35 | 1,54 | 2,537 | Areia fina |
| AP03 | Alfa | 0 | 0 | 0,33 | 26,67 | 57,38 | 7,27 | 6,36 | 1,99 | 2,641 | Areia fina |
| AP04 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 17,79 | 68,58 | 6,66 | 5,25 | 1,71 | 2,675 | Areia fina |
| AP05 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 15,61 | 67,11 | 9,61 | 5,81 | 1,86 | 2,755 | Areia fina |
| AP06 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 22,14 | 65,97 | 9,09 | 4,23 | 1,57 | 2,608 | Areia fina |
| AP07 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 12,38 | 70,66 | 11,4 | 4,06 | 1,5 | 2,722 | Areia fina |
| AP08 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 16,27 | 68,36 | 7,9 | 5,7 | 1,77 | 2,722 | Areia fina |
| AP09 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 5,36 | 29,12 | 5,94 | 50,84 | 8,74 | 4,81 | Silte grosso |
| AP10 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 8,66 | 68,29 | 16,86 | 4,83 | 1,78 | 2,856 | Areia fina |
| AP11 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 17,8 | 66,58 | 8,55 | 5,35 | 1,72 | 2,698 | Areia fina |
| AP12 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 7,33 | 67,76 | 19,1 | 4,17 | 1,64 | 2,862 | Areia fina |
| AP13 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 12,35 | 69,86 | 11,65 | 4,49 | 1,65 | 2,749 | Areia fina |
| AP14 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 4,3 | 65,1 | 23,75 | 4,99 | 1,86 | 2,981 | Areia fina |
| AP15 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 6,3 | 64,66 | 20,14 | 6,66 | 2,24 | 3,006 | Areia muito fina |
| AP16 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 2,38 | 62,36 | 26,45 | 6,53 | 2,28 | 3,106 | Areia muito fina |
| AP17 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 1,34 | 41,96 | 24,46 | 27,34 | 4,9 | 3,982 | Areia muito fina |
| AP18 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 3,88 | 63,61 | 26,11 | 4,62 | 1,78 | 2,991 | Areia fina |
| AP19 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 3,29 | 63,62 | 26,69 | 4,62 | 1,78 | 3,003 | Areia muito fina |
| AP20 | Alfa | 0 | 0 | 0 | 1,49 | 55,75 | 37,16 | 3,86 | 1,74 | 3,096 | Areia muito fina |
| AP71 | Alfa | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 1,41 | 29,52 | 34,69 | 12,47 | 21,3 | 4,532 | Silte grosso |
| AP72 | Alfa | 0,01 | 0,04 | 0,45 | 0,97 | 23,84 | 47,54 | 0,09 | 27,05 | 4,581 | Silte grosso |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 50/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



| Ponto | Área do canal | G (%) | AMG (%) | AG (%) | AM (%) | AF (%) | AMF (%) | Silte (%) | Argila (%) | Diâmetro médio (ϕ) | Classificação do diâmetro médio |
|-------|---------------|-------|---------|--------|--------|--------|---------|-----------|------------|---------------------------|---------------------------------|
| AP73 | Alfa | 0,03 | 0,02 | 0,12 | 0,2 | 62,39 | 34,84 | 0,34 | 2,05 | 2,977 | Areia fina |
| AP74 | Alfa | 0,03 | 0,04 | 0,16 | 0,28 | 84,75 | 13,56 | 0,23 | 0,95 | 2,692 | Areia fina |
| AP75 | Alfa | 0,01 | 0,04 | 0,28 | 0,52 | 85,07 | 12,47 | 0,36 | 1,25 | 2,7 | Areia fina |
| AP76 | Alfa | 0,15 | 0,3 | 2,16 | 6,7 | 84,75 | 4,63 | 0,66 | 0,65 | 2,483 | Areia fina |
| AP77 | Alfa | 0,21 | 0,59 | 13,64 | 41,79 | 42,79 | 0,29 | 0,39 | 0,3 | 1,818 | Areia média |
| AP78 | Alfa | 0,03 | 0,11 | 0,84 | 6,4 | 82,92 | 6,48 | 0,92 | 2,3 | 2,65 | Areia fina |
| AP79 | Alfa | 0,01 | 0,05 | 1,01 | 33,92 | 62,9 | 1,55 | 0,26 | 0,3 | 2,181 | Areia fina |
| AP80 | Alfa | 0,09 | 0,11 | 2,61 | 43,9 | 48,27 | 2,94 | 0,07 | 2 | 2,154 | Areia fina |
| AP81 | Alfa | 0,08 | 0,04 | 0,81 | 31,2 | 63,98 | 2,17 | 0,36 | 1,35 | 2,283 | Areia fina |
| AP82 | Alfa | 0,34 | 0,18 | 3,32 | 37,51 | 53,72 | 4,01 | 0,47 | 0,45 | 2,123 | Areia fina |
| AP85 | Alfa | 8,57 | 4,65 | 20,52 | 32,3 | 30,88 | 2,38 | 0,39 | 0,3 | 1,34 | Areia média |
| AP86 | Alfa | 2,28 | 3,11 | 21,48 | 17,77 | 51,43 | 1,71 | 0,83 | 1,4 | 1,838 | Areia média |
| B1P64 | Bravo 1 | 0 | 0 | 19,63 | 63,45 | 11,47 | 3,2 | 1,46 | 0,79 | 1,603 | Areia média |
| B1P64 | Bravo 1 | 0,42 | 0,35 | 9,44 | 49,29 | 36,36 | 0,99 | 1,79 | 1,35 | 1,944 | Areia média |
| B1P65 | Bravo 1 | 0 | 0 | 0,87 | 35,27 | 50,32 | 6,87 | 4,98 | 1,69 | 2,474 | Areia fina |
| B1P65 | Bravo 1 | 0,28 | 0,36 | 3,9 | 30,9 | 60,67 | 1,82 | 0,22 | 1,85 | 2,228 | Areia fina |
| B1P66 | Bravo 1 | 0 | 0 | 0,9 | 31,55 | 38,53 | 6,75 | 17,17 | 5,1 | 3,141 | Areia muito fina |
| B1P66 | Bravo 1 | 0,28 | 0,39 | 4,55 | 30,52 | 59,88 | 2,12 | 0,2 | 2,05 | 2,232 | Areia fina |
| B1P67 | Bravo 1 | 0 | 0 | 17,73 | 63,85 | 11,06 | 3,83 | 2,55 | 0,98 | 1,693 | Areia média |
| B1P67 | Bravo 1 | 0,34 | 0,19 | 1,81 | 10,59 | 77,71 | 4,9 | 1,62 | 2,85 | 2,615 | Areia fina |
| B1P68 | Bravo 1 | 0 | 0 | 1,32 | 40,52 | 40,84 | 6,63 | 8,33 | 2,36 | 2,568 | Areia fina |
| B1P68 | Bravo 1 | 0,25 | 0,53 | 9,75 | 20,58 | 64,37 | 2,57 | 1,34 | 0,6 | 2,182 | Areia fina |
| B1P69 | Bravo 1 | 0 | 0 | 0,26 | 25,53 | 60,45 | 5,48 | 6,39 | 1,89 | 2,631 | Areia fina |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 51/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



| Ponto | Área do canal | G (%) | AMG (%) | AG (%) | AM (%) | AF (%) | AMF (%) | Silte (%) | Argila (%) | Diâmetro médio (φ) | Classificação do diâmetro médio |
|--------|---------------|-------|---------|--------|--------|--------|---------|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| B1P69 | Bravo 1 | 0,84 | 1,69 | 16,97 | 28,62 | 43,82 | 4,11 | 1,75 | 2,2 | 2,024 | Areia fina |
| B1P70 | Bravo 1 | 0 | 0 | 0,32 | 27,74 | 61,24 | 5,24 | 3,98 | 1,48 | 2,497 | Areia fina |
| B1P70 | Bravo 1 | 10,38 | 2,82 | 13,27 | 14,75 | 33,85 | 3,83 | 7,14 | 13,95 | 2,713 | Areia fina |
| B1P71 | Bravo 1 | 0 | 0 | 0 | 21,4 | 66,48 | 6,13 | 4,44 | 1,55 | 2,596 | Areia fina |
| B1P72 | Bravo 1 | 0 | 0 | 0 | 13,84 | 65,49 | 10,23 | 8,12 | 2,32 | 2,887 | Areia fina |
| B1P73 | Bravo 1 | 0 | 0 | 0 | 12,05 | 71,11 | 11,36 | 3,99 | 1,49 | 2,722 | Areia fina |
| B1P74 | Bravo 1 | 0 | 0 | 0 | 10,61 | 69,69 | 13,12 | 4,81 | 1,77 | 2,8 | Areia fina |
| B2P100 | Bravo 2 | 3,64 | 1,74 | 3,77 | 5,59 | 65,07 | 15,37 | 0,74 | 4,05 | 2,593 | Areia fina |
| B2P101 | Bravo 2 | 0,16 | 0,15 | 0,41 | 0,80 | 54,66 | 37,58 | 0,60 | 5,6 | 3,205 | Areia muito fina |
| B2P102 | Bravo 2 | 0,06 | 0,04 | 0,07 | 0,29 | 78,50 | 15,80 | 0,81 | 4,4 | 2,942 | Areia fina |
| B2P103 | Bravo 2 | 0,12 | 0,02 | 1,42 | 1,80 | 69,31 | 14,66 | 4,13 | 8,5 | 3,249 | Areia muito fina |
| B2P104 | Bravo 2 | 0,62 | 0,29 | 0,46 | 0,57 | 74,97 | 13,85 | 0,61 | 8,6 | 3,127 | Areia muito fina |
| B2P105 | Bravo 2 | 0,01 | 0,03 | 0,04 | 1,49 | 49,65 | 45,94 | 0,40 | 2,4 | 3,1 | Areia muito fina |
| B2P106 | Bravo 2 | 0,01 | 0,17 | 0,03 | 8,65 | 80,04 | 7,30 | 1,37 | 2,4 | 2,672 | Areia fina |
| B2P107 | Bravo 2 | 0,02 | 0,04 | 0,13 | 1,73 | 88,11 | 5,44 | 2,64 | 1,85 | 2,735 | Areia fina |
| B2P108 | Bravo 2 | 0,01 | 0,02 | 0,30 | 3,39 | 87,60 | 6,41 | 0,94 | 1,3 | 2,634 | Areia fina |
| B2P109 | Bravo 2 | 0,05 | 0,06 | 0,30 | 2,66 | 64,00 | 30,41 | 0,94 | 1,55 | 2,893 | Areia fina |
| B2P110 | Bravo 2 | 0,11 | 0,13 | 1,55 | 12,64 | 79,93 | 4,248 | 0,07 | 1,3 | 2,457 | Areia fina |
| B2P111 | Bravo 2 | 0,15 | 0,23 | 4,11 | 42,28 | 49,50 | 1,707 | 0,09 | 1,9 | 2,116 | Areia fina |
| B2P112 | Bravo 2 | 0,21 | 0,24 | 1,29 | 15,84 | 75,79 | 4,06 | 1,24 | 1,3 | 2,462 | Areia fina |
| B2P98 | Bravo 2 | 0,29 | 0,67 | 1,86 | 5,69 | 65,00 | 20,25 | 0,06 | 6,15 | 2,947 | Areia fina |
| B2P99 | Bravo 2 | 1,04 | 0,78 | 1,81 | 5,06 | 52,63 | 12,54 | 7,36 | 18,75 | 3,856 | Areia muito fina |
| C1P48 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 1,96 | 14,93 | 7,21 | 62,38 | 13,52 | 5,547 | Silte médio |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 52/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



| Ponto | Área do canal | G (%) | AMG (%) | AG (%) | AM (%) | AF (%) | AMF (%) | Silte (%) | Argila (%) | Diâmetro médio (φ) | Classificação do diâmetro médio |
|-------|---------------|-------|---------|--------|--------|--------|---------|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| C1P48 | Charlie 1 | 0,61 | 0,46 | 0,78 | 4,18 | 74,04 | 10,41 | 0,61 | 8,9 | 3,064 | Areia muito fina |
| C1P49 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 0,82 | 23,89 | 19,45 | 46,53 | 9,31 | 4,873 | Silte grosso |
| C1P49 | Charlie 1 | 14,96 | 3,92 | 4,95 | 13,53 | 39,17 | 10,72 | 0,86 | 11,9 | 2,401 | Areia fina |
| C1P50 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 7,58 | 8,88 | 68,9 | 14,53 | 5,871 | Silte médio |
| C1P50 | Charlie 1 | 2,27 | 1,22 | 3,48 | 9,84 | 60,84 | 7,6 | 2,56 | 12,2 | 3,102 | Areia muito fina |
| C1P51 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 0,13 | 9,93 | 12,72 | 62,92 | 14,3 | 5,686 | Silte médio |
| C1P51 | Charlie 1 | 0,18 | 0,33 | 0,71 | 1,69 | 21,97 | 17,26 | 38,12 | 19,75 | 5,143 | Silte médio |
| C1P52 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 0,41 | 10,57 | 7,22 | 67,58 | 14,22 | 5,787 | Silte médio |
| C1P52 | Charlie 1 | 0,57 | 0,33 | 0,75 | 1,54 | 59,58 | 20,93 | 10,36 | 5,95 | 3,366 | Areia muito fina |
| C1P53 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 4,16 | 30,14 | 11,12 | 45,46 | 9,12 | 4,708 | Silte grosso |
| C1P53 | Charlie 1 | 0,04 | 0,19 | 0,49 | 0,63 | 3,8 | 6,05 | 58,25 | 30,55 | 6,409 | Silte fino |
| C1P54 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 17,81 | 13,71 | 56,85 | 11,13 | 5,29 | Silte médio |
| C1P54 | Charlie 1 | 2,47 | 4,85 | 12,2 | 9,89 | 36,13 | 13,31 | 8,7 | 12,45 | 3,097 | Areia muito fina |
| C1P55 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,93 | 6,01 | 75,62 | 15,44 | 6,133 | Silte fino |
| C1P55 | Charlie 1 | 0,02 | 0,35 | 0,58 | 1,47 | 23,57 | 13,15 | 33,92 | 26,95 | 5,398 | Silte médio |
| C1P56 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 0,51 | 21,96 | 20,46 | 47,75 | 9,32 | 4,93 | Silte grosso |
| C1P56 | Charlie 1 | 0,14 | 0,1 | 0,31 | 0,96 | 30,59 | 24,87 | 19,72 | 23,3 | 4,813 | Silte grosso |
| C1P57 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 0,47 | 18,86 | 18,63 | 52,1 | 9,94 | 5,102 | Silte médio |
| C1P57 | Charlie 1 | 0,02 | 0,08 | 0,48 | 1,59 | 38,5 | 24,02 | 22,12 | 13,2 | 4,278 | Silte grosso |
| C1P58 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 3,45 | 12,41 | 12,59 | 60,36 | 11,19 | 5,375 | Silte médio |
| C1P58 | Charlie 1 | 0,11 | 0,04 | 0,2 | 0,36 | 4 | 7,86 | 55,77 | 31,65 | 6,417 | Silte fino |
| C1P59 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,91 | 4,63 | 75,28 | 18,18 | 6,272 | Silte fino |
| C1P59 | Charlie 1 | 0,06 | 0,01 | 0,11 | 0,16 | 2,94 | 7,23 | 56,05 | 33,45 | 6,534 | Silte fino |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 53/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

| Ponto | Área do canal | G (%) | AMG (%) | AG (%) | AM (%) | AF (%) | AMF (%) | Silte (%) | Argila (%) | Diâmetro médio (φ) | Classificação do diâmetro médio |
|---------------|---------------|-------|---------|--------|--------|--------|---------|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| C1P60 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,07 | 5,73 | 76,38 | 16,82 | 6,24 | Silte fino |
| C1P60 | Charlie 1 | 0,08 | 0,15 | 0,39 | 1,15 | 8,23 | 11,29 | 55,96 | 22,75 | 5,91 | Silte médio |
| C1P61 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 0,27 | 9,51 | 15,67 | 61,2 | 13,35 | 5,597 | Silte médio |
| C1P61 | Charlie 1 | 0,04 | 0,04 | 0,1 | 0,28 | 2,52 | 8,7 | 58,03 | 30,3 | 6,428 | Silte fino |
| C1P62 | Charlie 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,69 | 80,59 | 15,72 | 6,301 | Silte fino |
| C1P62 | Charlie 1 | 0,06 | 0,1 | 0,71 | 1,9 | 38,81 | 27,75 | 20,88 | 9,8 | 4,058 | Silte grosso |
| C1P63 | Charlie 1 | 0,01 | 0,02 | 0,08 | 0,3 | 2,97 | 9,62 | 67,05 | 19,95 | 6,134 | Silte fino |
| C2P24 | Charlie 2 | 0,18 | 0,38 | 1,14 | 1,35 | 33,86 | 12,41 | 27,37 | 23,3 | 4,925 | Silte grosso |
| C2P28 | Charlie 2 | 0 | 0 | 0 | 1,46 | 18,31 | 12,7 | 57,18 | 10,35 | 5,235 | Silte médio |
| C2P28 | Charlie 2 | 0,26 | 0,84 | 1,96 | 3,57 | 13,37 | 10 | 44,89 | 25,1 | 5,567 | Silte médio |
| C2P29 | Charlie 2 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 9,84 | 11,08 | 66,27 | 12,51 | 5,678 | Silte médio |
| C2P29 | Charlie 2 | 0,31 | 0,25 | 0,62 | 1,04 | 9,08 | 18,08 | 40,18 | 30,45 | 5,871 | Silte médio |
| C2P30 | Charlie 2 | 0 | 0 | 0 | 0,63 | 19,13 | 17,39 | 53,88 | 8,97 | 5,092 | Silte médio |
| C2P30 | Charlie 2 | 2,17 | 2,1 | 4,84 | 5,79 | 50,16 | 14,85 | 9,53 | 10,55 | 3,311 | Areia muito fina |
| C2P31 | Charlie 2 | 0 | 0 | 0 | 2,04 | 27,93 | 16,88 | 44,83 | 8,32 | 4,717 | Silte grosso |
| C2P31 | Charlie 2 | 0,33 | 0,82 | 2,05 | 2,68 | 37,11 | 35,48 | 4,94 | 16,6 | 3,918 | Areia muito fina |
| C2P32 | Charlie 2 | 0 | 0 | 0 | 0,75 | 20,91 | 17,04 | 52,58 | 8,72 | 5,026 | Silte médio |
| C2P33 | Charlie 2 | 0 | 0 | 0 | 0,43 | 12,21 | 8,38 | 66,1 | 12,88 | 5,666 | Silte médio |
| C2P34 | Charlie 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,05 | 80,59 | 17,36 | 6,383 | Silte fino |
| C3P102 | Charlie 3 | 0,38 | 0,58 | 1,46 | 2,35 | 41,68 | 31,00 | 5,93 | 16,6 | 3,928 | Areia muito fina |
| C3P103 | Charlie 3 | 0,14 | 0,60 | 1,07 | 1,09 | 25,73 | 23,29 | 20,7 | 27,3 | 5,041 | Silte médio |
| C3P104 | Charlie 3 | 0,06 | 0,39 | 0,80 | 1,38 | 25,83 | 19,93 | 26,27 | 25,3 | 5,093 | Silte médio |
| C3P105 | Charlie 3 | 0,11 | 0,36 | 0,90 | 1,23 | 40,86 | 24,46 | 9,30 | 22,75 | 4,389 | Silte grosso |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 54/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

| Ponto | Área do canal | G (%) | AMG (%) | AG (%) | AM (%) | AF (%) | AMF (%) | Silte (%) | Argila (%) | Diâmetro médio (φ) | Classificação do diâmetro médio |
|--------|---------------|-------|---------|--------|--------|--------|---------|-----------|------------|--------------------|---------------------------------|
| C3P106 | Charlie 3 | 0,04 | 0,15 | 0,57 | 0,80 | 23,11 | 39,78 | 8,82 | 26,7 | 4,783 | Silte grosso |
| C3P107 | Charlie 3 | 0,05 | 0,39 | 1,26 | 1,19 | 14,25 | 18,47 | 27,04 | 37,3 | 5,818 | Silte médio |
| C3P108 | Charlie 3 | 0,03 | 0,24 | 0,40 | 0,72 | 6,66 | 6,48 | 54,63 | 30,8 | 6,301 | Silte fino |
| C3P109 | Charlie 3 | 0,05 | 0,35 | 0,733 | 1,07 | 22,54 | 21,22 | 21,90 | 32,1 | 5,366 | Silte médio |
| C3P87 | Charlie 3 | 0 | 0 | 0 | 1,88 | 11,08 | 10,43 | 63,78 | 12,83 | 5,588 | Silte médio |
| C3P88 | Charlie 3 | 0 | 0 | 0 | 1,58 | 21,92 | 16,87 | 49,68 | 9,95 | 4,989 | Silte grosso |
| C3P89 | Charlie 3 | 0 | 0 | 0 | 8,39 | 24,32 | 18,13 | 39,27 | 9,67 | 4,557 | Silte grosso |
| C3P90 | Charlie 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,08 | 5,89 | 74,17 | 19,86 | 6,346 | Silte fino |
| C3P91 | Charlie 3 | 0 | 0 | 0 | 2,95 | 33,75 | 19,57 | 36,08 | 7,65 | 4,388 | Silte grosso |
| C3P92 | Charlie 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,08 | 79 | 16,92 | 6,321 | Silte fino |
| C3P93 | Charlie 3 | 0 | 0 | 0 | 1,48 | 12,9 | 15,24 | 58,29 | 12,09 | 5,403 | Silte médio |
| C3P94 | Charlie 3 | 0,03 | 0,39 | 1,45 | 3,58 | 42,3 | 17,49 | 14,52 | 20,25 | 4,32 | Silte grosso |
| C3P95 | Charlie 3 | 0,45 | 1,4 | 9,64 | 19,46 | 34,08 | 6,79 | 3,09 | 25,1 | 3,735 | Areia muito fina |
| C3P96 | Charlie 3 | 0,12 | 0,45 | 1,78 | 3,83 | 37,86 | 27,17 | 13,85 | 14,95 | 4,061 | Silte grosso |
| FP100 | Fundeio 6 | 0,11 | 0,76 | 1,21 | 1,50 | 15,25 | 21,58 | 30,31 | 29,25 | 5,465 | Silte médio |
| FP101 | Fundeio 6 | 0,20 | 0,57 | 0,91 | 1,96 | 23,50 | 24,01 | 18,41 | 30,4 | 5,145 | Silte médio |
| FP32 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,7 | 26,64 | 23,46 | 40,9 | 8,3 | 4,657 | Silte grosso |
| FP33 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,69 | 26,84 | 23,91 | 40,28 | 8,28 | 4,639 | Silte grosso |
| FP34 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,45 | 18,03 | 16,18 | 55,83 | 9,51 | 5,182 | Silte médio |
| FP35 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,42 | 17,68 | 16,19 | 56,14 | 9,57 | 5,197 | Silte médio |
| FP36 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,59 | 29,05 | 32,03 | 30 | 8,33 | 4,364 | Silte grosso |
| FP37 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 21,2 | 26,54 | 43,75 | 8,21 | 4,786 | Silte grosso |
| FP38 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,45 | 22,31 | 24,73 | 44,33 | 8,18 | 4,785 | Silte grosso |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 55/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

| Ponto | Área do canal | G (%) | AMG (%) | AG (%) | AM (%) | AF (%) | AMF (%) | Silte (%) | Argila (%) | Diâmetro médio (ϕ) | Classificação do diâmetro médio |
|-------|---------------|-------|---------|--------|--------|--------|---------|-----------|------------|---------------------------|---------------------------------|
| FP39 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 21,44 | 26,81 | 43,27 | 8,18 | 4,77 | Silte grosso |
| FP40 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,45 | 22,5 | 24,81 | 44,07 | 8,17 | 4,776 | Silte grosso |
| FP41 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,73 | 21,1 | 57,57 | 10,6 | 5,362 | Silte médio |
| FP42 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,73 | 21,1 | 57,57 | 10,6 | 5,362 | Silte médio |
| FP43 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,76 | 19,66 | 58,75 | 10,8 | 5,402 | Silte médio |
| FP43 | Fundeio 6 | 0,03 | 0,30 | 0,43 | 0,81 | 20,32 | 44,69 | 9,43 | 23,95 | 4,687 | Silte grosso |
| FP44 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 17,38 | 11,49 | 59,62 | 10,8 | 5,344 | Silte médio |
| FP45 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,16 | 6,73 | 16,52 | 64,38 | 12,21 | 5,65 | Silte médio |
| FP45 | Fundeio 6 | 0,06 | 0,375 | 0,35 | 0,60 | 0,60 | 25,42 | 27,43 | 26,2 | 5,904 | Silte médio |
| FP46 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,67 | 17,38 | 11,49 | 59,66 | 10,8 | 5,344 | Silte médio |
| FP47 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,76 | 19,66 | 58,78 | 10,8 | 5,402 | Silte médio |
| FP47 | Fundeio 6 | 0,029 | 0,25 | 0,71 | 1,30 | 16,61 | 24,00 | 34,87 | 22,2 | 5,257 | Silte médio |
| FP48 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,17 | 6,99 | 16,79 | 63,86 | 12,19 | 5,633 | Silte médio |
| FP49 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,36 | 20,52 | 24,32 | 44,34 | 10,46 | 4,919 | Silte grosso |
| FP50 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,88 | 31,14 | 25,36 | 35,63 | 6,99 | 4,411 | Silte grosso |
| FP51 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 2,42 | 15,44 | 15,24 | 57,21 | 9,69 | 5,212 | Silte médio |
| FP52 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 2,31 | 14,88 | 14,95 | 58,07 | 9,79 | 5,246 | Silte médio |
| FP53 | Fundeio 6 | 0 | 0 | 0 | 0,86 | 30,49 | 24,77 | 36,69 | 7,19 | 4,455 | Silte grosso |
| FP97 | Fundeio 6 | 0,04 | 0,46 | 0,31 | 1,33 | 4,61 | 7,321 | 49,12 | 36,8 | 6,466 | Silte fino |
| FP98 | Fundeio 6 | 0,03 | 0,32 | 0,30 | 0,90 | 8,82 | 14,48 | 42,58 | 32,55 | 6,062 | Silte fino |
| FP99 | Fundeio 6 | 0,02 | 0,34 | 0,81 | 0,97 | 3,46 | 11,75 | 80,52 | 2,1 | 5,525 | Silte médio |

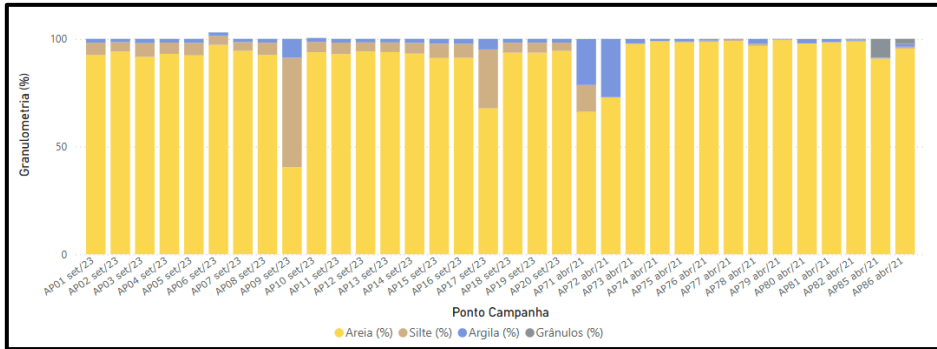


Figura 26 – Porcentagem de grânulos, areia, silte e argila das amostras coletadas na área Alfa.

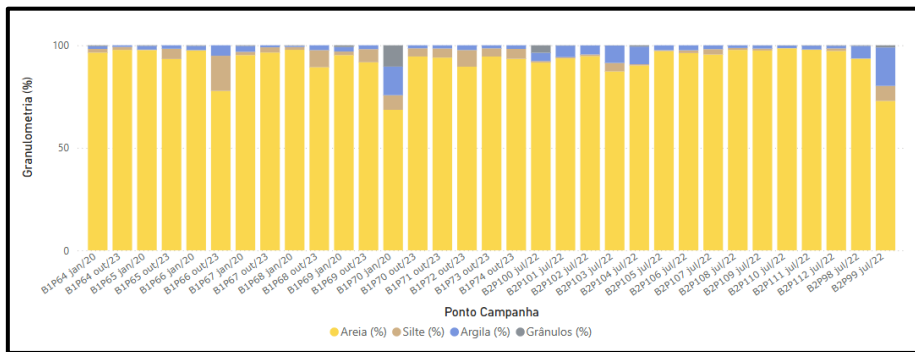


Figura 27 – Porcentagem de grânulos, areia, silte e argila das amostras coletadas nas áreas Bravo 1 e Bravo 2.

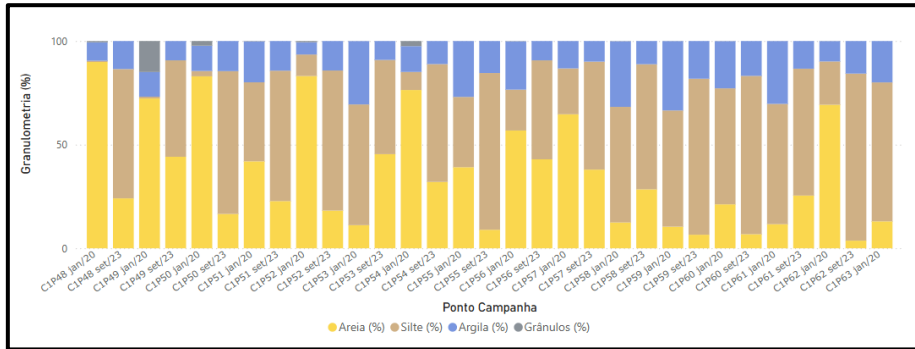


Figura 28 – Porcentagem de grânulos, areia, silte e argila das amostras coletadas na área Charlie 1.

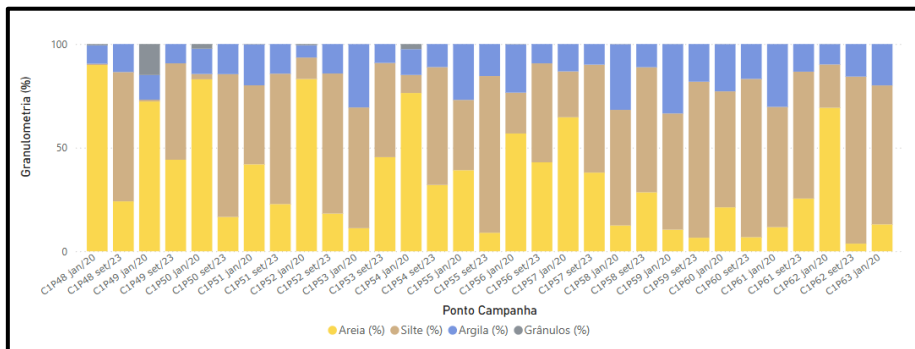


Figura 29 – Porcentagem de grânulos, areia, silte e argila das amostras coletadas na área Charlie 1.

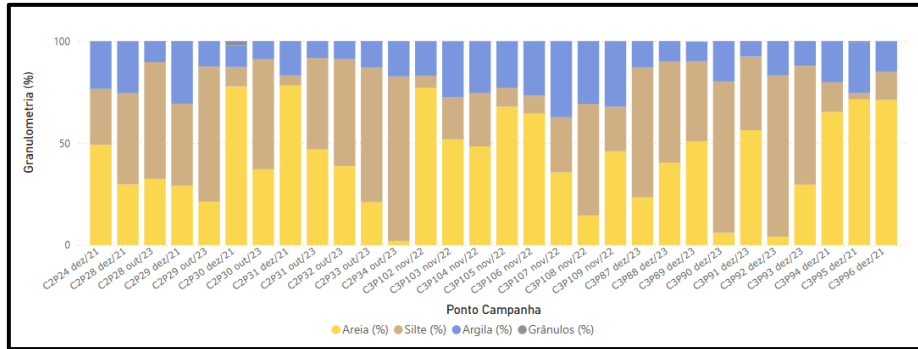


Figura 30 – Porcentagem de grânulos, areia, silte e argila das amostras coletadas nas áreas Charlie 2 e Charlie 3.

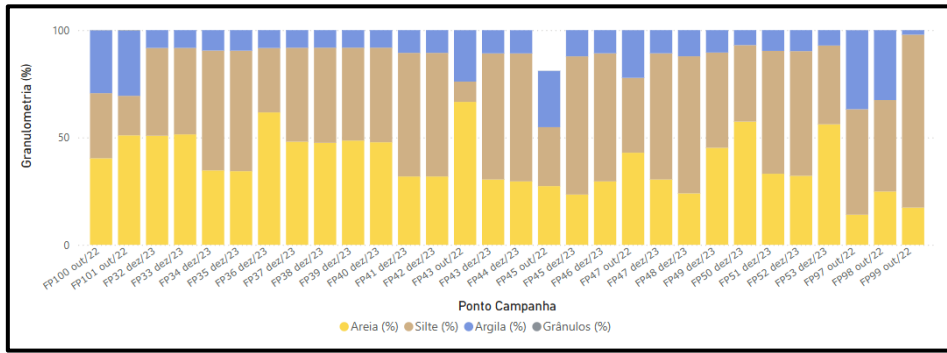


Figura 31 – Porcentagem de grânulos, areia, silte e argila das amostras coletadas na área de Fundeio 6.

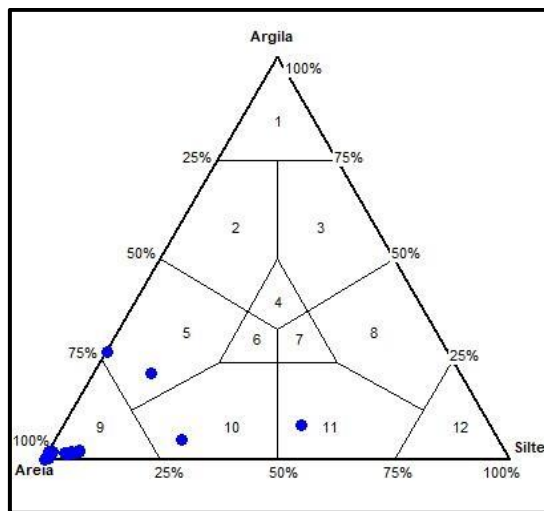


Figura 32 – Diagrama de Shepard para amostras da área Alfa.

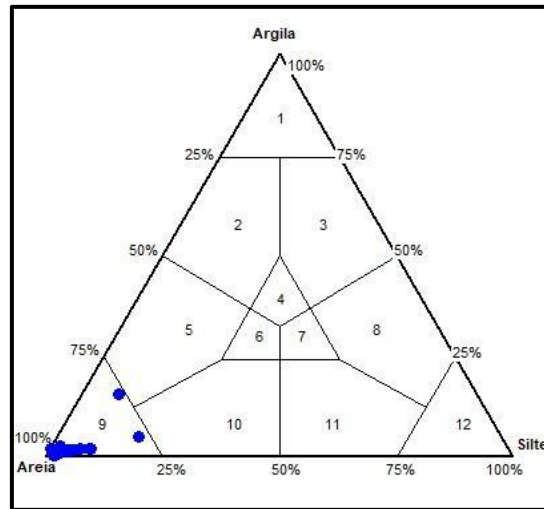


Figura 33 - Diagrama de Shepard para amostras da área Bravo 1.

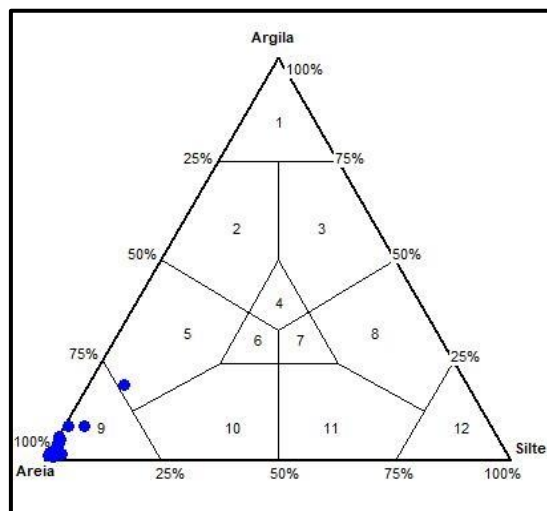


Figura 34 - Diagrama de Shepard para amostras da área Bravo 2.

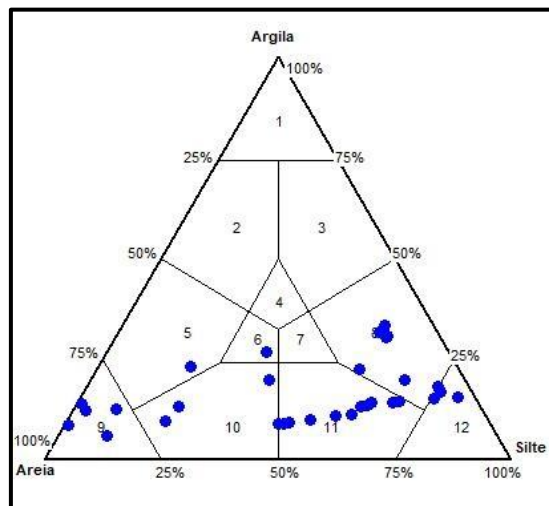


Figura 35 - Diagrama de Shepard para amostras da área Charlie 1.

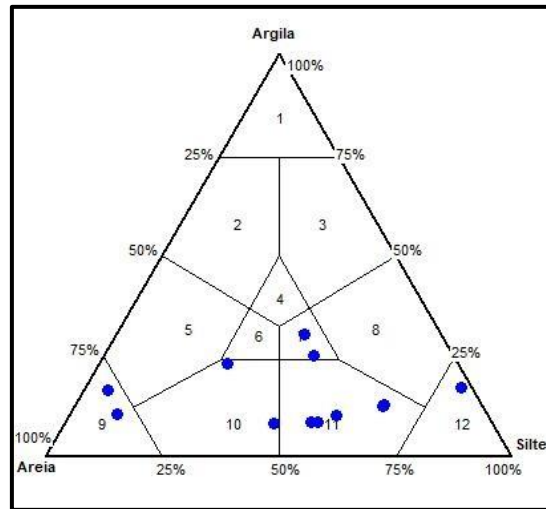


Figura 36 - Diagrama de Shepard para amostras da área Charlie 2.

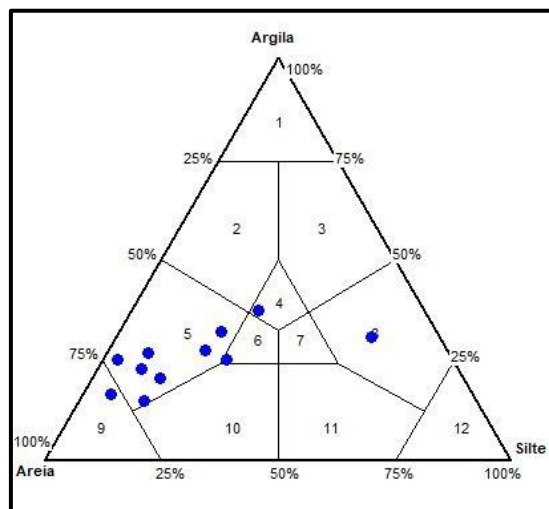


Figura 37 - Diagrama de Shepard para amostras da área Charlie 3.

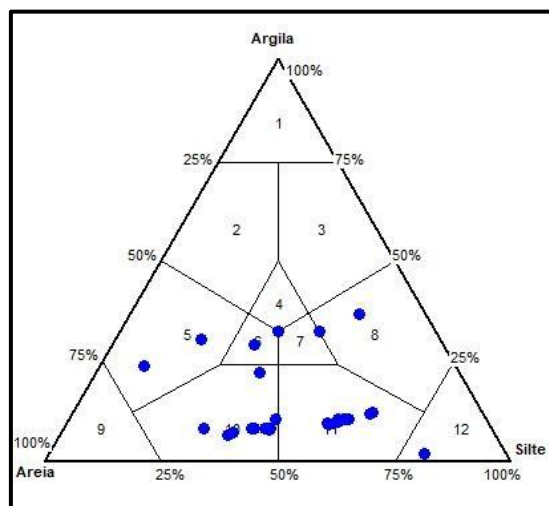






Figura 38 – Diagrama de Shepard para amostras da área de Fundeio 6.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 60/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

A seguir é apresentado o mapa de distribuição granulométrica nas diferentes áreas do canal de navegação.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 61/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

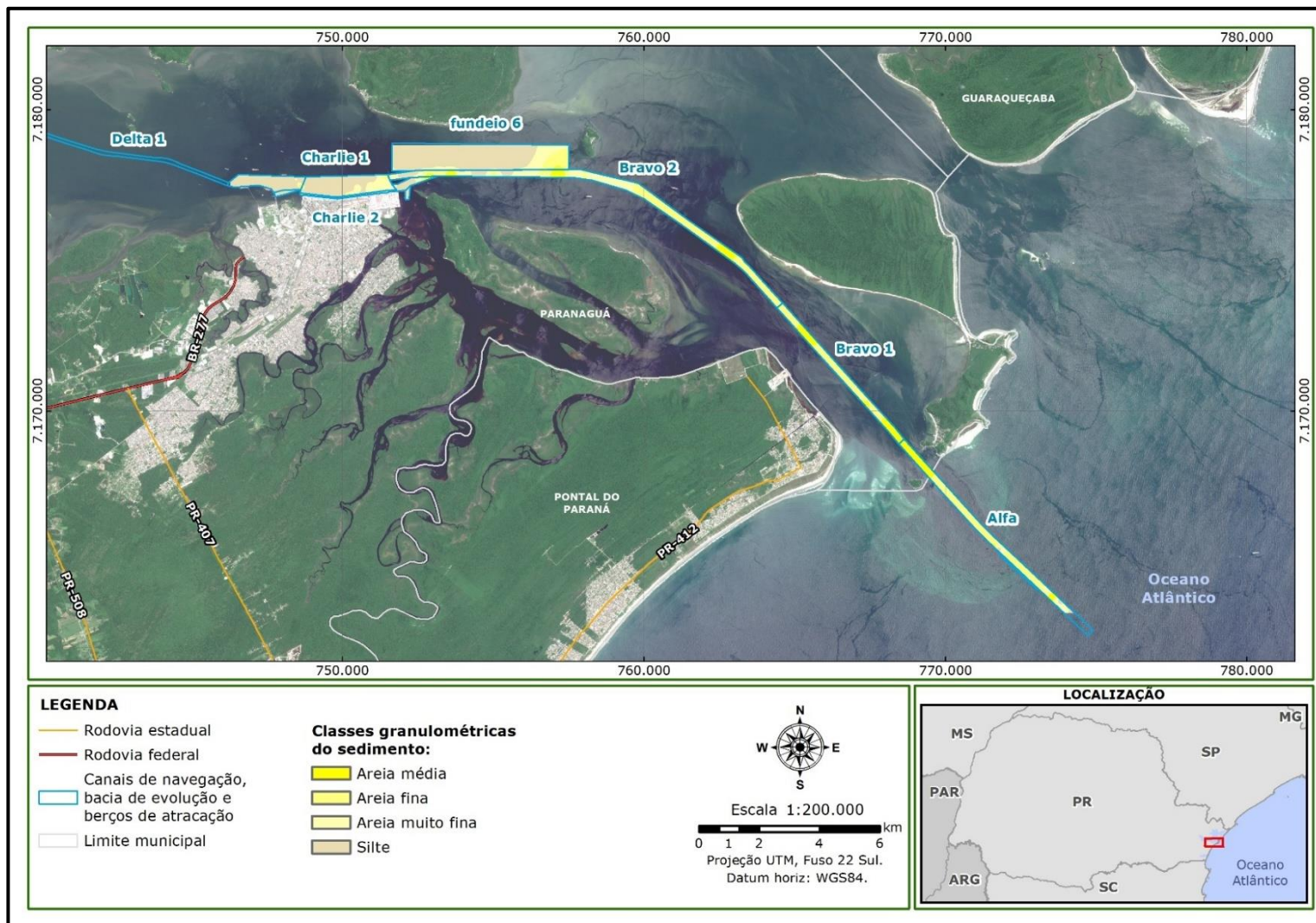


Figura 39 – Classes granulométricas distribuídas ao longo das áreas do canal de navegação.

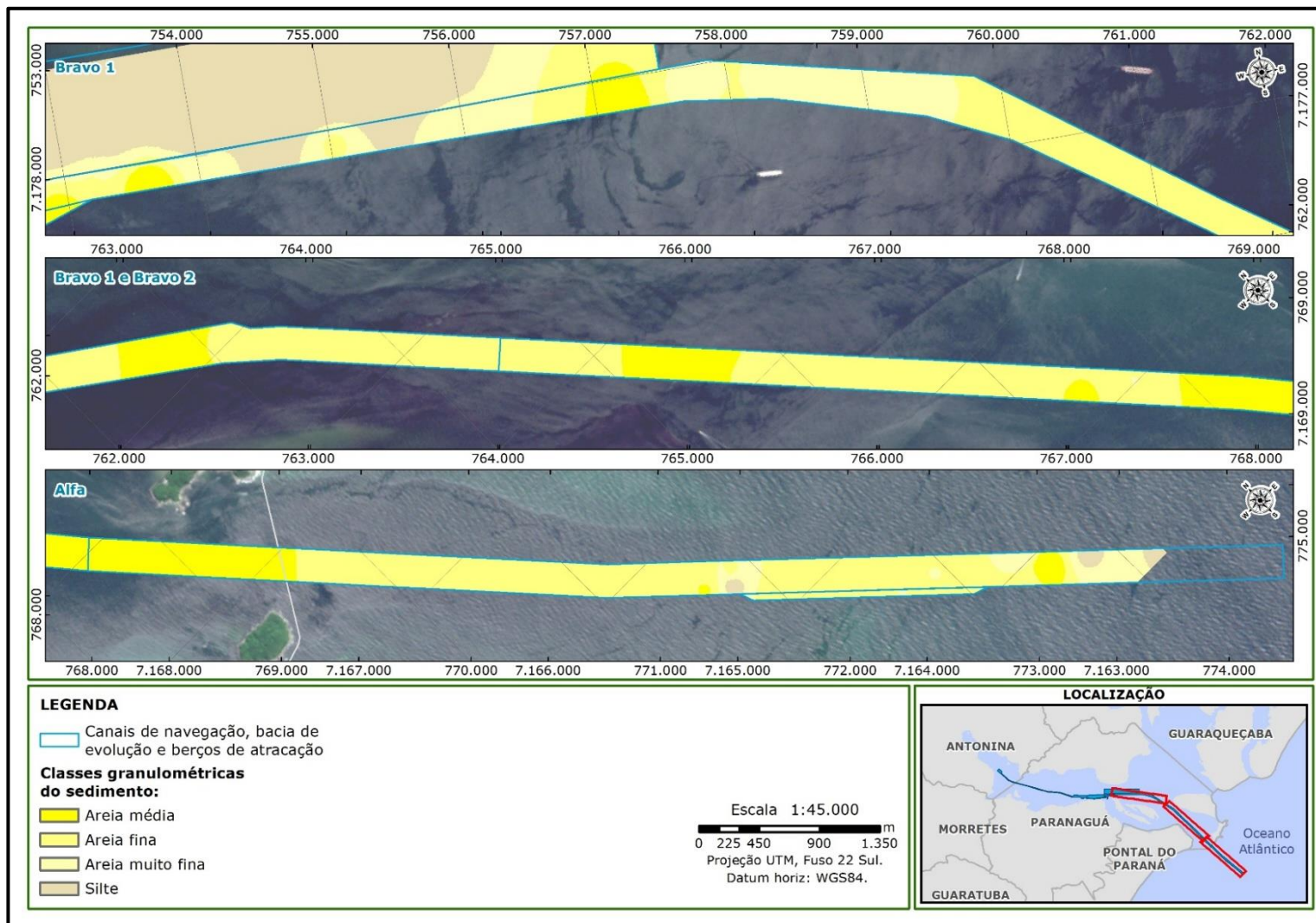




Figura 40 – Classes granulométricas distribuídas ao longo das áreas Alfa, Bravo 1 e Bravo 2.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 63/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

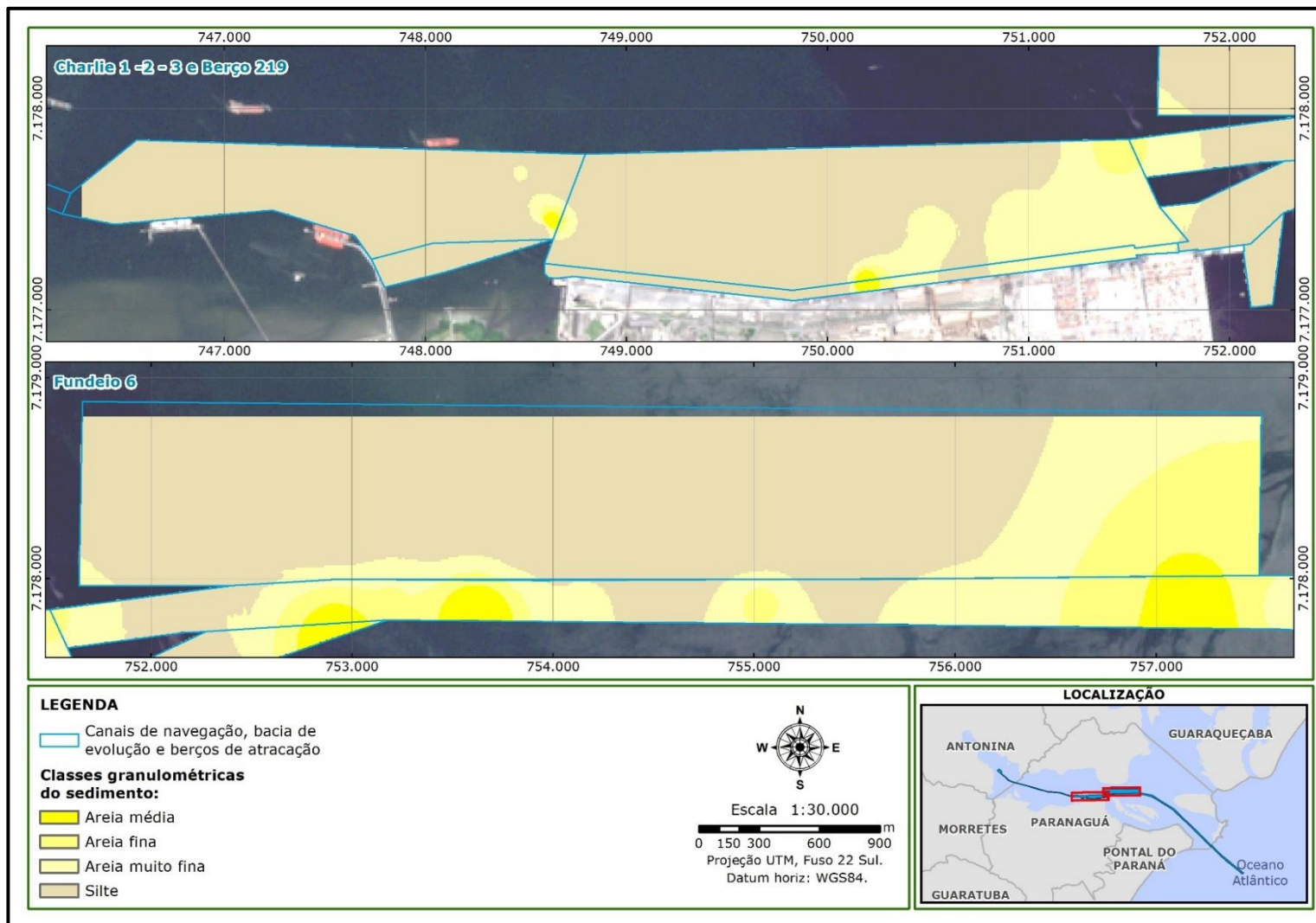




Figura 41 – Classes granulométricas distribuídas ao longo das áreas Charlie 1, Charlie 2, Charlie 3 e Fundeio 6.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 64/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



5.1.3 Volumes disponíveis

A tabela a seguir reúne os volumes dragados nas últimas campanhas de dragagem calculados a partir das batimetrias pré e pós dragagem.

Tabela 14 – Volumes dragados nas últimas campanhas de dragagem.

| Área | Volume (m ³) | | | | | | Média por campanha |
|----------------------------|--------------------------|---------|---------|-----------|---------|-----------|--------------------|
| | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | Total | |
| Alfa | 1.101.026 | | | 885.367 | | 1.986.393 | 993.196 |
| Bravo 1 | 373.071 | | | 279.675 | | 652.746 | 326.373 |
| Bravo 2 | | 271.680 | 288.752 | | | 560.432 | 280.216 |
| Charlie 1 | 765.786 | | 478.694 | | 397.747 | 1.642.226 | 547.408 |
| Charlie 2 | 50.567 | 49.527 | 6.821 | 54.524 | 19.934 | 181.373 | 36.274 |
| Charlie 2 (B219) | | 374.815 | | 53.727 | 29.100 | 457.642 | 152.547 |
| Charlie 3 (externo) | | 250.779 | 193.384 | | 85.099 | 529.262 | 176.420 |
| Charlie 3 (interno) | | 35.668 | | 81.497 | 11.978 | 129.143 | 43.047 |
| Fundeio 6 | 1.693.869 | | 490.402 | 1.083.796 | | 3.268.067 | 1.089.355 |

Os resultados indicam que os maiores volumes foram removidos da área de Fundeio 6, seguidos da área Alfa e Charlie 1. No entanto, considerando os volumes removidos por campanha de dragagem, os volumes das áreas Alfa e Fundeio 6 se assemelham, sendo essas as áreas com maior disponibilidade de sedimento.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 65/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

5.2 Identificação de áreas em processo erosivo – Fase 2

O diagnóstico de variação de linha de costa entre os anos de 2003 e 2024 foi realizado em praias arenosas nas proximidades do canal de navegação do Porto de Paranaguá, em praias estuarinas regidas por marés e praias de desembocaduras influenciadas tanto por ondas quanto por marés, sendo essas as mais dinâmicas (Angulo, 2018). As praias oceânicas, por estarem afastadas das áreas do canal de navegação, não foram consideradas neste levantamento.

Foram avaliadas, portanto, praias estuarinas nas margens do canal de navegação, praias da Ilha do Mel e praias da desembocadura Sul da Baía de Paranaguá, localizadas no município de Pontal do Paraná, sendo elas:

- i) Praias estuarinas (praias do município de Antonina; praias das proximidades das comunidades de Europinha, Eufrasina, Amparo, Piaçaguera e Maciel);
- ii) Praias da Ilha do Mel (praias das proximidades da Fortaleza Nossa Senhora dos Prazeres; praias a noroeste da Ilha do Mel; praia interna do istmo; praia do Farol e externa do istmo; Praia de Fora de Brasília; Praia Grande e Praia do Miguel; Praia de Fora de Encantadas e Prainha de Encantadas);
- iii) Praias de Pontal do Paraná (Praia de Pontal do Sul; Praia de Pontal II; Praia da Ponta do Poço).

Previamente à apresentação individual das praias avaliadas quanto aos processos de variação da linha de costa, será exposta, em forma de tabela (tabela 15) e gráfico (figura 42), uma compilação dos resultados obtidos em cada um dos trechos avaliados. Cabe indicar a nomenclatura utilizada para avaliar variações de linha de costa: considera-se como **progradação** quando há o avanço da terra em direção ao mar; **retrogradação** é o avanço do mar em direção a terra. A condição de **estabilidade** foi definida para os casos em que as variações entre os dois períodos avaliados foram inferiores a 5 m.

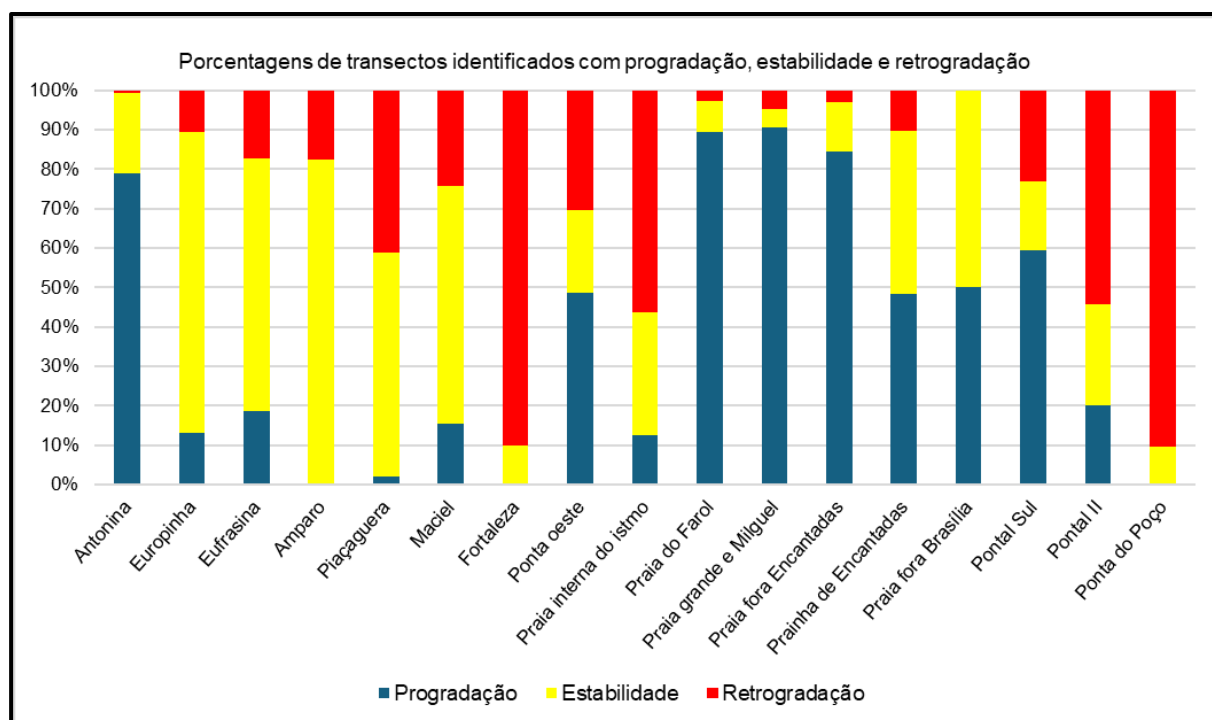
Na sequência, é apresentado também o mapa com indicação das praias em processo erosivo, considerando-se também a avaliação feita in situ a partir da metodologia de indicadores de erosão costeira (figura 43).



Tabela 15 – Resumo dos resultados observados a partir dos transectos de identificação de variações de linha de costa.

| Local | Praia | Variação de linha de costa (% de transectos) | | | Processo ¹ |
|----------------------------|------------------------|--|--------------|---------------|-----------------------|
| | | Progradação | Estabilidade | Retrogradação | |
| Praias estuarinas | Antonina | 79,08 | 20,26 | 0,65 | Sedimentação |
| | Europinha | 13,16 | 76,32 | 10,53 | Estável |
| | Eufrasina | 18,75 | 64,06 | 17,19 | Estável |
| | Amparo | 0,00 | 82,35 | 17,65 | Estável |
| | Piaçaguera | 1,96 | 56,86 | 41,18 | Estável |
| | Maciel | 15,52 | 60,34 | 24,14 | Estável |
| Praias da Ilha do Mel | Fortaleza | 0,00 | 10,00 | 90,00 | Erosão |
| | Ponta oeste | 48,65 | 20,95 | 30,41 | Sedimentação |
| | Praia interna do istmo | 12,50 | 31,25 | 56,25 | Erosão |
| | Praia do Farol | 89,47 | 7,89 | 2,63 | Sedimentação |
| | Praia grande e Miguel | 90,70 | 4,65 | 4,65 | Sedimentação |
| | Praia Fora Encantadas | 84,38 | 12,50 | 3,13 | Sedimentação |
| | Prainha de Encantadas | 48,28 | 41,38 | 10,34 | Sedimentação |
| Praias de Pontal do Paraná | Pontal Sul | 59,29 | 17,70 | 23,01 | Sedimentação |
| | Pontal II | 20,00 | 25,71 | 54,29 | Erosão |
| | Ponta do Poço | 0,00 | 9,52 | 90,48 | Erosão |

¹Processo definido conforme predominância do número de transectos classificados como progradação, estabilidade e retrogradação.

Figura 42 – Porcentagem de transectos identificados com progradação, estabilidade e retrogradação em cada uma das praias avaliadas.



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 67/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

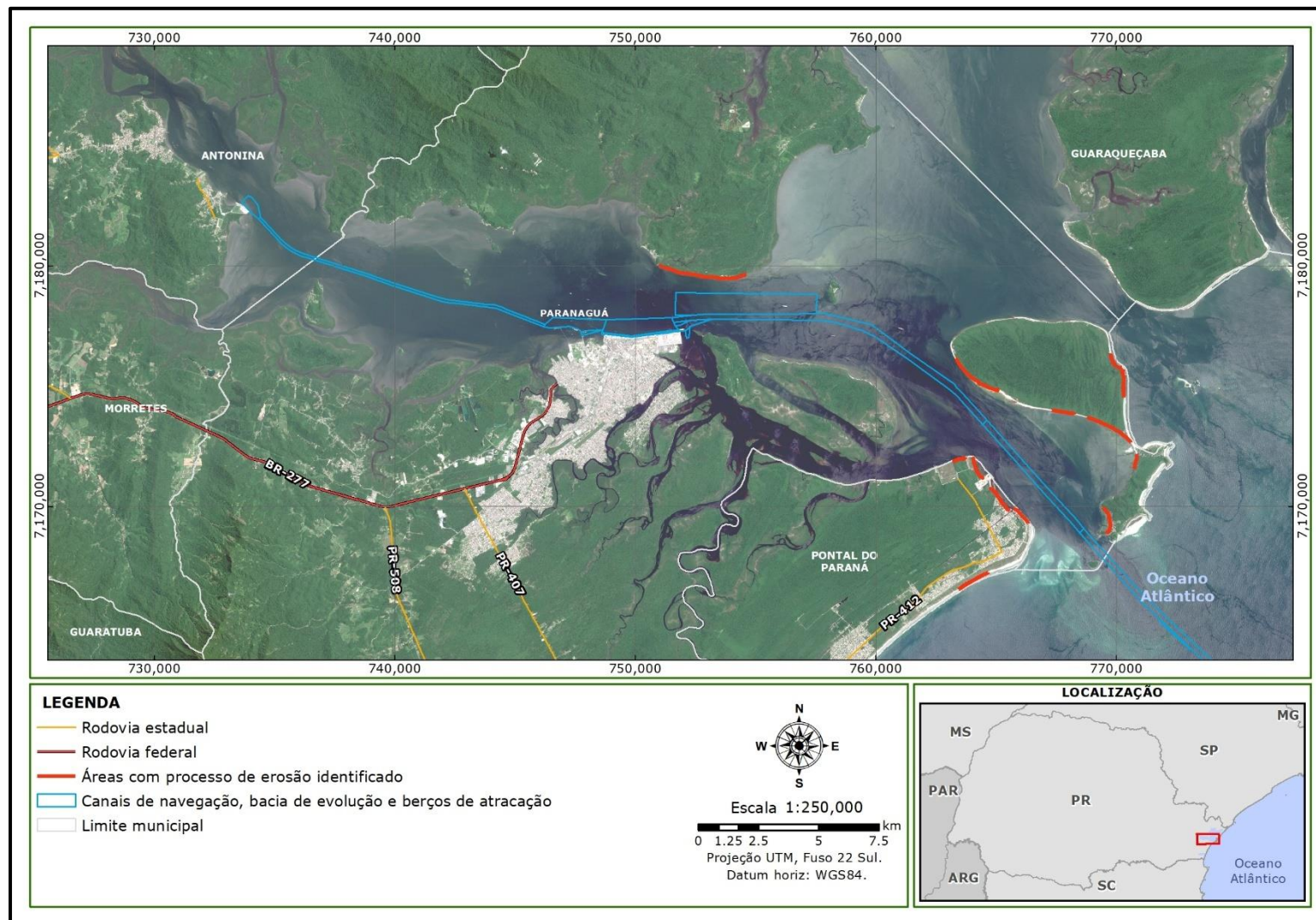




Figura 43 – Áreas em processo erosivo identificadas a partir das variações de linha de costa e de indicadores de erosão costeira.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 68/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



5.2.1 Praias estuarinas

As praias estuarinas da baía de Paranaguá ocorrem no interior dos complexos estuarinos e se caracterizam pelas extensas planícies-de-maré, recobertas por vegetação, principalmente de mangue, mas também de marismas. Em alguns setores desenvolvem-se praias arenosas, como as existentes nas comunidades de Europinha, Eufrasina, Amparo, Piaçaguera e Maciel. Em outros setores ocorrem falésias de até 10 m de altura, formadas pela ação erosiva das correntes de maré sobre os sedimentos da planície costeira. Em geral, a linha de costa estuarina é estável em escala decadal, porém, podem ocorrer intensos processos de progradação nos deltas de cabeceira dos estuários, e de erosão nas margens côncavas de canais de maré (Angulo et al., 2018).

Praias do município de Antonina

A cidade de Antonina está localizada a montante do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) na foz de grandes rios que desaguam da Serra do Mar, como os rios Nhundiaquara e Cachoeira. Naturalmente esses rios apresentam uma grande descarga de sedimentos, refletindo em progradação de linha de costa observados para a área.

Em Antonina a linha de costa é compreendida, em grande parte, por extensas áreas de planícies de maré vegetadas por manguezais e marismas, e pontos isolados de costões rochosos. Em alguns trechos a linha de costa é antropizada por cais e estruturas portuárias, sendo que existem duas áreas que já tiveram o uso portuário e que nos últimos 20 anos não tiveram operação como tal: Terminal Público Barão de Teffé e Terminal Matarazzo, de propriedade particular. A única estrutura portuária em operação, o Terminal Portuário da Ponta do Félix (TPPF), apresentou expansão em sua retroárea, nos últimos 20 anos, a partir de aterramento hidráulico com sedimento oriundo da dragagem, autorizado por licença ambiental própria. Justamente a criação dessa área favoreceu o depósito de sedimentos a oeste em área de sombra das correntes de maré vazante. Atualmente toda essa área é recoberta por vegetação de manguezal.



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 69/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

As poucas praias arenosas estão situadas no bairro chamado de Ponta da Pita (figura 44), onde há indicadores de deposição, como planície de maré vegetada por gramíneas.

A sobreposição das linhas de costa realizadas para a área de Antonina indica progradação ou estabilidade em 99% da área avaliada. As observações realizadas em campo corroboram esses resultados com indicadores de progradação e estabilidade de linha de costa.



Figura 44 – Praia da Ponta da Pita, em Antonina.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 70/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

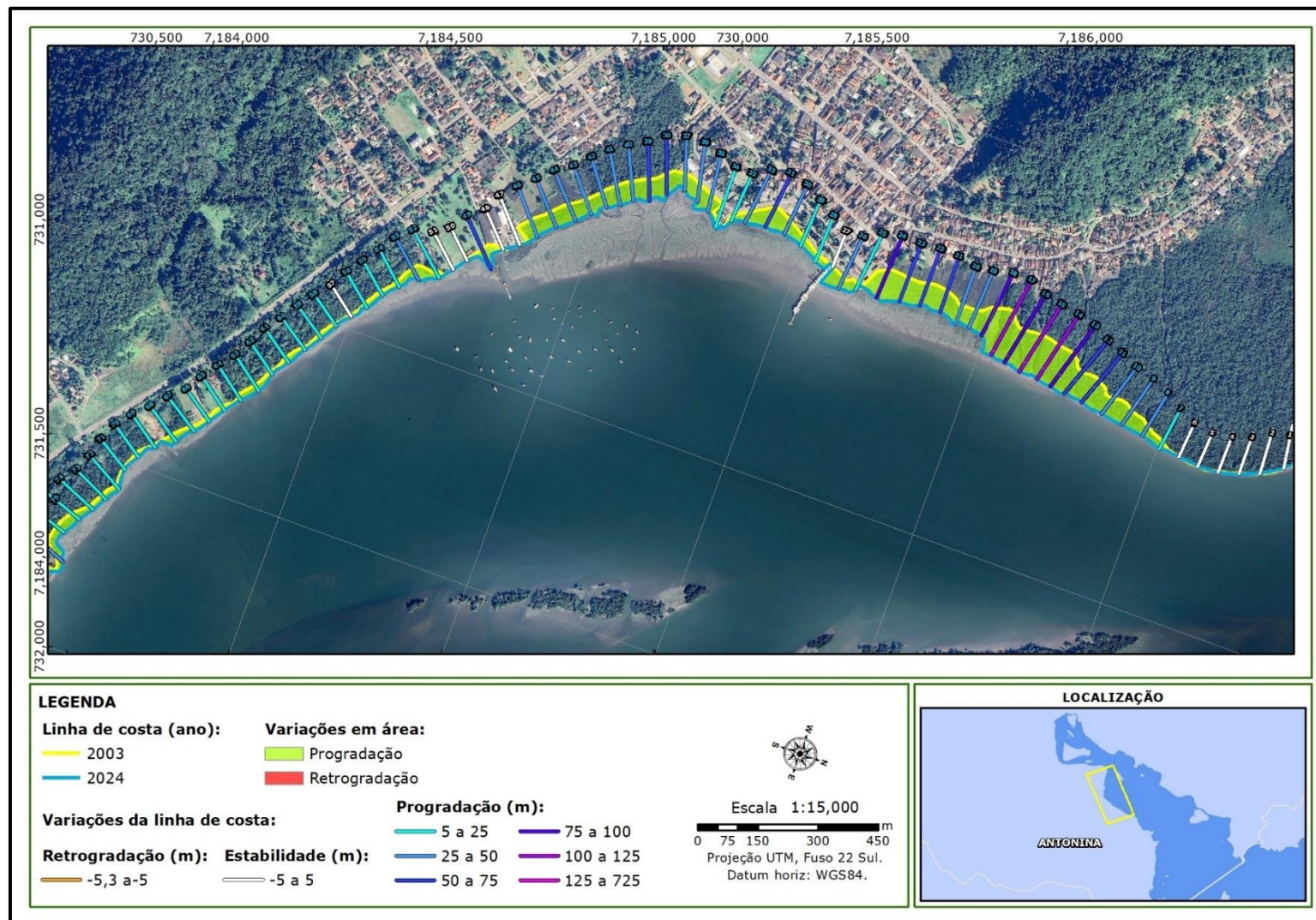




Figura 45 – Variações de linha de costa no município de Antonina – Parte 1.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 71/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

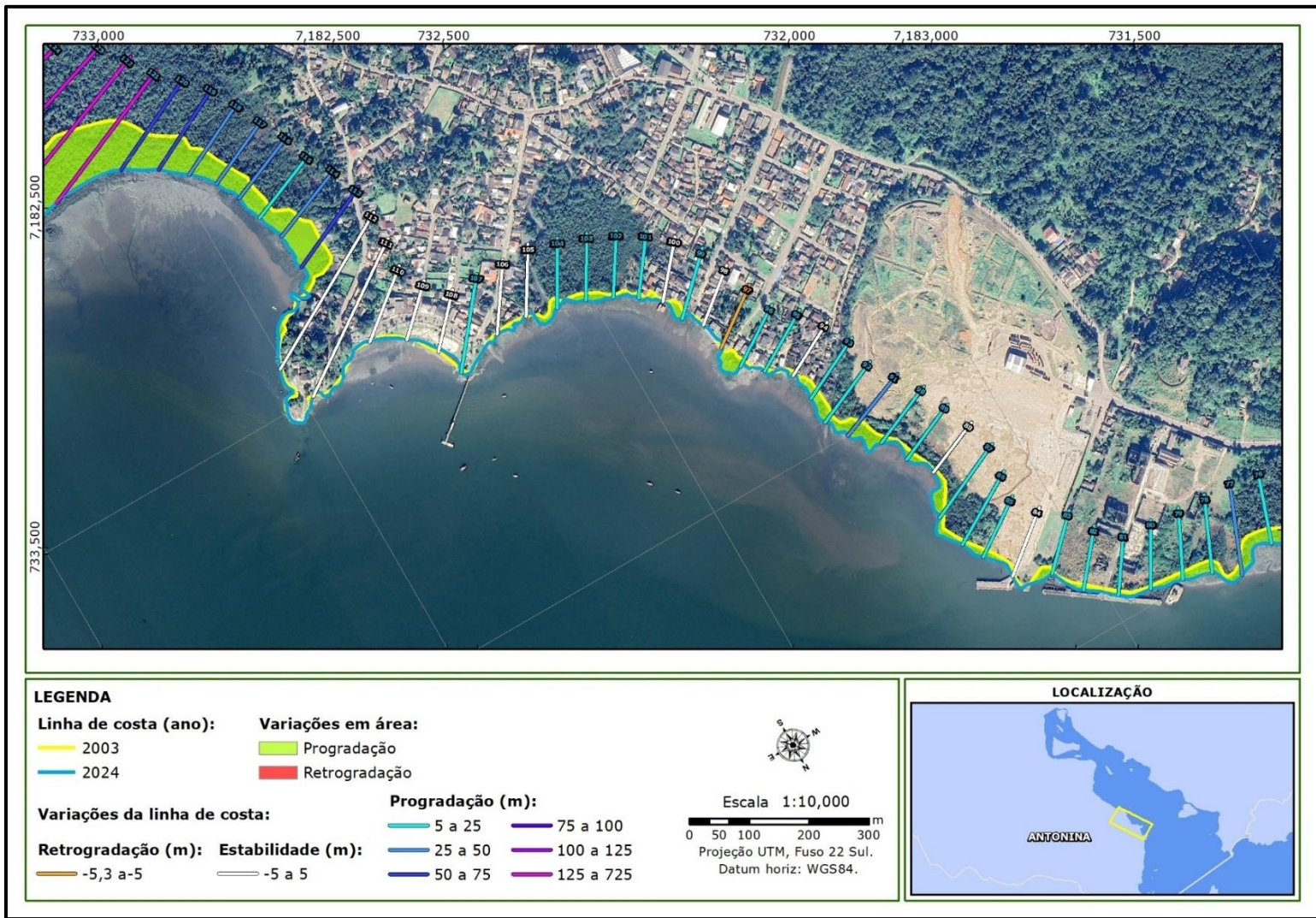


Figura 46 – Variações de linha de costa no município de Antonina – Parte 2.

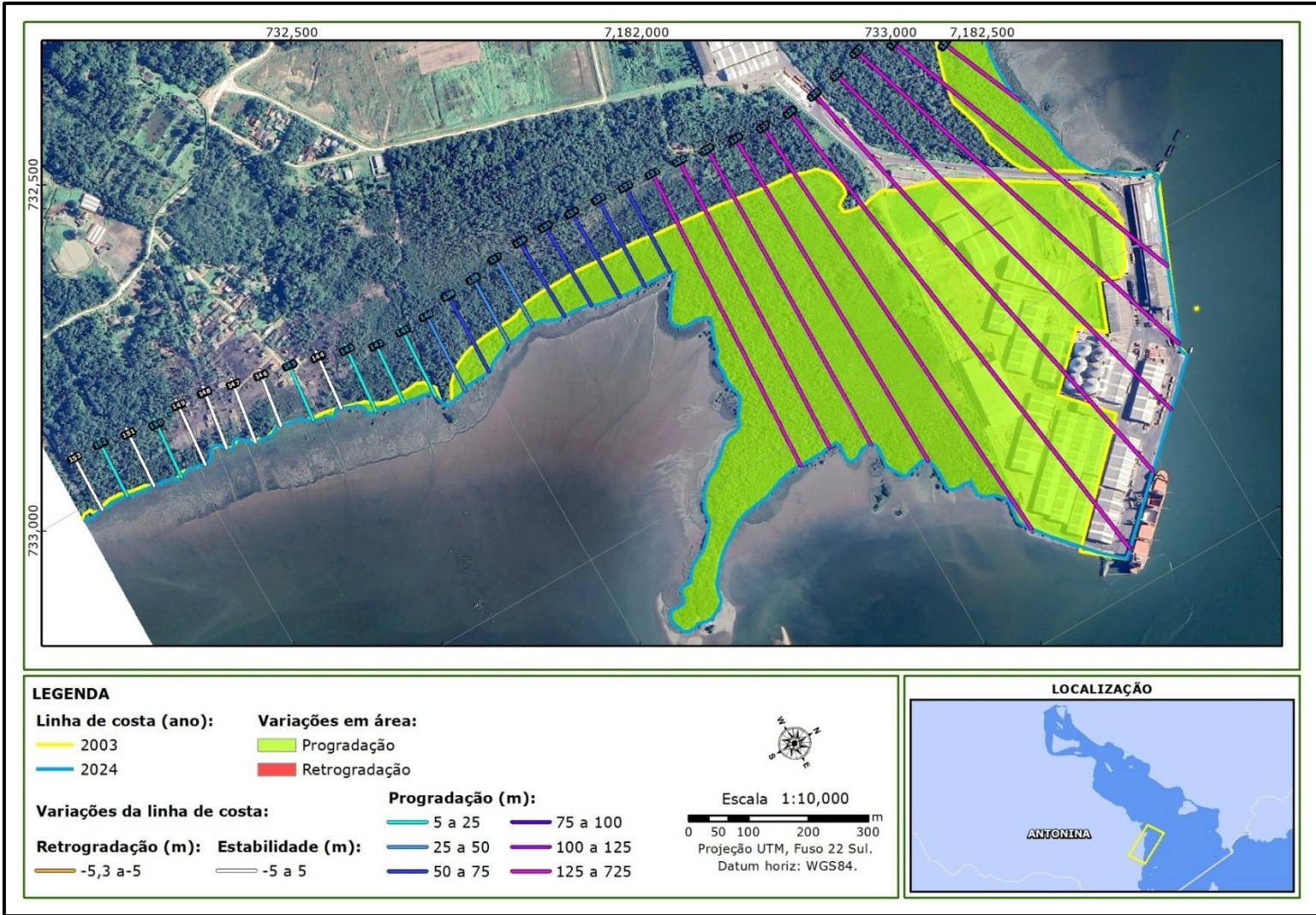




Figura 47 – Variações de linha de costa no município de Antonina – Parte 3.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 73/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



Praias da comunidade pesqueira de Europinha

Na localidade de Europinha, comunidade pesqueira localizada na margem norte da Baía de Paranaguá, a ocupação distribui-se ao longo do sopé do morro e nas proximidades do litoral. Há duas praias arenosas próximas ao trapiche local, sendo que, em uma delas, concentra-se a maior parte da ocupação. Embora algumas residências estejam localizadas muito próximas à praia, ou sobre ela, não há indicativos da ocorrência de processos erosivos nem de riscos à ocupação relacionados à erosão costeira.

A análise das variações da linha de costa nas áreas ocupadas indica estabilidade (76%) ou tendência à progradação (13%). Processos retrogradacionais (11%) foram observados em alguns trechos, porém apenas em áreas não ocupadas.



Figura 48 – Características da ocupação na orla da comunidade de Europinha.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 74/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

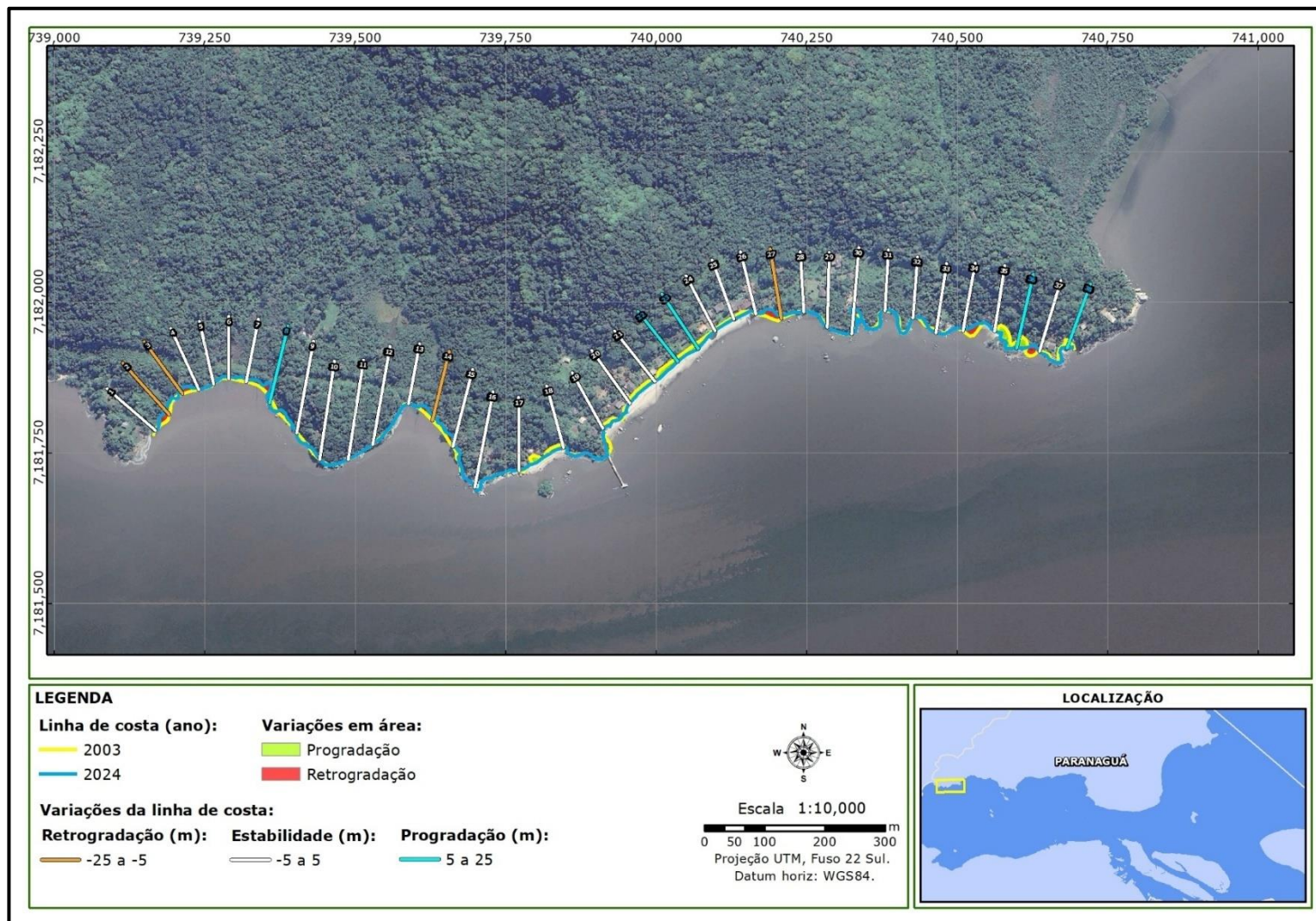




Figura 49 – Variações de linha de costa nas proximidades da comunidade de Europinha.



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 75/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Praias da comunidade pesqueira de Eufrasina

Assim como em outras comunidades ilhadas da baía de Paranaguá, a comunidade pesqueira de Eufrasina também se estende ao longo do litoral em uma faixa não superior a 100 m da linha de costa. Algumas habitações estão no sopé dos morros e outras próximas à praia, sendo que em alguns casos, inteiramente sobre a faixa de areia, suspensa em pilares ou sobre rochas. Essas situações, conforme se verificou em campo, decorrem do avanço das ocupações sobre a praia e não o contrário, conforme indicado pela análise espacial comparativa das linhas de costa dos anos de 2003 e 2024, que indicam estabilidade (68% dos transectos). Há alguns pontos isolados com processos de retrogradação, porém em locais sem ocupações.



Figura 50 – Características da ocupação na comunidade de Eufrasina.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 76/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

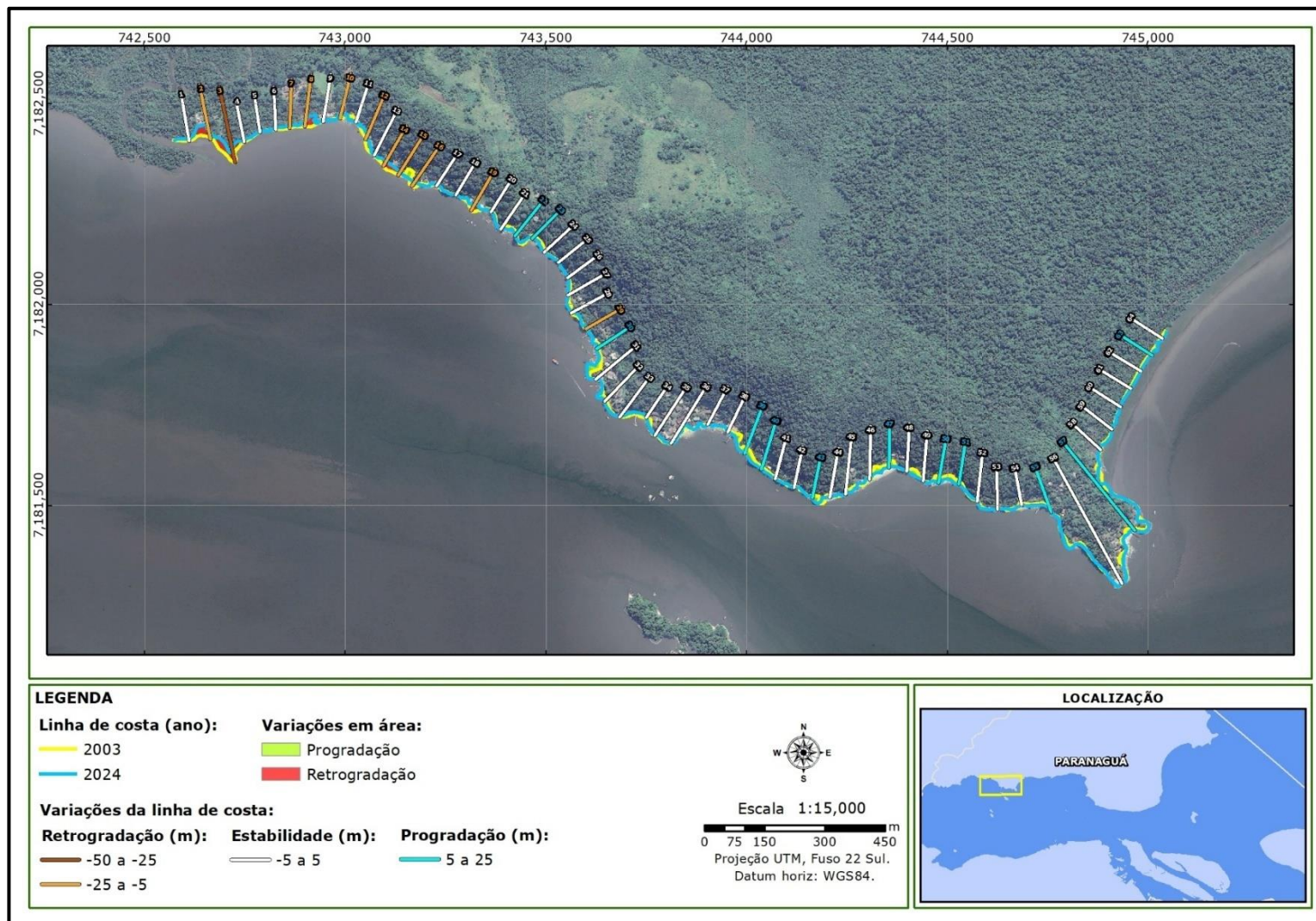




Figura 51 – Variações de linha de costa no município de Antonina – Parte 1.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 77/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



Praia da comunidade pesqueira de Amparo

Na comunidade de Amparo, além da ocupação tradicional também observada nas comunidades de Europinha e Eufрасina, há algumas casas de não residentes, principalmente localizadas à beira da praia. Algumas dessas edificações avançam sobre a faixa de areia com estruturas de deck apoiadas sobre pilares.

Existem ainda habitações de moradores locais situadas muito próximas à praia, com muros de concreto construídos junto à linha costeira. Essa ocupação faz com que praticamente toda a linha de costa da comunidade de Amparo esteja antropizada e, conseqüentemente, estabilizada, conforme indicam os resultados da análise espacial comparativa entre as linhas de costa dos anos de 2003 e 2024 em que 82% dos transectos indicam estabilidade. Embora essa situação seja observada, não há uma aparente situação de risco iminente de erosão costeira, evidenciado em 18% dos transectos.



Figura 1 – Características da ocupação na comunidade de Amparo muito próxima ou sobre a faixa de areia.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 78/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

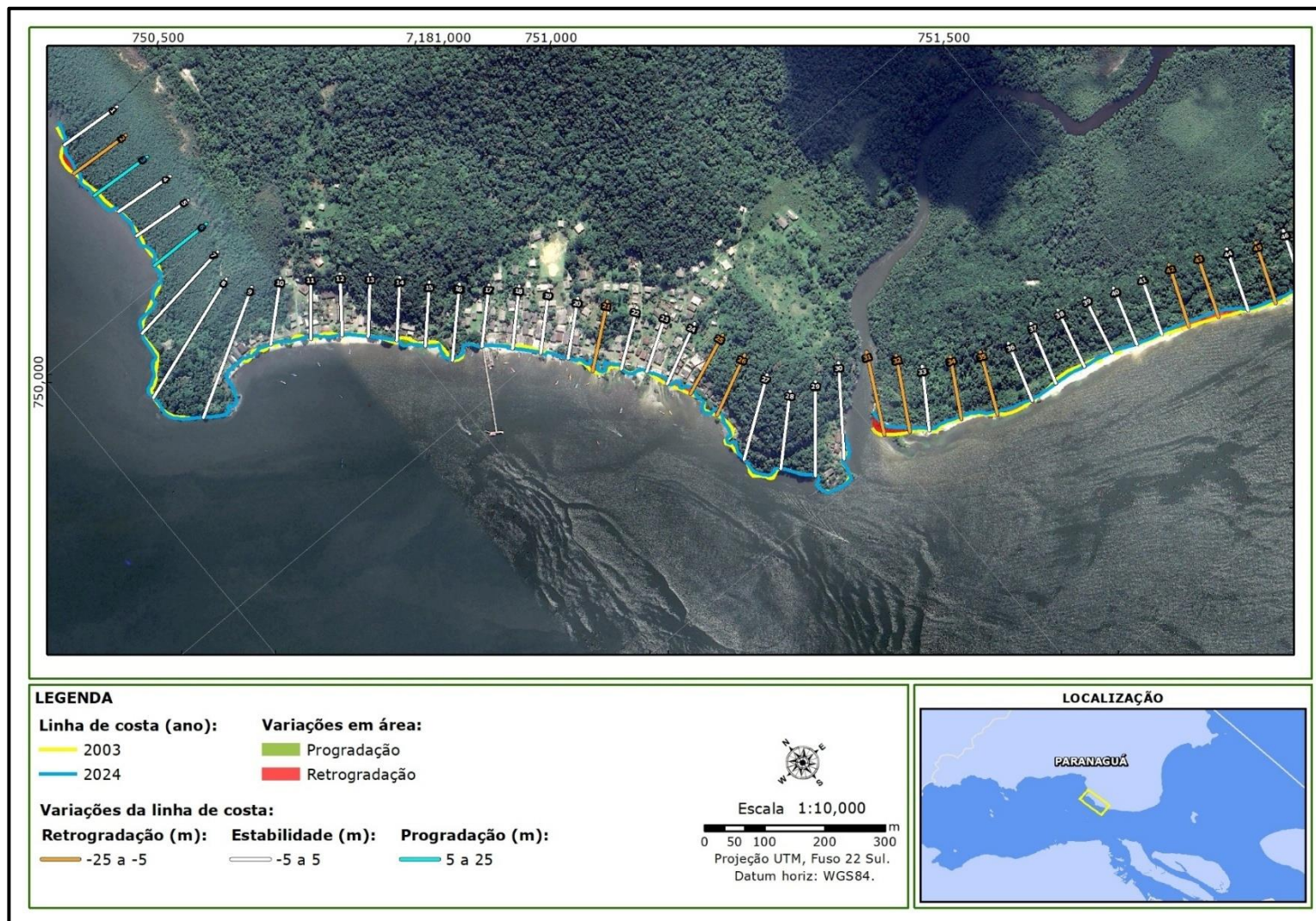




Figura 52 – Variações de linha de costa nas proximidades da comunidade de Amparo

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 79/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



Praia da comunidade pesqueira de Piaçaguera

A ocupação em Piaçaguera distribui-se linearmente ao longo de aproximadamente 2 km da linha costeira, concentrando-se em uma faixa de até 100 metros a partir da praia. Assim como em Amparo, há o predomínio de ocupações de comunidade nativa caiçara e residências de moradores não residentes, sendo essas localizadas muito próximas à praia ou até mesmo sobre elas.

Em diferentes trechos ao longo da linha costeira, observam-se que estruturas são utilizadas na tentativa de mitigar processos erosivos, sendo utilizados troncos de madeira, concreto, ferro, pneu e outros materiais (figura 53).



Figura 53 – Estruturas e materiais utilizados para mitigar processos erosivos de linha de costa em Piaçaguera.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 80/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



Na maioria dos casos essas estruturas não estão protegendo habitações ou estruturas em risco iminente de erosão costeira, as quais estão relativamente distantes da linha de costa, sendo implementadas, aparentemente, para resguardar a perda de território ou propriedade. No entanto, cerca de três residências contíguas, estão em risco moderado pois estão parcialmente sobre a praia, sendo estas de proprietários não residentes na comunidade de Piaçaguera. Apesar disso, nos locais onde se encontram não há indicativo de intenso processo erosivo em virtude da ocorrência da vegetação de marisma recobrendo a planície de maré em frente a estas casas (figura 55), indicativo de estabilidade.



Figura 54 – Estruturas de contenção a erosão costeira para resguardar perda de propriedade ou território na comunidade de Piaçaguera.



Figura 55 – Habitações de proprietários não residentes situadas sobre a faixa de praia em Piaçaguera.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 81/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

A partir dos transectos que avaliam as variações de linha de costa, foi possível perceber que na orla onde se distribui a ocupação da comunidade (entre os transectos 46 e 96 da figura 56), 57 % dos perfis apresentam estabilidade para o período de 2021 a 2024 e 41% apresentaram retrogradação, no entanto há feições erosivas ao longo de praticamente toda a costa, indicando processo de erosão costeira atuante, embora não indicado pela análise de variações de linha de costa.





| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 82/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



Figura 56 – Variações de linha de costa na comunidade de Piaçaguera.



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 83/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Praias da comunidade pesqueira do Maciel

A ocupação na comunidade de Maciel é margeada por áreas de manguezal, sendo as ocupações relativamente distantes da linha de costa, embora essa tenha se apresentado em estabilidade nos últimos 20 anos em 60% dos transectos. Nesse local não foi identificado nenhum risco relacionado à erosão costeira.



Figura 57 – Características da ocupação na Vila do Maciel, afastada da faixa de praia.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 84/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

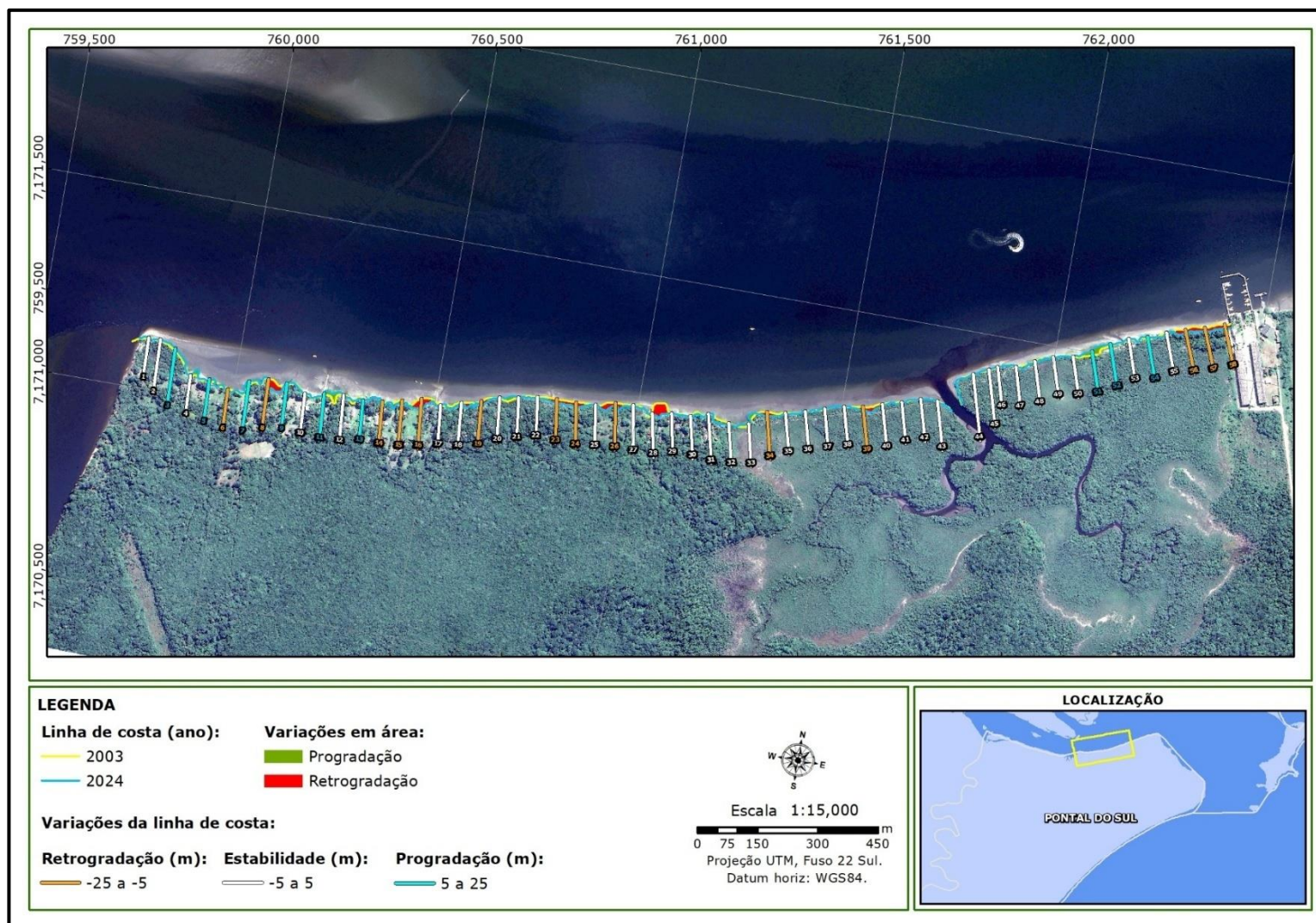




Figura 58 – Variações de linha de costa nas proximidades da comunidade do Maciel.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 85/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

5.2.2 Praias da Ilha do Mel

A Ilha do Mel, localizada na desembocadura sul da baía de Paranaguá, possui área de aproximadamente 27 km² e é circundada por diversas praias arenosas, áreas de manguezal e alguns trechos de pontões rochosos. Existem duas unidades de conservação estaduais que, juntas, compreendem cerca de 95% de seu território: A Estação Ecológica e o Parque Estadual. Além disso, a Ilha também é um importante atrativo turístico do litoral do Paraná, onde há estruturas de recepção aos visitantes como pousadas, restaurantes, trapiches e comércio em geral. Residem na Ilha cerca de mil habitantes, distribuídos principalmente nas localidades de Nova Brasília, Fortaleza e Encantadas. As análises de variação de linha de costa foram focadas nas praias que apresentaram retrogradação. Observa-se, no entanto, que algumas praias apresentarem intenso processo de progradação, como a Praia de Fora de Encantadas.

Praias no entorno da Fortaleza Nossa Senhora dos Prazeres

Na parte norte da Ilha do Mel, ao largo da desembocadura norte do CEP, nas proximidades da Fortaleza Nossa Senhora dos Prazeres, se observa intensos processos de retrogradação nos últimos 21 anos, chegando a até 48 m de retrogradação. Algumas habitações estão em risco iminente de cair pelo avanço do mar, principalmente a noroeste da Fortaleza (figura 59). Já a sul a situação é um pouco menos grave, mas ainda uma situação de alerta.

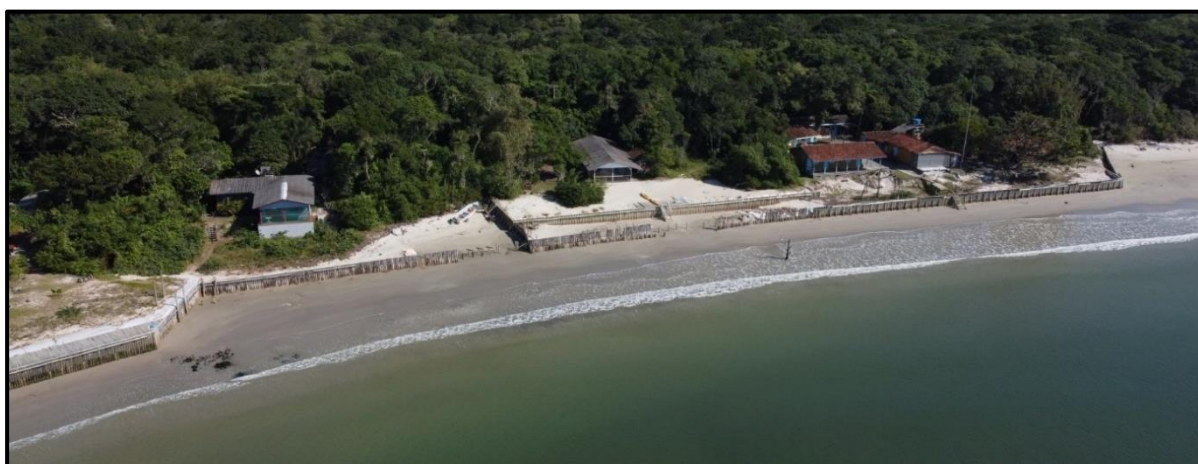




Figura 59 – Residências sobre risco iminente de erosão costeira a noroeste da Fortaleza.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 86/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

O uso de estruturas de contenção a erosão costeira, basicamente troncos ou tábuas de madeira enfileirados (figura 60), são empregados em praticamente todas as propriedades. A julgar pelas características das residências, com arquitetura antiga, não se trata de um caso em que a ocupação avançou indevidamente sobre a área de praia, como ocorreu em outras localidades. Nesse caso, houve uma retrogradação da linha de costa, o que passou a representar riscos para as edificações existentes.

A análise de variação de linha de costa indicou que 95% dos perfis estão em processo erosivo, com média de 30 m de retrogradação para o período (figura 61).



Figura 60 – Contenções de erosão costeira nas residências e pousadas a sul da Fortaleza.





| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 87/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |





Figura 61 – Variações de linha de costa nas proximidades da Fortaleza Nossa Senhora dos Prazeres, na Ilha do Mel

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 88/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Praias a noroeste da Ilha do Mel

A porção noroeste da Ilha do Mel inclui uma grande extensão de praias arenosas, na quase totalidade desabitada (figura 62 a figura 64). Neste local, 21% dos transectos indicam estabilidade; 49% progradação e 30% retrogradação. A comunidade da Ponta Oeste é o único local habitado, com cerca de 12 a 20 residências, porém neste local a costa é progradante (correspondente aos transectos 19 a 24 da figura 62).

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 89/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

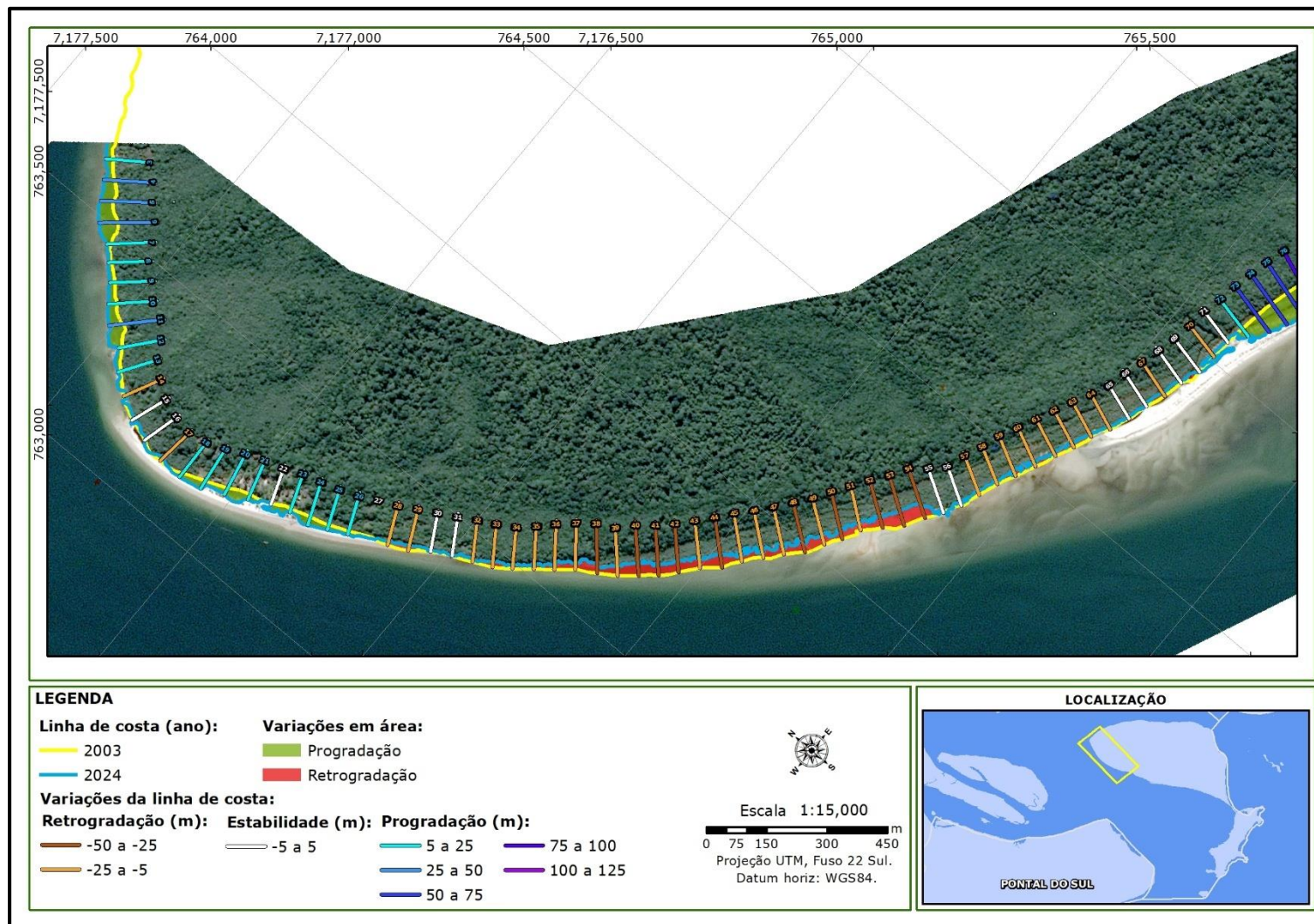


Figura 62 – Variações de linha de costa na extremidade noroeste da Ilha do Mel – Parte 1.

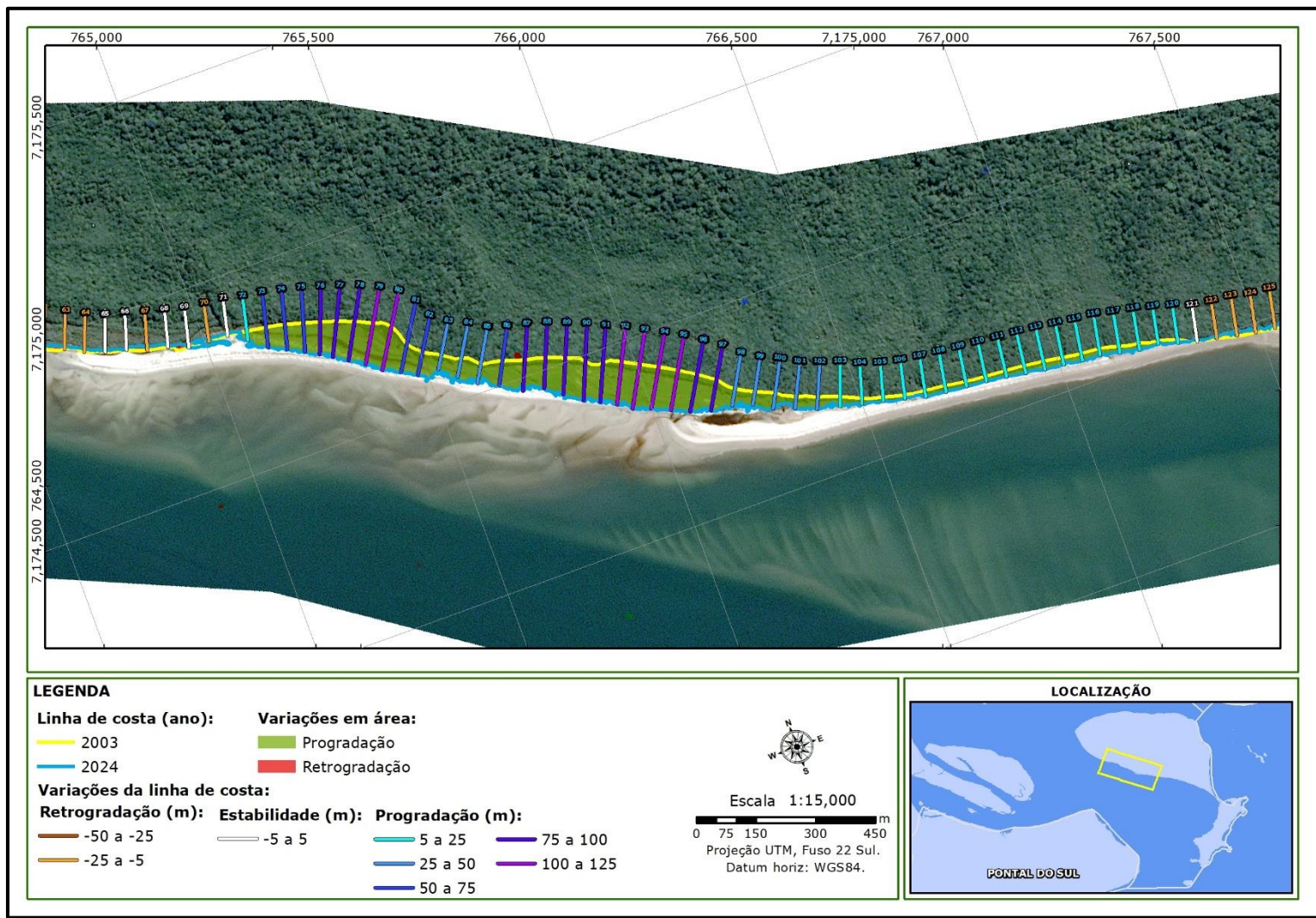




Figura 63 – Variações de linha de costa na extremidade noroeste da Ilha do Mel – Parte 2.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 91/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

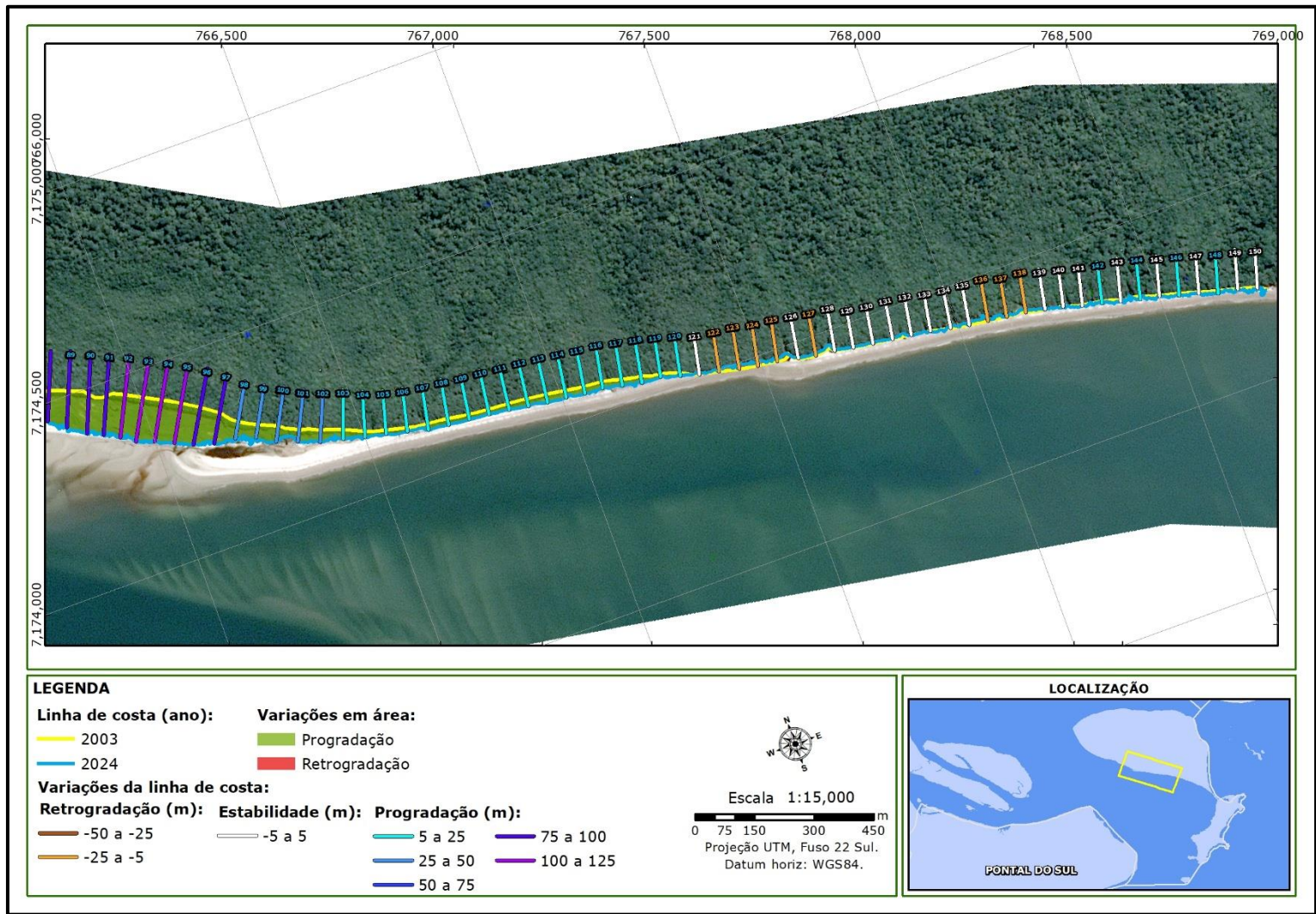




Figura 64 – Variações de linha de costa na extremidade noroeste da Ilha do Mel – parte 3.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 92/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Praias nas proximidades do Istmo da Ilha do Mel

O istmo da Ilha do Mel é um local em que há uma estreita faixa de restinga separando o mar interno e externo. Atualmente a área vegetada é de aproximadamente 30 metros, porém em 2003 não havia vegetação recobrendo o istmo, somente uma faixa de areia, e na década de 1950, a largura chegou a ser de 150 m (Giannini et al., 2004), evidenciando a intensa dinâmica costeira que atua nessa região.

A análise espacial realizada comparando a linha de costa de 2003 com a de 2024 indicam que na parte do istmo voltada para o continente há o predomínio de processos de retrogradação (56% dos casos), evidenciado também em campo através de diferentes indicadores de erosão costeira (figura 65). Já na faixa voltada para mar aberto, onde encontra-se a Praia do Farol há o predomínio de processos de progradação nos últimos 21 anos (92% dos transectos).

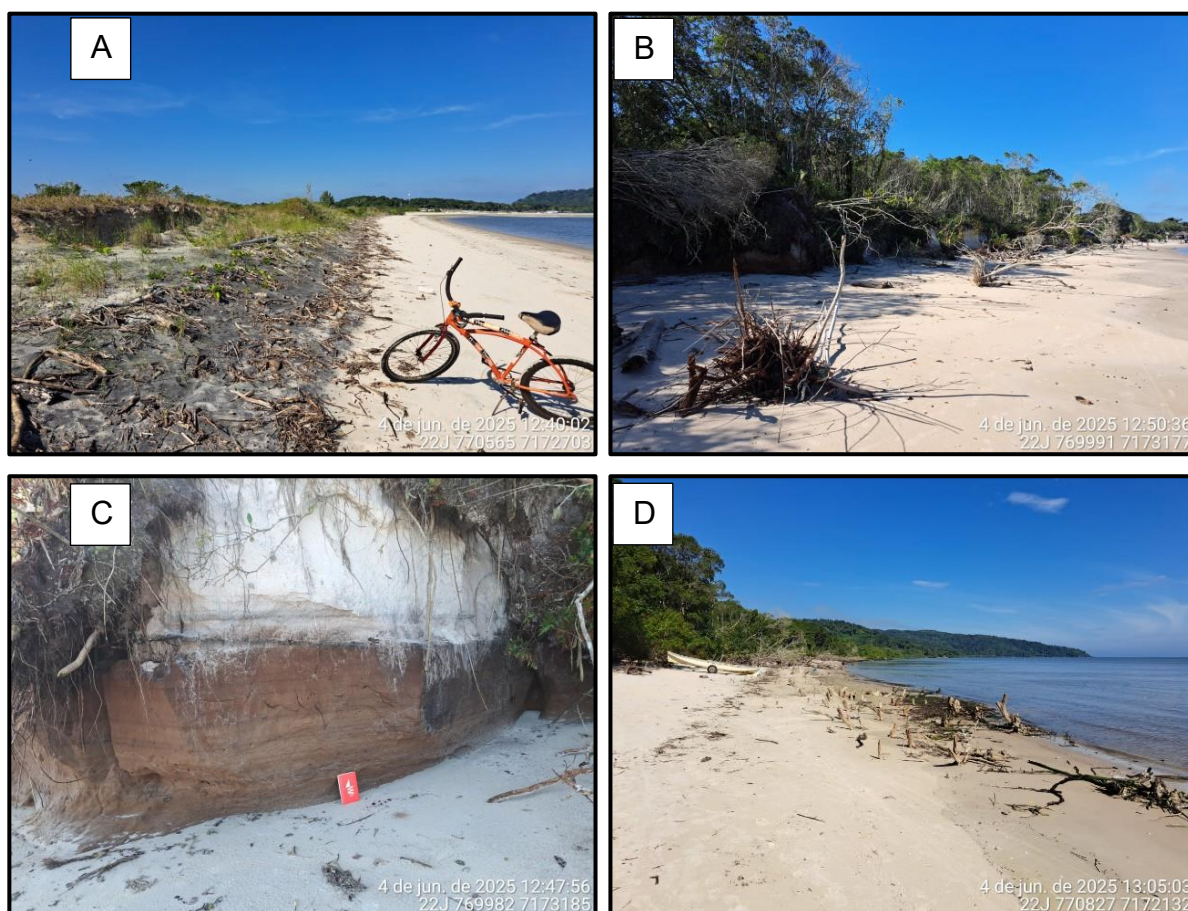






Figura 65 – Indicadores de erosão costeira observados na parte interna do istmo da Ilha do Mel: (A) Minerais pesados concentrados no pós-praia; (B) Árvores caídas; (C) afloramento de piçarra; (D) raízes de árvores sobre a área de praia.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 93/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Na parte interna, a norte do istmo, há um pequeno aglomerado ocupacional, onde os proprietários de habitações e pousadas a beira mar utilizam-se de estruturas para mitigar efeitos dos processos erosivos, principalmente muros com troncos de madeira (figura 66). Ainda na parte interna do istmo, a sul do trapiche de acesso a localidade de Nova Brasília, houve erosão de uma área de manguezal e retrogradação de até 50 m (representado pelos transectos 3 a 6 na Figura 67). Nesse local, no entanto não há habitações.



Figura 66 – Contenções de erosão costeira na parte norte do istmo da Ilha do Mel, na praia voltada para o continente.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 94/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

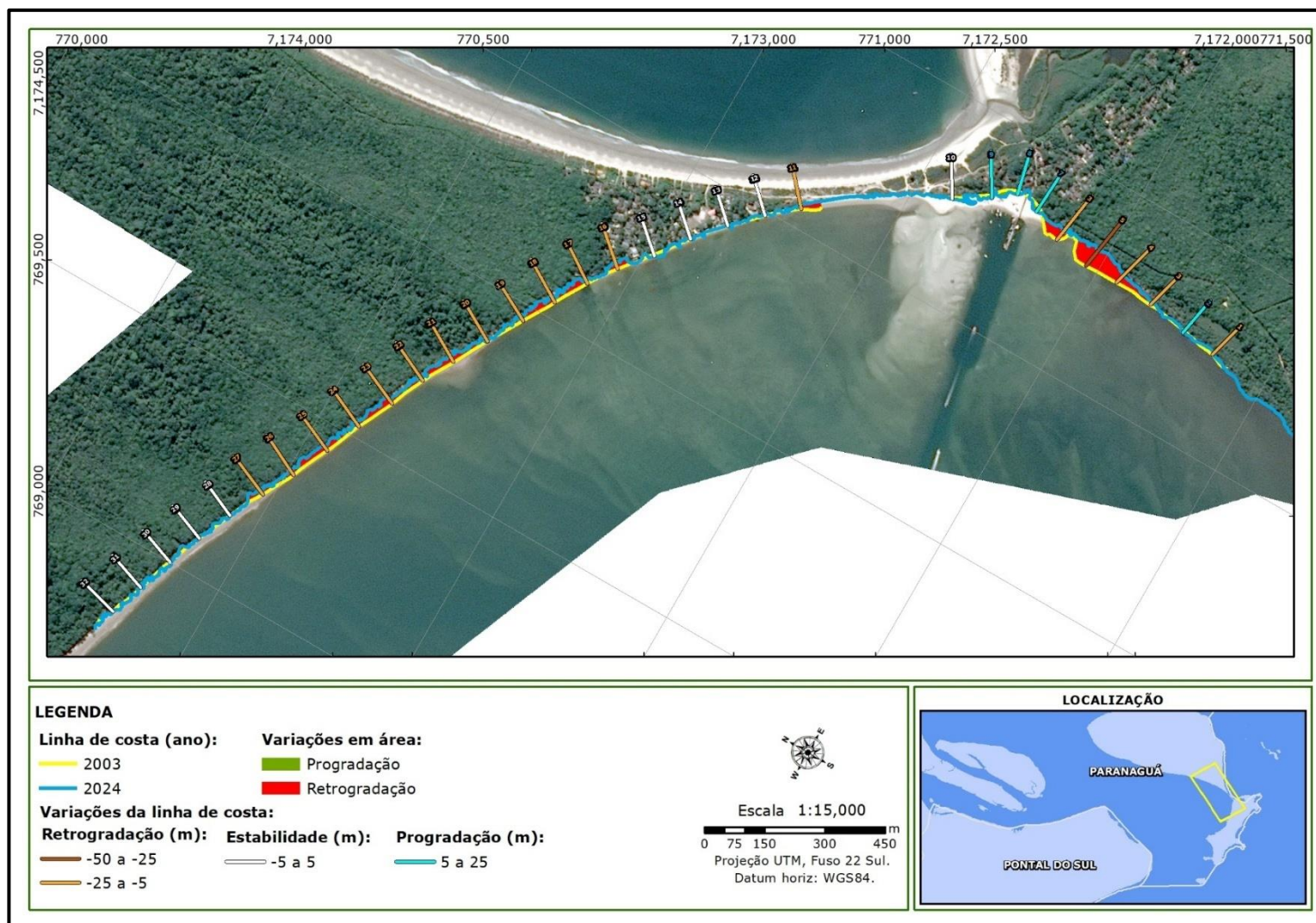




Figura 67 – Variações de linha de costa na porção interna do istmo da Ilha do Mel.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 95/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

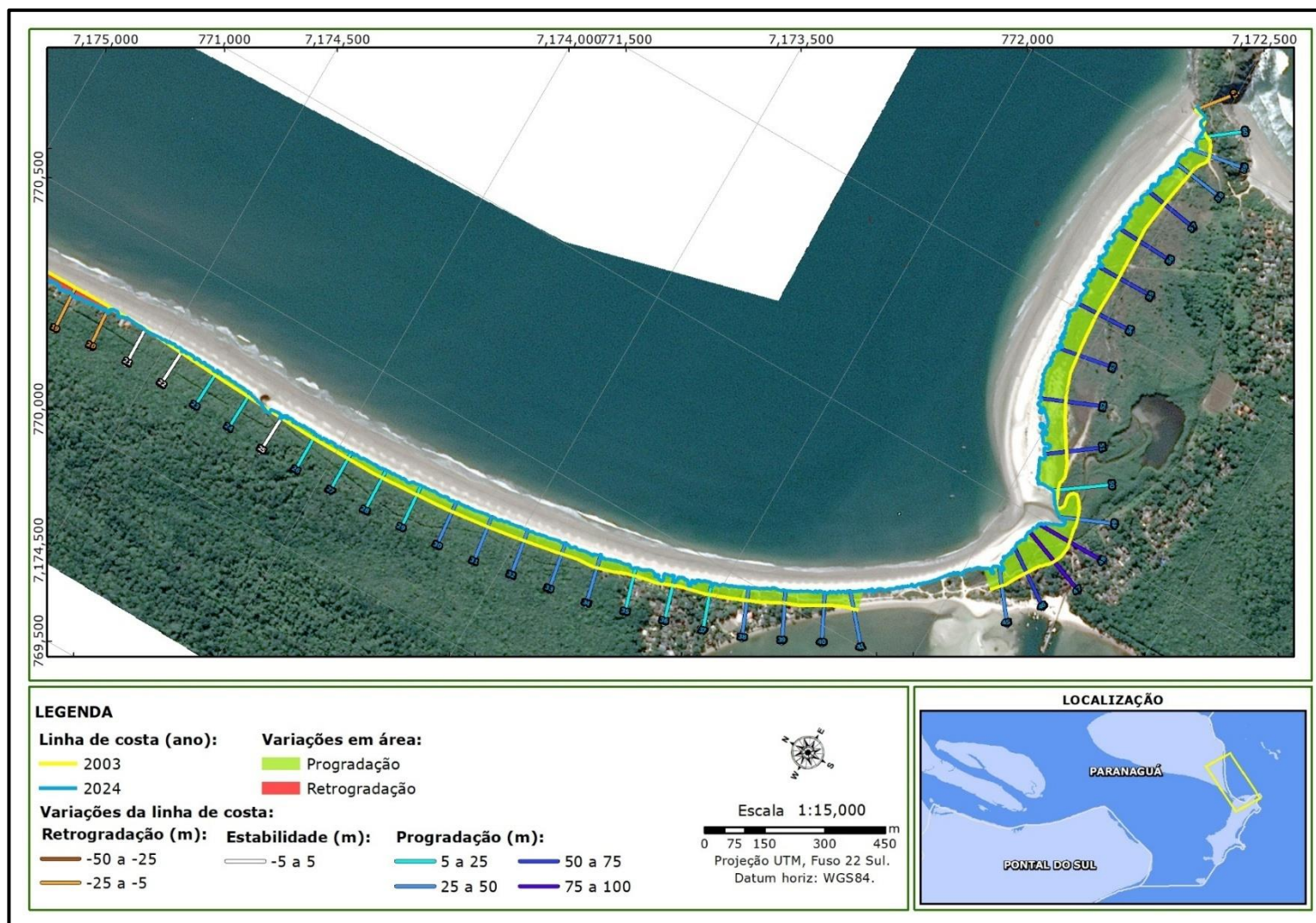




Figura 68 – Variações de linha de costa na Praia do Farol e proximidades do istmo da Ilha do Mel voltada para mar aberto.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 96/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Praia de Fora, Praia Grande, Praia do Miguel e Praia de Fora da Ilha do Mel

As praias de Fora de Brasília, Praia Grande, Praia do Miguel e Praia de Fora de Encantadas, localizadas a sudoeste da Ilha do Mel, estão mais expostas à energia das ondas. Dentre elas, a Praia de Fora de Encantadas encontra-se sob a influência do delta de maré vazante da baía de Paranaguá. Em comum, todas essas praias apresentam predomínio de processos progradacionais, sendo esse efeito mais expressivo na Praia de Fora de Encantadas.

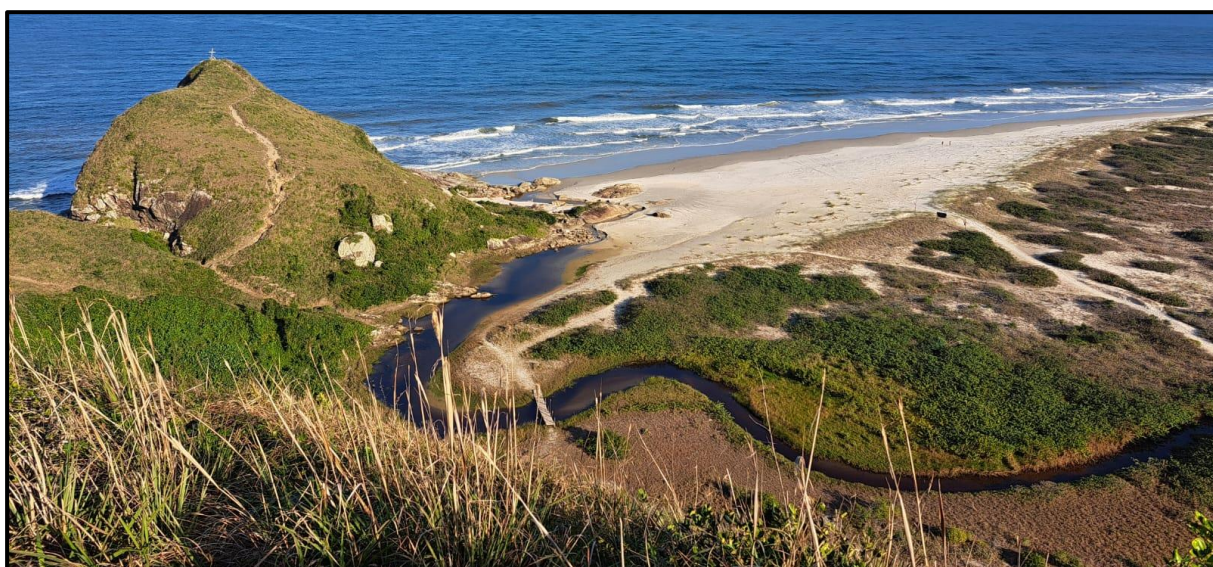




Figura 69 – Praia do Miguel (foto superior) e Praia de Fora de Encantadas (foto inferior), Ilha do Mel.

As figuras a seguir ilustram as variações da linha de costa nas referidas localidades ao longo dos últimos 21 anos (figura 70; figura 71; figura 72).

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 97/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

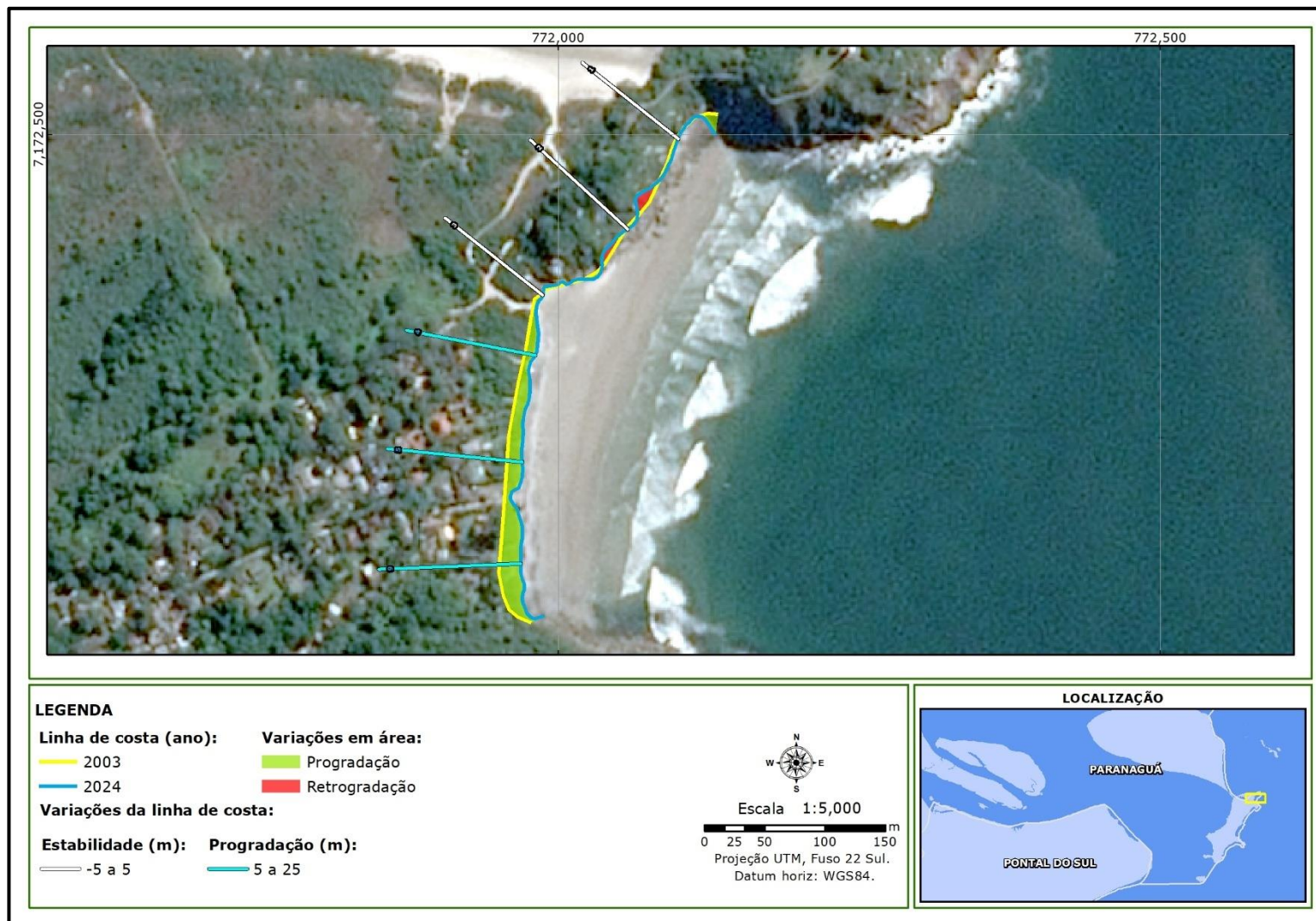




Figura 70 – Variações de linha de costa na Praia de Fora de Brasília, Ilha do Mel.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 98/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

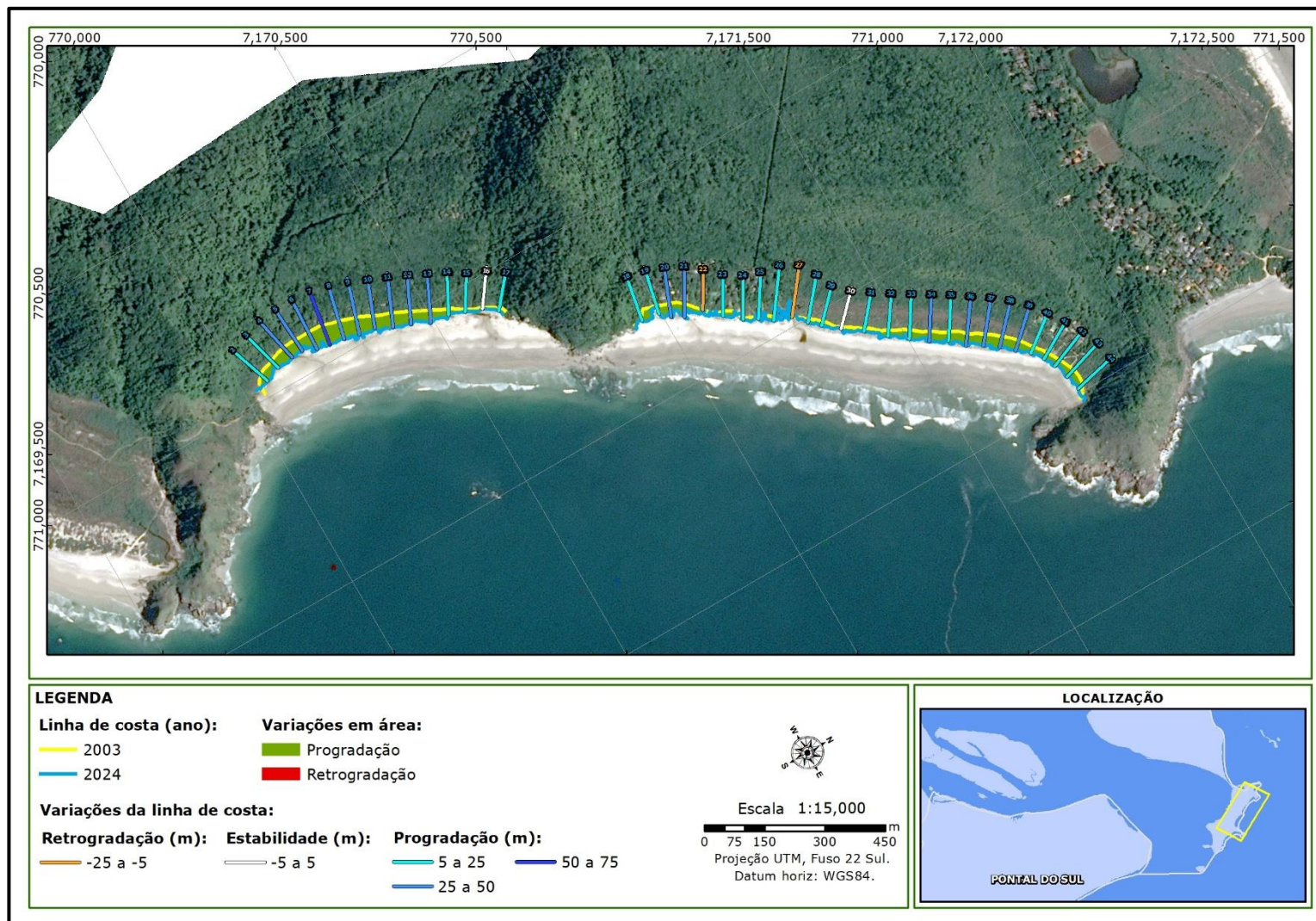


Figura 71 – Variações de linha de costa na Praia Grande e Praia do Miguel, Ilha do Mel.

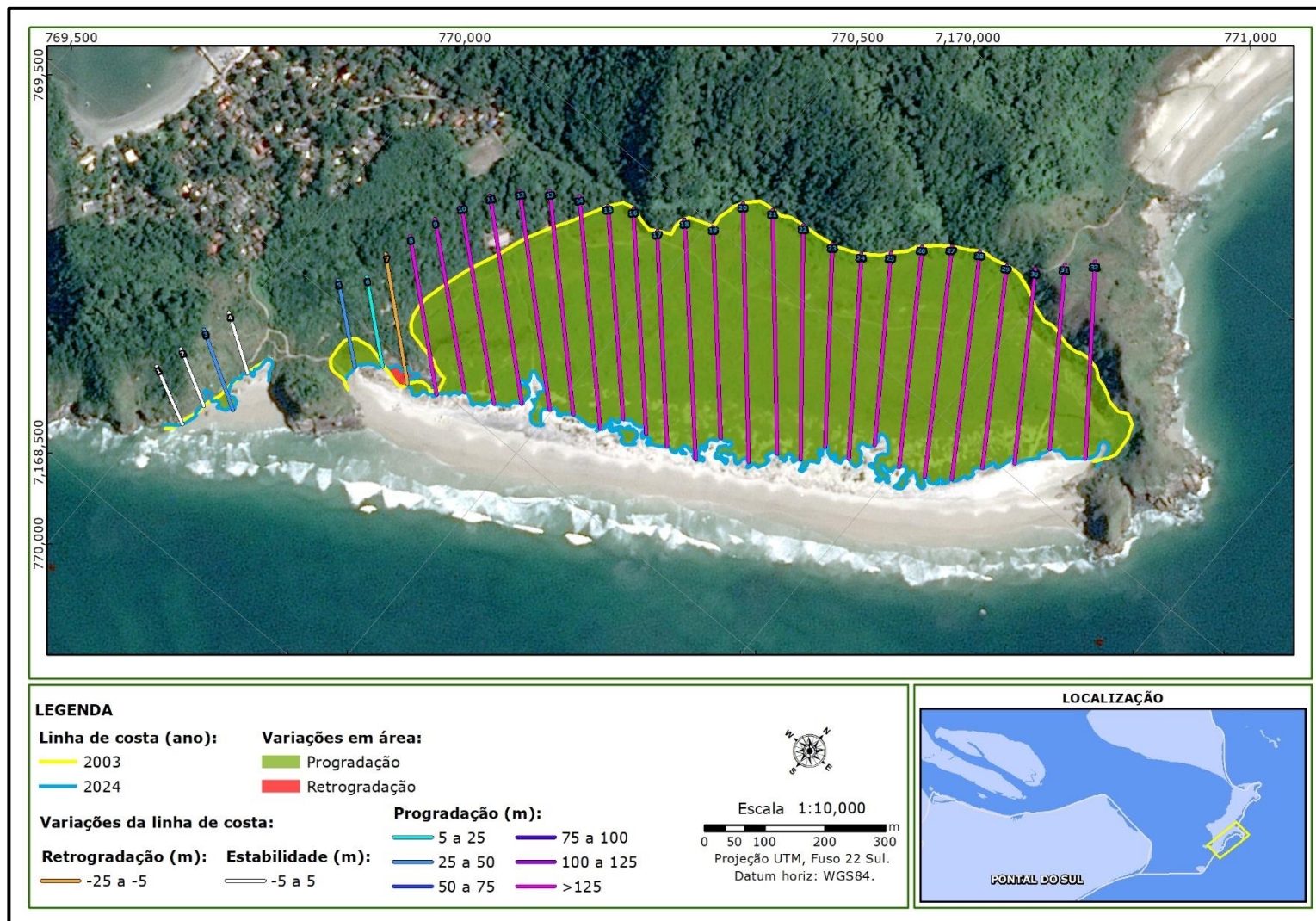




Figura 72 – Variações de linha de costa na Praia de Fora de Encantadas, Ilha do Mel.



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 100/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Praia Interna de Encantadas (Prainha de Encantadas)



A localização da praia interna de Encantadas próxima a desembocadura da baía de Paranaguá e voltada para sul, favorece a propagação das ondas geradas em alto mar, principalmente as geradas em períodos de frente fria provenientes de SO (Oliveira Filho et al, 2021). Quando coincide a incidência de fortes ventos do quadrante sul, com período de preamar de sizígia, ocorrem as “ressacas”, que acabam por atingir os estabelecimentos de comércio localizados a beira mar. Os proprietários instalaram estruturas de madeira para proteção de suas pousadas e restaurantes, avançando em direção à praia, o que refletiu nos dados de análise espacial comparativa entre os anos de 2003 e 2024 como progradação, o que não se reflete de fato, conforme se verificou em campo.



Figura 73 – (A) Proteção costeira realizada por proprietários de comércio na praia de Encantadas; (B) Avanço de estruturas de comércio sobre a praia; (C) Aprofundamento na morfologia de fundo provocado pela movimentação de embarcações próximo à praia.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 101/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

As causas dos processos erosivos nessa localidade ainda precisam ser melhor entendidas. Está em andamento programa de monitoramento de linha de costa da Appa, condicionante 2.13 da LO 1173/2013, que avalia os processos erosivos existentes nessa região e as possíveis correlações com obras de dragagem. No entanto, deve ser levado em consideração o aprofundamento provocado pela intensa movimentação de embarcações no acesso ao trapiche de Encantadas, que pode funcionar como um sumidouro para o sistema, provocando um déficit de sedimentos no local.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 102/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

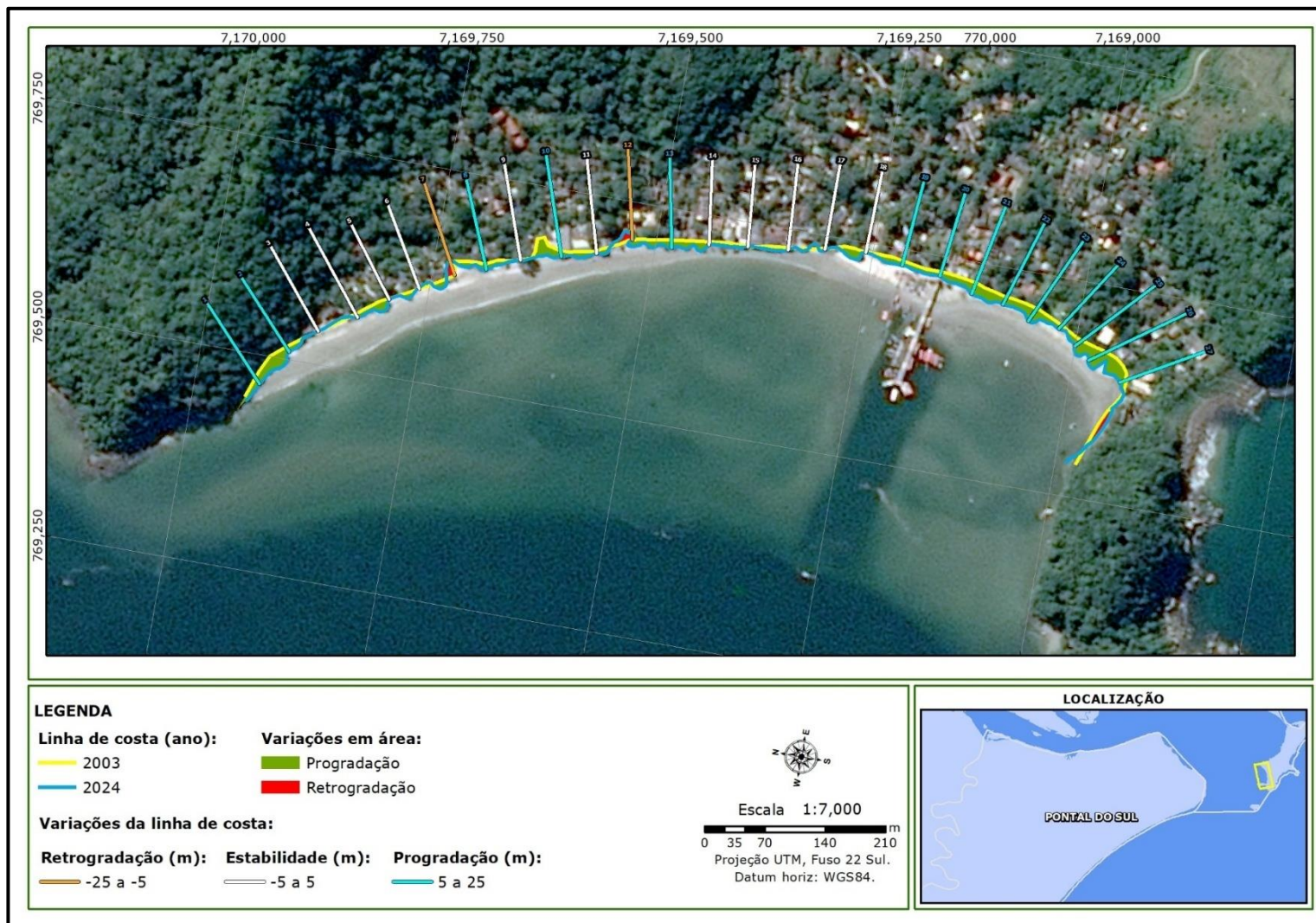




Figura 74 – Variações de linha de costa na praia interna de Encantadas, Ilha do Mel

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 103/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

5.2.3 Praias de Pontal do Paraná

Em Pontal do Sul a faixa costeira voltada para mar aberto apresentou processos progradacionais nos últimos 21 anos (2003 – 2024) e estabilidade nas proximidades da foz do canal DNOS (figura 75 e figura 76).

Entre Pontal do Sul e a Ponta do Poço, no entanto, local conhecido como Pontal II, há processos retrogradacionais mais intensos. Conforme relatado por Angulo (1993), ao comparar fotografias aéreas obtidas nos anos de 1953 e 1980, houve uma mudança de configuração de morfologia costeira em virtude da abertura e estabilização por enrocamento rochoso de um canal de drenagem no final dos anos 1950 (DNOS). Com isso, as áreas a jusante (a oeste do canal) passaram a sofrer déficit sedimentar (Angulo et al, 2018) (figura 77).

Da mesma forma, a construção do píer do estaleiro da Techint na década de 1980 e posterior ampliação nos anos de 2010 provocou erosão a jusante, na praia localizada entre o píer da Techint e a Ponta do Poço, atualmente desabitada (figura 77).

A figura 78 ilustra a região em três momentos distintos, antes da construção do canal DNOS, após a construção, em 1980 e atualmente. A modificação no transporte de sedimentos se reflete até os dias de hoje, pois o déficit sedimentar a jusante do canal continua pelo efeito molhe hidráulico imposto pelo canal DNOS.

A análise realizada com base nas linhas de costa dos anos de 2003 e 2024 indicam que houve retrogradação na linha de costa em determinados trechos que ainda não haviam sido estabilizados. Em outros trechos, a análise indicou estabilidade, porém isto se deve ao fato de que o uso de estruturas de proteção costeira, principalmente blocos de rochas (figura 79), já vem sendo utilizado nessa área há mais de 20 anos pelos proprietários das residências, muitas delas de alto padrão, localizadas a beira mar, as quais estabilizaram o processo de retrogradação.

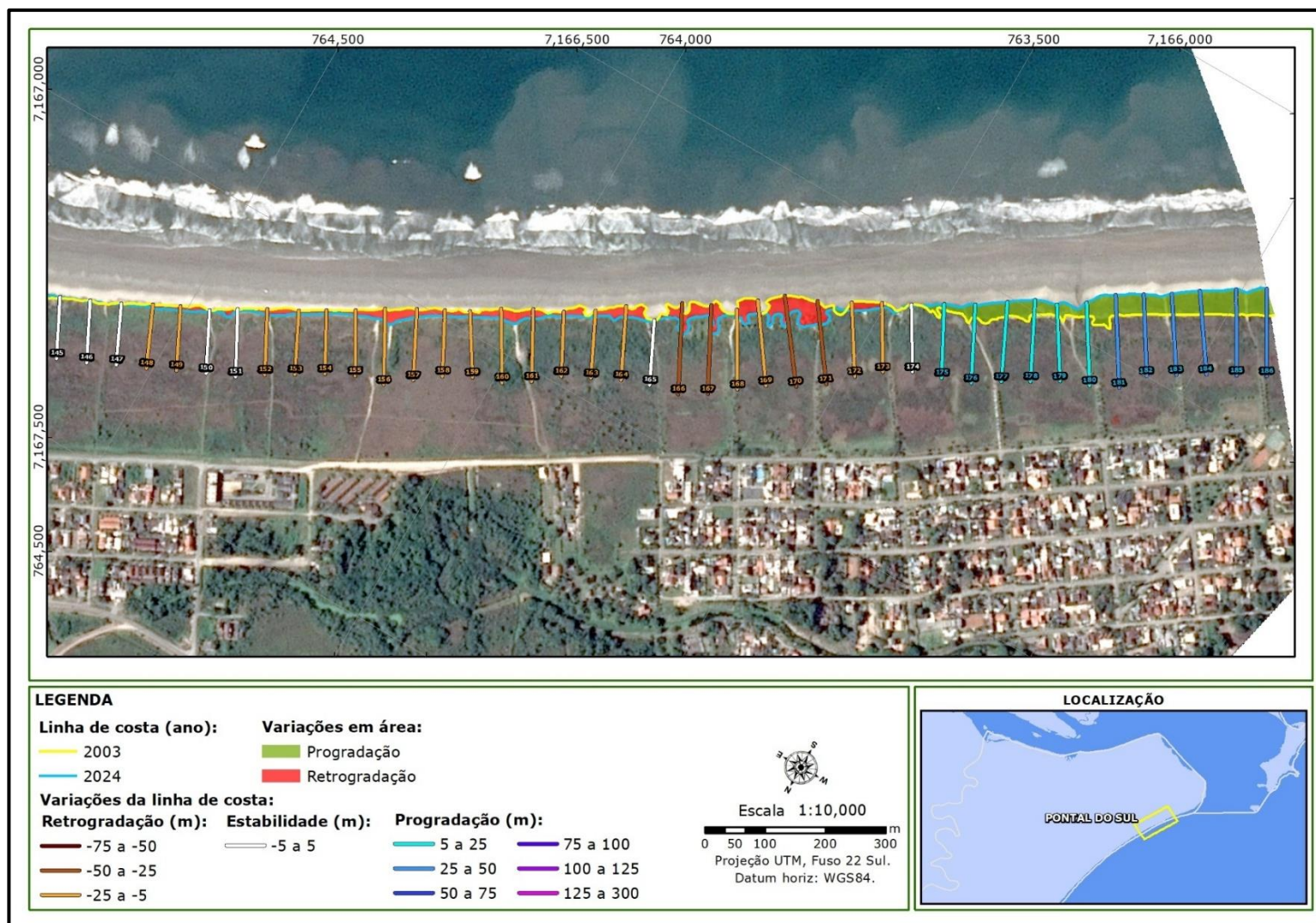


Figura 75 – Variações de linha de costa no Balneário Pontal do Sul – Parte 1.

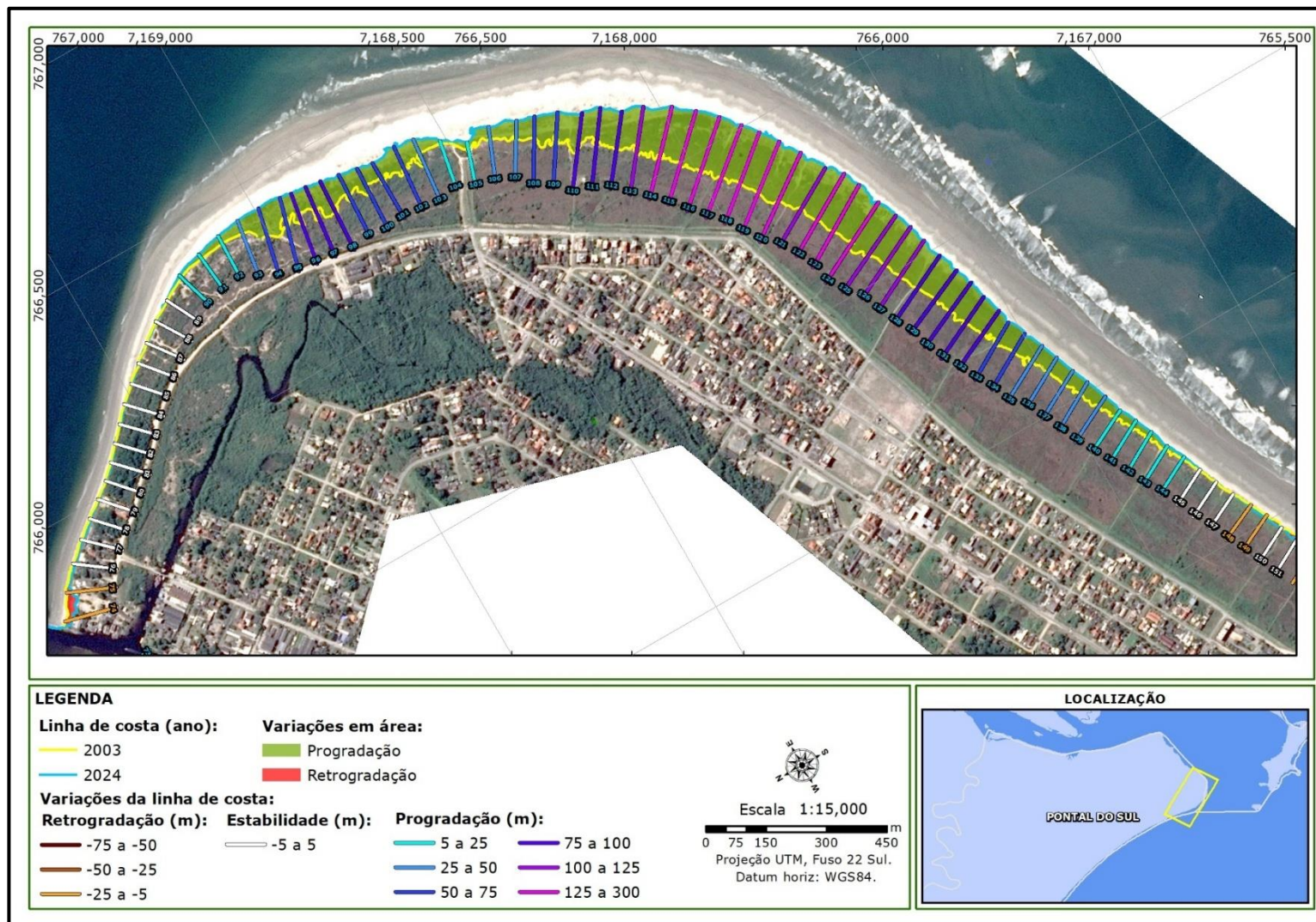


Figura 76 – Variações de linha de costa no Balneário Pontal do Sul – Parte 2.

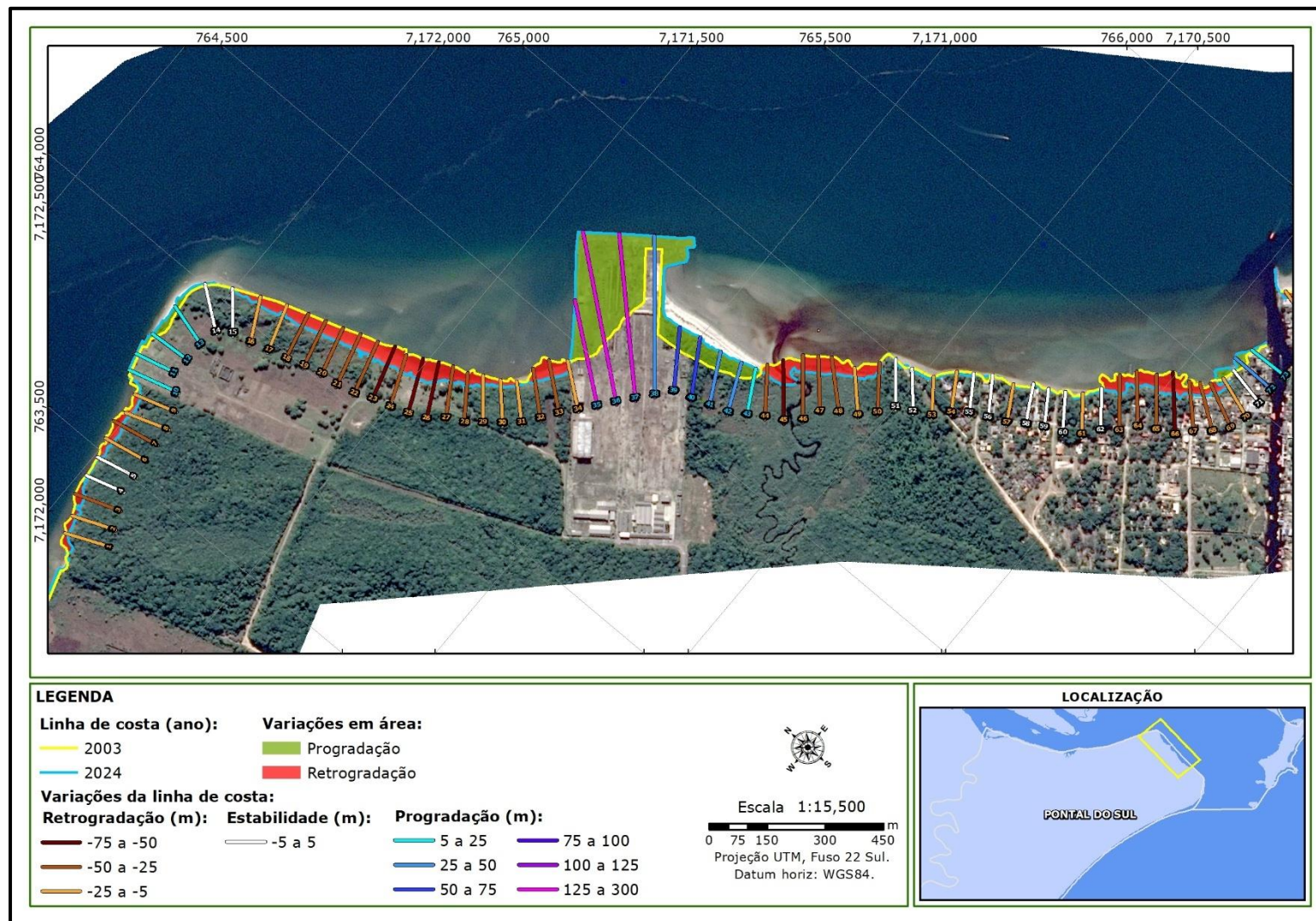


Figura 77 – Variações de linha de costa nas praias de Pontal II e Ponta do Poço, município de Pontal do Paraná.





Figura 78 – Evolução temporal da linha de costa na região localizada entre Pontal do Sul e Ponta do Poço. (A) Fotografia aérea de 1953; (B) fotografia aérea de 1980; (C) Imagem de satélite de 2024.

Fonte: Modificado de Angulo et al., 2018.



Figura 79 – Blocos de rocha e muros de concreto utilizados para estabilização de linha de costa em Pontal II, Pontal do Paraná.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 108/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

5.2.4 Áreas identificadas em processo de erosão costeira e classificação quanto ao grau de risco

Com base na análise das variações da linha de costa entre os anos de 2003 e 2024, juntamente com os indicadores de erosão costeira observados em campo, foram identificadas as áreas em processo erosivo no entorno do canal de navegação dos Portos de Paranaguá e Antonina:

- Praia interna de Encantas, na Ilha do Mel;
- Praia interna do istmo da Ilha do Mel;
- Praia de Pontal II, em Pontal do Paraná;
- Praia da Ponta do Poço, em Pontal do Paraná;
- Praias a noroeste e a sul da Fortaleza, na Ilha do Mel;
- Praias a noroeste da Ilha do Mel;
- Praia estuarina de Piaçaguera, em Paranaguá.

Com base nas observações de campo referentes às características de ocupação e ao grau de comprometimento das residências e da infraestrutura urbana pela erosão costeira, foi elaborada a tabela 16. A classificação de risco adotada considerou os seguintes critérios: **risco alto** quando foram identificadas residências com risco iminente de colapso estrutural devido à erosão; **risco médio** nos casos de perda ou ameaça de perda de território, seja público ou privado; **risco baixo** quando não havia comprometimento estrutural ou perda territorial significativa, ou quando a ocupação era esparsa; e **risco inexistente** nas áreas sem ocupação.

A ocupação foi classificada quanto à densidade em três categorias: **densa**, quando há pouco ou nenhum espaço livre entre as edificações; **moderada**, quando existem espaços vazios frequentes, mas com presença de agrupamentos residenciais; e **esparsa**, quando predominam construções isoladas em meio a grandes áreas desocupadas. Adicionalmente, buscou-se identificar o **tipo de ocupação**, distinguindo entre uso **residencial** (por moradores nativos ou veranistas) e **comercial**. Um resumo dessas informações encontra-se na tabela a seguir (tabela 16).



| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 109/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Tabela 16 – Classificação das praias quanto ao tipo de ocupação e ao grau de risco à erosão costeira.

| Local | Densidade da ocupação | Características | Grau de risco à erosão costeira |
|--|-----------------------|--|---------------------------------|
| Praia Interna de Encantadas na Ilha do Mel | Densa | Comércio (restaurantes e pousadas) | Alto |
| Praias próximas à Fortaleza da Ilha do Mel | Esparsa | Residências e pousadas | Médio |
| Praia interna do istmo da Ilha do Mel | Esparsa | Residências e pousadas | Baixo |
| Praias a noroeste da Ilha do Mel | Inexistente | Não há ocupação no trecho com erosão | Inexistente |
| Praia de Pontal II | Densa | Residências de veranistas | Alto |
| Praia da Ponta do Poço | Inexistente | Não há ocupação | Inexistente |
| Praia de Piaçaguera | Esparsa | Residências de moradores nativos e de veranistas | Médio |

As praias que apresentaram risco alto em relação à erosão costeira foram as praias Interna de Encantadas e Praia de Pontal II e as de risco médio as praias próximas à Fortaleza e a Praia de Piaçaguera, sendo estas elegíveis para a terceira fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado, a qual visa a continuidade do diagnóstico de erosão costeira com monitoramento topobatimétrico in situ e avaliação das características sedimentológicas do perfil praiial.

As praias de Piaçaguera e Interna de Encantadas já são monitoradas no âmbito da LO 1173/2013 no programa de monitoramento de linha de costa (condicionante 2.13), sendo necessário apenas a adequação quanto a periodicidade, que segundo o estudo de uso benéfico do sedimento dragado aprovado pelo Ibama, deve possuir periodicidade semestral e caracterização sedimentológica com amostras coletadas no perfil praiial.

Portanto, para adequar a metodologia das áreas já monitoradas com a metodologia estabelecida para a fase 2, será necessário seguir o estabelecido na tabela 17, aproveitando dos monitoramentos já em curso.





| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 110/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Tabela 17 – Praias elegíveis para a terceira fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado e compatibilidade com os monitoramentos em curso.

| Praia | Local | Monitoramento atualmente realizado | Monitoramento a ser realizado na fase 3 |
|------------------------------------|-------------------|--|--|
| Praia de Piaçaguera | Baía de Paranaguá | Três perfis topobatimétricos realizados anualmente desde o ano de 2021 | 1 campanha de monitoramento anual topobatimétrico e caracterização sedimentológica |
| Praia interna de Encantadas | Ilha do Mel | Dois perfis topobatimétricos realizados anualmente desde o ano de 2024 | 1 campanha de monitoramento anual topobatimétrico e caracterização sedimentológica |
| Praia de Pontal II | Pontal do Paraná | - | 2 campanhas de monitoramentos anuais topobatimétricos e caracterização sedimentológica |
| Praias próximas à Fortaleza | Ilha do Mel | - | 2 campanhas de monitoramentos anuais topobatimétricos e caracterização sedimentológica |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 111/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



5.2.5 Propostas de gerenciamento, controle e mitigação de praias em processo erosivo

Cabe destacar que a alimentação artificial de praia não é a única forma de se combater processos erosivos costeiros. De acordo com Gilbert e Vellinga (1990) existem diversas alternativas para mitigar esses processos, incluindo também a mitigação de riscos relacionados a subida do nível do mar: adaptação, retração, proteção com estruturas fixas e proteção com alimentação praial (CIRM, 2018), conforme será detalhado a seguir.

A **adaptação** consiste na restrição da ocupação por meio do disciplinamento do uso do solo, utilizando instrumentos como o zoneamento urbano, especialmente em áreas suscetíveis a mudanças costeiras. Um exemplo disso é a orla do balneário Pontal do Sul, onde há uma extensa faixa de restinga preservada, que atua como proteção natural da área urbanizada contra possíveis alterações na linha de costa. A **adaptação** também envolve considerar os efeitos adversos do ambiente no planejamento das estruturas, como a construção de casas resistentes ao avanço do nível do mar, ou de ruas e calçadas capazes de suportar a energia das ondas durante os episódios de ressaca.

Retração é a realocação de residências e estruturas para um local seguro, relativamente distante da linha de costa, porém é necessário que se tenha espaço para essa realocação para não gerar outros tipos de conflitos de ocupação. A retração permite que o ambiente se adapte naturalmente às ações dos processos erosivos, porém pode ser bastante oneroso a depender do tipo de habitação.

A proteção por meio de **estruturas fixas** é, na maioria das vezes, uma ação realizada individualmente pelos proprietários dos imóveis afetados. Essa situação foi comum nos casos de remediação de erosão costeira identificados neste estudo. Embora essa técnica tenha como objetivo resguardar as propriedades, ela frequentemente intensifica os processos erosivos no ambiente praial, uma vez que não dissipa adequadamente a energia das ondas.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 112/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Já **alimentação artificial de praias** consiste na adição de sedimentos ao perfil da praia, tanto nas porções submersas quanto nas subaéreas e/ou nas dunas, visando à sua reconstrução. Essa prática também tem como finalidade a manutenção do balanço sedimentar na região.

Gilbert e Vellinga (1990) ainda indicam que **não tomar nenhuma medida** também é uma das opções e se aplica quando nenhuma das outras é possível, viável economicamente ou a medida de controle trará mais impactos do que permitir que o processo ocorra naturalmente.

Atualmente, um novo conceito de medida de controle e prevenção de processos erosivos e da elevação do nível do mar tem sido considerado o mais adequado: trata-se da abordagem conhecida como “**construindo com a natureza**” ou “**soluções baseadas na natureza**”. Essa estratégia utiliza os próprios ecossistemas e estruturas naturais, como manguezais e marismas, que retêm sedimentos em suas raízes, atenuam a energia das ondas de tempestade e ainda oferecem meios de subsistência para a pesca, além de abrigarem uma rica biodiversidade (Banco Mundial, 2018).

Alguns autores consideram que a alimentação artificial de praias também pode ser classificada como uma solução baseada na natureza, pois recompõe um ambiente natural capaz de proteger a infraestrutura urbana contra o avanço do mar (Meullen & Zatten, 2022; Vriend et al., 2014).

Como mencionado, a alimentação artificial de praia é uma das formas de gerenciamento de problemas de erosão costeira, e não a única, sendo necessário a ponderação da aplicabilidade conforme as características da área impactada.

Considerando as diferentes abordagens de gerenciamento da erosão costeira, tanto preventivas quanto de mitigação, e considerando o diagnóstico realizado nesse estudo, buscou-se avaliar a aplicabilidade dos métodos para cada uma das áreas em processo de erosão costeira. Os resultados dessa avaliação são apresentados na tabela 18, a seguir.







| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 113/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Tabela 18 – Avaliação da aplicabilidade dos diferentes métodos de gestão aos problemas relacionados a erosão costeira.

| Praia | Adaptação | Retração | Estruturas fixas | Alimentação artificial | Soluções baseadas na natureza | Não fazer nada |
|---|--|---|---|--|---|---|
| Praia interna de Encantadas na Ilha do Mel | É a remediação utilizada atualmente, em que o comércio local se adaptou aos constantes episódios de ressaca, construindo estruturas fixas e elevadas para impedir o avanço ou destruição pelo mar. | Como 95 % do território da Ilha do Mel é UC, realocar as residências e pousadas pode trazer conflitos com os objetivos dessas UC. No entanto pode ser realizado o disciplinamento do uso em áreas suscetíveis nesta e em outras praias da Ilha, impedindo novas ocupações em área de risco. | Método já utilizado para proteger a estrutura física dos estabelecimentos, porém não recupera a praia, o que deve ser considerado já que a Ilha do Mel é um atrativo turístico. | Reestabelece o equilíbrio sedimentar da praia, no entanto pode assorear o canal de acesso das embarcações ao trapiche. Caso essa seja uma opção adotada, deve ser reconsiderado o local onde o trapiche se encontra. | É possível que o reestabelecimento da morfologia de fundo original no canal de acesso ao trapiche propicie o equilíbrio sedimentar na praia. Para isso é necessário reconsiderar o local onde está posicionado o trapiche. | Impacto dos processos erosivos nos imóveis a beira mar. |
| Praia de Pontal II em Pontal do Paraná | É a remediação utilizada atualmente, sendo empregado a mais de 2 décadas blocos de rocha na tentativa de estabilizar a linha de costa. | Alto valor dos imóveis situados na região torna essa opção custosa, além disso, não resolve o problema, pois o déficit sedimentar existente na região continuará existindo. | Utilizado há pelo menos duas décadas como forma de remediação. Vem protegendo as propriedades, porém não as praias. | Reestabelece o equilíbrio sedimentar da praia, porém pode ser necessária recomposições periódicas. | Após a alimentação artificial, pode ser avaliado a recomposição vegetal com espécies mais adequadas para o ambiente (restinga, marisma ou manguezal). | Agravamento do problema e destruição dos imóveis a beira mar. Continuidade do problema. |
| Praia da Ponta do Poço em Pontal do Paraná | Atualmente não possui residências ou infraestrutura urbana. Caso seja reocupada, considerar distância segura da faixa praial. | Já realizada anteriormente, porém por necessidade distinta a processos de erosão costeira e/ou subida do nível do mar. | Avaliável somente se o processo erosivo esteja atualmente em curso para resguardar áreas/territórios para futuros usos. | Reestabelece o equilíbrio sedimentar da praia, porém pode ser necessária recomposições periódicas. | Após a alimentação artificial, pode ser considerada a recomposição vegetal com espécies de restinga. | Como não há ocupações ou infraestrutura, medida mais adequada para o momento. |
| Praias a noroeste e sul da Fortaleza Nossa Senhora dos Prazeres na Ilha do Mel | É a remediação utilizada atualmente pelos proprietários, com muros de madeira construídos na frente das residências | Como 95 % do território da Ilha do Mel é UC, alocar as residências e pousadas pode trazer conflitos com os objetivos dessas UC. No entanto pode ser realizado o disciplinamento do uso em áreas suscetíveis nesta e em outras praias da Ilha, impedindo novas ocupações em área de risco. | Utilizado pelos proprietários com materiais leves como madeira e sacos de areia, porém, não é capaz de frear o processo erosivo caso venha a se agravar. Muros de concreto e espigões podem ser mais efetivos, porém podem transferir o problema para outras áreas. | Reestabelece o equilíbrio sedimentar da praia, porém pode ser necessária recomposições periódicas. Dificuldade logística pela distância do canal de navegação. | Recomposição de restinga e dunas frontais sobretudo no período do verão, em que ocorre menor intensidade de ondas e ventos fortes, formando estoque sedimentar para os demais períodos em que é mais frequente a incidência de marés meteorológicas (ressacas). | Provável destruição dos imóveis a beira mar. |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 114/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

| Praia | Adaptação | Retração | Estruturas fixas | Alimentação artificial | Soluções baseadas na natureza | Não fazer nada |
|--|---|---|---|---|--|---|
| Praia estuarina de Piaçaguera no município de Paranaguá | As residências mais ameaçadas utilizam-se dessa remediação, pois estão apoiadas sobre pilares e/ou foram construídos muros para conter o avanço do mar. As adaptações necessitam de manutenções constantes. | Como são algumas residências que estão em condição de maior risco, a retração pode ser a opção mais barata e mais benéfica para o local. É necessário realizar disciplinamento da ocupação e proibição de construção de residências e estruturas de lazer de particulares sobre a faixa de praia pois a costa é naturalmente erosiva e novos problemas erosivos podem vir a surgir. | Algumas ações individuais de contenção já foram realizadas por alguns proprietários, porém, essa ação pode transferir problemas erosivos para outras áreas. | É possível que seja necessário a utilização de obras rígidas transversais para conter o material da engorda. Necessário avaliar assoreamento do canal de navegação e área de fundeio a partir do material utilizado na engorda. | Propiciar o recobrimento da planície de maré por espécies vegetais de manguezais e marismas pode retardar os processos erosivos atuantes. Essa recomposição pode ser feita de maneira complementar com alimentação de sedimentos areno-lodosos advindos da dragagem. | Como consequência algumas residências mais ameaçadas podem vir a ruir. A ausência de disciplinamento de uso do solo pode propiciar que mais estruturas sejam construídas sob área de risco. |
| Porção norte da área interna do istmo da Ilha do Mel | É a forma de remediação atualmente utilizada por proprietários através do emprego de muros de madeira na tentativa de estabilizar processos erosivos. | Como 95 % do território da Ilha do Mel é UC, alocar as residências e pousadas pode trazer conflitos com os objetivos dessas UC. No entanto pode ser realizado o disciplinamento do uso em áreas suscetíveis nesta e em outras praias da Ilha, impedindo novas ocupações em área de risco. | Algumas ações individuais de contenção já foram realizadas por alguns proprietários, porém, essa ação pode transferir problemas erosivos para outras áreas. | Por se tratar de uma pequena área com poucas residências, a alimentação artificial pode vir a ser um impacto maior do que o próprio processo erosivo que está em curso. | Avaliar a recomposição da morfologia de fundo de toda a área do Saco do Limoeiro e reconsiderar local onde está posicionado o trapiche e canal de acesso a Nova Brasília. | Local sofre intensa dinâmica, com períodos de progradação e retrogradação. Pode ser a melhor opção pois é possível que o processo atante se reverta. |
| Praias da porção sudoeste da Ilha do Mel | Não aplicável por não haver ocupação ou infraestruturas. | Como não há ocupação, o disciplinamento do uso impede que ocupações se estabeleçam em área de risco | Não aplicável por não haver ocupação ou infraestruturas. | Não aplicável por não haver ocupação ou infraestruturas. | Não aplicável por não haver ocupação ou infraestruturas. | Alternativa utilizada atualmente pois o processo de erosão costeira não gera impactos ou transtornos |

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 115/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

5.2.6 Propostas de uso benéfico do sedimento dragado

Considerando as áreas identificadas em processo erosivo e as diferentes formas de gerenciamento, sugere-se a aplicabilidade do uso benéfico do sedimento dragado na recomposição da praia de Pontal II, a qual apresenta processo erosivo não reversível provocado por intervenção antrópica na costa. Esta praia fica próxima às áreas fonte de sedimento, sendo a 1,6 km da área Bravo 1 e cerca de 7 km da área Alfa. Simões Neto (2017, 2021) também considerou a praia de Pontal II como propícia ao recebimento de material dragado para recomposição da faixa de areia (figura 80).

Outras praias em processo erosivo, como aquelas próximas à Fortaleza Nossa Senhora dos Prazeres, na Ilha do Mel, também podem ser beneficiadas com a deposição de sedimentos dragados para fins de recuperação. No entanto, uma alternativa mais viável pode ser a realocação das residências localizadas em áreas críticas. Na Praia Interna de Encantadas, a alimentação artificial de praia também é uma possibilidade, desde que haja ajustes no posicionamento do trapiche, a fim de evitar o assoreamento do canal de acesso às embarcações de turismo e impedir que o canal atue como um sumidouro de sedimentos do sistema.

Na praia de Piaçaguera, onde o processo erosivo parece estar relacionado às correntes de maré vazante e à configuração da costa em um dos estreitamentos da Baía de Paranaguá, a alimentação artificial de praia provavelmente exigirá a implantação de estruturas rígidas complementares, perpendiculares à linha costeira, para garantir a retenção do sedimento, além da manutenção da vegetação nativa. No entanto, essa solução pode acarretar impactos ambientais locais ou em áreas adjacentes. Assim como nas praias próximas à Fortaleza, na Ilha do Mel, uma alternativa potencialmente mais eficaz seria a realocação das moradias em risco iminente, aliada a medidas de ordenamento do uso e ocupação do solo, principalmente quanto a construção de habitações da população não residente.

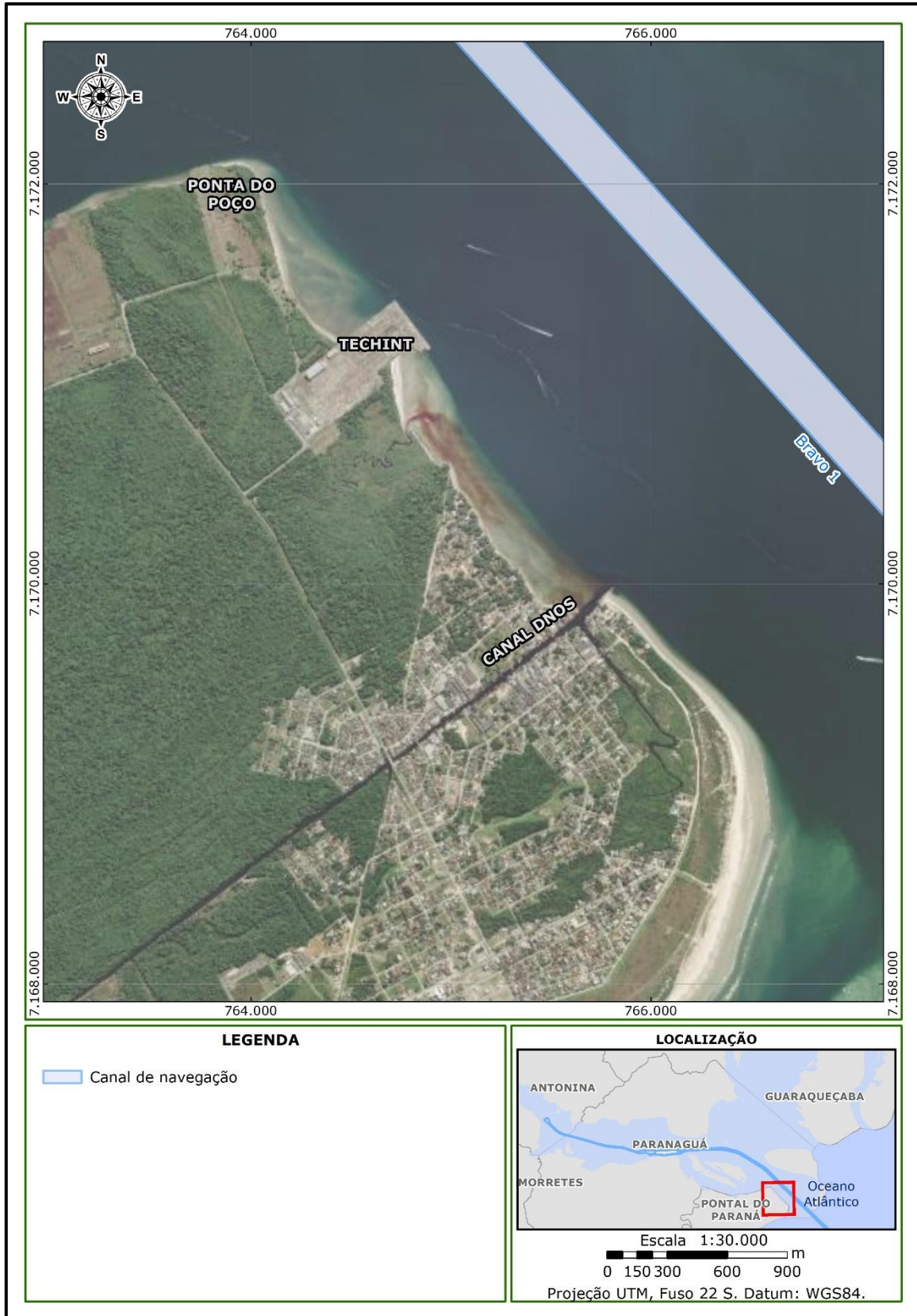






Figura 80 – Praia de Pontal II, elegível para recebimento de sedimento marinho dragado para recuperação do déficit sedimentar.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 117/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Além da recuperação de praias, há um potencial uso do sedimento dragado para recomposição de áreas degradadas por antigas escavações de areia no município de Paranaguá, as quais encontram-se atualmente recobertas por água do lençol freático aflorante (figura 81). Essas áreas encontram-se próximas entre si e ao estuário, o que facilitaria a disposição do material.

No entanto este uso carece de mais estudos sobre quais impactos socioambientais pode trazer para aquela região, como exemplo, qual o impacto do sedimento salino pode trazer para as águas subterrâneas ou qual impacto esta operação pode trazer para a comunidade do entorno, bem como interesse por parte do proprietário/empresa desses locais.

Caso essa alternativa se apresente viável, o local pode ser novamente utilizado como uma cava de exploração de areia, constantemente preenchido com sedimento oriundo das dragagens da área portuária e, a partir disso, os usos podem ser diversos, nas diferentes aplicações para a construção civil.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 118/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

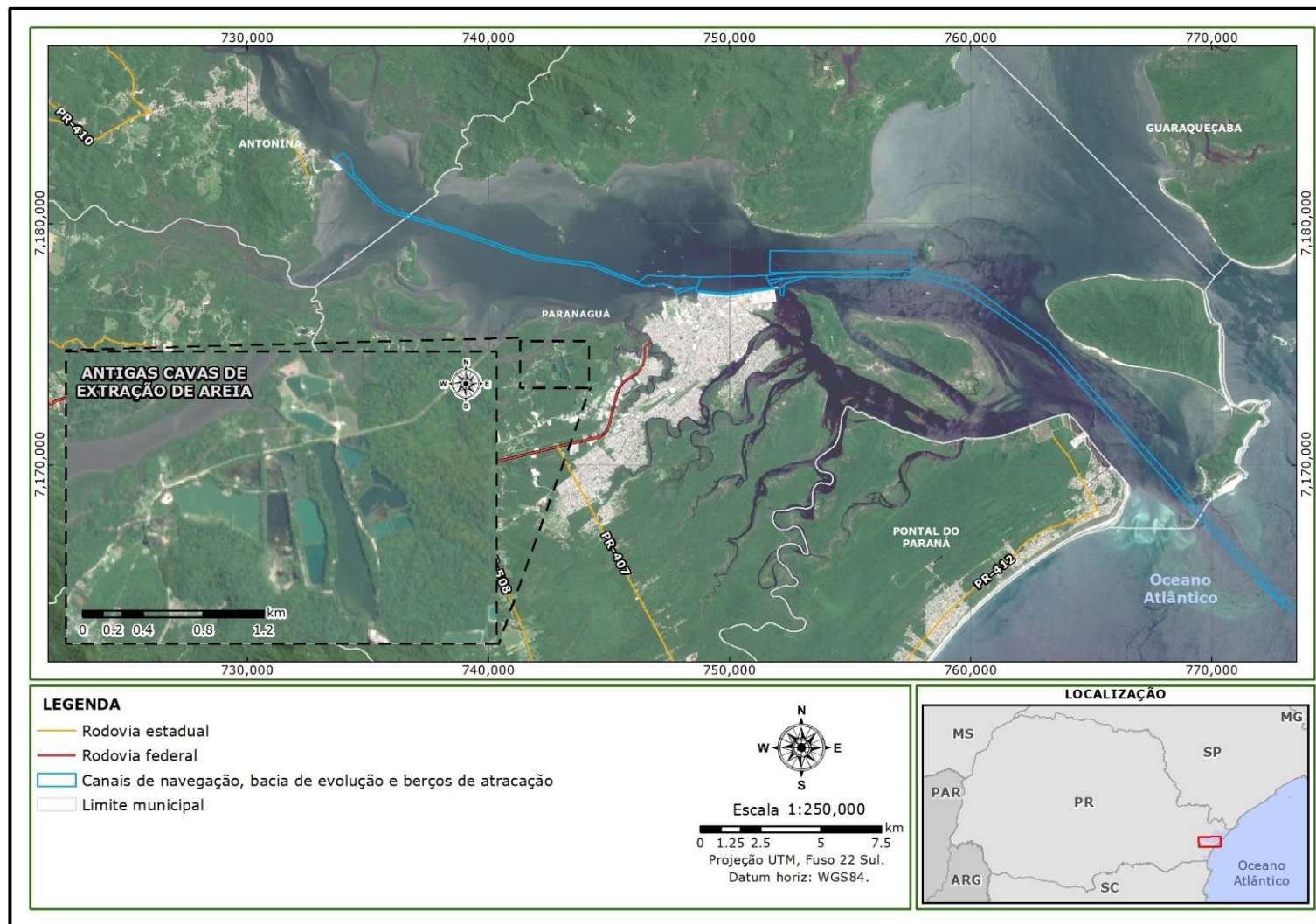




Figura 81 – Antigas cavas de exploração de areia nas imediações de Paranaguá, local sugerido para recebimento do material dragado.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 119/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS



Considerando os dados do monitoramento de caracterização do sedimento nas áreas onde ocorrem as dragagens de manutenção, os resultados das análises químicas indicam uma boa qualidade do sedimento, com ocorrências pontuais de concentrações ligeiramente superior ao nível 1, porém abaixo do nível 2 em apenas duas amostras dentre 158 consideradas, localizados nas áreas Bravo e Charlie. De acordo com a Resolução Conama nº 454/2012 os contaminantes em questão, zinco e cobre, embora com concentrações acima do Nível 1, não são impossibilitados de ser dispostos no ambiente marinho.

A análise dos resultados do programa de monitoramento da qualidade do sedimento da LO 1173/2013, os quais, compreendem uma série de dados de 11 anos de informações levantadas a cada trimestre, indicam ocorrências pontuais de contaminação não recorrentes em campanhas posteriores, atestando a boa qualidade dos sedimentos.

Os resultados das análises físicas das amostras de sedimento indicam que, embora as áreas Charlie e Fundeio 6 apresentem frações de areia, esclarece-se que as áreas Alfa, Bravo 1 e Bravo 2 apresentam as maiores proporções de frações arenosas e, devido a isso, tornam seus sedimentos mais adequados para uso em projetos de recuperação de praias. Contudo, a compatibilidade entre o material das jazidas e as praias de destino serão avaliadas nas Fases 3 e 4 do presente estudo.

Considerando o volume dragado em cada uma dessas áreas, é possível afirmar que a área Alfa possui maior abundância de sedimentos a serem dragados e, portanto, pode ser considerada como a maior jazida de oportunidade para fins de recuperação de praias em processo erosivo.

De acordo com a metodologia adotada de identificação de áreas em processo erosivo, considerando as variações de linha de costa na análise temporal de 21 anos e, a partir da avaliação in situ das áreas a partir de indicadores de erosão costeira, foram identificadas algumas praias que se encontram em processo erosivo, sendo estas

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 120/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



localizadas principalmente na desembocadura da Baía de Paranaguá, sendo elas: Praia interna de Encantas, na Ilha do Mel; Praia interna do istmo da Ilha do Mel; Praia de Pontal II, em Pontal do Paraná; Praia da Ponta do Poço, em Pontal do Paraná; Praias a norte e a sul da Fortaleza, na Ilha do Mel; Praias a noroeste da Ilha do Mel; Praia estuarina de Piaçaguera, em Paranaguá.

A Praia da Ponta do Poço e a parte identificada com erosão da praia a noroeste da Ilha do Mel não possuem ocupação, portanto apesar da erosão costeira identificada, não há um conflito ou um risco existente à ocupação.

A praia de Piaçaguera localizada dentro do estuário apresenta ocupação esparsa majoritariamente de residências da comunidade local. Os principais locais ameaçados pela erosão costeira são áreas não edificadas como trilhas e imediações das residências, já que as habitações estão em uma posição relativamente segura da linha de costa. No entanto, há algumas residências ameaçadas por processos erosivos de proprietários não residentes na comunidade.

Na Ilha do Mel, na localidade de Nova Brasília, a porção interna do istmo apresenta áreas com processo erosivo tanto ao norte quanto ao sul. Ao Norte, embora existam algumas residências, não foram identificados riscos iminentes associados à erosão. Já nas proximidades da Fortaleza Nossa Senhora dos Prazeres, especialmente ao norte do forte, há residências localizadas em áreas de risco iminente. Na localidade de Encantadas, a praia interna, voltada para o trapiche de acesso à localidade apresenta processo erosivo, embora a linha de costa apresenta-se estabilizada.

Em Pontal do Paraná, no balneário Pontal do Sul, há trechos identificados com processo erosivo na praia voltada para mar aberto, porém há uma extensa faixa de restinga protegendo a urbanização de eventuais agravamentos do processo. No trecho entre o canal DNOS e a Techint, local conhecido como Pontal II, há um processo erosivo em curso há pelo menos seis décadas decorrente do efeito molhe hidráulico provocado pelo canal, construído no final dos anos 1950 (Angulo, 2018), provocando déficit sedimentar nestas praias.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 121/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



Assim, sugere-se como áreas elegíveis para a terceira fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado, a qual visa a continuidade do diagnóstico de erosão costeira com monitoramento topobatimétrico in situ, as seguintes áreas: Praia de Piaçaguera; Praia Interna de Encantadas; Praia de Pontal II em Pontal do Paraná e praias próximas à Fortaleza, na Ilha do Mel. Esta última, entretanto, está localizada no entorno de uma Unidade de Conservação de proteção integral (Estação Ecológica da Ilha do Mel), sendo recomendada a obtenção de consentimento do órgão gestor da unidade antes da continuidade dos estudos.

Cabe destacar que a Praia de Piaçaguera e a Praia Interna de Encantadas já são monitoradas periodicamente pelo programa de monitoramento da LO do Porto de Paranaguá (LO 1173/2013, condicionante 2.13), sendo necessário a complementação de estudos da granulometria do perfil praiial e a adequação da periodicidade para monitoramentos semestrais nos períodos de verão e inverno.



Além do uso em recuperação de praia, sugere-se a avaliação da aplicabilidade do uso do material dragado para recobrimento das antigas cavas de exploração de areia em Paranaguá, tanto para recuperação de área degradada como para reutilização na construção civil. No entanto esta alternativa precisa ser avaliada quanto a viabilidade econômica, ambiental e de interesse/autorização das empresas/proprietários desses locais.

Conforme descrito por Carreira et al. (2025), existe uma percepção social negativa sobre o uso de sedimento marinho dragado em projetos com envolvimento humano direto. A mudança dessa percepção deve vir por meio da pesquisa e da comunicação transparente com o público sobre os reais impactos (caso existam). Talvez um dos fatores mais limitantes para a mudança de práticas seja o baixo custo econômico do despejo de sedimentos no mar, que na maioria dos casos é inferior ao custo de seu uso benéfico. Por isso, é necessário criar estímulos que promovam a transição do despejo no mar para práticas sustentáveis que aproveitem esse recurso valioso.

Além disso, é importante conectar oferta/extração com demanda/destinação, ou seja, ligar aqueles que dragam sedimentos sistematicamente, como os portos, na manutenção dos acessos aquaviários, a projetos que possam utilizá-los. As

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 122/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

autoridades responsáveis devem avaliar, caso a caso, esses esforços e estabelecer diretrizes claras (Carreira et al. 2025).

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 123/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

7 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Amar M.; Benzerzour M.; Safhi A. E. M; Abriak N. E. 2018. **Durability of a cementitious matrix based on treated sediments**. Case Studies in Construction Materials 8:258–276.

Angulo R. J.; Souza, M. C.; Muller, M. E. J; Noernberg M. A.; Oliveira L. H. S.; Soares, C. R; Borzone, C. A.; Marone E. 2018. **Panorama da erosão costeira no Brasil. Paraná**. (org. Dieter Muehe). Brasília, DF.

Carrera, C., Bollwerk, S. M., Lønborg, C. 2025. **A review on beneficial use of dredged marine sediment**. Anthropocene Coasts. (2025) 8:12.



CEDA. 2019. **Sustainable management of the beneficial use of sediments**. A case-studies review. Sustainable Management of the Beneficial Use of Sediments.

CIRM. Comissão Interministerial para Recursos do Mar. 2018. **Guia de diretrizes de prevenção e proteção costeira**. Brasília, DF.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2004. **Resolução Conama nº 454/2004** - Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional.

EPA/USACE. 2007. **Identifying, planning, and financing beneficial use projects using dredged material - beneficial use planning manual**. Washington, DC.

Gilbert, J.; Vellinga, P. **Strategies for adaptation to sea level rise**. Report of the Coastal Zone Management Subgroup, Intergovernmental Panel on Climate Change, World Meteorological Organization and U.N. Environmental Programme. Netherlands, 1990.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 124/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

Harrington J., Murphy J., Coleman M., Jordan D., Debuigne T., Szacsuri G. 2016. **Economic modelling of the management of dredged marine sediments**. *Geology, Geophysics & Environment* 42:311.

Manning W., Scott C., Leegwater L. 2021. **Restoring estuarine and coastal habitats with dredged sediment: a handbook**. Bristol, UK.

Oliveira Filho, S.R.; Reis, F.B.; Fernandez, G.B.; Santos, C.S; Lima, L.S.; Fonseca, E.M. 2021. **Morfodinâmica de praias estuarinas de baixa energia durante dragagem de aprofundamento do canal da Galheta, Paranaguá-PR**. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.14, n.04 (2021) 1924-1940.

Ulibarri N, Goodrich KA, Wagle P, Brand M, Matthew R, Stein ED, Sanders BF. 2020. **Barriers and opportunities for beneficial reuse of sediment to support coastal resilience**. *Ocean Coast Manag* 195.



Luijendijk A, Hagenaars G., Ranasinghe R., Baart F., Donchyts G., Aarninkhof S. 2018 **The State of the World's Beaches**. *Sci Rep* 8.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2018. **Panorama da erosão costeira no Brasil** (org. Dieter Muehe). Brasília, DF.



Simões Neto, J. A. 2021. **Aplicação e usos benéficos dos sedimentos de dragagem dos portos nas baías de Paranaguá-PR e Babitonga-SC**. Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Geologia. Curitiba-PR.

Simões Neto, J. A.; Souza, M. C.; Trzaskoscg, B.; Angulo, R. J.; Besser, M. L. 2017 **Possibilidade de aproveitamento dos sedimentos de dragagem do porto de Paranaguá**. *Quaternary and Environmental Geosciences*, DOI:10.5380/abequa.v8i2.54333.


Souza, C. R. G. 2009. **A Erosão Costeira e os Desafios da Gestão Costeira no Brasil**. *Revista de Gestão Costeira Integrada*. 9(1):17-37. https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-147_Souza.pdf.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 125/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |



WENTWORTH, C. K. 1922. **A scale of grade and class terms for clastic sediments.**
The Journal of Geology, v.30, n.5, p.377–392.

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | ESTUDO DE VIABILIDADE | Pág.: 126/9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | Código: RT-APPA-SGI-250 | |

8 RESPONSABILIDADE

| | |
|---|---|
|  | Responsabilidade pela elaboração do documento |
| | <p>Razão social: Assessoria Técnica Ambiental Ltda. Nome fantasia: Cia Ambiental CNPJ: 05.688.216/0001-05 Endereço: Rua Lysimaco Ferreira da Costa, nº 101, Centro Cívico, Curitiba, PR. CEP: 80530-100. Telefone/fax: (41) 3336-0888 E-mail: ciaambiental@ciaambiental.com.br Registro do CREA: PR-41043</p> |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Responsável técnico pelo documento: | Marcelo Eduardo José Müller |
| Titulação profissional: | Oceanógrafo, Msc. em Geologia |
| Registro profissional/visto: | Aoceano 2117 |
| Telefone: | (41) 3336-0888 |
| Telefone celular: | (41) 9264-1356 |
| E-mail: | marcelo.muller@ciaambiental.com.br |

| | | | |
|---|-----------------------------|----------------|---|
|  | SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO | Rev.: 00 |  |
| | PLANO DE TRABALHO | Ap./An.: 9-127 | |
| Execução da 1ª e 2ª fase do estudo de uso benéfico do sedimento dragado | | | |

9 APÊNDICE E ANEXO

Anexo 1 – Banco de dados da qualidade do sedimento e gráficos de concentração

Anexo 2 – Relatório fotográfico das vistorias realizadas nas praias para avaliação dos processos erosivos identificados por sensoriamento remoto.

Anexo 3 – Declaração de responsabilidade técnica (DHT) e Cadastro Técnico Federal (CTF) Ibama.