

RELATÓRIO

**Processo de degradação de lodo e recuperação de ambiente
lagunar através de biorremediação/bioestimulação
na Lagoa de Piratininga**

Processo SISNATE[®] (Reg. IBAMA nº 7549/14-54)

Prefeitura Municipal de Niterói/RJ

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E INFRAESTRUTURA

Unidade de Gestão do Programa Região Oceânica Sustentável

| CONTRATO | ETEC | REL. Nº | LOCAL/DATA |
|----------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| SMO/UGP/CAF nº 006/2021 | Encomenda Tecnológica | nº 005/2022 vs. 002 | Niterói, 27/07/2022 |

1. INTRODUÇÃO

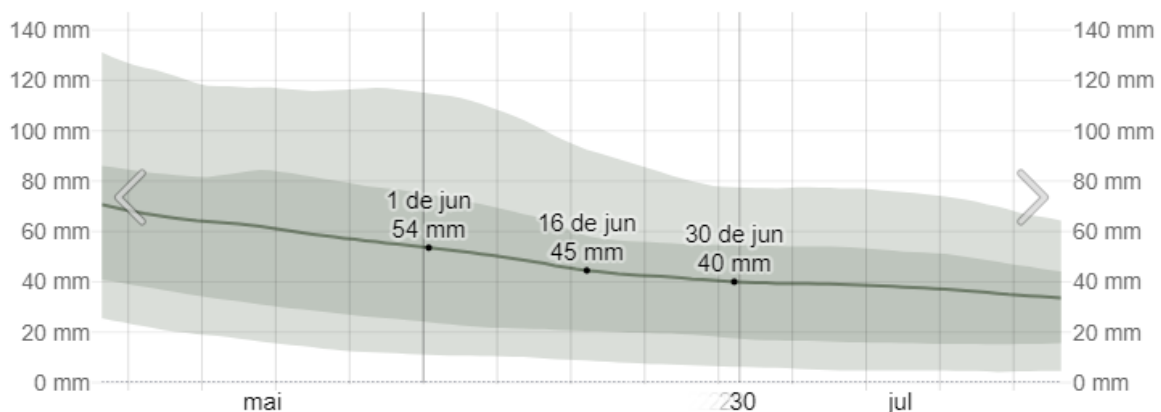
A equipe SISNATE® seguindo o Plano de Trabalho do Contrato SMO/UGP/CAF nº 006/2021 da Encomenda Tecnológica do Processo de degradação de lodo e recuperação de ambiente lagunar através de biorremediação/bioestimulação na Lagoa de Piratininga, deu sequência aos procedimentos de aplicação da tecnologia com a colocação das mangueiras e bomba ligada direta no reservatório do Biorremediador para aplicação automática nos pontos definidos.

Nessa etapa também foi feita novamente **amostragem para verificação interna de nossa equipe**, visando estabelecer os rumos e quantitativos de Biorremediador a ser aplicado nos pontos georreferenciados. Também houve o acompanhamento das coletas de água e sedimento junto a equipe da empresa Hydrosience para as amostragens T1 contratada pela prefeitura.

A batimetria aferida pela Hydrosience também foi acompanhada por nossa equipe. Nesta etapa fizemos a inspeção in loco da camada de lodo observando cada ponto onde foi colocado as bio caixas e onde são aplicados semanalmente o biorremediador. O objetivo através da análise visual, odor e tato é perceber se a quantidade do sedimento orgânico está diminuindo e mudando sua característica do início do processo.

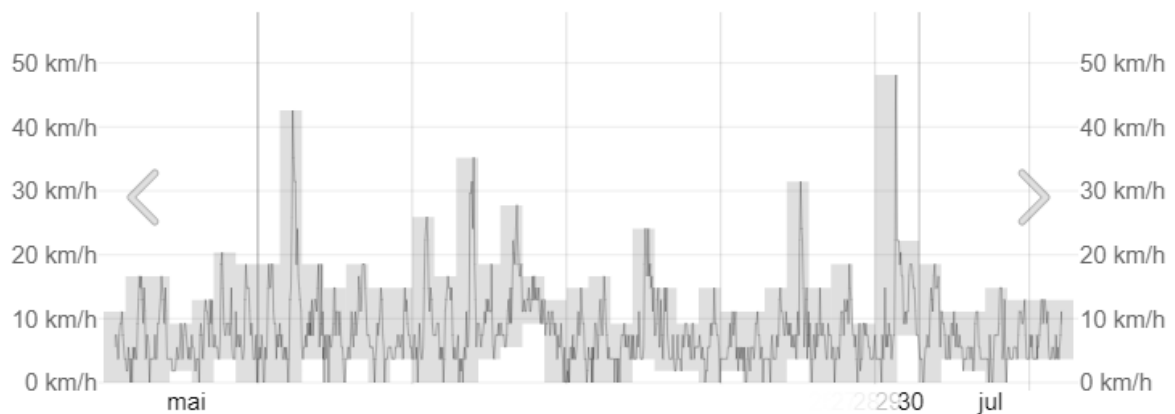
Seguimos com o cronograma de aplicação do Biorremediador (registro IBAMA Nº 7549/14-54) aumentando a dosagem para 35 (trinta e cinco) litros por ponto em cada aplicação semanal totalizando cerca de 1260 litros mensal. Iniciamos esta nova dosagem a partir da segunda semana de junho/2022. O objetivo desse aumento é observar a velocidade de degradação da matéria orgânica e também devido ao local escolhido ter apresentado correntes marinhas mais fortes que podem provocar o arrasto da colônia microbiana.

A sinalização e manutenção da área continua sendo feita por pessoal contratado que acompanha diariamente as boias e semanalmente a aplicação do biorremediador. No mês de junho devido ao aumento das chuvas (próximo de 140 mm em alguns dias – Gráfico 1) e da maré alta com ventos fortes tivemos que recolocar várias boias sinalizadoras que foram arrastadas.

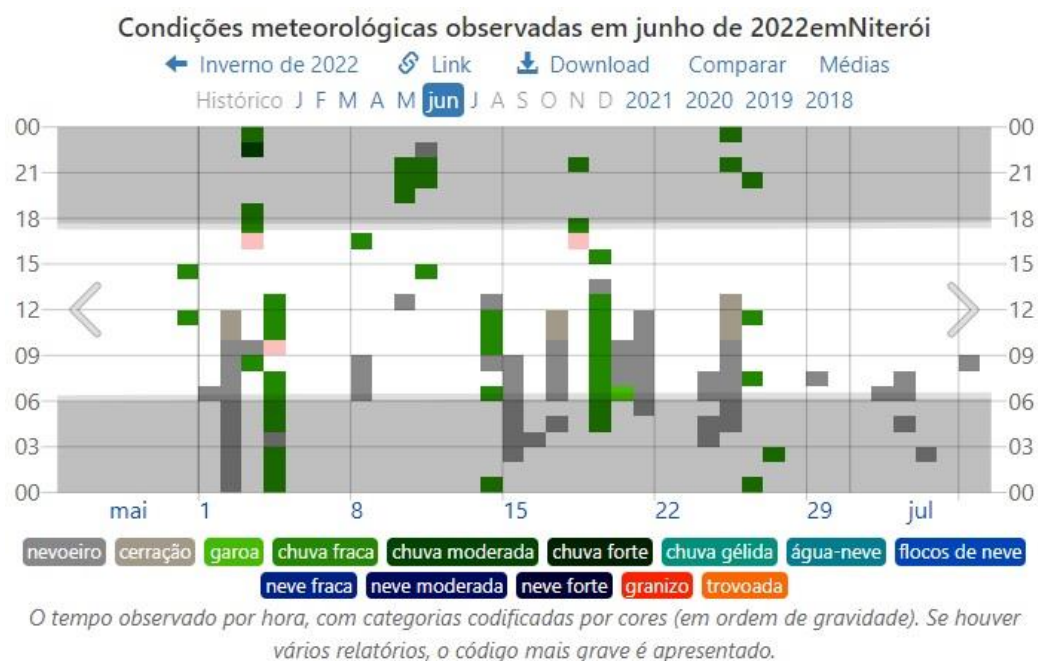


- Gráfico 1: média de chuvas em Niterói (fonte: Weather Spark)

Abaixo outros gráficos que demonstram algumas mudanças de tempo na região, especialmente de rajadas de ventos (Gráfico 2):



• Gráfico 2: Registro de Ventos em Niterói/RJ.



• Gráfico 3: Condições meteorológicas em Niterói/RJ.

Todos os dados meteorológicos, inclusive nebulosidade, precipitação, velocidade e direção dos ventos e fluxo solar, são oriundos da Análise Retrospectiva da Era Moderna (MERRA-2, na sigla em inglês) da NASA. Esta análise retrospectiva combina várias medições de área ampla em um modelo meteorológico global de última geração para reconstruir um histórico horário das condições meteorológicas no mundo todo, em uma grade de 50 quilômetros. Dados extraídos de: <https://pt.weatherspark.com/h/m/30571/2022/6/Condi%C3%A7%C3%B5es-meteorol%C3%B3gicas-hist%C3%B3ricas-em-junho-de-2022-em-Niter%C3%B3i-Brasil#Figures-Rainfall>.

Continuamos mantendo contato com os pescadores e moradores, especialmente os próximos a nossa base operacional, informando, orientando e coletando depoimentos sobre o experimento através da visão ribeirinha, assim mantemos nosso compromisso com a educação ambiental e respeito aos costumes enfatizando a importância do trabalho de estudo que está sendo aplicado.

2. METODOLOGIA

Os planos amostrais combinados com a equipe técnica da prefeitura seguem o planejamento do Plano de Trabalho e das reuniões realizadas conforme tabela 1 abaixo:

| Descrição Ponto | Coordenadas | Aplicação | Tipo de Ponto |
|----------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------|
| Boia Central da Área (BC) | 22°56'52.94799" S 43°05'11.79172" W | Biorremediador Bio Caixas | Amostragem |
| Boia Ponto 1 (B1) | 22°56'53.94819" S 43°05'11.08863" W | Biorremediador Bio Caixas | |
| Boia Ponto 2 (B2) | 22°56'53.39878" S 43°05'12.29986" W | Biorremediador Bio Caixas | Amostragem |
| Boia Ponto 3 (B3) | 22°56'53.94812" S 43°05'12.08688" W | Biorremediador Bio Caixas | |
| Boia Ponto 4 (B4) | 22°56'52.94800" S 43°05'12.08683" W | Biorremediador Bio Caixas | |
| Boia Ponto 5 (B5) | 22°56'53.94803" S 43°05'11.08655" W | Biorremediador Bio Caixas | |
| Boia Ponto 6 (B6) | 22°56'52.94788" S 43°05'11.08647" W | Biorremediador Bio Caixas | |
| Boia Ponto 7 (B7) | 22°56'52.2384" S 43°05'11.81048" W | Biorremediador Bio Caixas | Amostragem |
| Boia Ponto 8 (B8) | 22°56'52.94782" S 43°05'12.08683" W | Biorremediador Bio Caixas | |
| Controle 1 (C1) | 22°56'53.948088" S 43°05'09.086044" W | | Controle |
| Controle 2 (C2) | 22°56'53.947940" S 43°05'09.087085" W | | Controle |
| Controle 3 (C3) | 22°56'53.948291" S 43°05'12.086826" W | | Controle |

Tabela 1

Além da coleta feita com empresa contratada pela prefeitura, foi disponibilizado alíquota da amostra para nossa equipe que também enviou a Laboratório para verificação do ponto escolhido, neste caso o ponto da boia central (BC). Para a amostragem T1 encaminhamos as amostras para o laboratório Qualy Lab nos mesmos dias das coletas, dia 05/07/2022 amostras da água e dia 06/07/2022 amostra do sedimento.

Abaixo segue fotos dos procedimentos adotados nesta amostragem T1:



Foto 1 – Ponto Central (BC) SISNATE® - Batimetria



Foto 2 – Batimetria Ponto 2 (B2)



Foto 3 – Batimetria Ponto 7 (B7)



Foto 4 – Batimetria Ponto de Controle (C1)

As amostras do sedimento foram subsuperficiais coletadas com auxílio de um amostrador do tipo Gravity Corer e a água na camada superficial da coluna d'água com auxílio de um balde de inox.



Foto 5 – Preparação para coleta do Sedimento

Dos 9 (nove) pontos georreferenciados do experimento, estão sendo coletadas amostras nos Pontos 2, 7 e Central, tanto para água quanto para sedimento, além dos pontos de controle

determinados, sendo que internamente estamos fazendo análises apenas do ponto central (BC) Boia Central.

A amostragem ocorreu em tempo bom com sol, foram acondicionadas em frascos próprios do laboratório numa caixa de isopor com gelo. No dia 05/07/2022 foram coletadas as amostras de água e no dia 06/07/2022 as amostras do sedimento e a batimetria foi feita no dia 04/07/2022.



Foto 6 – Acondicionamento Coleta

3. RESULTADOS

Apresentamos os resultados obtidos na campanha de fevereiro/2022 através dos Relatórios de ensaios nº 04146/22-A, 04146/22-B, 04147/22-A e 04147/22-B e da campanha denominada T0 realizada em março/2022 conforme Relatórios de ensaios nº 05554/22-A Rev. 1, 05554/22-B Rev. 1, 05562/22-B e 05563/22-B, salientando que a aplicação do experimento começou após T0.

A Tabela 2 abaixo apresenta os resultados obtidos para a água coletada:

| Parâmetro | Unidade | LQ | VMP | Resultado 11/02/22 | Resultado 09/03/22 | Método |
|--------------------------|-----------|-------|----------|--------------------|--------------------|---|
| DBO | mg/L | 0,7 | 5 mg/L | Obs. 1 | 24,6 | SMEWW, 23ª Ed - 5210-B |
| DQO | mg/L | 5,4 | - | Obs. 1 | Obs. 2 | SMEWW, 23ª Ed - 5220-D |
| Turbidez | NTU | 0,02 | 100 UNT | 21,9 | 49,6 | SMEWW, 23ª Ed - 2130-B |
| Nitrato | mg/L | 0,01 | 10 mg/L | <0,01 | <0,01 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-NO3 E |
| Nitrito | mg/L | 0,01 | 1 mg/L | 0,03 | <0,01 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-NO2 B |
| Sulfeto Total | mg/L | 0,002 | 0,002 | Obs. 2 | 1,5 | SMWW, 23ª Ed - 4500-S2-D e C |
| Sulfato | mg/L | 10 | 250 mg/L | 738,7 | Obs. 2 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-SO4 E |
| Fósforo Dissolvido Total | mg/L | 0,01 | - | 0,06 | >0,01 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-P B e 4500-P E |
| Fósforo Total (Fosfatos) | mg/L | 0,01 | 0,05 Al | 0,11 | 0,1 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-P B e 4500-P E |
| Coliformes totais | NMP/100mL | 1,8 | - | Obs. 2 | 61 | SMEWW, 23ª Ed - 9221-A |
| E coli | NMP/100mL | 1,8 | - | 1300 | 36 | SMEWW, 23ª Ed - 9221-A |
| Nitrogênio Amoniacal | mg/L | 0,05 | 0,5 | 0,5 | >0,05 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-NH3 B e 4500-NH3 D |
| Oxigênio Dissolvido | mg/L | - | - | 3,61 | 2,38 | - |
| pH | - | - | - | 8,7 | 8,92 | - |
| Carbono Orgânico Total | mg/L | 0,5 | 5 mg/L | 13,8 | 14,9 | Farmacopeia Brasileira, 6ª edição |

Tabela 2 – Água

* LQ = Limite de Quantificação

* VMP = Valor máximo permitido CONAMA 357/2005

* Obs. 1 = Devido a alta concentração de íon Cloreto analisada nesta amostra, os resultados para DBO e DQO não foram reportados pois a interferência deste íon pode ocasionar erros positivos nos resultados.

* Obs. 2 = Parâmetro não analisado na amostra, não estava contemplado no orçamento do solicitante.

A Tabela 3 demonstra os resultados obtidos na camada de sedimento antes (fev) e em T0(mar):

| Parâmetro | Unidade | LQ | VMP | Resultado 11/02/22 | Resultado 10/03/22 | Método |
|--------------------------------|---------|------|--------|--------------------|--------------------|---|
| Teor de Matéria Orgânica 0,30m | % | 0,01 | Obs. 1 | 8 | 5,5 | ABNT NBR 13600:19 |
| Teor de Matéria Orgânica 0,10m | % | 0,01 | Obs. 1 | Obs. 2 | 6,91 | ABNT NBR 13600:19 |
| Carbono Orgânico Total 0,30m | % | 0,01 | Obs. 1 | 7 | 7,305 | Farmacopeia Brasileira, 6ª edição |
| Carbono Orgânico Total 0,10m | % | 0,01 | Obs. 1 | Obs. 2 | 6,68 | Farmacopeia Brasileira, 6ª edição |
| Teor de Sólidos 0,30m | % | 0,01 | Obs. 1 | Obs. 2 | 32,12 | SMEWW, 23ª Ed - 2540 G |
| Teor de Sólidos 0,10m | % | 0,01 | Obs. 1 | Obs. 2 | 19,4 | SMEWW, 23ª Ed - 2540 G |
| Teor de umidade 0,30m | % | 0,01 | Obs. 1 | Obs. 2 | 67,88 | SMEWW, 23ª Ed - 2540 G |
| Teor de umidade 0,10m | % | 0,01 | Obs. 1 | Obs. 2 | 80,6 | SMEWW, 23ª Ed - 2540 G |
| Fósforo total (fosfatos) 0,30m | mg/kg | 1,32 | Obs. 1 | <1,32 | <1,32 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-P B e 4500-P E |
| Fósforo total (fosfatos) 0,10m | mg/kg | 1,32 | Obs. 1 | Obs. 2 | <1,32 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-P B e 4500-P E |
| Sulfeto (enxofre) 0,30m | mg/kg | 4 | Obs. 1 | Obs. 2 | 42,25 | SMWW, 23a Ed., 4500-S-2G, 2017 EPA 9030:B1996 |
| Sulfeto (enxofre) 0,10m | mg/kg | 4 | Obs. 1 | Obs. 2 | >4 | SMWW, 23a Ed., 4500-S-2G, 2017 EPA 9030:B1996 |
| Nitrogênio Amoniacal 0,30m | mg/kg | 0,05 | Obs. 1 | 91,5 | 91,5 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-NH3 B e |
| Nitrogênio Amoniacal 0,10m | mg/kg | 0,05 | Obs. 1 | Obs. 2 | 124,8 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-NH3 B e |
| Nitrato 0,30cm | mg/kg | 80 | Obs. 1 | <80,0 | Obs. 3 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-NO3 E |
| Nitrato 0,10cm | mg/kg | 80 | Obs. 1 | Obs. 2 | Obs. 3 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-NO3 E |
| Nitrito 0,30cm | mg/kg | 1 | Obs. 1 | >1,0 | Obs. 3 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-NO2 B |
| Nitrito 0,10cm | mg/kg | 1 | Obs. 1 | Obs. 2 | Obs. 3 | SMEWW, 23ª Ed - 4500-NO2 B |

Tabela 3 – Sedimento

* LQ = Limite de Quantificação;

* VMP = Valor máximo permitido;

* Obs. 1 = Não especificado;

* Obs. 2 = Amostra não realizada, não estava contemplado no orçamento do solicitante;

* Obs. 3 = Parâmetro não analisado na amostra, não estava contemplado no orçamento do solicitante.

Após a primeira etapa de Mobilização, Caracterização da área P&D, ancoragem dos pontos de biorremediação com aplicação das Bio caixas e do biorremediador SISNATE®, efetuamos nos meses de abril e maio a aplicação do Biorremediador através da inserção automática por bomba dosadora na proporção de 25 L/semana por ponto totalizando 800 Litros por mês. No mês de junho aumentamos a dosagem para 35 L/semana por ponto totalizando 1260 L/mês.

Então nesta fase cumprimos os meses 2 e 3 do cronograma físico/orçamentário nas etapas 6 e 7 e para emissão da Nota a etapa 9 (Despesas fiscais). A Batimetria que seria a Etapa 3 não foi executada pois ainda estamos aguardando a seleção da empresa com equipamento adequado, estando previsto para executar até o final deste mês de julho.

Abaixo apresentamos a Tabela 4 com o cronograma físico/financeiro destacando os serviços executados e recebidos, e os executados nesta etapa aguardando autorização para emissão da Nota fiscal e posterior recebimento.

CRONOGRAMA FÍSICO / FINANCEIRO

| ITEM/MÊS | ENTRADA CONTRATO | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| Etapa 1 Definição da área da Lagoa Mobilização | R\$ 28.000,00 | | | | | |
| Etapa 2 Zoneamento da área | | | | | | |
| Etapa 3 Aferição de Batimetria | R\$ 4.950,00 | | R\$ 4.950,00 | | | R\$ 4.950,00 |
| Etapa 4 Caracterização da área do P&D | | | | | | |
| Etapa 5 Escolha dos Pontos da Biorremediação/Ancoragem | R\$ 18.000,00 | | | | | |
| Etapa 6 Aplicação da Tecnologia //biocaixas/Biorremediador | R\$ 31.450,00 | R\$ 15.500,00 | R\$ 17.500,00 | R\$ 15.500,00 | R\$ 15.500,00 | R\$ 5.260,00 |
| Etapa 7 Monitoramento | | R\$ 1.800,00 | R\$ 1.800,00 | R\$ 1.800,00 | R\$ 1.800,00 | R\$ 2.800,00 |
| Etapa 8 Desmobilização | | | | | | R\$ 22.000,00 |
| Etapa 9 /// Despesas fiscais | R\$ 27.600,00 | R\$ 5.750,00 | R\$ 8.050,00 | R\$ 5.750,00 | R\$ 5.750,00 | R\$ 11.854,61 |
| Relatório Final / Remuneração da empresa | R\$ 10.000,00 | R\$ 1.950,00 | R\$ 2.700,00 | R\$ 1.950,00 | R\$ 1.950,00 | R\$ 4.677,20 |
| | R\$ 120.000,00 | R\$ 25.000,00 | R\$ 35.000,00 | R\$ 25.000,00 | R\$ 25.000,00 | R\$ 51.541,81 |
| | | | | | | R\$ 281.541,81 |

Tabela 4 – Cronograma Físico/Financeiro

* Serviço executado e recebido;

* Serviço executado aguardando autorização para faturamento;

Conforme demonstrado na Tabela 4, esta etapa dos serviços contemplou os meses 2 e 3 e aplicamos as dosagens do Biorremediador com seu devido monitoramento conforme quadro de fotos abaixo:

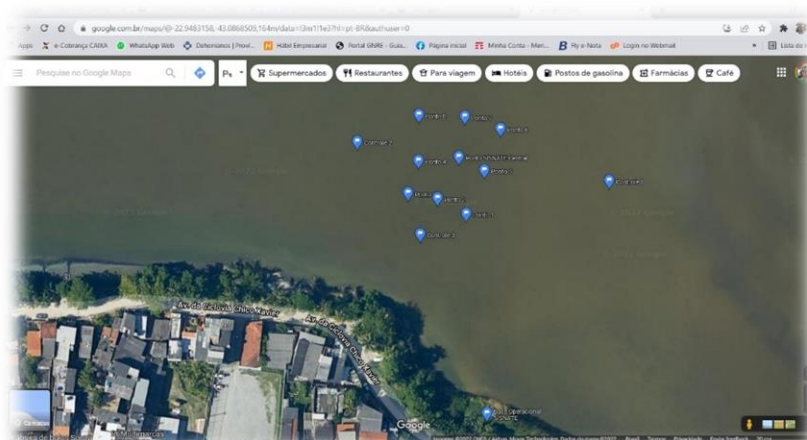


Foto 7 – Demarcação dos pontos



Foto 8 – PC Ponto Central com a distribuição do Biorremediador com as mangueiras de dosagem automática



Foto 9 – PC com a distribuição do Biorremediador com as mangueiras de dosagem automática finalizado



Foto 10 – Visão dos demais pontos já com as mangueiras de dosagens automática



Foto 11 – Reservatórios Biorremediador, Painel e Bomba para aplicação



Foto 12 – Acompanhamento das Coletas executada pela Hydrosience



Foto 13 – Registro coleta feita pelo INEA



Foto 14 – Técnicos do INEA saindo para coleta



Foto 15 – Reunião explicativa para os Técnicos do INEA

Nas fotos 13, 14 e 15 os técnicos do INEA compareceram no local para uma visita a fim de conhecer o trabalho que está sendo executado por nossa empresa devido existirem outros projetos em andamento naquele órgão em que a SISNATE[®] está participando, não houve qualquer solicitação de nossa parte, apenas interesse de conhecimento daquele órgão.

4. CONCLUSÃO

Concluída a primeira etapa prevista no Plano de trabalho, continuamos a execução das demais etapas conforme o cronograma, sempre monitorando o ambiente lagunar e inserindo o Biorremediador SISNATE®. De posse dos resultados obtidos pela coleta realizada em março/2022 pela equipe contratada pela prefeitura (Hydrosience) e também do primeiro laudo que fizemos em fevereiro, etapas essas antes do início do experimento, pudemos caracterizar a área onde iniciamos a aplicação do Biorremediador e das bio caixas suporte.

A área determinada para aplicação do experimento com o Biorremediador SISNATE® foi georreferenciada e feita a medição da altitude ortométrica conforme Batimetria e também análise laboratorial do Carbono Orgânico Total, Teor de Matéria Orgânica, Teor de sólidos e umidade em T0. Esses resultados preliminares que serão depois comparados nas amostras e verificações do T1 e T2 estão registrados no Relatório apresentado pela Hydrosience em junho 2022.

Devemos aguardar o laudo T1 da Hydrosience e também os laudos que contratamos para melhor análise do trabalho iniciado, sendo que estes primeiros registros já mostraram que a área escolhida apresenta grande formação de lodo orgânico.

A aplicação do experimento com o Biorremediador SISNATE® e das bio caixas já demonstraram através da visibilidade e registros pelas equipes de coleta contratada, que houve uma percepção de diminuição do odor característico da presença de sulfetos registrados no T0, a saber 42,25 mg/kg no Ponto Central, mas como ainda não temos o resultado T1 devemos aguardar os laudos para podermos efetuar as devidas comparações. O relato desta observação foi feito pela equipe que trabalhou na coleta T0 e T1.

Como a morosidade da coleta T0 foi grande, nossa equipe decidiu incluir coletas mensais no Ponto Central, além da aferição batimétrica que será contratada, visando assim poder emitir relatórios técnicos comparativos pelos registros laboratoriais extras, além daqueles feitos pela Hydrosience. Este trabalho iniciará a partir do final do mês de julho.

Esta etapa consistia na continuidade e regularidade da aplicação do Biorremediador SISNATE® e das bio caixas suporte com seu devido acompanhamento, o que está aqui registrado. Também foi executado a automação de aplicação através de bomba dosadora. De acordo com o plano de trabalho teremos resultados tabulados já a partir do próximo período de medição, sempre dependendo ainda da celeridade dos laboratórios contratados.

Thaís Thaisa Terquato

SI CONSTRUÇÕES E CONSULTORIA EIRELI

5. ANEXOS

Relatório de Ensaio nº 04146/22-A Rev.1

Relatório de Ensaio nº 04146/22-B Rev.1

Relatório de Ensaio nº 04147/22-A Rev.1

Relatório de Ensaio nº 04147/22-B Rev.1

Relatório de Ensaio nº 05562/22-B

Relatório de Ensaio nº 05554/22-A Rev. 1

Relatório de Ensaio nº 05554/22-B Rev. 1