



**COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO**  
**DIRETORIA DE OPERAÇÃO E EXPANSÃO - DO**  
**GERENCIA DE POLÍTICAS OPERACIONAIS – GPO**

DO/GPO  
Nº Rev: 03  
Pág: 1 de 13

**PLANO DE MONITORAMENTO**

**PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DA LAGOA DA  
CONCEIÇÃO**

Revisão Nº	Data	Descrição	Elaboração	Responsável
01	04/02/2021	Criação do Plano	FAC   FRS   ABT	DO/GPO/DIPOQ
02	04/03/2021	Atualização de condições no plano.	FAC   FRS   ABT	DO/GPO/DIPOQ
03	05/04/2021	Atualização profundidades de coleta e malha amostral em atendimento a FR84 e reunião com FLORAM e IMA dia 31/03/21. Adequações no texto com base nas observações até o momento	FAC   ABT	DO/GPO; DO/GMA; DP/SRM

Florianópolis, 29 de março de 2020



## **PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL**

### **MANUAL: PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DA LAGOA DA CONCEIÇÃO**

**VIGÊNCIA: 36 MESES: FEVEREIRO/2021 – FEVEREIRO 2024**

#### **FINALIDADE**

Orientar os setores de Meio Ambiente, Qualidade e Operacional da Superintendência Regional Metropolitana da CASAN no monitoramento ambiental e da qualidade da água da Lagoa da Conceição com vistas ao atendimento do Projeto de recuperação de áreas degradadas (PRAD) submetido pela CASAN junto a FLORAM.

#### **CAMPO DE APLICAÇÃO**

Aplica-se ao monitoramento ambiental da Lagoa da Conceição e ao cumprimento do PRAD apresentado decorrente do deslizamento da encosta de dunas da Lagoa de Evapoinfiltração (LEI) pertencente ao Sistema de Esgotamento Sanitário (SES).



## **PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL**

### **1. APRESENTAÇÃO**

O presente documento apresenta o plano de monitoramento ambiental da Lagoa da Conceição de forma a subsidiar a avaliação detalhada do corpo hídrico após o deslizamento da encosta de dunas da lagoa de evapoinfiltração (LEI) pertencente ao SES Lagoa, permitindo uma visão mais detalhada dos impactos ambientais, autodepuração e a restauração da área afetada bem como da área da Lagoa da Conceição como um todo. As ações de monitoramento ocorrerão em diferentes abordagens, complementando as ações de monitoramento da ETE já executadas pela Companhia, até ações específicas junto ao meio biótico se estendendo em toda área de abrangência da Lagoa da Conceição.

O referido evento expôs a Lagoa da Conceição a um brusco estresse, com um pulso de elevada porção de água doce com conteúdo indefinido de sedimentos e uma carga pontual de nutrientes dissolvidos que estavam acumulados na LEI. Este aporte tem potencial de intensificar processos que possam estar relacionados a eutrofização e potenciais florações de microrganismos que podem afetar a qualidade da água da Lagoa da Conceição. Estes eventos podem se relacionar com eventual aumento de zonas com baixo teor de oxigênio dissolvido, bem como produção de toxinas a partir da floração de microrganismos dentro da Lagoa da Conceição, que por sua vez podem afetar de uma maneira geral organismos da fauna marinha no local.

A ETE de Lagoa da Conceição está localizada na Rua Mandala, s/n, Bairro Lagoa da Conceição (Latitude 27°36'41.53"S e Longitude 48°26'57.23"O), no município de Florianópolis. As unidades de tratamento desta estação são do tipo Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente (UASB) seguidos de Tanques de Aeração do tipo Valos de Oxidação, sendo compostas pelas seguintes unidades operacionais: Pré-Tratamento composto por gradeamento e caixa de areia; Reator UASB; 2 Valos de Oxidação; Decantador Secundário; Desinfecção; e Desidratação mecanizada por centrifugação. O efluente tratado é destinado a lagoa artificial de efluente tratado, denominada lagoa de Evapoinfiltração (LEI).

A Figura 01 abaixo mostra a área diretamente afetada pelo deslizamento ocorrido no dia 25/01/2021.

## PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Figura 1 - Área diretamente afetada pelo deslizamento ocorrido no dia 25/01/2021.



## 2. PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Devido ao caráter de urgência das ações de monitoramento o presente plano foi sendo aprimorado a cada ação desenvolvida de forma a incorporar o aprendizado das campanhas iniciais na melhoria das descrições e avaliações sugeridas no PRAD. Até o momento as atividades de monitoramento passaram por diversas fases, sendo este plano o resultado do amadurecimento destas ações.

FASE 1: Monitoramento iniciado logo após o incidente e estendido durante o primeiro mês. As ações neste caso foram reativas para atendimento de órgãos de fiscalização e controle com ações focadas nas proximidades do local do evento.



## PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

FASE 2: Nesta fase se estruturaram as atualizações após os primeiros resultados divulgados pelos laudos de diferentes atores. Neste momento foram desenvolvidas as primeiras narrativas dos impactos a qualidade da água da Lagoa que coincidiram com o evento de mortalidade de peixes na região da Costa da Lagoa.

FASE 3: Nesta fase o foco do monitoramento se estendeu a todo o ambiente da Lagoa, decorrente de entendimento formado sobre a acumulação de fatores crônicos com o agudo gerado pela incidente.

### 2.1 – Lagoa de Evapoinfiltração - LEI

Para o monitoramento da LEI (corpo receptor da ETE Lagoa da Conceição), está previsto o acompanhamento de um ponto amostral, sendo ele coletado sobre o espelho de água, sendo os ensaios realizados conforme os parâmetros descritos na Tabela 02. Tais parâmetros permitem uma avaliação ampla, levando ao cálculo do índice de Estado Trófico (IET) proposto pela CESTEB. Em paralelo, durante vigência do PRAD também será realizada em um ponto da LEI a avaliação de parâmetros bióticos previstos no item 2.2 deste plano.

Este plano também prevê ensaios de caracterização do pacote lamoso presente no fundo da LEI, nos pontos indicados na figura 2 de acordo com as tabelas 1a e 1b.

Tabela 1a - Parâmetros Físico Químicos de caracterização do pacote lamoso da LEI

Parametro	Unidade	LQ	Parâmetro	Unidade	LQ
Alumínio	mg/kg	1	Selênio	mg/kg	1
Antimônio	mg/kg	1	Sódio	mg/kg	50
Arsênio	mg/kg	1	Vanádio	mg/kg	1
Bário	mg/kg	1	Prata	mg/kg	1
Berílio	mg/kg	1	Cianeto	mg/kg	0,5
Boro	mg/kg	1	Crômio (Cr III + Cr IV)	mg/kg	0,4
Cádmio	mg/kg	0,1	Cloreto	mg/kg	5
Chumbo	mg/kg	1	Sulfato	mg/kg	5
Cobre	mg/kg	1	Fluoreto	mg/kg	0,5
Níquel	mg/kg	1	Mercúrio	mg/kg	0,05
Zinco	mg/kg	1	Nitrogênio Total	mg/kg	25
Fósforo Total	mg/kg	1	Nitrogênio Amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	mg/kg	2
Ferro	mg/kg	1	Nitrogênio – Nitrato (N-NO <sub>3</sub> )	mg/kg	0,9
Lítio	mg/kg	1	Nitrogênio – Nitrito (N-NO <sub>2</sub> )	mg/kg	0,2
Manganês	mg/kg	1	Teor de Umidade*	%p/p	0,05
Molibidênio	mg/kg	1	*incorporada ao invés de sólidos totais dissolvidos		



## PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

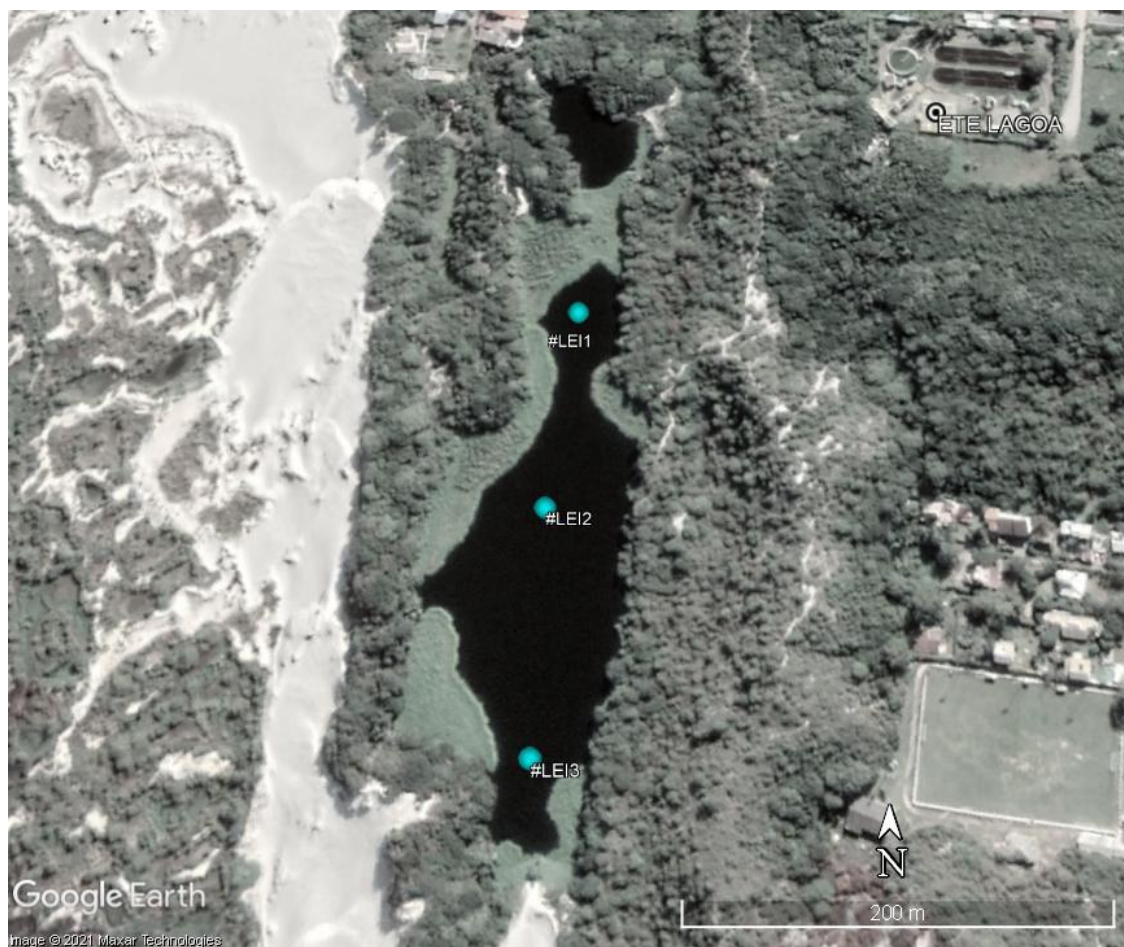
Tabela 1b - Parâmetros Físico Químicos de caracterização do pacote lamoso da LEI

Parâmetro	Unidade	LQ	Parâmetro	Unidade	LQ
Ovos Helminthos*	ovos/g de ST	0,25	Cloreto de Vinila	mg/kg	0,002
Giardia **	(oo) cisto/g	1	Clorofórmio	mg/kg	0,01
Criptosporidium**	(oo) cisto/g	1	Estireno	mg/kg	0,01
Benzo antraceno	µg/kg	0,26	Tetracloroeto de Carbono	mg/kg	0,002
Criseno	µg/kg	0,26	Triclorobenzenos	mg/kg	0,01
Dibenzeno antraceno	µg/kg	0,26	1,2-Dicloroetano	mg/kg	0,01
Benzo pireno	µg/kg	0,26	1,1-Dicloroetano	mg/kg	0,005
Benzo fluoranteno	mg/kg	0,01	1,2-Dicloroetano (cis e trans)	mg/kg	0,02
1,2-Diclorobenzeno	mg/kg	0,05	1,1,2 Tricloroetano	mg/kg	0,01
Indeno (1,2,3-pireno)	mg/kg	0,01	Tetracloroetano	mg/kg	0,01
1,4-Diclorobenzeno	mg/kg	0,05	trans 156-60-5	mg/kg	0,02
			Fenóis	mg/kg	0,2

\*sem identificação da espécie

\*\* método EPA de quantificação de Giardia e Criptosporidium totais

Figura 2 – Malha amostral de caracterização do pacote lamoso da LEI.





## PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

As análises de *Entamoeba histolytica* e de Acrilamina constantes da Folha de Rotina 84 foram excluídas no escopo em razão do retorno dos laboratórios conforme discutido na reunião do dia 31/03/2021.

### 2.2 – Lagoa da Conceição

Para o monitoramento da Lagoa da Conceição, os pontos amostrais foram distribuídos de maneira a abranger toda a extensão da Lagoa da Conceição, desde áreas de baixa profundidade até regiões com maiores profundidades.

A experiência adquirida nos primeiros meses de monitoramento serviram para ampliar o entendimento das dinâmicas do local, assim como o evento de mortalidade de peixes percebido na região da Costa da Lagoa, na localidade do Saquinho ampliou o espectro de preocupações em relação ao ambiente da Lagoa da Conceição, abrindo o leque de observações aos efeitos crônicos de poluição gerados por fontes difusas e não apenas pelo evento de rompimento da encosta de dunas da LEI.

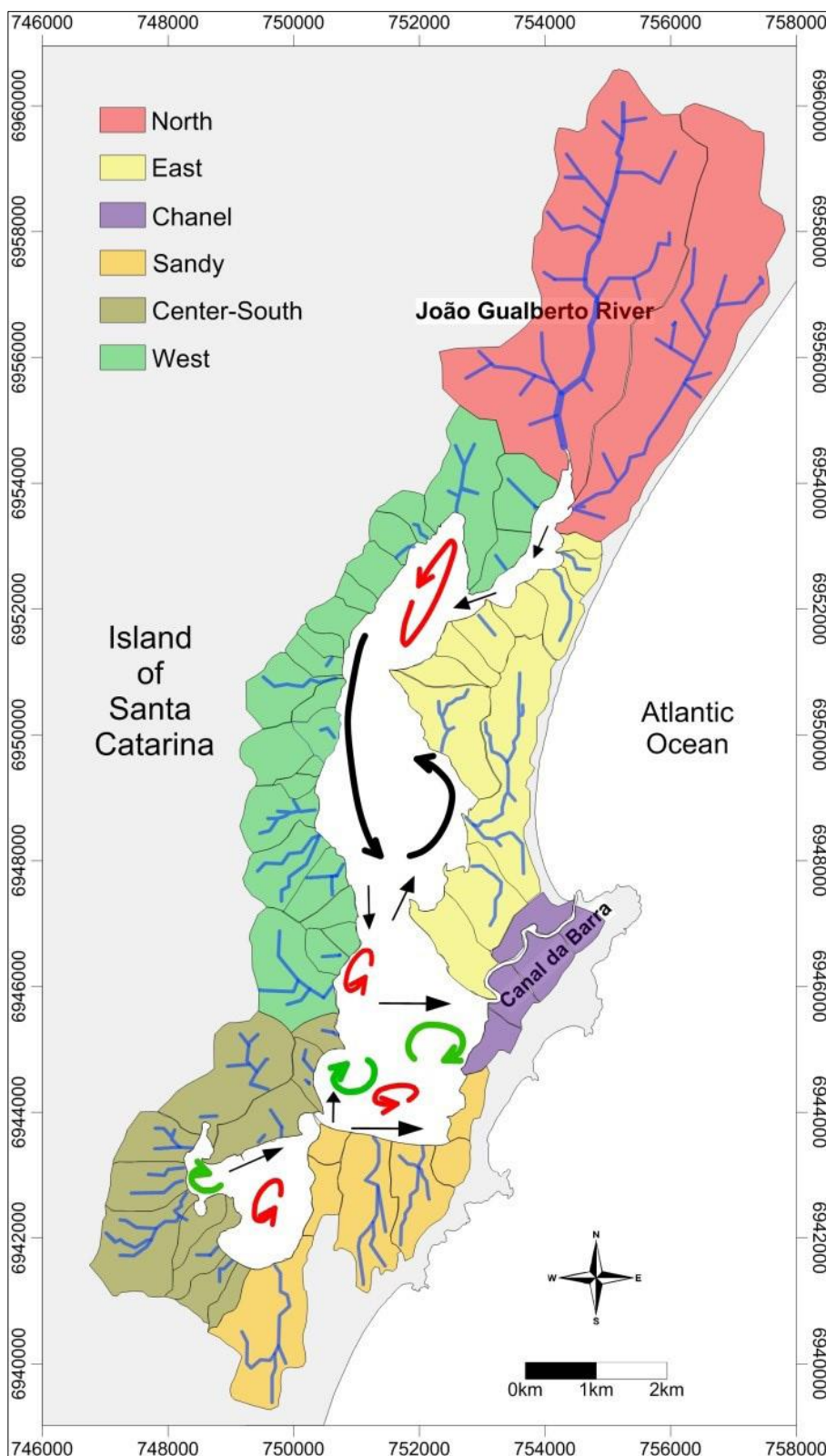
A proposta de malha amostral busca abranger toda a área de extensão da Lagoa, desde regiões costeiras até porções com maior profundidade, indo desde a porção sul até a porção norte, se aproximando da região de encontro da Lagoa com o Rio João Gualberto. A evolução do monitoramento e os resultados da modelagem podem trazer novas informações que podem subsidiar futuras alterações da malha, parâmetros e frequências propostas neste documento. Nesta versão a malha apresenta um escopo atualizado em relação ao ajuste de coletas em diferentes profundidades bem como aumenta o número de pontos em direção à região do Rio Vermelho, resultando em uma ampliação do esforço amostral das versões anteriores.

Os pontos de coleta foram selecionados levando em consideração a hidrodinâmica da Lagoa da Conceição apresentada no trabalho EVOLUÇÃO ESPAÇO TEMPORAL DO ESTADO TRÓFICO DE UMA LAGUNA SUBTROPICAL: LAGOA DA CONCEIÇÃO, ILHA DE SANTA CATARINA, BRASIL, publicado na revista Brasileira de Recursos Hídricos v.22, e.10, 2017 de autoria de Silva et al reproduzida na figura 3 deste plano.

A malha amostral referente ao monitoramento ambiental da Lagoa da Conceição está representada na figura 4 e detalhada nas figuras 5, 6 e 7.

**PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL**

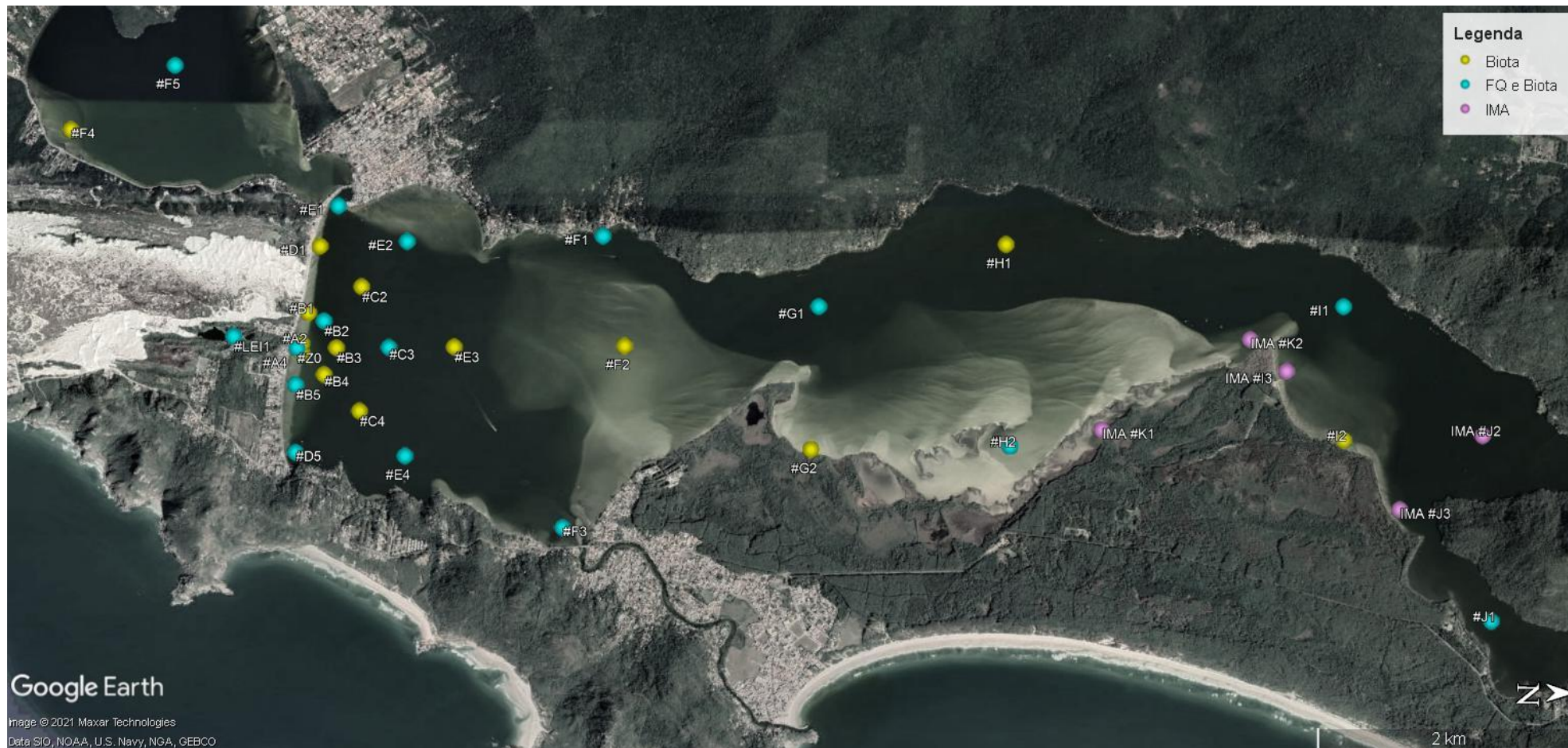
Figura 3 - Mapa da rede hidrológica da bacia da Lagoa da Conceição e padrões de fluxo residual de circulação no corpo da Lagoa. As setas pretas indicam o fluxo residual. As setas verdes e vermelhas indicam a presença dos giros em ciclones e anticiclones, respectivamente. Fonte: SILVA (2017).





## PLANO DE MONITORAMENTO

Figura 4 – Malha amostral.



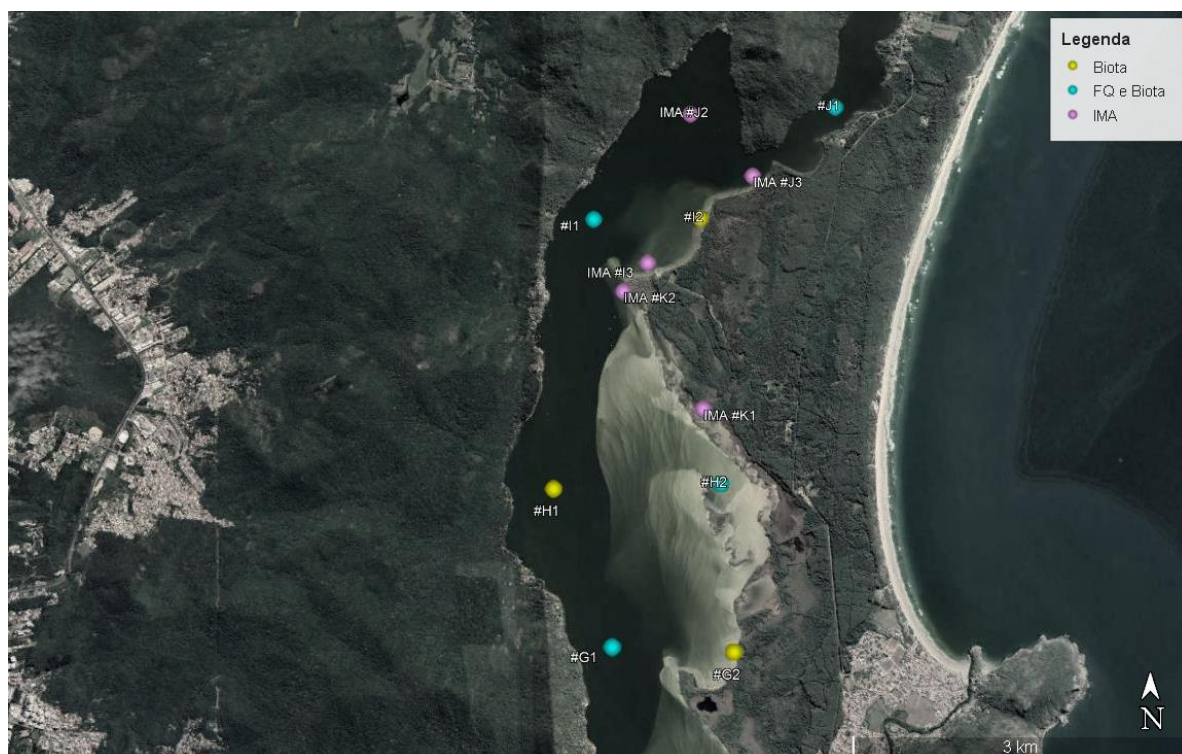


## PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Figura 5 – Malha amostral. Detalhe região central da Lagoa.

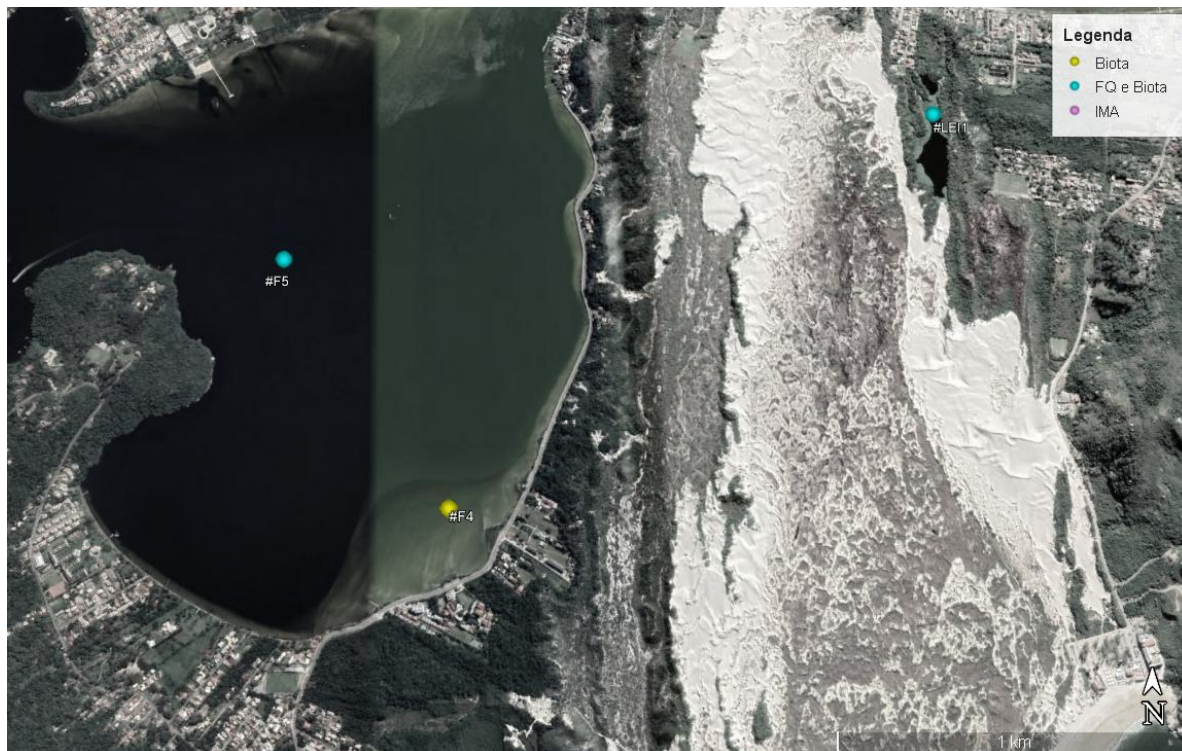


Figura 6 – Malha amostral. Detalhe região norte da Lagoa.



## PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Figura 7 – Malha amostral. Detalhe região Sul da Lagoa.



Nos primeiros meses de monitoramento, os ensaios físico químicos e microbiológicos serão realizados pelo Laboratório Regional de Florianópolis de forma a não se perder o histórico recente de informações. O laboratório e os equipamentos da CASAN continuam a disposição para novas ações exploratórias na região que possam ser desenvolvidas para aumentar os subsídios e o conhecimento da área. Após este período as análises serão realizadas por Laboratório Independente acreditado conforme requisitos da Norma ISO/IEC 17.025/2017. No momento da conclusão desta versão o processo de contratação pela CASAN estava em curso com a atualização dos orçamentos de acordo com o escopo apresentado. Caso não sejam observados laboratórios próximos que possuam acreditação nas normas da ISO em todos os parâmetros e matrizes terão preferência os laboratórios que possuem a certificação junto ao órgão ambiental nos termos previstos na legislação vigente. Ressalta-se que o fracionamento em diversos laboratórios é possível e está sendo estudado, no entanto se pondera que o excesso deste fracionamento também pode gerar inconsistências tendo em vista os prazos de conservação e das amostras, devendo o bom senso ser chamado, já que se tratam de análises com respaldo técnico de profissionais devidamente habilitados.





**COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO**  
**DIRETORIA DE OPERAÇÃO E EXPANSÃO - DO**  
**GERENCIA DE POLÍTICAS OPERACIONAIS - GPO**

DO/GPO  
Nº Rev: 03  
Pág: 12 de 13

**PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL**

As Tabela 2a e 2b a seguir, apresentam os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de interesse no monitoramento do impacto do evento ocorrido na Lagoa da Conceição.

Tabela 2a - Parâmetros de interesse no monitoramento ambiental da matriz água Lagoa da Conceição

Parâmetro	Unidade	LQ sugerido
Temperatura	°C	1 a 50
pH	-	2 a 13
OD	mg/L	0,1
Nitrogênio Total	mg/L	0,5
Nitrogênio Amoniacal (N-NH3)	mg/L	0,1
Nitrogênio – Nitrato (N-NO3)	mg/L	0,4
Nitrogênio – Nitrito (N-NO2)	mg/L	0,05
Fósforo Total	mg/L	0,01
Fosforo Reativo	mg/L	0,01
Condutividade	µS/cm	1
Clorofila a	mg/L	1
Carbono orgânico Total	mg/L	1
E.Coli	NPM/100mL	1
Enterococcus	NMP/100mL	1
Salinidade	%	0,1
Polifosfatos	mg/L	0,01
Substâncias Tensoativas	mg/L	0,2
Ecotoxicidade Aguda	-	-
Ecotoxicidade Crônica	-	-

O plano também prevê ensaios físico-químicos do sedimento da Lagoa da Conceição, sendo este coletado junto aos 30 pontos amostrais referentes a malha do monitoramento biótico. Tal monitoramento será realizado para identificação da carga de nitrogênio e fósforo bem como a granulometria.

Tabela 2b - Parâmetros de interesse no monitoramento ambiental na matriz sedimento da Lagoa da Conceição

Parâmetro	Unidade	LQ sugerido
Nitrogênio Total	mg/kg	0,5
Fósforo Total	mg/kg	1
Matéria Orgânica	% p/p	0,05
Granulometria		
Ecotoxicidade Aguda	-	-
Ecotoxicidade Crônica	-	-



## **PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL**

No meio biótico serão realizadas análises de Fito e Zoo plâncton e fauna bentônica na malha amostral proposta. Juntamente com o monitoramento do Fitoplancton deverá ser realizada a contagem de cianobactérias. Caso o nível destes organismos se apresente elevado deverão ser pesquisadas também a presença de ciano toxinas utilizando como padrão de orientação as normativas de potabilidade da água, mesmo que para finalidade de avaliação ambiental. A maior densidade de pontos de fauna se justifica pelo pequeno histórico destes organismos, bem como pelo acompanhamento das eventuais florações. a caracterização do sedimento buscará identificar os pontos onde os impactos diretos da chegada da água da LEI possam ser sentidos.

Nos relatórios técnicos da biota aquática serão abordados os índices descritores: riqueza de espécies, distribuição espacial, frequência de ocorrência, densidade numérica e abundância relativa, índices de diversidade, equitabilidade e similaridade. Serão indicados os táxons que constam na listagem de espécies ameaçadas da lista oficial das espécies divulgada pelo IBAMA em nível nacional (Portaria MMA Nº 445/14). Será indicada também a presença de espécies exóticas.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O Plano de Monitoramento, descrito acima, pode sofrer ajustes conforme atendimento à solicitação do órgão ambiental, adequação e alterações da legislação vigente ou conforme necessidade identificada pelo responsável pelo monitoramento.

Em pontos onde a profundidade for superior a 2 metros deverá ser realizada coleta de amostras e análise dos parâmetros físico químicos de qualidade da água em duas parcelas da coluna de água: superfície (nos primeiros 50 cm) e fundo (nos últimos 50 cm). Resultados preliminares apresentaram pronunciadas haloclinas expressando a ocorrência de duas massas de água bem características após esta profundidade. Os pontos da malha amostral identificados com o prefixo IMA foram incluídos na malha amostral, mas sua realização nos primeiros meses será alternada com a substituição de outros pontos devido a restrições do contrato do monitoramento biótico realizado de forma emergencial.

Se recomenda que as avaliações com sonda explorem sempre que possível a caracterização do perfil da coluna de água, medindo pH, Temperatura, Oxigênio e Condutividade a cada 50 cm para tentar explorar a movimentação ao longo da coluna desta estratificação ao longo das campanhas.