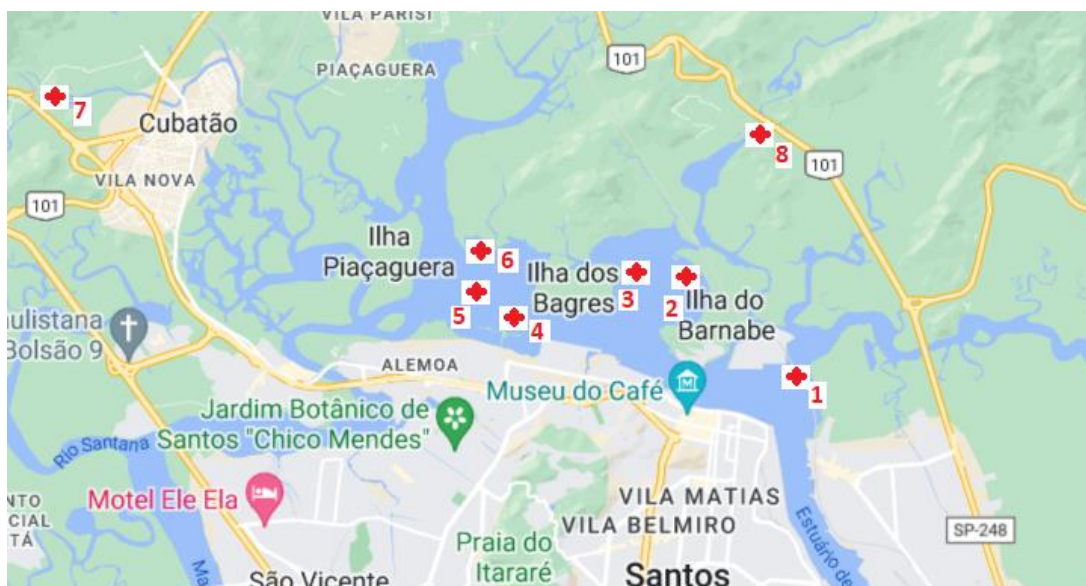


MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO DIFUSA NAS FONTES DE CORPOS DE ÁGUA DOS RIOS CUBATÃO, JURUBATUBA E ILHA BARNABÉ

1. APRESENTAÇÃO

O empreendimento **2018-BS_COB-85**, Contrato FEHIDRO Nº 181/2019, coordenado pelo Prof. Dr. Hirochi Yamamura, Universidade Católica de Santos, teve como objetivo realizar 18 meses de amostragem, contemplando 1 (uma) amostragem por mês, em média, em 8 (oito) pontos, do Rio Cubatão até o Estuário de Santos na confluência do Rio Jurubatuba, próximo à Ilha do Barnabé (Figura 1), no período de março/2022 a março/2024, visando a caracterização e determinação de elementos metálicos e compostos orgânicos recomendados pela Resolução CONAMA 357/2011 para controle das águas e análise microbiológica nas amostras coletadas.

Figura 1. Pontos de amostragens de água para análises de elementos metálicos, compostos orgânicos e microbiológica recomendados pelo CONAMA para controle das águas.



Fonte: base cartográfica Google Maps

As coordenadas geográficas das localizações **Tabela 1**, bem como as datas das amostragens **Tabela 2** são mostradas a seguir:

Tabela 1: Coordenadas geográficas dos Pontos Amostrais

Pontos Amostrais	Latitude	Longitude
1 - Ilha Barnabé com o Rio Diana – Base Aérea	-23.926362 (23°55'34.9"S)	-46.308984 (46°18'32.3"W)
2 - Entre Ilha Barnabé e Ilha dos Bagres	-23.913695 (23°54'49.3"S)	-46.336044 (46°20'09.8"W)
3 - Rio Jurubatuba confluência com o Canal do Porto de Santos	-23.905389 (23°54'19.4"S)	-46.334001 (46°20'02.4"W)
4 - Próximo à Ilha dos Bagres	-23.907452 (23°54'26.8"S)	-46.370591 (46°22'14.1"W)

5 - Próximo ao Porto Alemoa	-23.916385 (23°54'59.0"S)	-46.356168 (46°21'22.2"W)
6 - Canal do Porto de Santos com		
Córrego das Neves	-23.902335 (23°54'08.4"S)	-46.333498 (46°20'00.6"W)
7 - Rio Cubatão – Via Anchieta	-23.880338 (23°52'48.9"S)	-46.446742 (46°26'49.3"W)
8 - Rio Jurubatuba –Rod. Cônego	-23.884496 (23°53'04.2"S)	-46.315897 (46°18'57.2"W)

Domênico Randoni

Tabela 2 Datas das amostragens

Amostragem	Data
1	10/03/2022
2	07/04/2022
3	03/05/2022
4	06/06/2022
5	30/06/2022
6	04/08/2022
7	06/09/2022
8	03/10/2022
9	25/10/2022
10	17/11/2022
11	15/12/2022
12	09/10/2023
13	06/11/2023
14	04/12/2023
15	18/12/2023
16	31/01/2024
17	26/02/2024
18	25/03/2024

Com relação às análises foram avaliados metais, parâmetros físicos-químicos e microbiológicos, de acordo com a descrição:

I. Análise de metais por espectrofotometria:

- Alumínio;
- Ferro;
- Níquel;
- Molibdênio;
- Cádmiio;
- Sulfeto;
- Cianeto;
- Formaldeído;
- Cálcio;
- Amônio;
- Cromo;

- Cobre;
- Zinco.

II. Análise de parâmetros físico-químicos/orgânicos empregando Sonda Multiparâmetros

- Temperatura (°C);
- pH;
- Potencial Oxi redutor ORP mV;
- Condutividade mS/cm;
- Turbidez NTU;
- Oxigênio dissolvido mg/L ;
- Sólidos Total Dissolvido TDS g/L ;
- Salinidade ppt (%);

III. Análises microbiológicas

- Análise do Número mais provável (NMP) de coliformes totais.

2. RESUMO DOS RESULTADOS

Os resultados das análises dos parâmetros inorgânicos executados no período do projeto apresentaram valores abaixo do permitido para os elementos metálicos e os íons de acordo com a legislação.

A exceção foi o elemento zinco que apresentou resultados acima do permitido na amostragem 5 com 0,11 mg/L; amostragem 7 com 0,12 mg/L; amostragem 10 com 0,10 mg/L e amostragem 11 com 0,11 mg/L todos no ponto 1, entre a Ilha Barnabé e a Base Aérea de Guarujá. Na amostragem 11, no ponto 2, também houve um valor de 0,10 mg/L de zinco, no local situado entre a Ilha Barnabé e a Ilha dos Bagres.

O valor limite para o elemento zinco é de no máximo 0,09 mg/L. A provável explicação para esses teores que ultrapassaram o limite, mas que ficaram próximos ao máximo permitido, é o fato de os navios carregarem o zinco como metal de sacrifício para se evitar a corrosão do ferro nos cascos.

Esses valores de zinco são considerados comum levando-se em conta outras regiões com características semelhantes em outras localidades em vários continentes.

Em estudos realizados na Baía de Jieshi, na Província de Guandong, no sul da China, as análises mostraram uma maior concentração de zinco em relação a outros metais estudados. Foi encontrado uma concentração média de Zinco de 3,84 µg/L seguido de outros metais investigados como Arsênio (2,29 µg/L), cobre (2,04 µg/L) e chumbo (0,93 µg/L) (ZHOU, 2022).

Em análises de metais pesados realizados no Estuário de Vigo, na região de Galícia na Espanha, os maiores valores detectados foram para zinco, média de 49 µg/L, e também encontrando valores de cádmio com 0,05 µg/L, chumbo com 0,75 µg/L e cobre com 0,26 µg/L (PÉREZ-LÓPEZ, 2003).

Em estudos realizados no Golfo de Suez no Egito, as análises da água próxima a uma zona industrial, com fábricas que trabalham com gesso e manganês, foram encontrados teores de ferro 1,97 µg/g, chumbo 0,51 µg/g, cobre 0,43 µg/g e zinco 0,23 µg/g.

A Cetesb, no seu relatório de 2022 da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo, em análises de sedimentos no Canal de Santos, encontrou valores para arsênio entre 9,8 a 13,4 mg/kg considerados acima do ISQG (*Interim Sediment Quality Guidelines* – valor limite) que é de 7,24 mg/kg em 100% dos resultados. Outros valores encontrados pela Cetesb acima do limite ISQG foram: chumbo entre 22,5 a 101,0 mg/kg em 67% dos resultados, cobre 7,9 a 25,6 mg/kg em 50% dos casos, cromo 31,9 a 55,7 mg/kg em 17% dos casos, mercúrio 0,02 a 0,41 mg/kg com 50% dos casos e níquel 11,8 a 21,1 mg/kg com 67% dos casos.

O valor das análises de sedimento para zinco ficou entre 52,1 a 107,0 mg/kg, mas que ficou abaixo do valor limite ISQG de 124 mg/kg.

No relatório da Cetesb de 2021 da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo, os valores de metais que ficaram acima do valor limite para os sedimentos do Canal de Santos foram: arsênio entre 6,1 a 13,3 mg/kg em 33% dos resultados, chumbo 16,3 a 43,9 mg/kg com 33% dos resultados, cobre 8,6 a 22,3 mg/kg com 33% dos resultados, cromo 18,1 a 55,8 mg/kg com 33% dos resultados e níquel 6,4 a 19,8 mg/kg com 33% dos resultados.

O valor para zinco, no relatório Cetesb de 2021 ficou entre 39,7 a 93,7 mg/kg, ficando abaixo do valor limite para sedimentos.

Os valores para os parâmetros orgânicos ficaram todos abaixo do valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357.

Em determinações de diversos pontos de água do mar da Baía de Cadiz, em Andaluzia na Espanha, as análises realizadas tanto para pesticidas e hidrocarbonetos poliaromáticos, embora apresentando resultados de algumas substâncias como p,p'-DDD como 3 ng/L, estes valores ficaram abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357 (PÉREZ-CARRERA, et al., 2007).

A Cetesb no seu Relatório de 2021 da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo, em análises de sedimento do Canal de Santos, para o parâmetros orgânicos detectou os hidrocarbonetos poliaromáticos Benzo(a)pireno 33,70 a 100,00 µg/kg que ficou com 67% de resultados acima do limite de 88,8 µg/kg do ISQG; Dibenzo(a,h)antraceno 6,00 a 11,40 µg/kg com 67% dos resultados acima do limite de 6,22 µg/kg do ISQG e Fluoranteno 26,60 a 117,00 µg/kg com 33% acima do limite de 113 µg/kg.

No Relatório de 2022 da Qualidade das Águas Costeiras no Estado de São Paulo para a Baía de Santos em análises de sedimentos, os parâmetros orgânicos que ficaram acima do limite foram: Benzo(a)antraceno com 20,00 a 162,00 µg/kg com resultados 33% acima do limite de 74,8 µg/kg do ISQG; Benzo(a)pireno com 10,00 a 219,00 µg/kg 33% acima do limite de 88,8 µg/kg do ISQG, Criseno com 20,00 a 192,00 µg/kg 33% acima do limite de 108 µg/kg do ISQG; Dibenzo(a,h)antraceno com 6,00 a 26,80 µg/kg 33% acima do limite de 6,22 µg/kg do ISQG; Fluoranteno com 20,00 a 178,00 µg/kg 33% acima do limite de 113 µg/kg do ISQG e Pireno com 20,00 a 218,00 µg/kg 33% acima do limite de 153 µg/kg do ISQG.

Como sugestão para estudos futuros, fica a análise em sedimentos em regiões próximos aos limites do Estuário, onde são acumulados a maior parte dos contaminantes ambientais.

Como os parâmetros orgânicos, em sua maioria, são insolúveis ou com baixa solubilidade em água e como as águas do canal de Santos estão em constante movimentação com a passagem de embarcações formando ondas, existe a possibilidade destes compostos atingirem a margem e ser absorvido pelos sedimentos.

Desta forma, os maiores valores dos contaminantes estudados devem encontrar-se nos sedimentos. Os resultados apresentados com vários autores em referências bibliográficas de diversas confirmam os maiores valores dos parâmetros orgânicos e inorgânicos em sedimentos.

3. MAPAS DE RISCO

Segue abaixo mapas de risco em relação à área estudada e os valores obtidos nos intervalos de amostragens do presente estudo (**Figuras 2 a 4**).

O mapa de caracterização e qualidade da água para os parâmetros orgânicos no Canal do Estuário de Santos, nas áreas estudadas, encontra-se na **Figura 2**.

Os valores limites correspondem com o exigido pela Resolução CONAMA 357/2011 onde os parâmetros orgânicos são citados. Os valores limites para os parâmetros orgânicos citados resolução mencionada variam em relação aos compostos orgânicos de acordo com o grau de toxicidade.

O mapa de caracterização e qualidade da água para os parâmetros inorgânicos no Canal do Estuário de Santos, nas áreas estudadas, encontra-se na **Figura 3**. Da mesma forma que em relação aos parâmetros orgânicos, os limites de aceitação em relação à concentração dos parâmetros inorgânicos também variam em relação à sua toxicidade.

O mapa de caracterização e qualidade da água para os coliformes termotolerantes no Canal do Estuário de Santos, nas áreas estudadas, encontra-se na **Figura 4**.

Figura 2: Mapa de caracterização e qualidade da água para os parâmetros inorgânicos nas áreas estudadas

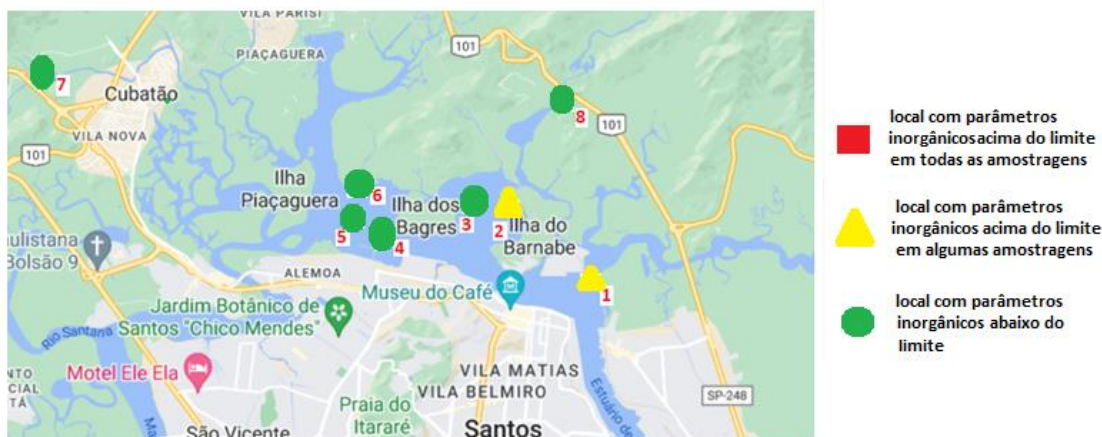
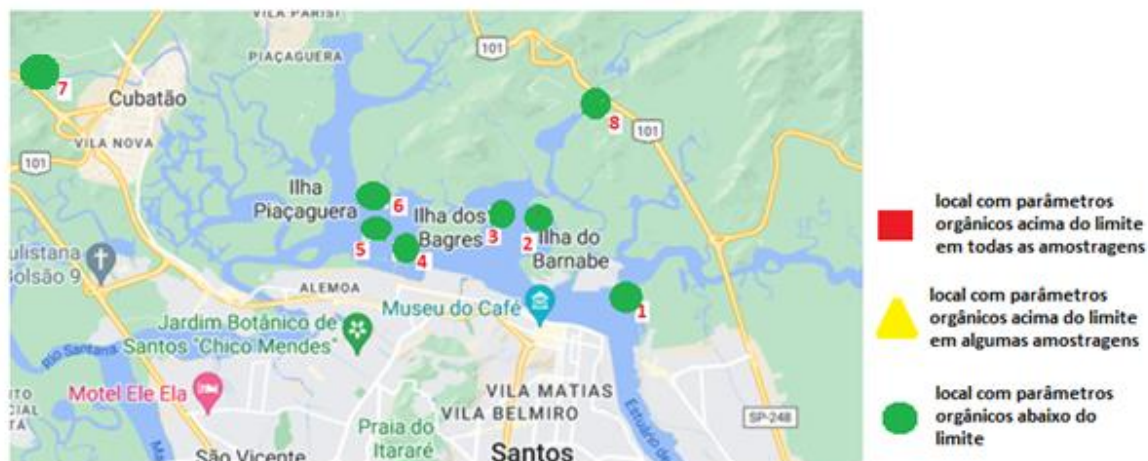


Figura 3: Mapa de caracterização e qualidade da água para os **parâmetros orgânicos** nas áreas estudadas



Fonte da base cartográfica: Google Earth

Figura 4: Mapa de caracterização e qualidade da água para os **coliformes termotolerantes** nas áreas estudadas



Fonte da base cartográfica: Google Earth

4. CONCLUSÃO

Os parâmetros orgânicos encontraram valores abaixo do limite permitido pela Resolução CONAMA 357 em todas as amostragens.

Em relação aos parâmetros inorgânicos, foi encontrado zinco em 5 amostras, num universo de 144 amostras, com valores de concentração que ficaram entre 0,10 mg/L a 0,12 mg/L. O valor limite da Resolução CONAMA é de 0,09 mg/L.

As análises microbiológicas permitiram observar que a maior parte dos pontos amostrais apresentaram alguma espécie de contaminação. Pode-se observar que os níveis mais altos de coliformes termotolerantes da maioria dos pontos analisados foram detectados nos meses de setembro, novembro e dezembro de 2023, evidenciando o comprometimento da qualidade das águas da região nesse período.