

RELATÓRIO

Fotográfico Campanha out/2022

**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

Equipe SISNATE[®]:

Aginaldo Mendonça de Limas – (48)99186-3076

Arnaldo Mendonça de Limas – (48)99137-9197

Homero Costa Júnior – (21)99375-7823

CONTRATO	ETEC	REL. Nº	LOCAL/DATA
SMO/UGP/CAF nº 006/2021	Encomenda Tecnológica	nº 007/2022 vs. 001	Niterói, 20/01/2023

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, apresenta as fotos referente a Campanha realizada em conjunto com a equipe da empresa Hydrosience contratada pela Prefeitura de Niterói.

Entre os dias 04 e 06 de outubro de 2022, aconteceram as coletas de água, sedimento e medição altimétrica. No dia 07 de outubro realizamos também nosso levantamento batimétrico.

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 (PC)	22°56'52.94799" S 43°05'11.79172" W	Biorremediador Bio Caixas	Amostragem
Boia Ponto 1 (P1)	22°56'53.94819" S 43°05'11.08863" W	Biorremediador Bio Caixas	
Boia Ponto 2 (P2)	22°56'53.39878" S 43°05'12.29986" W	Biorremediador Bio Caixas	Amostragem
Boia Ponto 3 (P3)	22°56'53.94812" S 43°05'12.08688" W	Biorremediador Bio Caixas	
Boia Ponto 4 (P4)	22°56'52.94800" S 43°05'12.08683" W	Biorremediador Bio Caixas	
Boia Ponto 5 (P5)	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 (P7)	22°56'52.2384" S 43°05'11.81048" W	Biorremediador Bio Caixas	Amostragem
Boia Ponto 8 (P8)	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

Nossa área experimental fica próxima da costa sul da lagoa, apresenta uma área de 50x50 m (Figura – 1), na qual tem-se três pontos de monitoramento pela Hydrosience (P7, PC e P2) e um ponto de controle (C2) e internamente fazemos o acompanhamento do ponto central (PC).



Figura 1

Pela Prefeitura Municipal de Niterói de acordo com o Edital da ETEC ficou determinado amostragens antes, no meio e no final do experimento, sendo a primeira em março, depois em julho conforme resultados já apresentados em Relatório. A última campanha prevista em contrato foi feita no mês de outubro, mas ainda não foi emitido o Relatório Final com os resultados de campo e laboratoriais.

A conservação das amostras segue o rito estabelecido conforme Tabela 2 e 3, onde estão sumarizados os parâmetros monitorados com indicação da metodologia de referência aplicada. As análises foram realizadas de acordo com a metodologia de referência proposta pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23ª Ed. e por outros métodos padronizados.

Abaixo segue tabelas demonstrando os padrões de metodologia e conservação das amostras para água e sedimento:

METODOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE AMOSTRAS PARA ÁGUA					
Parâmetro	Unidade	Volume (mL)	Preservante	Validade	Método de Referência
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	1000	H2SO4 até ph <2	28 dias	SMEWW, 23ª Ed – 4500-NH3 B e 4500-NH3 D
Carbono Orgânico Total	mg/L	200	4°C +- 2°C	7 dias	Farmacopeia Brasileira, 6ª edição
Coliformes Totais*	NMP/100mL	100	Tiosulfato de Sódio	24 horas	SMEWW, 23ª Ed – 9221-A
DBO	mg/L	1000	Apenas Refrigeração	48 horas	SMEWW, 23ª Ed – 5210-B
DQO	mg/L	100	H2SO4 até ph <2	14 dias	SMEWW, 23ª Ed – 5220-D
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100	Tiosulfato de Sódio	24 horas	SMEWW, 23ª Ed – 9221-A
Fósforo Total - Fosfato	mg/L	100	H2SO4 até ph <2	28 dias	SMEWW, 23ª Ed – 4500-P B e 4500-P E
Fósforo Dissolvido Total	mg/L	100	H2SO4 até ph <2	28 dias	SMEWW, 23ª Ed – 4500-P B e 4500-P E
Nitrato	mg/L	100	Apenas Refrigeração	48 horas	SMEWW, 23ª Ed – 4500-NO3 E
Nitrito	mg/L	100	Apenas Refrigeração	48 horas	SMEWW, 23ª Ed – 4500-NO2 B
Sulfeto	mg/L	1000	Acetado de Zinco e NaOH	7 dias	SMEWW, 23ª Ed – 4500-S-2 e 4500-S2-F

Tabela 2

- Parâmetro não contemplado em nossas amostragens internas.

METODOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE AMOSTRAS PARA SEDIMENTO					
Parâmetro	Unidade	Volume (mL)	Preservante	Validade	Método de Referência
Carbono Orgânico Total	%	200	Refrigerar < 6°C	7 dias	Farmacopeia Brasileira, 6ª edição
Coliformes Totais	NMP/100mL	100	Tiosulfato de Sódio	24 horas	SMEWW 23ª Ed. 9223 B
Escherichia coli	NMP/100mL	100	Tiosulfato de Sódio	24 horas	SMEWW 23ª Ed. 9221 B
Fósforo Total	mg/Kg	100	H2SO4 até pH <2	28 dias	SMEWW 23ª Ed. 4500 P B e E
Sulfeto	mg/Kg	1000	Acetato de Zinco e NaOH	7 dias	SMEWW 23ª Ed. 4500-S-2 C e F
Nitrogênio Kjeldahl Total *	mg/Kg	1000	H2SO4 até pH <2	28 dias	SMEWW 23ª Ed. 4500-Norg C
Nitrogênio Total	Mg/Kg	1000	H2SO4 até pH <2	48 horas	SMEWW 23ª Ed. 4500 – N A
Teor de Umidade	%		Apenas refrigeração	2 dias	ASTM D2216-19
Matéria orgânica total	%	150	Apenas Refrigeração	24 horas	ABNT NBR 13600: 1996

Tabela 3

- Parâmetro não contemplado em nossas amostragens internas (utilizamos amostragem para Nitrogênio Amomiacal).

O laboratório responsável pela execução das análises e pelo fornecimento das frascarias e das fichas de identificação, com registro de todas as informações de campo (<http://www.qualylab.com.br/>). O material coletado é armazenado em caixas térmicas resfriadas com gelo e no final do período de coleta as amostras são entregues para análise, respeitando os prazos de validade e mantendo a confiabilidade dos resultados.

Para verificação da batimetria e avaliação da camada de lodo orgânico a empresa contratada pela Prefeitura de Niterói foi a Hydrosience que faz a medição da altitude ortométrica do fundo lagunar a bordo de uma embarcação, utilizando um disco com corda que servirá para a determinação da profundidade, (no momento da medição), do topo da camada de lodo; a altimetria do topo da lama será definida precisamente utilizando Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS – Global Navigation Satellite System). Para realização das medições, são utilizados 2 receptores GNSS RTK de dupla frequência L1/L2, com precisão estática horizontal de 3 mm + 0,4 ppm, e vertical de 5 mm + 0,5 ppm, equipados com transmissores de comunicação para frequência de Rádio UHF entre base e rover, Bluetooth entre controladora e receptor, e Celular para função N-trip.

Em nossa avaliação interna da camada de lodo orgânico utilizamos a seguinte metodologia:

a. Amostragem de sedimento:

O pacote sedimentar no PC foi amostrado em duas profundidades distintas, superficial e na camada entre 10 e 30 cm de profundidade.

Para a amostragem superficial foi utilizado um Van Veen confeccionado em aço inox. Enquanto que para a amostragem da camada mais profunda, foi utilizado um testemunhador do tipo Corer Gravimétrico.



Figura 2 – Corer Gravimétrico – coleta sedimento



Figura 3 – Van Veen – Amostrador de sedimento

b. Mensuração da profundidade local:

Para auxiliar as medições também foi mensurado a profundidade local através de uma Sonda Ecobatimétrica portátil com resolução de 0,1m e intervalo amostral entre 0,7 e 30 m conforme Figura – 4 a seguir, e também uma análise complementar com a sonda da Figura – 5 para auxiliar na precisão dos dados.



Figura 4 - Sonda de profundidade digital Hondex



Figura 5 – Sonar auxiliar FF1198 Lucky

Figura 4: Sonda portátil de mão medidora de profundidade à prova d'água até uma profundidade de 150' (50m), esta sonda possui um transdutor embutido e mede profundidades em pés ou metros em uma faixa de 1,8' a 260' (0,6m a 79m). O transdutor envia pulsos de alta frequência para o fundo de um corpo de água onde esses pulsos são refletidos de volta e convertidos em pulsos elétricos que são amplificados e exibidos no LCD de fácil leitura. O LCD de sete dígitos é retro iluminado para uso noturno. (<https://www.forestry-suppliers.com/p/90100/Hondex%20Digital%20Depth%20Sounder>)

Figura 5: Sonar FF1198 Sounder Transdutor Sonar Portátil range de profundidade 0.6 100 m Pesca Ecobatímetro → Display: 2 polegada tn/anti-uv lcd - iluminação traseira: led branco - capacidade de profundidade: 328 pés (100m) - design impermeável: nível 4 (à prova de água) - **mostrar a**

profundidade da água, localização dos peixes, e grama inferior & rocha - sensibilidade selecionável pelo usuário, unidades de profundidade e configuração de alarme de peixes e objetos - temperatura operacional: 14 °f a 122 °f (-10 °c a 50 °c)



Figura 6 - Sonda de profundidade digital Hondex em uso



Figura 7 - Sonar auxiliar FF1198 Lucky em uso.

c. Mensuração da espessura da camada de lodo:

Para a mensuração da espessura da camada de lodo também foi utilizado o testemunhador do tipo Corer Gravimétrico, com um tubo de acrílico transparente onde era possível identificar o pacote sedimentar compactado, a camada de lodo fluída e a coluna de água imediatamente acima, conforme apresentado na Figura – 8 a seguir.

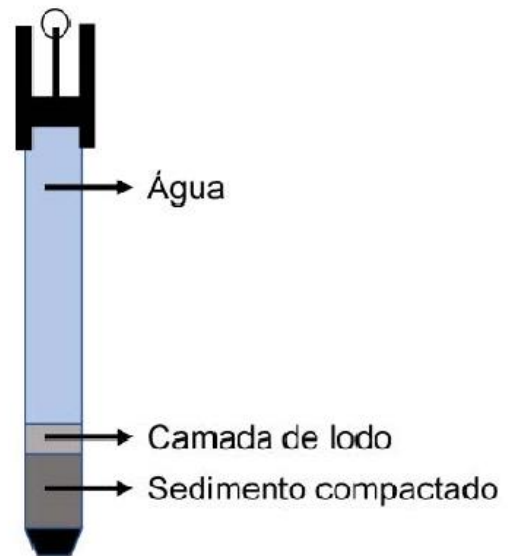
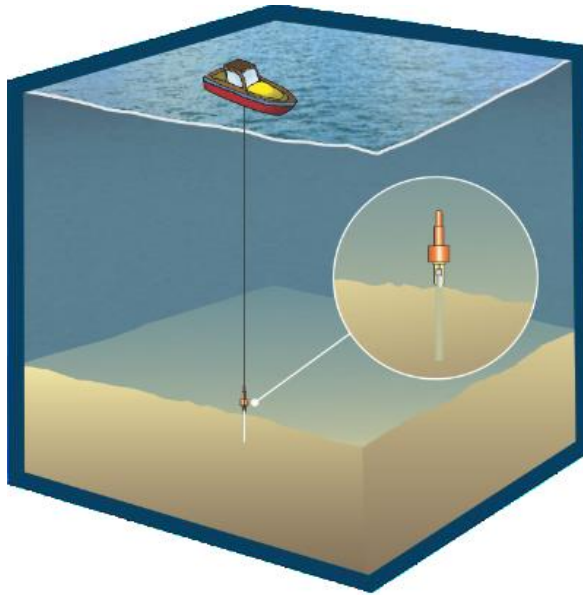


Figura 8

3. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Figura 9 – Preparação para calibração dos equipamentos



Figura 10 – Calibração dos equipamentos



Figura 11 – Teste da Calibração dos equipamentos acompanhada pelo Fiscal da Prefeitura



Figura 12 – Coleta Amostras Água



Figura 13 – Coleta Amostras Água



Figura 14 – Coleta Amostras Água



Figura 15 – Coleta Amostras Água



Figura 16 – Coleta Amostras Água



Figura 17 – Coleta Amostras Sedimento



Figura 18 – Coleta Amostras Sedimento



Figura 19 – Acompanhamento Fiscal Prefeitura



Figura 20 – Coleta Amostras Sedimento



Figura 21 – Registro pelo fiscal da Coleta de amostras Sedimento



Figura 22 – Amostra de Sedimento



Figura 23 – Coleta de Amostra de Sedimento



Figura 24 – Coleta de Amostra de Sedimento



Figura 25 – Coleta de Amostra de Sedimento



Figura 26 – Coleta de Amostra de Sedimento



Figura 27 – Acondicionamento das amostras



Figura 28 – Verificação de Altimetria



Figura 29 – Verificação de Altimetria



Figura 30 – Verificação de Altimetria

4. BATIMETRIA

A área determinada para aplicação do experimento foi georreferenciada e feita a medição da altitude ortométrica pela Hydrosience (empresa contratada pela Prefeitura de Niterói-RJ), no T0, T1 e T2, sendo a primeira antes da aplicação do sistema de BioCaixa e do Biorremediador SISNATE®, as demais durante o experimento. Para melhor acompanhamento fizemos internamente a contratação de empresa especializada neste serviço, também com três acompanhamentos batimétricos em 03/08/2022, 09/09/2022 e 07/10/2022 através dos Relatórios nº SP 843/2022C, SP 846/2022C e 848/2022C, disponíveis nos anexos deste Relatório.

4.1 A espessura da camada de lodo foi mensurada em quatro estações amostrais (PC, P2, P7 e C2) conforme coordenadas apresentadas na tabela a seguir e dispostas na Figura – 31. A coleta de água e sedimento foi realizada apenas na estação de amostragem denominada de PC.

ESTAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE
PC	7460659,38	696183,42
P2	7460640,83	696173,15
P7	7460976,34	696187,54
C2	7460956,74	696111,75

Tabela – 4: Coordenadas das estações amostradas.

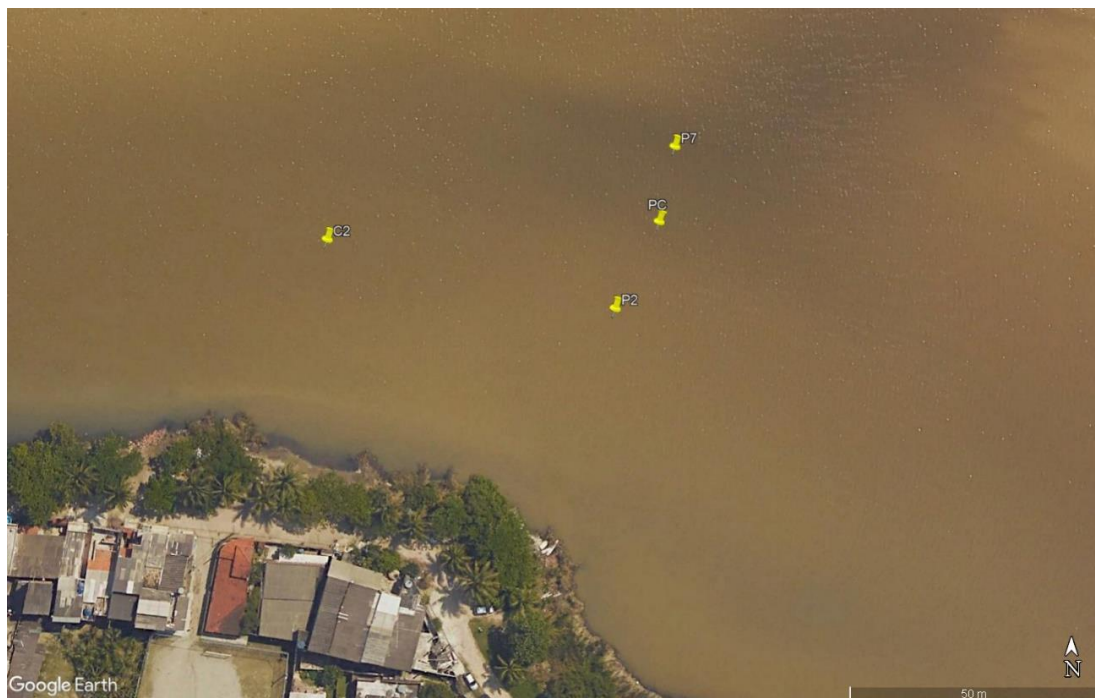


Figura – 31: Localização das estações amostradas

Abaixo vamos apresentar tabela compilada das aferições com as reduções registradas na camada de lodo (Tabela 5) e registro da altura da coluna d'água:

ESTAÇÃO	ALTURA DA COLUNA D'ÁGUA cm			ESPESSURA DA CAMADA DE LODO cm		
	03/08/2022	09/09/2022	05/10/2022	03/08/2022	09/09/2022	05/10/2022
PC	<70,00	62,00	70,00	8,00	6,00	6,00
P2	90,00	62,00	70,00	7,00	5,30	4,90
P7	<70,00	68,00	70,00	4,50	4,20	3,80
C2	80,00	60,00	70,00	2,00	2,00	2,00

Tabela – 5

Diante desses resultados apresentamos no Gráfico 1 a diminuição da camada de lodo ocorrida entre agosto e outubro de 2022 conforme laudos da SEA PROJECTS anexos:

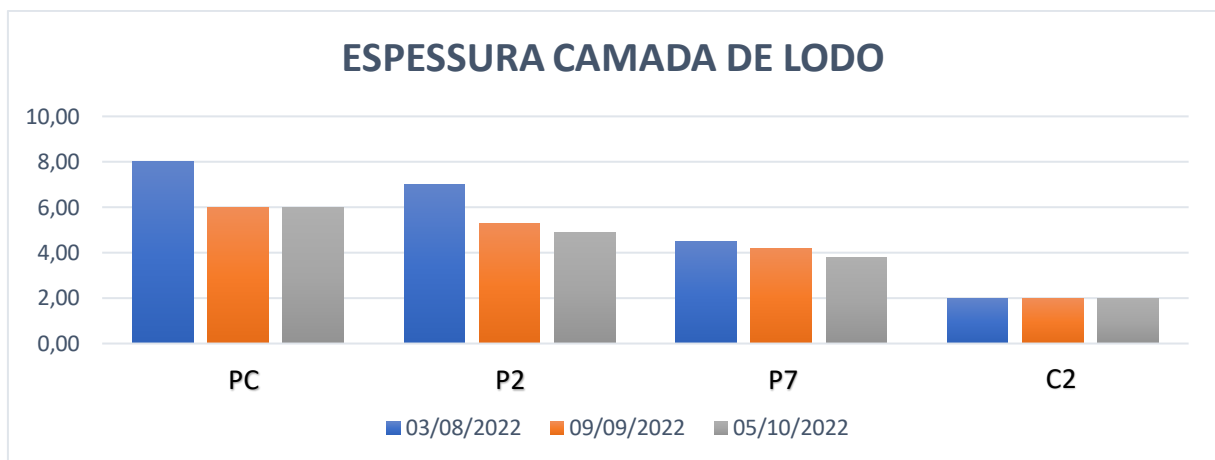


Gráfico 1

Não temos dados de antes do início do experimento, pois só conseguimos contratar uma empresa para esse serviço a partir de agosto, mas com esta metodologia de eco batimetria fica evidenciado a redução da camada de lodo orgânico. As aferições feitas pela Hydrosience também evidenciaram redução conforme Gráfico 2. Mostraram também que houve alteração no relevo total do fundo da lagoa, incluindo os pontos de controle.

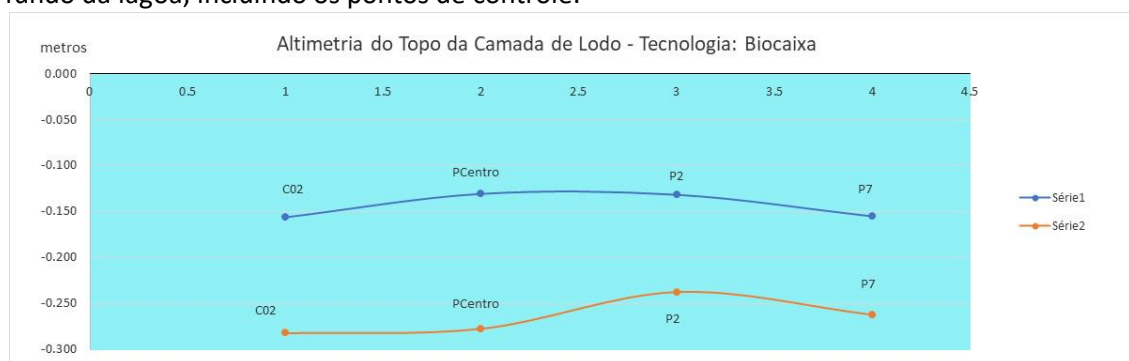


Gráfico 2

As reduções da aferição da altimetria da área experimental que está sendo aplicada a tecnologia biocaixas está apresentada na Tabela 6 produzida pelo Relatório da Hydrosience. A linha em azul apresenta os valores monitorados na campanha pré-experimento e a linha em laranja apresenta os valores medidos na primeira campanha pós-início. Os pontos PC, P2 e P7 estão situados na área do experimento, o ponto C02 representa o controle. Os pontos variaram da seguinte forma: PC: -14,7 cm, P2: -10,6 cm e P7: -107 cm. Os pontos de controle variaram da seguinte forma: C02: -12,6 cm.

Tecnologia	Ponto	Norte (UTM)	Leste (UTM)	Altitude 1ª Campanha (m)	Altitude 2ª Campanha (m)	Diferença (mm)
Biocaixa	PC	7460969.586	696186.442	-0.131	-0.278	(-) 147 mm
Biocaixa	P2	7460951.288	696170.608	-0.132	-0.238	(-) 106 mm
Biocaixa	P7	7460983.548	696189.336	-0.155	-0.262	(-) 107 mm
Controle	C02	7460966.060	696115.412	-0.156	-0.282	(-) 126 mm

Tabela 6 – Batimetria Hydrosience

As aferições batimétricas feitas pela equipe da Hydrosience e pela empresa SEA Projects foram realizadas em cada ponto georreferenciado em Plano de trabalho aprovado pela Prefeitura Municipal de Niterói, sendo que em cada um deles foram fixadas estacas (Figura 32) e em nossa área também identificamos cada ponto com boias sinalizadoras. O registro dos dados brutos da altimetria realizado pela Hydrosience não é fornecido para nossa equipe e nossos dados estão registrados nos relatórios anexos fornecidos pela SEA Projects.



Figura 32 – Pontos com boias e Estacas Área SISNATE®

Os dados da última campanha de aferição altimétrica realizada pela empresa contratada pela Prefeitura de Niterói-RJ, a empresa Hydrosience não constam ainda deste Relatório, por não ter sido recebido ainda.



Figura – 33: SEA Projects - Batimetria

5. CONCLUSÃO

O experimento com as Biocaixas e o Biorremediador SISNATE® tem demonstrado capacidade de melhorar a qualidade do meio lagunar de Piratininga, assim como toda tecnologia, o tempo ajuda a determinar intervenções necessárias para dar mais celeridade e consistência nos resultados.

Como em praticamente todos os parâmetros houve significativas melhoras, apresentando uma tendência positiva quantos aos futuros ensaios, pode-se afirmar que a expectativa é promissora quanto ao objetivo proposto desde o início da contratação da Encomenda Tecnológica (ETEC - SMO/UGP/CAF nº 006/2021) que é fundamentalmente a redução da camada de lodo orgânico com melhora do ambiente lagunar de Piratininga.

O Plano de Trabalho tem sido obedecido e seguido os padrões determinados em contrato, sendo que para melhor visualização dos resultados nossa empresa contratou até o final do experimento batimetrias mensais usando a metodologia de ecobatímetro, além de solicitar ensaios mensais da água e do sedimento.

Neste Relatório não constam os dados analíticos das amostras de água e sedimento, pois ainda estamos aguardando o envio por parte da equipe da Prefeitura de Niterói-RJ.


Eng^a Química: Karine de Lima
CRQ/SC - 13303691 - 13^a Região



Agnaldo Mendonça de Lima
CRBio 95654/03-D



SI CONSTRUÇÕES E CONSULTORIA EIRELI

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. DE F. A.; VIANA, M.; LIBÂNIO, M. Avaliação do desempenho de estações de tratamento de água operadas por companhia estadual de saneamento e autarquias municipais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. Anais...Rio de Janeiro, ABES, 2005.
- BUCAS, G.; SALIOT, A. Sea transport of animal and vegetable oils and its environmental consequences. Marine pollution bulletin, v. 44, n. 12, p. 1388-1396, 2002. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X0200303X>
- BURNS, N. et al. Protocol for monitoring trophic levels of New Zealand lakes and reservoirs. Lakes Consulting. 130p. 2000.
- CASTELLANO-HINOJOSA, A.; CORREA-GALEOTE, D.; CARRILLO, P.; BEDMAR, E. J.; MEDINA-SÁNCHEZ, J. M. Denitrification and Biodiversity of Denitrifiers in a High-Mountain Mediterranean Lake. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, 6 out. 2017.
- CHISTOPHORIDIS, C.; FYTIANOS, K. (2006). Conditions affecting the release of phosphorus from surface lake sediments. J. Environ. Qual. (35), 1181–1192. DAPENG, L.; YONG, H.; CHENGXIN, F.; YAN, Y. (2011). Contributions of phosphorus on sedimentary phosphorus bioavailability under sediment resuspension conditions. Chemical Engineering Journal (168), 1049–1054.
- ESTEVES, F.A.; PANOSSO, R. (2011). Fósforo, in Fundamentos de Limnologia. Org. por ESTEVES, F.A. 3 ed. Rio de Janeiro – RJ: Editora Interciência. pp. 259–281.
- HEYLEN, K.; VANPARYS, B.; WITTEBOLLE, L.; VERSTRAETE, W.; BOON, N.; DE VOS, P. Cultivation of Denitrifying Bacteria: Optimization of Isolation Conditions and Diversity Study. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 72, n. 4, p. 2637–2643, abr. 2006.
- HYDROSCIENCE. Modelagem de qualidade de água do sistema lagunar Piratininga-Itaipu fase II: Simulação de cenários com vistas as ações de recuperação. PRO-SUSTENTÁVEL 2020. Disponível em: http://www.prosustentavel.niteroi.rj.gov.br/wp-content/uploads/2020/06/RE_WAQ_Cenarios_Futuros_v3.pdf.
- LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas: Átomo, 2010.
- MACH, JOSIANI S. O.; LONGO, ORLANDO C. Considerações sobre a gestão ambiental – impacto da construção civil: um estudo de caso do sistema lagunar Piratininga-Itaipú. Nitéroí, ABEPRO, 1998. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep1998_art209.pdf.
- VENTURINI, J. Dissertação de Mestrado/PPGOAm-UFES (2015). Disponível em: https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/9144/1/tese_9241_Disserta%C3%A7%C3%A3o_J%C3%A9ssica%20Venturini.pdf.
- Tarback, E.J., and Lutgens, F.K., 1999, EARTH An Introduction to Physical Geology (6th ed.): Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, p. 450-452.
- TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (2008). Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 632 p.

7. ANEXOS

Relatório Batimétrico nº SP 843/2022C

Relatório Batimétrico nº SP 846/2022C

Relatório Batimétrico nº SP 848/2022C